

ŞCOALA DOCTORALĂ INTERDISCIPLINARĂ

Facultatea: Educație fizică și sporturi montane

Gheorghe-Adrian ONEA

**AMELIORAREA RANDAMENTULUI SPORTIV ÎN PROBA DE 110 M
GARDURI PRIN EFICIENTIZAREA SINERGIEI MUSCULATURII
AGONISTE-ANTAGONISTE LA NIVELUL MEMBRELOR INFERIOARE**

**THE IMPROVEMENT OF THE SPORTS PERFORMANCE IN THE 110
METRES HURDLES RACE THROUGH THE AGONIST-ANTAGONIST
MUSCLE SYNERGY STREAMLINE AT THE LEVEL OF THE LOWER
LIMBS**

REZUMAT / ABSTRACT

Conducător științific

Prof.dr. Lorand BALINT

BRAȘOV, 2021

D-lui (D-nei)

COMPONENTA

Comisiei de doctorat

Numită prin ordinul Rectorului Universităţii Transilvania din Braşov

Nr. din

PREŞEDINTE:

Conf.dr. Ioan TURCU, Universitatea Transilvania din Braşov

CONDUCĂTOR ŞTIINŢIFIC:

Prof.dr. Lorand BALINT, Universitatea Transilvania din Braşov

REFERENŢI:

Prof.dr. Marius STOICA, Universitatea de Educaţie Fizică şi
Sport din Bucureşti

Prof.dr. Alin LARION, Universitatea „Ovidius” din Constanţa

Conf.dr. Bogdan-Constantin RAŢĂ, Universitatea „Vasile
Alecsandri” din Bacău

Data, ora şi locul susţinerii publice a tezei de doctorat:, ora, sala

Eventualele aprecieri sau observaţii asupra conţinutului lucrării vor fi transmise electronic, în timp util, pe adresa onea.gheorghe@unitbv.ro

Totodată, vă invităm să luaţi parte la şedinţa publică de susţinere a tezei de doctorat.

Vă mulţumim.

CUPRINS (lb. română)

	pg. teză	pg. rezumat
LISTA FIGURILOR	6	
LISTA TABELELOR	15	
LISTA DE ABREVIERI	35	
INTRODUCERE	37	
PARTEA I. FUNDAMENTAREA TEORETICĂ ȘI METODOLOGICĂ A PROCESULUI DE INSTRUIRE SPORTIVĂ ÎN PROBA DE 110 METRI GARDURI, PE DIRECȚIA SINERGIEI MUSCULARE LA NIVELUL MEMBRELOR INFERIOARE	39	11
1.1. Situația actuală a probelor de garduri la vârsta 13-14 ani	39	11
1.2. Sinteza componentelor tehnice și fizice în probele de garduri	41	11
1.3. Elemente fiziologice și anatomo-funcționale ale musculaturii membrelor inferioare în probele de garduri	44	11
1.3.1. Imaginea funcțională a musculaturii membrului inferior în cadrul probelor de garduri	46	12
1.3.2. Aspecte tehnice și musculare ale piciorului de atac și remorcă	47	12
1.3.3. Caracteristicile raportului spațio-temporal dintre pasul de atac și aterizare după gard	48	12
1.3.4. Acțiunea mușchilor gambei în faza de impulsie / aterizare	48	12
1.3.5. Acțiunea mușchilor anteriori / posteriori ai coapsei și șoldului în faza de trecere peste gard	49	13
1.3.6. Caracteristicile pelvisului în realizarea mecanismului de bază al trecerii peste gard	50	13
1.3.7. Caracteristici globale ale pașilor de alergare în probele de garduri	50	13
1.4. Aspecte biomecanice ale membrului inferior în probele de garduri	51	13
1.5. Stadiul actual al cunoașterii conceptului de sinergie a mușchilor agoniști - antagoniști în literatura de specialitate	55	14
1.5.1. Delimitarea conceptuală a sinergiei mușchilor agoniști – antagoniști	55	14
1.5.2. Rolurile funcționale ale musculaturii agoniste, antagoniste și sinergiste a membrului inferior	57	14
1.5.3. Dominanța și activarea mușchilor sinergici	59	14
1.5.4. Caracteristicile Coactivării / Co-contrației musculare	61	14
1.5.5. Caracterul antrenabil al coactivării / co-contrației musculare	62	15
1.5.6. Caracteristicile coactivării / co-contrației și sinergiei musculare la sportivii juniori	62	15
1.5.7. Caracteristicile raportului de forță al mușchilor agoniști – antagoniști	63	15
1.5.8. Repere teoretice cu implicații practice ale dezechilibrului de forță asupra musculaturii membrului inferior	63	15

1.6. Con trac ția ex centric ă / con centric ă ma nifestată la ni velul mem brului inferior în ca drul pro belor de gar duri	65	16
1.6.1. As pe cte te o re tice ale con trac ției ex centric ă / con centric ă	65	16
1.6.2. Con trac ția ex centric ă / con centric ă spe cific ă mem brului inferior în etapele de tre cere pe ste gar d	65	16
1.6.3. Am plit udi nea ma xi mă a mi șcă ri lor ra portată la con trac ția ex centric ă și con centric ă la ni velul mem brului inferior în probele de gar duri	66	16
1.7. Ca rac te ris ticile in ter ne ale e fi cien ței mu sculare	66	16
1.7.1. Ten si u nea și re lax a re a mu scular ă	66	16
1.7.2. Co o rdo na re a in tram us cu lar ă și in ter mus cu lar ă	67	16
1.7.3. Re la ția din tre e fi cien ța ac tiv i tă ții mu sculare și o bo se ala mu scular ă	69	17
1.7.4. Ca rac te ris ticile spe cifice ale e for tu lui în probele de gar duri	73	17
1.8. As pe cte le mo tric i tă ții în eta pa pu ber tar ă (13-14 ani) și im pli ca ții le me to do lo gice în in stru irea ti ne ri lor at le ți	73	17
1.8.1. Ca rac te ris ticile mu sculare și ho rmo na le în pe rio da pu ber tar ă	74	17
1.8.2. Re pere te o re tice și me to dice as up ra de zvoltării ca li tă ții lor și de prin deri lor mo tric e în pe rio da pu ber tar ă în in stru irea at le tic ă	75	18
1.8.3. Par ticu lar i tă ți le in stru irii spor tive și spe cial i za re a at le tic ă ti mpu rie	79	18
PARTEA A II – A. OPE RA ȚI O NA LI ZARE A ME TO DO LO GIEI DE CER CETA RE CA RE ZUL TAT AL STU DI ULUI PRE LI MI NAR AS UP RA E FI CI EN TI ZĂ RI I SI NE R GIEI MU SCU LARE LA NI VELUL MEM BRE LOR IN FER IO ARE ÎN EX EC U TA RE A PRO BELOR DE AL ER GA RE PE STE GAR DURI	81	19
2.1. Pre mi se le cer cet ă ri i pre li mi na re	81	19
2.2. Sco pul cer cet ă ri i pre li mi na re	81	19
2.3. Ipote ze le cer cet ă ri i pre li mi na re	81	19
2.4. O bi ec tive le cer cet ă ri i pre li mi na re	82	20
2.5. Sar cin i le cer cet ă ri i pre li mi na re	82	20
2.6. Me to de le de cer cet are ap li ca te în stu di ul pre li mi nar	82	20
2.6.1. Me to da stu di ului li te ra tu ri i de spe cial i ta te	82	
2.6.2. Me to da ob ser va ției si ste ma tic e	83	
2.6.3. Me to da an che tei	84	
2.6.4. Me to da ex pe ri men tu lui pe da go gic pre li mi nar	85	
2.6.5. Me to da sta tis tic o-ma te ma tic ă	85	
2.7. Or ga ni za re a ex pe ri men tu lui pre li mi nar	87	20
2.7.1. In ter pre ta re a sta tis tic ă a co mpo nen te lor an a li za te în ca drul che s ti o na ru lui „An tre nor”, ra portate la ac ți o nă ri le de in stru ire a mem bre le in fer io are în probele de gar duri	87	21
2.7.2. Pro ce du ra de im ple men ta re și co lec ta re a da telor che s ti o na ru lui an tre nor	90	21
2.7.3. An a li za opi ni i lor an tre no ri lor stră i ni și ro mâ ni la che s ti o na rul ap li ca t cu o te ma tic ă or ien ta tă spre op ti mi za re a me to do lo giei ab or da te în in stru irea spor ti vilor la probele de gar duri	90	21

2.7.4. Analiza răspunsurilor antrenorilor străini și români la întrebările referitoare la dezechilibrele musculaturii agoniste-antagoniste, forță, accidentările musculare și mijloacele utilizate în cadrul pregătirii fizice pe durata macrociclului pentru membrul inferior	128	22
2.8. Analiza documentelor de planificare (2016-2017) – CSM București	130	23
2.9. Analiza indicatorilor antropometrici, motrici, tehnici și de performanță ai subiecților incluși în cadrul cercetării preliminare	137	23
2.9.1. Date antropometrice ale subiecților implicați în cercetarea preliminară	137	23
2.9.2. Rezultatele sportivilor la probele de motricitate	137	23
2.9.3. Analiza tehnică a parametrilor membrului inferior în probele de garduri în etapa inițială	141	
Concluzii și discuții pentru experimentul preliminar	146	
Recomandări pentru experimentul de bază	147	
PARTEA A III-A. CONTRIBUȚII PRIVIND MODELAREA INSTRUIRII PE DIRECȚIA FACTORILOR FIZIC ȘI TEHNIC PRIN OBIECTIVIZAREA SINERGIEI MUSCULARE LA NIVELUL MEMBRELOR INFERIOARE ÎN PROBELE DE GARDURI	148	28
3.1. Premisele experimentului de bază	148	28
3.2. Scopul cercetării de bază	148	28
3.3. Ipotezele cercetării de bază	148	28
3.4. Obiectivele cercetării de bază	149	28
3.5. Sarcinile cercetării de bază	149	29
3.6. Metode și tehnici de cercetare ale experimentului de bază	149	29
3.6.1. Metoda studiului literaturii de specialitate	149	
3.6.2. Metoda observației	150	
3.6.3. Metoda experimentului pedagogic	150	
3.6.4. Metode și tehnologii moderne de investigare a capacității motrice	150	
3.6.5. Metoda statistico-matematică	151	
3.7. Organizarea cercetării de bază	152	29
3.7.1. Subiecții, locul, perioada desfășurării experimentului de bază	152	29
3.7.2. Eșalonarea planului cercetării de bază	152	30
3.7.3. Etapa I, cercetare de bază efectuată în perioada pregătitoare de iarnă	153	30
3.7.4. Eșalonarea procedurii de testare inițiale	153	30
3.7.5. Recoltarea și interpretarea statistico-matematică a rezultatelor la testările inițiale a membrilor inferioare cu aparatul Biodex System 4 ProTM și Optojump TX-30	155	32
3.7.6. Analiza relațiilor bivariate ale piciorului de atac între extensia genunchiului și flexia șoldului din poziția de clinostatism) și piciorul de remorcă (abducția șoldului /rotatorii interni ai șoldului)	220	37
3.7.7. Interpretarea statistico-matematică a rezultatelor la testările inițiale cu aparatul Optojump Next™ (Microgate)	223	38

3.8. Programe de antrenament compensatorii pentru lucrul articular și reechilibrare musculară a membrului inferior, implementate pe perioada experimentului de bază la subiecții practicanți ai probelor de garduri	226	39
3.9. Testările finale funcționale, efectuate în perioada pregătitoare de primăvară asupra membrelor inferioare	243	53
3.9.1. Eșalonarea procedurii de testare finale (etapa II)	244	53
3.9.2. Interpretarea comparativă din punct de vedere statistico-matematică a rezultatelor testării inițiale și finale a membrului inferior cu aparatul Biodex System 4 Pro™ și Optojump TX-30	245	55
3.9.3. Analiza comparativă a diferențelor dintre testare inițială și finală pentru timpul de zbor, înălțimea zborului și rata de progres a puterii săriturilor pentru testul de sărituri pe 15 secunde	283	76
3.9.4. Analiza comparativă a parametrilor de tehnică a membrului inferior în probele de garduri	291	76
3.9.5. Analiza comparativă a sportivilor de categoria juniori 3 – subiecții cercetării-tineret pentru determinarea raportului agonist-antagonist dintre flexia/extensia genunchiului, flexia plantară/dorsoflexie gleznei, flexia/extensia șold din poziția clinostatism, abducția/adducția șoldului, rotatori interni/externi ai șoldului, eversie/inversie gleznă și flexie/extensie coapsă din poziția culcat dorsal pentru membrul inferior	296	77
Concluziile experimentului de bază	304	
CONCLUZII FINALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE. DISEMINAREA REZULTATELOR. DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE	306	83
Concluzii generale	306	
Concluzii teoretice	306	
Concluzii metodologice	307	
Concluzii experimentale	309	
Limitele cercetării	311	
Elemente de originalitate și diseminarea rezultatelor	311	
Elemente de originalitate	311	
Diseminarea rezultatelor cercetării	312	
Direcții viitoare de cercetare	312	
REZUMAT	313	90
ABSTRACT	314	
BIBLIOGRAFIE	316	94
PAGINI WEB ACCESATE	325	103
ANEXE	330	
Anexa 1. Chestionar „Antrenor”	330	
Anexa 2. Plan anual de pregătire 2016-2017 – C.S.M. București	334	
Anexa 3. Adeverință privind realizarea experimentului de bază – Clubul C.S.M București	335	

Anexa 4. Consimțământul antrenorului O.D. de la clubul C.S.M și a sportivului C.V. pentru participarea la experimentul de bază	336
Anexa 5. Consimțământul Părinților/tutorilor legali privind participarea la experimentul de bază	338
Anexa 6. Cereri de utilizare a aparatului OPTOJUMP din cadrul laboratorului Centrului de Cercetare pentru Calitatea Vieții și Performanță Umană a Facultății de Educație fizică și sporturi montane – Universitatea Transilvania din Brașov (2017-2018)	346
Anexa 7. Cerere de utilizare a două culoare de la sala de atletism din cadrul Complexului Sportiv „Lia Manoliu” din București (2017)	348
Anexa 8. Flexie/extensie șold ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) – Testare inițială (2017) pentru sportivii A.T. și M.I.	349
Anexa 9. Flexie/extensie șold ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) – Testare finală (2018) pentru sportivii A.T. și M.A.	355
Anexa 10 – Flexie plantară/dorsoflexie gleznă ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$) – Testare inițială pentru sportivii G.C. și M.A.	361
Anexa 11 – Flexie plantară/dorsoflexie gleznă ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$) – Testare finală (2018) pentru sportivii B.O. și M.A.	367
Anexa 12 – Extensie/Flexie genunchi ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) – Testare inițială (2017) pentru sportivii C.I. și A.T.	373
Anexa 13 – Extensie/Flexie genunchi ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) – Testare finală (2018) pentru sportivii A.T. și B.O.	379
Anexa 14 – Abducție/Adducție șold ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) – Testare inițială (2017) pentru sportivii C.I. și B.O.	385
Anexa 15 – Abducție/Adducție șold ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) – Testare finală (2018) pentru sportivii C.I. și M.A.	391
Anexa 16. Rotația internă/externă șold ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) – Testare inițială (2017) pentru sportivii E.P. și B.O.	397
Anexa 17. Rotația internă/externă șold ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) – Testare finală (2018) pentru sportivii B.O. și E.P.	403
Anexa 18. Raport testare inițială (2017) – Optojump (15 sec jumps) pentru subiecții C.I. și M.A.	409
Anexa 19. Raport testare finală – Optojump (15 sec jumps) pentru subiecții P.M. și B.O.	421
Anexa 20. Rezultatele la testarea cu aparatul Biodex a sportivului model – C.V.	433

CONTENT

	pg. teză	pg. rezumat
LIST OF FIGURES	6	
LIST OF TABLES	15	
LIST OF ABBREVIATIONS	35	
INTRODUCTION	37	
PART I. THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS OF THE SPORTS TRAINING PROCESS IN 110 METRES HURDLES RACE ON THE DIRECTION OF MUSCLE SYNERGY AT THE LEVEL OF THE LOWER LIMBS	39	11
1.1. The current situation of the hurdles races at the age of 13-14 years	39	11
1.2. Synthesis of technical and physical components in the hurdles races	41	11
1.3. Physiological and anatomo-functional elements of the lower limbs muscles in the hurdles races	44	11
1.3.1. The functional image of the lower limb muscle within the hurdles races	46	12
1.3.2. Technical and muscular aspects of the attack and the trailer leg	47	12
1.3.3. Features of the relation space-time between the attack and the landing behind the hurdle step	48	12
1.3.4. The action of the calf muscles in the impulse / landing phase	48	12
1.3.5. The action of the anterior / posterior thigh and hip muscles in the crossing the hurdle phase	49	13
1.3.6. Pelvic features in achieving the basic mechanism of crossing the hurdle	50	13
1.3.7. Global features of running steps in the hurdles races	50	13
1.4. Biomechanical aspects of the lower limb in the hurdles races	51	13
1.5. The current state of knowledge of the synergy concept of agonist-antagonist muscles in literature	55	14
1.5.1. Conceptual delimitation of agonist-antagonist muscle synergy	55	14
1.5.2. Functional roles of agonist, antagonist and synergistic muscles of the lower limb	57	14
1.5.3. Dominance and activation of synergistic muscles	59	14
1.5.4. Features of muscular Coactivation / Co-contraction	61	14
1.5.5. The trainable character of muscular Coactivation / Co-contraction	62	15
1.5.6. Features of muscular coactivation / co-contraction and synergy at junior athletes	62	15
1.5.7. Features of strength relation of the agonist-antagonist muscles	63	15
1.5.8. Theoretical landmarks with practical implications of the strength imbalance over the lower limb muscle	63	15
1.6. Eccentric / concentric contraction manifested at the lower limb level within the hurdles races	65	16
1.6.1. Theoretical aspects of the eccentric / concentric contraction	65	16

1.6.2. Eccentric / concentric contraction specific to the lower limb in the crossing the hurdle stages	65	16
1.6.3. Maximum amplitude of movements related to the eccentric and concentric contraction at the lower limb level in the hurdles races	66	16
1.7. Internal characteristics of muscular efficiency	66	16
1.7.1. Muscular tension and relaxation	66	16
1.7.2. Intramuscular and intermuscular coordination	67	16
1.7.3. The relation between muscular activity efficiency and muscular fatigue	69	17
1.7.4. Specific features of effort in the hurdles races	73	17
1.8. Motor aspects in puberty (13-14 years) and methodological implications in training young athletes	73	17
1.8.1. Muscular and hormonal features in puberty	74	17
1.8.2. Theoretical and methodological landmarks on the development of motor qualities and skills in athletic training during puberty	75	18
1.8.3. The particularities of sports training and early athletic specialization	79	18
PART II. OPERATIONALIZATION OF RESEARCH METHODOLOGY AS A RESULT OF THE PRELIMINARY STUDY ON MUSCLE SYNERGY STREAMLINE AT THE LOWER LIMBS LEVEL IN THE EXECUTION OF THE HURDLES RACES	81	19
2.1. The premises of preliminary research	81	19
2.2. The purpose of preliminary research	81	19
2.3. The theories of preliminary research	81	19
2.4. The objectives of preliminary research	82	20
2.5. The tasks of preliminary research	82	20
2.6. Research methods applied in the preliminary study	82	20
2.6.1. The literature study method	82	
2.6.2. The systematic observation method	83	
2.6.3. The survey method	84	
2.6.4. The preliminary pedagogical experiment method	85	
2.6.5. The statistical-mathematical method	85	
2.7. Organising the preliminary experiment	87	20
2.7.1. The statistical interpretation of analyzed components within the questionnaire „Coach” related to lower limbs training activities in the hurdles races	87	21
2.7.2. The procedure for implementing and collecting data from the „Coach” questionnaire	90	21
2.7.3. The analysis of the foreign and Romanian coaches’ opinions to the questionnaire applied with a thematic oriented towards the optimization of the methodology used for training the athletes in the hurdles races	90	21
2.7.4. The analysis of the foreign and Romanian coaches’ answers to the questions regarding the imbalance of the agonist-antagonist muscles, strength, muscular accidents and the means used within the physical training during the annual macrocycle for the lower limb	128	22

2.8. The analysis of the planning documents (2016-2017) – CSM Bucharest	130	23
2.9. The analysis of anthropometric, motor, technical and performance indicators of the subjects who were included in the preliminary research	137	23
2.9.1. Anthropometric data of the subjects involved in the preliminary research	137	23
2.9.2. The athletes results in the motor tests	137	23
2.9.3. The technical analysis of lower limb parameters in the hurdles races in the initial stage	141	
Conclusions and discussions for the basic experiment	146	
Recommendations for the basic experiment	147	
PART III. CONTRIBUTIONS REGARDING TRAINING MODELING ON THE DIRECTION OF THE PHYSICAL AND TECHNICAL FACTORS THROUGH OBJECTIVIZATION OF MUSCLE SYNERGY AT THE LOWER LIMBS IN THE HURDLES RACES	148	28
3.1. The premises of basic experiment	148	28
3.2. The purpose of basic research	148	28
3.3. The theories of basic research	148	28
3.4. The objectives of basic research	149	28
3.5. The tasks of basic research	149	29
3.6. Methods and research techniques of basic experiment	149	29
3.6.1. The literature study method	149	
3.6.2. The observation method	150	
3.6.3. The pedagogical experiment method	150	
3.6.4. Modern methods and technologies of investigating the motor capacity	150	
3.6.5. The statistical-mathematical method	151	
3.7. Organising the basic research	152	29
3.7.1. The subjects, the place, the period when the basic experiment took place	152	29
3.7.2. Scheduling the basic experiment plan	152	30
3.7.3. Stage 1, basic research made during the preliminary stage in winter	153	30
3.7.4. Scheduling the procedure of initial testing	153	30
3.7.5. Collecting and statistical-mathematical interpreting of the results at initial testing of lower limbs with the device Biodex System 4 protm and Optojump TX-30	155	32
3.7.6. The analysis of the bivaried relations of the attack leg between knee extension and hip flexion from the clinostatism position and trailer leg (abduction of the hip / internal rotators of the hip)	220	37
3.7.7. Statistical-mathematic interpreting of the results at initial testing with the device Optojump Next (Microgate)	223	38
3.8. Compensatory training programs for joint and muscle rebalancing of the lower limb, implemented during the basic experiment at the subjects of the hurdles races	226	39

3.9. Functional final testing made during the preliminary stage in the spring regarding the lower limbs	243	53
3.9.1. Scheduling the final testing procedure (stage II)	244	53
3.9.2. Comparative interpreting from statistical-mathematic point of view of the initial and final testing results of the lower limb with the device Biodex System 4 Pro TM and Optojump TX-30	245	55
3.9.3. Comparative analysis of the differences between the initial and final testing for the flight time, flight height, jump strengths and for the jumping test in 15 seconds	283	76
3.9.4. Comparative analysis of the technical parameters of the lower limb in the hurdles races	291	76
3.9.5. Comparative analysis of the athletes belonging to junior 3 category – the subjects of the research and youth category for determining the relation agonist-antagonist between the knee flexion / extension, plantar flexion / ankle dorsoflexion, hip flexion / extension from the clinostatism position, hip abduction / adduction, internal / external hip rotators, ankle eversion / inversion and thigh flexion / extension from the supine position for the lower limb	296	77
Basic experiment conclusions	304	
FINAL CONCLUSIONS. ORIGINAL CONTRIBUTION. DISSEMINATION OF RESULTS. FUTURE RESEARCH DIRECTIONS	306	83
General conclusions	306	
Theoretical conclusions	306	
Methodological conclusions	307	
Experimental conclusions	309	
Research limits	311	
Elements of originality and dissemination of results	311	
Elements of originality	311	
Dissemination of the research results	312	
Future research directions	312	
ABSTRACT	313	90
BIBLIOGRAPHY	314	
ACCESSED WEB PAGES	316	94
ANNEXES	325	103
Annex No. 1: „Coach” questionnaire	330	
Annex No. 2: Annual Preparation Plan 2016-2017 – C.S.M. BUCUREȘTI	330	
Annex No. 3: Certificate for the accomplishment of the basic experiment – C.S.M București	334	
Annex No. 4: Consent of coach O.D from C.S.M București and athlete C.V to participate in the basic experiment	335	
Annex No. 5: Parents/legal tutors consent regarding participation in the basic experiment	336	
Annex No. 6: Requests for use of the optojump within the Laboratory of	338	

Research Center for Life Quality and Human Performance, of the Faculty of Physical Education and Mountain Sports - Transilvania University of Brasov	
Annex No. 7: Requests for the use of 2 lines form the track and field gym, within the Lia Manoliu Sports Complex in Bucharest	346
Annex No. 8: Hip flexion/extension ($180^{\circ}/\text{sec}-1$, $300^{\circ}/\text{sec}-1$, $450^{\circ}/\text{sec}-1$) – initial testing (2017) for athletes A.T. and M.I.	348
Annex No. 9: Hip flexion/extension ($180^{\circ}/\text{sec}-1$, $300^{\circ}/\text{sec}-1$, $450^{\circ}/\text{sec}-1$) – final testing (2018) for athletes A.T. and M.A.	349
Annex No. 10: Ankle plantar flexion/dorsoflexion ($60^{\circ}/\text{sec}-1$, $120^{\circ}/\text{sec}-1$, $180^{\circ}/\text{sec}-1$) – initial testing for athletes G.C. and M.A.	355
Annex No. 11: Ankle plantar flexion/dorsoflexion ($60^{\circ}/\text{sec}-1$, $120^{\circ}/\text{sec}-1$, $180^{\circ}/\text{sec}-1$) – final testing for athletes (2018) B.O and M.A.	361
Annex No. 12: Knee extension/flexion ($180^{\circ}/\text{sec}-1$, $300^{\circ}/\text{sec}-1$, $450^{\circ}/\text{sec}-1$) – initial testing (2017) for athletes C.I. and A.T.	367
Annex No. 13: Knee extension/flexion ($180^{\circ}/\text{sec}-1$, $300^{\circ}/\text{sec}-1$, $450^{\circ}/\text{sec}-1$) – final testing (2018) for athletes A.T and B.O.	373
Annex No. 14: Hip abduction/adduction ($180^{\circ}/\text{sec}-1$, $300^{\circ}/\text{sec}-1$, $450^{\circ}/\text{sec}-1$) – initial testing (2017) for athletes C.I. and B.O.	379
Annex No. 15: Hip abduction/adduction ($180^{\circ}/\text{sec}-1$, $300^{\circ}/\text{sec}-1$, $450^{\circ}/\text{sec}-1$) – final testing (2018) for athletes C.I. and M.A.	385
Annex No. 16: Hip internal/external rotation ($180^{\circ}/\text{sec}-1$, $300^{\circ}/\text{sec}-1$, $450^{\circ}/\text{sec}-1$) – initial testing (2017) for athletes E.P. and B.O.	391
Annex No. 17: Hip internal/external rotation ($180^{\circ}/\text{sec}-1$, $300^{\circ}/\text{sec}-1$, $450^{\circ}/\text{sec}-1$) – final testing (2018) for athletes B.O and E.P.	397
Annex No. 18: Initial test report (2017) – Optojump (15 sec jumps) for subjects C.I and M.A.	403
Annex No. 19: Final test report (2018) - Optojump (15 sec jumps)for subjects P.M. and B.O.	409
Annex No. 20: Testing results with Biodex device for the role model athlete C.V.	421

PARTEA I. FUNDAMENTAREA TEORETICĂ ȘI METODOLOGICĂ A PROCESULUI DE INSTRUIRE SPORTIVĂ ÎN PROBA DE 110 METRI GARDURI, PE DIRECȚIA SINERGIEI MUSCULARE LA NIVELUL MEMBRELOR INFERIOARE

1.1. Situația actuală a probelor de garduri la vârsta 13-14 ani

Acest subcapitol prezintă o abordare raportată pe evoluția numărului de participări atât pentru fete cât și pentru băieți în probele de garduri la categoria de juniori 3. Din punct de vedere al distanțelor parcurse, la vârsta de 13-14 ani, probele de garduri se practică pe distanțe scurte (60 m) în cadrul sezonului de sală și pe distanțe mai lungi (80 m, 90 m, 100 m) în aer liber. La această categorie de vârstă, probele de garduri prezintă anumite caracteristici de înălțime și distanțe stabilite de forurile de organizare din fiecare țară (Marea Britanie, Statele Unite ale Americii, Australia, Franța, Canada, România etc). Din performanțele analizate putem observa faptul că, România prezintă un potențial în această probă, dar din păcate, tranziția către categoriile de vârstă superioară nu este realizată de toți sportivii.

1.1. Sinteza componentelor tehnice și fizice în probele de garduri

Din perspectiva teoretică, proba de garduri este cuprinsă în sfera componentelor tehnice, fizice, psihologice etc. Bompa (2001, p.48) prezintă în lucrarea sa faptul că „relațiile dintre factorii pregătirii se ordonează secvențial de la fizic la tehnic, apoi la tactic și în fine, la psihologic”. La nivelul probelor de garduri, Iskra (1995, p.51) sugerează faptul că „individualizarea antrenamentului tehnic depinde de nivelul pregătirii motorii (viteza, puterea, coordonarea) și factorii psihologici”. Un element de identitate al probelor de garduri este tehnica specifică, determinată de caracteristicile spațiale și temporale ale segmentelor corpului în diferite momente prestabilite de pregătirea specifică.

„Plecând de la această premisă, că proba de 110 metri garduri este o probă de sprint, majoritatea antrenorilor tratează proba de garduri ca fiind foarte tehnică, neglijând aspectul că o mare parte a energiei alergătorului de garduri trebuie orientată pe învățarea conceptului de sprint peste gard” după Rogers (2004, p.63).

Corelația dintre factorul fizic și tehnic al probei de 110 metri garduri este evidențiat în momentul trecerii atletului la înălțimile specifice fiecărei categorii de vârstă, fapt ce constituie o condiție necesară în abordarea aspectelor îmbunătățirii pregătirii musculare.

Din perspectiva factorul psihologic, autorii Lu et al (2017, pp.1427-1430) prezintă importanța „cultivării abilităților psihologice în cadrul antrenamentului, mediului competițional și adaptarea la condițiile mediului”

1.2. Elemente fiziologice și anatomo-funcționale ale musculaturii membrelor inferioare în probele de garduri

Prin tratarea aspectelor fiziologice elaborate în studiile de specialitate sunt prezentate procentajele fibrelor musculare aflate în compoziția arhitecturii musculare care în baza analizelor de laborator se pot schimba pe măsura efectuării antrenamentelor fizice. Din punct de vedere anatomic, grupele musculare care străbat articulațiile membrului inferior în cadrul probelor de garduri, pot fi clasificate, potrivit autorului Clippinger (2007, p.56), în mușchi monoarticulați și biarticulați.

În componența mișcării piciorului de atac intră: flexia coapsei piciorului de atac, extensia genunchiului piciorului de atac, dorsoflexia articulației gleznei piciorului de atac, flexia plantară a piciorului în faza de amortizare (aterizare). În același timp, în cazul respectiv avem implicate mișcări de: flexie a genunchiului piciorului de remorcă, extensia coapsei piciorului de remorcă, flexia plantară a piciorului de remorcă în faza de impulsie, abducția coapsei piciorului de remorcă, rotatorii externi ai coapsei piciorului de remorcă și eversia piciorului de remorcă în faza de trecere peste gard

1.3.1. Imaginea funcțională a musculaturii membrului inferior în cadrul probelor de garduri

Membrul inferior care execută acțiunea de atac a gardului, activează grupa flexorilor coapsei pe bazin, care asigură printr-o puternică contracție dinamică "de învingere" ridicarea întregului membru inferior. Pentru ca această flexie să fie maximă, atacul gardului se execută la început cu genunchiul îndoit. Articulația genunchiului se extinde printr-o pendulare activă a gambei înainte, realizată de cvadricepsul femural.

În momentul trecerii peste gard, piciorul de impulsie trebuie să execute o mișcare combinată de flexie a genunchiului și abducție accentuată a coapsei, urmată de flexia ei pe bazin, această mișcare fiind executată de lanțul triplei extensii, de abductorii și rotatorii laterali ai coapsei. Piciorul de atac prezintă o flexie plantară realizată de gleznă în care mușchiul agonist este tibialul anterior, pe când mușchiul antagonist este gastrocnemian, mușchiul sinergic fiind gluteus maximus. O altă mișcare este extensia care prezintă bicepsul femural ca mușchi agonist, pe când cvadricepsul este antagonistul, mușchiul sinergic fiind gluteus maximus.

1.3.2. Aspectele tehnice și musculare ale piciorului de atac și de remorcă

Acțiunea membrilor inferioare implică participarea diferitelor grupe musculare în funcție de etapele solicitării tehnice specifice probelor de garduri. În acțiunile piciorului de atac „în cadrul momentului de flexie a coapsei, sunt implicați mușchii iliopsoas și rectus femoris, iar forța de rotație este angrenată de gastrocnemius și soleus”[10]. La nivelul piciorului de remorcă acțiunea este realizată de „extensia completă a genunchiului, care, la desprindere, este realizată de extensorii coapsei (gluteus maximus), de extensorii genunchiului, stabilizatorii (mușchii vastus) în colaborare cu flexorii plantari ai gleznei”[10].

1.3.3. Caracteristicile raportului spațio-temporal dintre pasul de atac și aterizare după gard

Potrivit autorilor Ho, Chang & Kuo-Chuan Lin (2019, p.7) „proporțiile fizice ale sportivului pot influența proporțiile elementelor cheie în probele de garduri, cu referire la: lungimea pasului, unghiul de desprindere, unghiul piciorului de atac, înălțimea centrului de greutate și distanța aterizării”. La nivelul probelor de garduri există o interrelaționare între fazele probelor de garduri „aterizarea fiind în strânsă legătură cu atacul gardului”, Freeman, W. (2015, p.146).

1.3.4. Acțiunea mușchilor gambei în faza de impulsie/aterizare

Musulatura gambei pe parcursul probei de garduri, este implicată în mișcările de impulsie, trecere și amortizare în faza de alergare peste garduri iar gradul de solicitare al membrilor inferioare în faza aterizării și desprinderii este descris de Otsuka et al (2015, p.148) ca fiind o adaptare a „forței musculare a membrului inferior la forțele de reacție cu solul, propunând totodată trecerea peste un

gard mai înalt decât cel normal, acest lucru având un efect de prelungire a distanței orizontale peste gard”.

1.3.5. Acțiunea mușchilor anteriori/posteriori ai coapsei și șoldului în faza de trecere peste gard

La nivelul coapsei următoarele grupe musculare au rolul de control și stabilizare a mișcării în probele de garduri:

- Mușchiul gluteal controlează poziția coapsei și a pelvisului.
- Mușchiul pectineu, adductor brevis și partea superioară a mușchiului adductor mare ajută la stabilizarea mușchilor adductori.
- Mușchiul gracilis, adductor longus și partea inferioară a adductorului mare realizează mobilizare mușchilor adductori”[18].

1.3.6. Caracteristicile pelvisului în realizarea mecanismului de bază al trecerii peste gard

Rolul pelvisului este acela de a preveni mișcările de oscilație care pot apărea pe parcursul trecerii peste gard, stabilizând întregul corp. În concluzie, pe măsură ce sportivul stăpânește „rotația pelvisului și aplecarea trunchiului, acesta va găsi această abilitate tehnică relativ ușor de învățat și integrat în acțiunea lor naturală”[11].

1.3.7. Caracteristici globale ale pașilor de alergare în probele de garduri

Caracteristicile tehnice individuale ale membrilor inferioare constituie premisele pentru stabilirea următoarelor abordări metodice:

- Utilizarea tehnicii de 7 sau 8 pași de la plecare și până la trecerea primului gard.
- Particularitățile de lungime a pașilor între garduri (scurt-lung-scurt) după Petrescu, Gheorghe & Sabău (2010, p.70).
- Influența duratei zborului asupra optimizării performanței.

În concluzie, eficiența tehnicii mecanismului în probele de garduri depinde de însușirea unei tehnici corecte în perioada prepubertară și, pe măsură ce sportivul evoluează către alte etape, antrenorii „trebuie să găsească noi practici și elemente în cadrul antrenamentului, care să reducă timpul de contact cu solul și timpul în faza de zbor peste gard”[91].

1.3. Aspecte biomecanice ale membrilor inferioare în probele de garduri

Biomecanica membrilor inferioare în probele de alergare peste garduri este caracterizată de: analiza elementelor cinematice, dinamice, tensiunea – relaxarea segmentelor corporale și accelerarea / decelerarea segmentară. Vlase (2008), citat de Burcă, Tofan & Vlase (2008, p.225), semnalează faptul că „studierea mișcării piciorului este mai amplă”.

Studiile biomecanice aplicate membrului inferior în probele de garduri au dorit să determine:

- analizarea diferitelor secvențe ale mecanismului de bază în a doua jumătate a cursei de garduri.
- determinarea unghiurilor de la nivelul genunchiului, gleznei piciorului de atac și unghiul piciorului de remorcă în faza de atac a gardului (Pollitt et al, 2017, p. 19).

- Momentul unghiular care conform autorilor Shibayama et al (2011, p.54) „în prima fază de zbor, atleții mai rapizi necesită un moment unghiular mai mare la nivelul piciorului de atac, pe care îl compensează prin intermediul momentului unghiular la piciorului de remorcă”.
- Momentul cinetic al piciorului de remorcă care conform lui McGinnis (2013, p.207), prezintă următoarele caracteristici: „în faza de trecere peste gard momentul cinetic rămâne zero; evitarea momentului cinetic - piciorul de remorcă trebuie să fie cât mai grupat; momentul cinetic al piciorului de remorcă poate fi contracarat de momentul cinetic al brațelor și trunchiului”.

1.4. Stadiul actual al cunoașterii conceptului de sinergie a mușchilor agoniști-antagoniști în literatura de specialitate

1.5.1. Delimitarea conceptuală a sinergiei mușchilor agoniști-antagoniști

Îndeplinirea sarcinilor zilnice sau realizarea unor performanțe sportive nu ar putea fi realizată fără musculatura care prezintă diferite roluri pe parcursul activităților motrice. Dintre aceste roluri amintim: rolul musculaturii agoniste, antagoniste, sinergiste (stabilizatori sau neutralizatori), fixator. Pentru realizarea „tonusului mușchilor în activitate, direcția, viteza, forța și amplitudinea mișcării, este necesară acțiunea mușchilor agoniști-antagoniști”, după Ulmeanu, F.C. (1966, p.303). Reglarea tonusului muscular – valoarea mai scăzută a tonusului de repaus din mușchii antagoniști, determină creșterea forței de contracție dezvoltată de mușchii agoniști. Prin definiție, mușchii sinergici sunt cei care lucrează împreună cu musculatura agonistă pentru îndeplinirea scopului mișcării după (Clippinger, 2007, p. 55).

1.5.2. Rolurile funcționale ale musculaturii agoniste, antagoniste și sinergiste a membrului inferior

Rolurile funcționale ale musculaturii care acționează la nivelul membrelor inferioare sunt grupate astfel: extensia șoldului, flexiei șoldului, rotatorul intern al șoldului, extensia genunchiului, flexia genunchiului, dorsoflexia a gleznei, flexia plantară a gleznei.

1.5.3. Dominanța și activarea mușchilor sinergici

Conceptul de *dominanță a mușchilor sinergici* este definit a fi „un mușchi agonist care nu își face treaba din diferite motive (agonist slab, antagonist rigid) și un mușchi sinergist care preia din volumul de muncă pentru a compensa această problemă). Se pare că, în cadrul efectuării unor eforturi limită la sportivii de înaltă clasă, iese în evidență activitatea substanțial mai ridicată a mușchilor agoniști și a mușchilor sinergici, în comparație cu persoanele care nu practică sportul.

1.5.4. Caracteristicile coactivării/co-contracției musculare

În literatura de specialitate, acest proces muscular este prezentat cu înțelesul de coactivare sau co-contracție. Ambii termeni se referă la contracția simultană a agoniștilor și antagoniștilor conform autorilor Gardiner (2011, p.40); Frey-Law & Avin (2013); Porcari, Bryant & Comana (2015).

Coactivarea/co-contracția „variază datorită unor anumiți factori, cum ar fi: intensitatea, tipul contracției, viteza mișcării, cantitatea de oboseală și nivelul antrenamentului. Coactivarea este chiar comună pe timpul mișcărilor articulației, în special când contracțiile agoniștilor sunt puternice, rapide” (Porcari, Bryant, & Comana, 2015, p.269).

1.5.5. Caracterul antrenabil al coactivării / co-contrației musculare

Antrenarea cuplului agonist-antagonist, potrivit lui Sbenghe (2005, p.257), se pare că „nu se poate face decât concomitent; încercarea de a tonifia succesiv cele două grupe musculare nu numai că nu crește coactivarea, respectiv co-contrația, ci chiar o scade, măbind dezechilibrul de forță agonist/antagonist. Totodată, dintr-un anumit punct de vedere, coactivarea este un proces negativ, deoarece „fură” din valoarea forței agonistului, aceasta fiind de fapt diferența între adevărata forță maximă a agonistului și cea a antagonistului activat concomitent”.

1.5.6. Caracteristicile coactivării/co-contrației și sinergiei musculare la sportivii juniori

Co-contrațiile prezintă anumite caracteristici, din perspectiva vârstei și a maturității „producând schimbări de forță relativă și flexibilitate a agoniștilor sau antagoniștilor de-a lungul mai multor articulații, în cazul tinerilor atleți, și, în particular, în cadrul puseului de creștere la adolescenți” (Micheli & Nielson, 2008, p.155). De aceea „coordonarea mușchilor sinergici și antagoniști se dezvoltă odată cu vârsta” (Inbar & Chia, 2008, p.32). În contrast cu adulții, tinerii prezintă mai multe mecanisme de inhibiție pentru a proteja partea musculo-ligamentară de așa zisa *creștere a co-contrației*” (Lambertz et al., 2003) citat de Lloyd, Oliver (2014, p.98).

1.5.7. Caracteristicile raportului de forță al mușchilor agoniști-antagoniști

Variațiile raportului agonist-antagonist diferă „de la o articulație la alta, acest lucru fiind datorat de caracterul dominant al membrului inferior, dar și de poziția articulației”, conform autorilor Calmels & Minaire (1995, p.266). Pentru fiecare mușchi în parte există diferite rapoarte care pot oferi echilibru sau dezechilibru de forță (Tabelul 14).

Tabelul 1. Raportul de echilibru al musculaturii agoniste/ antagonist la nivelul membrului inferior[26]

Grupe musculare de la nivelul articulațiilor membrului inferior	Raportul agonist - antagonist
Gleznă inversie / eversie	1:1
Gleznă flexia plantară și dorsoflexia	3:1
Extensorii și flexorii șoldului	1:1
Flexorii și extensorii genunchiului	2:3

1.5.8. Repere teoretice cu implicații practice ale dezechilibrului de forță asupra musculaturii membrului inferior

Dezechilibrele de forță de la nivelul membrului inferior pot fi determinate atât de aspectele tehnice, cât și de flexibilitate insuficientă a membrului inferior. Tehnica corectă de trecere peste gard este adaptată în funcție de posibilitățile individuale, acest fapt reprezentând un factor important în câștigarea cursei de garduri. Shi Zheng-Kai, citat de Li, Q. (2014, p.137), afirma faptul că „principala cauză a accidentărilor în proba de 110 mg o reprezintă greșelile tehnice”. Un exemplu concret de posibilă accidentare peste gard, este dat de însușirea unei tehnici de trecere agresivă, care implică împingerea cu călcâiul piciorului de atac a gardului la trecerea peste acesta, acest stil fiind utilizat de multe ori de către Allen Johnson; efectul acestei modalități de execuție poate fi, de cele mai multe ori, unul care nu este în favoarea atletului, motivul principal constând din pierderea echilibrului în momentul pășirii după gard. Importanța flexibilității musculare reprezintă momentul de sincronizare al pregătirii anuale cu performanța; de cele mai multe ori „lipsa de flexibilitate a mușchiului hamstring

poate conduce la performanțe slabe și la riscul de accidentare în cadrul activităților care necesită combinația dintre flexia coapsei și extensia genunchiului” Knudson (2007, p.51).

1.5. Contractția excentrică/concentrică manifestată la nivelul membrului inferior în cadrul probelor de garduri

1.6.1. Aspecte teoretice ale contractției excentrice/concentrice

Platonov (2015, p.121) prezintă pe scurt „contractția concentrică ca fiind caracterizată de scurtarea mușchiului și, totodată, contractia excentrică, în timpul căreia mușchiul își mărește lungimea”. La nivelul triplei extensii a membrului inferior sunt implicate „contractiile excentrice coordonate ale musculaturii ischiocrurale, respectiv gambei și contractia concentrică a cvadricepsului.

Din punct de vedere al importanței celor două tipuri de acțiuni, rolul principal îi revine, conform autorilor Lestayo P C, Woolf Jan, Lewek MD (2003), citați de Donatelli & Diamond (2007, p. 227), „acțiunilor excentrice care pot genera de două, trei ori mai multă forță decât contractiile concentrice”.

1.6.2. Contractția excentrică/concentrică specifică membrului inferior în etapele de trecere peste gard

Potrivit autorilor Kryściak, Podgórski & Eichler (2015, p.179) „în cele mai multe grupuri musculare pot fi observate contractii în derulare în diferite etape (excentrice, concentrice și izometrice)”. Caracterul concentric al membrului inferior în probele de garduri îl întâlnim în faza de activitate a „flexiei șoldului și a flexiei genunchiului, flexiei plantare și extensie șold, pe când caracterul excentric este întâlnit la abducție și extensia genunchiului”[30].

1.6.3. Amplitudinea maximă a mișcărilor raportată la contractia excentrică și concentrică la nivelul membrului inferior în probele de garduri

Amplitudinea maximă a mișcărilor la nivelul diferitelor articulații poate reprezenta „premise specialiștilor în cadrul probelor de garduri”[32]. Un aspect important în probele de garduri este faptul că amplitudinea maximă a mișcărilor prezintă o „descreștere a fazei de alergare între garduri”[33].

1.6. Caracteristicile interne ale eficienței musculare

1.7.1. Tensiunea și relaxarea musculară

Tensiunea musculară este definită ca fiind „suma dintre tensiunea activă și pasivă, depinzând totodată de țesutul conjunctiv, elementele elastice pe care mușchiul le conține” (Bartlett, 2007, p.251). Se pare că „tensiunea musculară, indiferent dacă este de natură electrochimică sau electrostatică, provine din procesele acto-miozinice de degradare a ATP prin rotirea acestor molecule” (Gagea, 2006, p.51). Relaxarea este definită ca fiind „o strategie fiziologică care ajută la diminuarea efectelor fizice ale tensiunii musculare în perioade de intensitate ridicată”[37].

1.7.2. Coordonarea intramusculară și intermusculară

Autorii Ackland, Elliott, Bloomfield (2009, p.177) creionează cele două componente, astfel „coordonarea intramusculară constituie relația dintre răspunsul excitatorilor și inhibitorilor la musculatura agonistă. Aceasta implică, pe de o parte, un număr mare de unități motorii bine sincronizate care îmbunătățesc excitatorii feedback-ului reflex, pe când coordonarea intermusculară este considerată abilitatea musculaturii agonistului, antagonistului, sinergistului, având rolul de

minimizare a coactivării antagonistului și de maximizare a contribuției date de către musculatura sinergistă”. Îmbunătățirea coordonării intramusculare folosește încărcături maxime și tehnica pliometrică, pe când coordonarea intermusculară utilizează mișcări specifice sportului practicat sau tehnica antrenamentului.

1.7.3. Relația dintre eficiența activității musculare și oboseala musculară

Oboseala în cadrul probelor de garduri depinde de specificul și durata efortului integral realizat de atlet. Totodată, „în toate probele de sprint și mai exact, în faza de decelerare, oboseala metabolică este cea care reduce viteza de alergare ca rezultat a pierderii coordonării în cadrul probei de 110 metri garduri” (Freeman, 2015, p.142). Un alt aspect important al instalării oboselii metabolice îl reprezintă ritmul determinat de rapiditatea parcurgerii distanței între garduri caracterizat de: accelerare, menținere și urmat de faza de decelerare, moment al instalării oboselii metabolice. În concluzie, lipsa sinergismului între componenta efortului prelungit scăzut asupra controlului SNC, coordonării, cât și eficiența mecanismelor reflexe locale (mușchi - articulații - mușchi), conduc la recomandarea unei refaceri specifice tipului de efort, pentru a se evita instalarea oboselii sub formă acută, mai ales sub forma supraantrenamentului local (efort anaerob), care este însoțită de alterarea structurii țesutului muscular, cu scăderea elasticității acestuia.

Susanka, Miskos, Millerova, Dostal, & Barac, 1988, citați de Skowronek et al (2013, p.1), au evidențiat faptul că „în timpul cursei de garduri, creșterea nivelului de oboseală descrește viteza orizontală, aceasta declanșându-se de obicei de la gardul al 6-lea sau al 7-lea”, iar după Iskra (1995, p.52) „partea finală a probei de 110 metri garduri depinde de menținerea capacității tehnice în fața creșterii oboselii musculare”.

1.7.4. Caracteristicile specifice ale efortului în probele de garduri

Pe parcursul desfășurării efortului de antrenament în probele de garduri, parametrul de intensitate prezintă următoarea caracteristică: „cu cât intensitatea va fi mai mare, cu atât va fi și pauza mai lungă, iar pe parcursul antrenamentului intensitatea poate să difere odată cu apropierea perioadei competiționale” (Iskra, 1995, p.54).

1.7. Aspectele motricității în etapa pubertară (13-14 ani) și implicațiile metodologice în instruirea tinerilor atleți

Motricitatea la vârsta pubertară (13-14 ani) este axată pe caracteristicile musculare, hormonale, caracteristicile dezvoltării forței și puterii, elasticitatea musculară, stabilitatea musculară, viteză de rezistență și gradul de formare al deprinderilor motrice de bază și specifice probelor practicate.

1.8.1. Caracteristicile musculare și hormonale în perioada pubertară

Vârsta pubertară prezintă următoarele caracteristici:

- Evoluția masei musculare.
- Nivelul de testosteron și estrogen.

Diferențele la prepubertate în cadrul sporturilor de performanță ale testosteronului, pot fi „influențate de exercițiul fizic efectuat” Tsolakis et al (2003, p.111) iar „în perioada pubertății, secreția de testosteron este mult mărită la băieți (de 10 ori mai mare decât în perioada anterioară), fiind responsabilă, prin caracterul său puternic anabolizant, de creșterea masei musculare de la 27% la 41-42%” [45].

1.8.2. Repere teoretice și metodice asupra dezvoltării calităților și deprinderilor motrice în perioada pubertară în instruirea athletică

Autorul El-Hamid (2012, p.152) afirmă că proba de 110 m „necesită un nivel ridicat de viteză, putere explozivă, flexibilitate, agilitate, coordonare, viteză în regim de rezistență”, iar, conform lui Țifrea (2002, p.196), „calitățile motrice necesare alergătorilor de garduri – viteză, rezistență specială, forță, detentă, mobilitate, suplețe și îndemânare” acest aspect prezentând traseul metodic urmat de antrenor pentru optimizarea performanțelor în probele de garduri.

Pe lângă aspectele de tehnicitate specifice ale probei de 110 m, conform autorului Coh (2003, p.40), „tranziția de la mișcări aciclice către ciclice în această probă necesită un nivel ridicat al abilităților motorii, cum ar fi: viteza, forța, coordonarea, timing (sincronizarea) și echilibrul”. Un alt aspect al conținutului motor care trebuie dezvoltat în cadrul probelor de garduri este prezentat de Coh, 2003; Coh & Zvan, 2018, citați de Amara et al (2019, p.658) și presupune „introducerea unei rutine care implică îmbunătățirea vitezei, coordonării inter-segmentare, forței reactive și a tehnicii”.

1.8.3. Particularitățile instruirii sportive și specializarea athletică timpurie

Specializarea timpurie se pare că a reprezentat un interes major în înțelegerea efectelor avute asupra viitorilor performeri, astfel „nu există dovezi cu privire la faptul că antrenamentele cu intensitate și specializare înainte de pubertate să influențeze formarea viitorilor campioni”[56]. În perioada de juniorat (juniori III), Ionescu (2007, p.71) preciza faptul că „linia metodică a Federației Române de Atletism implică continuarea pregătirii atletice polivalente și specializare prezumtivă la această categorie”. În studiul efectuat de Babiș & Delalija (2009, p.67), autorii au concluzionat faptul că specializarea într-o anumită probă de alergări de viteză sau garduri nu implică valori mai bune ale timpului de reacție”.

Capitolul „Aspectele motricității în etapa pubertară (13-14 ani) și implicațiile metodologice în instruirea tinerilor atleți.” oferă o imagine de ansamblu asupra abordării transdisciplinare în cadrul acestei lucrări. Abordarea este argumentată de analiza literaturii de specialitate cu privire la caracteristicile musculare la vârsta pubertății. Pe considerentele respective este bine ca antrenorii să cunoască gradul de manifestare și aplicare metodică a deprinderilor și priceperilor motrice pentru categoria specifică de vârstă 13-14 ani.

PARTEA A II - A. OPERAȚIONALIZAREA METODOLOGIEI DE CERCETARE CA REZULTAT AL STUDIULUI PRELIMINAR ASUPRA EFICIENTIZĂRII SINERGIEI MUSCULARE LA NIVELUL MEMBRELOR INFERIOARE ÎN EXECUTAREA PROBELOR DE ALERGARE PESTE GARDURI

2.1. Premisele cercetării preliminare

În acest context, am formulat următoarele premise:

- aplicarea anchetei antrenorilor români și străini va evidenția gradul de cunoaștere teoretică și practică al acestora cu privire la randamentul muscular agonist-antagonist al membrului inferior, aspect important în alegerea mijloacelor de acționare specifice;
- un obiectiv important în probele de garduri este delimitarea demersului de instruire sportivă, precum și abordarea individualizată a educării calităților motrice și formarea deprinderilor motrice implicate în executarea probelor de alergare peste garduri, fapt ce determină o mai bună adaptare la cerințele competiționale;
- eficiența musculaturii agoniste-antagoniste la nivelul membrelor inferioare este reflectată de tipul de acționări utilizate în procesul de antrenament, în funcție de particularitățile de vârstă, cât și de specificitatea probelor de garduri;
- maximizarea potențialului motric al musculaturii membrelor inferioare în probele de garduri poate fi influențată de acțiunea musculaturii agoniste-antagoniste. Acest aspect este determinat de identificarea caracteristicilor de ordin metodic, care pot facilita optimizarea randamentului muscular.

2.2. Scopul cercetării preliminare

Scopul cercetării preliminare constă în analizarea mijloacelor de acționare asupra membrelor inferioare, aplicate de antrenorii români și străini în pregătirea athletică a alergătorilor specializați pentru probele de alergare peste garduri, precum și determinarea parcursului de instruire a acestora în cadrul unui ciclu de pregătire, în vederea stabilirii unor direcții metodologice pentru îmbunătățirea randamentului muscular al membrelor inferioare.

2.3. Ipotezele cercetării preliminare

Ipoteze de lucru pentru chestionar

H₀ - Nu există diferențe semnificative între antrenorii români și străini, din perspectiva metodologiei de abordare a instruirii alocate acționărilor care să determine ameliorarea lucrului membrelor inferioare în executarea probei de alergare peste garduri la nivelul sportivilor de 13-14 ani.

H₁ - Există diferențe semnificative între antrenorii români și străini, din perspectiva metodologiei de abordare a instruirii alocate acționărilor care să determine ameliorarea lucrului membrelor inferioare în executarea probei de alergare peste garduri la nivelul sportivilor de 13-14 ani.

De asemenea, cu privire la orientarea programării din cadrul documentelor de planificare, s-au formulat următoarele ipoteze:

H₀ - „Eșalonarea conținuturilor de instruire în cadrul documentelor de planificare de la nivelul secției de Atletism CSM-București nu determină o creștere semnificativă a randamentului sportiv la subiecții supuși procesului de instruire, fapt reflectat prin performanțele motrice reduse obținute la probele de control și greșelile tehnice manifestate în executarea probei de alergare de garduri”.

H₁ - „Eșalonarea conținuturilor de instruire în cadrul documentelor de planificare de la nivelul secției de Atletism CSM-București determină creșterea randamentului sportiv la subiecții supuși procesului de instruire, fapt reflectat prin performanțele motrice obținute la probele de control și ameliorarea compartimentului tehnic manifestat în executarea probei de alergare de garduri”.

2.4. Obiectivele cercetării preliminare

- Determinarea nivelului de cunoștințe al antrenorilor din România și străinătate cu privire la aspectele lucrului musculaturii membrilor inferioare în probele de garduri;
- Identificarea opiniilor antrenorilor privind metodologia de instruire abordată pentru membrele inferioare în probele de garduri;
- Evidențierea tendințelor metodologiei de pregătire aplicată de antrenorii români și străini dar și a strategiei de maximizare a potențialului muscular al membrului inferior în procesul de instruire;
- Argumentarea practico-metodică a modelului de planificare utilizat în cadrul perioadelor de pregătire pentru alergătorii de garduri de la clubul CSM București.

2.5. Sarcinile cercetării preliminare

În cadrul cercetării preliminare au fost elaborate următoarele sarcini pentru cercetarea preliminară:

- conceptualizarea musculaturii agoniste, antagoniste și a sinergismului muscular conform surselor bibliografice desprinse din literatura de specialitate;
- conceperea întrebărilor pentru chestionarul „Antrenori” și aplicarea acestuia;
- analiza diferențiată a părerilor antrenorilor români și străini;
- interpretarea statistico-matematică a rezultatelor chestionarului;
- validarea chestionarului „Antrenori”;
- analiza și interpretarea indicatorilor de forță specifică din cadrul planificării anuale de la clubul CSM București;
- elaborarea unor concluzii preliminare în baza rezultatelor obținute.

2.6. Metodele de cercetare aplicate în studiul preliminar

Metodele de cercetare utilizate în cercetarea preliminară au fost: studiului literaturii de specialitate, observației sistematice, anchetei, experimentului pedagogic preliminar și statistico-matematică.

2.7. Organizarea experimentului preliminar

Cercetarea preliminară s-a desfășurat pe durata a două etape: în cadrul primei etape am implementat, aplicat și interpretat un chestionar direcționat către antrenorii de atletism, având ca scop identificarea parametrilor calitativi specifici pregătirii musculare a membrilor inferioare în cadrul probelor de garduri, la alergătorii de garduri de 13-14 ani. Cea de-a doua etapă a studiului preliminar a constat în analizarea și interpretarea documentelor de planificare de la CSM București din anul 2016-2017 precedent cercetării preliminare. Pentru optimizarea randamentului sportiv, tot în această etapă preliminară au fost introduse respectiv analizate, rezultatele probelor de control

agreate de antrenor, finalitatea pregătirii exprimată prin rezultatele din sală și aer liber, dar și caracteristicile motrice ale trenului inferior.

2.7.1. Interpretarea statistică a componentelor analizate în cadrul chestionarului „Antrenor”, raportate la acțiunile de instruire a membrele inferioare în probele de garduri

În ceea ce privește consistența acordurilor la nivelul variabilelor primei categorii de întrebări, evaluarea consistenței a fost realizată cu cea de-a doua metodă „ICC – Interclass Correlation Coeficient”, care a înregistrat o valoare de 0.85 la un interval de încredere de 95% cuprins între 0.74 – 0.92 pentru cele zece variabile analizate. Analizarea rubricii Alpha Cronbach în urma eliminării itemilor Q4 (suplimente nutriționale) și Q16 (lipsa mijloacelor de refacere) din cadrul Tabelului 20, conduce la obținerea valorilor mai ridicate pentru coeficientului Alpha Cronbach. De aceea, în baza analizei statistice realizate, putem concluziona faptul că nivelul de consistență a acordurilor la nivelul variabilelor este unul bun.

Pentru observarea consistenței interne a *mijloacelor utilizate în cadrul pregătirii fizice pe durata macrociclului pentru membrul inferior*, coeficientul Alpha Cronbach prezintă o consistență internă foarte bună de .860 (Tabelul 21). În urma analizării rubricii *Alpha Cronbach*, dacă respectivul item ar fi eliminat pentru cea de-a doua categorie, am observat faptul că prin eliminarea itemilor Q9 – simțul ritmului, Q10 – adductorii coapsei, Q(13) mijloace izometrice/dinamice în perioada de tranziție, Q(21) evaluarea capacității anaerobe a musculaturii membrelor inferioare (Tabelul 21), am obținut o valoare mai ridicată a coeficientului Alpha Cronbach. Coeficienții alpha pentru cei cinci itemi sunt încadrați între valorile .791-.858. ICC utilizat pentru observarea relației dintre itemii evaluați, evidențiază o consistență bună, de 0.86 la un interval de încredere de 95% cuprins între 0.74 – 0.93 pentru cele cinci variabile analizate

2.7.2. Procedura de implementare și colectare a datelor chestionarului antrenor

Experimentul pedagogic realizat în cadrul cercetării preliminare, a fost desfășurat în luna august a anului 2017 și a cuprins un grup de 23 de antrenori români și străini. Modul de transmitere a chestionarului aplicat antrenorilor s-a realizat prin intermediul căsuței electronice de mail, Google docs și facebook poll, folosind adresa (<https://poll.app.do/polls/hurdles/questions>).

Din punct de vedere al construcției chestionarului, acesta are 21 de itemi structurați astfel: 15 întrebări cu răspunsuri deschise, care folosesc două tipuri de format al scalei Likert cu cinci valori, iar 6 întrebări prezintă variabile aleatorii pe care antrenorii le pot alege în funcție de opinia personală.

2.7.3. Analiza opiniilor antrenorilor străini și români la chestionarul aplicat cu o tematică orientată spre optimizarea metodologiei abordate în instruirea sportivilor la probele de garduri

Prima categorie de întrebări analizată este asociată interrelației dintre dezechilibrele musculaturii agoniste-antagoniste, forța și accidentările musculare la nivelul membrului inferior (Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q11, Q12, Q16, Q20). Cea de-a doua categorie de întrebări (Q9, Q10, Q13, Q14, Q15, Q17, Q18, Q19, Q21) analizată face referire la mijloacele utilizate în cadrul pregătirii fizice pe durata macrociclului pentru membrul inferior, care oferă informații pentru îndeplinirea sarcinilor de lucru ale sportivilor.

2.7.4. Analiza răspunsurilor antrenorilor străini și români la întrebările referitoare la dezechilibrele musculaturii agoniste-antagoniste, forță, accidentările musculare și mijloacele utilizate în cadrul pregătirii fizice pe durata macrociclului pentru membrul inferior

Tabelul 2. Sinteza itemilor analizați din cadrul chestionarului „Antrenor” cu privire la confirmarea sau respingerea ipotezei nule.

Pentru itemii analizați	Ipoteza nulă (H_0)
Q1, Q2, Q3, Q7, Q8, Q9, Q10, Q12, Q13, Q14, Q15, Q16, Q19, Q20	Se respinge
Q4, Q5, Q6, Q11, Q17, Q18, Q21	Se acceptă

În baza datelor culese de la chestionarul „Antrenori”, putem concluziona faptul că părerile celor investigați sunt diferite în proporție de 66%, respectiv asemănătoare, în proporție de 34% (Tabelul 106), confirmându-se la modul general ipoteza H_1 .

Concluzii parțiale

După analiza informațiilor obținute de la antrenorii străini și români pot fi formulate câteva concluzii parțiale:

- importanța aplicării acestui studiu preliminar este dată de înțelegerea critică a relației agonist-antagonist;
- la nivel conceptual, relația agonist-antagonist a fost determinată prin intermediul chestionarului aplicat pe direcția pregătirii fizice și tehnice. Prin urmare, rezultatele culese în cadrul acestui chestionar prezintă, ca element de noutate, perspectiva antrenorilor străini și antrenorilor români cu referire la tema studiată;
- din ancheta realizată, părerile antrenorilor străini diferă în mare parte de cele ale antrenorilor români, fapt consemnat de prelucrarea statistică și interpretarea rezultatelor cercetării preliminare;
- analiza rezultatelor cercetării preliminare a semnalat influența relației agonist-antagonist asupra erorilor tehnice ale piciorului dominant, respectiv nondominant, indicelui de simetrie dintre piciorul de atac și remorcă;
- am constatat diferențe de opinie și abordare metodică între antrenorii străini și români, privind perioadelor de aplicare a exercițiilor izometrice, dinamice și concentrice/excentrice pe durata ciclului anual de pregătire;
- varietatea conținuturilor abordate prin intermediul metodei chestionarului, oferă posibilitatea antrenorilor de a structura influența raportului agonist-antagonist asupra performanței sportive, reprezentând astfel elementul cheie al procesului de antrenament;
- utilizarea aparatului dinamometric în cadrul cercetării de bază este recomandată pentru culegerea de informații pertinente, axate pe monitorizarea membrilor inferioare, iar conform analizei aplicate chestionarului, metoda izokinetică reprezintă mijlocul antrenorilor străini de evaluare a diferențelor raportului agonist-antagonist dintre piciorul dominant și nondominant în perioada de pregătire;
- aplicarea exercițiilor triplei flexii și extensii este recomandată de antrenorii străini ca fiind un mijloc suport în creșterea forței generale a membrului inferior; totodată acest context este legat de relațiile cu lanțul cinematic închis și deschis. Antrenorii străini consideră că mijloacele dinamice excentrice-concentrice, prin natura lor, pot contribui la îmbunătățirea ritmului.

2.8. Analiza documentelor de planificare (2016-2017) – CSM București

În cadrul analizei constatative au fost incluse documentele de planificare de la CSM București, Secția de atletism. Indicatorii de conținut analizați au fost următorii: nr de antrenamente, nr zile de pregătire, nr ore de pregătire, pregătirea fizică, forța explozivă (membru inferior), forța specifică, pregătirea tehnică.

În urma analizei documentelor de planificare de la CSM București, am observat următoarele aspecte:

- perioada de tranziție prezentată în cadrul planului anual de la CSM București, sistemele de acționare axate pe dezvoltarea tonicității și troficității musculare reprezintă 16.5%;
- exercițiilor statice și dinamice specifice probelor de garduri din cadrul planului anual au un număr relativ scăzut în cadrul fiecărei perioade (90 de mișcări specifice), comparativ cu numărul orientativ de mișcării specifice descris de autoarea Sparrey (1997, p.4508), care afirma faptul că „în perioada pregătitoare se va folosi un număr de 200-225 de mișcări specifice probelor de garduri, pe când în perioada precompetițională și competițională se vor folosi 75-125 de exerciții specifice probelor de garduri, în principal în partea de încălzire”;
- dezvoltarea capacității de forță în regim de viteză (detenta) cu accent pe educarea acesteia în condiții variate de lucru, reprezintă 33% din volumul efortului în perioada competițională de iarnă-vară, 16.5% în perioada pregătitoare de toamnă, etapa precompetițională de iarnă și 16% în perioada pregătitoare de primăvară;
- educarea/dezvoltarea capacității de forță în cadrul pregătirii multilaterale prezintă un procentaj de 33% în perioadele pregătitoare de toamnă, primăvară și perioada precompetițională de iarnă și doar 16% în perioadele competiționale de iarnă și de vară. Totodată, conținutul aplicat este realizat în baza metodei repetărilor, circuitului, antrenamentul pliometric și a jocurilor dinamice.

2.9. Analiza indicatorilor antropometrici, motrici, tehnici și de performanță ai subiecților incluși în cadrul cercetării preliminare

2.9.1. Date antropometrice ale subiecților implicați în cercetarea preliminară

În cadrul cercetării preliminare, pentru surprinderea particularităților individuale ale sportivilor vizați am realizat măsurători antropometrice: greutate, înălțime, indicele de masă corporal.

2.9.2. Rezultatele sportivilor la probele de motricitate

Stabilirea diferențelor statistice între performanțele motrice de la testare inițială și finală, la probele de control susținute în anul competițional 2016-2017

Ipoteze de lucru:

H_0 „Nu există diferențe privind performanțele sportivilor de la testarea inițială (T_i) și testarea finală (T_f) pentru probele de control din anul 2016-2017”.

H_1 „Există diferențe privind performanțele sportivilor de la testarea inițială (T_i) și testarea finală (T_f) pentru probele de control din anul 2016-2017”.

Valorile t-ului calculat, la toți subiecții sunt mai mici decât valoarea t-ului critic (tabel Fisher de valori ale variabilei t, la n-1 cazuri; $p=0.01$; $t=4,032$). Prin urmare, prin aplicarea testului t, nu s-au identificat

diferențe semnificative pentru fete și băieți la probele de control de la testare inițială la cea finală, confirmând ipoteza H_0 .

Concluzii parțiale:

- Din observarea fișei de evaluare a sportivilor, probele de control de la CSM București au fost planificate în perioada octombrie și iunie. Recomandarea autoarei Țifrea (2002, p.103) cu privire la stabilirea perioadelor de „programare a probelor de control pentru probele de garduri este următoarea: alergarea pe distanța de 30 m lansată în luna februarie și aprilie, probele de decasalt, pentasalt și abdomen în luna aprilie, pe când probele specifice probelor de garduri sunt evaluate în lunile februarie, mai și iulie”.
- Din perspectiva probelor de control, Iskra, Zajac & Waskiewicz (2006, p.28) menționează faptul că „probele de capacitate anaerobă folosite în probele de garduri sunt alergarea de viteză pe 30 de m și triplu-salt cu plecare de pe loc”. Această recomandare poate că ar trebui să ducă la eliminarea probelor mai puțin concludente (600 m plat) pentru eforturile specifice probei de alergare de garduri, utilizându-se astfel distanța de 150 m prin care se poate determina evaluarea „rezistenței în regim de viteză” la nivelul membrului inferior, după Iskra, Zajac & Waskiewicz (2006, p.33).
- În urma aplicării testului t, realizat pentru determinarea diferențelor între performanțele obținute la probele de control inițiale și finale pentru fete și băieți din punct de vedere statistic rezultatele nu sunt foarte concludente, adică nu au o dinamică semnificativă ($p < 0.01$), confirmând ipoteza H_0 .
- Având în vedere că la cele 6 variabile analizate, pentru fete și băieți au acceptat la modul general ipoteza H_0 , conform căreia: „Eșalonarea conținuturilor de instruire în cadrul documentelor de planificare de la nivelul secției de Atletism CSM-București nu determină o creștere semnificativă a randamentului sportiv la subiecții supuși procesului de instruire, fapt reflectat prin performanțele motrice reduse obținute la probele de control și greșelile tehnice manifestate în executarea probei de alergare de garduri”, se constată faptul că documentele de planificare, nu concordă cu cerințele de pregătire pe care le impune executarea probei de garduri. Fapt reflectat atât prin performanțele motrice obținute la majoritatea probelor de control (diferențele dintre testările inițiale și finale nefiind semnificative), cât și de carențele de execuție tehnică, consemnate prin observațiile efectuate sportivilor.

2.9.3. Analiza tehnică a parametrilor membrului inferior în probele de garduri în etapa inițială

În demersul nostru, pentru a surprinde aspectele de acțiune esențiale ale tehnicii membrelor inferioare, la subiecții investigați, am apelat pentru a obiectiviza procesul de evaluare la unele variabile interdependente prezentate în literatura de specialitate:

Tabelul 3. Date obținute în urma aplicării observației sistematice utilizată în cercetarea preliminară

Nr. crt.	Variabile observabile	Subiecți							
		M.I	G.C	C.I	M.A	B.O.	E.P	A.T	M.P
1	Piciorul de atac utilizat	drept	drept	Drept	Stâng	stâng	drept	stâng	drept
2	Număr de pași efectuați de la bloc-start la primul gard	8	8	8	9	8	8	8	8
3	Greșeli de execuție pentru piciorul de atac (număr)	3	1	1	3	3	2	2	3
4	Greșeli de execuție pentru piciorul de remorcă (număr)	2	2	2	2	3	3	2	2
5	Cedarea călcâiului la aterizarea piciorului de atac după gard	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
6	Desprinderea înainte de gard	1.14	1.04	1.15	1.18	1.16	1.18	1.10	1.04
7	Aterizarea piciorului de atac după gard (m)	0.90	0.80	0.85	0.90	0.92	0.88	0.86	0.80
8	Lungimea totală a zborului de la desprindere până la aterizare (m)	2.04	1.84	2.00	2.08	2.08	2.06	1.96	1.84
9	Alergare cu start de jos și trecerea primului gard (sec)	2'25"	2'32"	2'51"	2'38"	2'59"	2'42"	2'29"	2'22"

Conform autorilor Chapman, J.; Chapman, L.; Allen, J. (1987) citați de Iskra et al (2019, p.7) „dominanța particulară a unuia dintre membrele inferioare poate fi evaluată cu ajutorul aplicării chestionarelor, dar și a testelor fizice specifice”. Pe lângă acest aspect indispensabil în analiza membrelor inferioare în probele de garduri prin intermediul observației sistematice am remarcat suplimentar greșelile de execuție și strategia alegerii numărului de pași între garduri (Tabelul 115).

Concluzii și discuții preliminare pentru experimentul preliminar.

În ceea ce privește valorificarea cercetării de față, am reușit să formulăm câteva concluzii din analiza chestionarului aplicat antrenorilor români și străini, precum și a, documentelor de planificare de la CSM București referitoare la factorul fizic și tehnic specific probelor de garduri. Din analiza datelor cercetării preliminare putem prezenta următoarele concluzii axate pe:

Chestionarul „Antrenor”:

- antrenorii români aplică mai puține mijloace izometrice, dinamice și concentrice-excentrice diferențiate pe grupele musculare importante în probele de garduri în special la nivelul adductorilor coapsei;
- am identificat în urma analizării chestionarului, diferențe de opinie cu privire la posibila aplicare a exercițiilor izometrice, dinamice și concentrice-excentrice în perioada competițională și de tranziție;

- lipsa utilizării mijloacelor kinestezice de activare a musculaturii membrelor inferioare în cadrul perioadelor de refacere;
- lipsa optimizării procesului de antrenament prin utilizarea mijloacelor isokinetice de identificare a dezechilibrelor musculaturii agoniste – antagoniste la nivelul membrelor inferioare, fapt ce se constituie din punct de vedere metodic un dezechilibru între mijloacele de pregătire aplicate și răspunsul muscular individualizat al sportivilor.

Documentele de planificare:

- documentele de planificare prezintă un volum de lucru mai mare pentru forța specifică în perioada competițională, pe când dezvoltarea forței potrivit pregătirii multilaterale planificate prezintă un volum de lucru mai mare în perioada pregătitoare de toamnă;
- volumul mijloacelor izometrice, dinamice și concentrice-excentrice atribuite membrelor inferioare analizate în cadrul documentelor de planificare este mai mic, decât cel prezentat în literatura de specialitate (Sparrey, 1997).

Factorul fizic:

- probele de control evaluate statistic nu prezintă diferențe pentru ameliorarea factorului fizic între testarea inițială și testarea finală, acest fapt fiind corelat cu ipoteza H_0 conform căreia eșalonarea conținuturilor de instruire în cadrul documentelor de planificare de la nivelul secției de Atletism CSM-București nu determină o creștere semnificativă a randamentului sportiv la subiecții supuși procesului de instruire, fapt reflectat prin performanțele motrice reduse obținute la probele de control și carențele tehnice manifestate în executarea probei de alergare de garduri. Lipsa unor diferențe de ordin statistic pentru probele de control specifice evaluării membrelor inferioare în probele de garduri de la un an la altul, sugerează faptul că în cadrul documentelor de planificare anuale nu există o diferențiere de ordin cantitativ (volum) și calitativ (intensitate) pe factorul fizic axat pe forța explozivă a membrelor inferioare pentru categoria de juniori 3.

Factorul tehnic:

- corelarea factorului fizic și tehnic este dată la nivelul membrelor inferioare în probele de garduri de succesiunea corectă a extensiilor realizate la nivelul membrului inferior (șold, genunchi, gleznă). În studiul nostru se constată faptul că extensia gleznei este maximă, înaintea finalizării extensiei genunchiului;
- din perspectivă tehnică s-au analizat indicatorii membrelor inferioare care se află în compensație cu calitatea raportului agonist-antagonist la nivelul membrelor inferioare și am constatat influența greșelilor de execuție asupra compartimentului tehnic al subiecților în executarea probei de garduri;
- raportul procentual dintre distanța de desprindere și aterizare a subiecților cercetați în etapa preliminară prezintă valori apropiate cu cele întâlnite în literatura de specialitate, conform autorilor Coh et al (2020).

Recomandări pentru experimentul de bază

- în baza analizării documentelor de planificare putem efectua recomandări axate pe latura metodică cu privire la utilizarea unor mijloace preventive care să ofere activarea grupelor musculare într-un mod individualizat, în funcție de evaluarea membrului inferior;
- acționarea asupra trenului inferior necesită o pregătire polivalentă, multilaterală care să implice o varietate de mijloace și grupe musculare angrenate în realizarea mișcărilor componente ale piciorului

de atac și de remorcă. Astfel American College of Sports Medicine recomandă ca „programele de forță să aibă exerciții care să angreneze mai întâi grupe musculare mari înainte de grupele musculare mici”[71];

– acordarea unei importanțe deosebite asupra evaluării forței explozive la nivelul membrelor inferioare și a dezechilibrelor musculaturii agoniste - antagoniste pentru remedierea acestora prin realizarea unor programe de exerciții compensatorii, pentru a susține pe ansamblu randamentul muscular;

– strategiile realizate de antrenori pot influența adaptarea neuromusculară a sportivilor, iar prin aplicarea studiilor longitudinale bazate pe evaluarea izokinetică putem obține informații obiective cu privire la gradul de stabilitate al fiecărei articulații din punct de vedere al sinergismului muscular;

– cu privire la legătura transferului dintre pregătirii fizice în factorul tehnic, literatura de specialitate recomandă ca energia de la nivelul articulațiilor implicate în mișcare (gleznă, genunchi, șold) să fie transferată către caracteristica probelor practicate.

PARTEA A III-A. CONTRIBUȚII PRIVIND MODELAREA INSTRUIRII PE DIRECȚIA FACTORILOR FIZIC ȘI TEHNIC PRIN OBIECTIVIZAREA SINERGIEI MUSCULARE LA NIVELUL MEMBRELOR INFERIOARE ÎN PROBELE DE GARDURI

3.1. Premisele experimentului de bază

În pregătirea musculaturii membrelor inferioare la alergătorii de garduri trebuie să se țină cont de „raportul de forță dintre musculatura agonistă și antagonistă care joacă un rol important în prevenirea accidentărilor, dar și în optimizarea performanței” Jung et al (2016). Prezența dezechilibrelor musculare poate reprezenta pentru tinerii alegători de garduri care se află în perioada de formare neuromusculară, un factor limitativ al performanței.

Grappe (2018, p.255) prezintă necesitatea grupării sinergiilor pentru a se realiza „transferul de energie la nivelul grupelor musculare implicate”. Adaptând acest considerent la cercetarea noastră aplicată probelor de garduri, plecăm de la prezumția conform căreia sinergiile musculare la nivelul membrelor inferioare pot fi grupate conform mișcărilor specifice probelor de garduri (flexie, extensie, adducție etc).

Un alt aspect important de luat în considerare este individualizarea procesului de antrenament, fundamentat pe unele „capacități de performanță individuală și predispoziții: caracteristicile antropometrice, tipul de antrenament, vârsta, genul, refacerea și profilul de forță-viteză”[72]. Acest principiu constituie o „necesitate în probele de garduri” Iskra & Rygula (2001, p.70).

3.2. Scopul cercetării de bază

Scopul propus este acela de a eficientiza raportul agonist-antagonist dintre piciorul dominant și nondominant prin determinarea dezechilibrelor musculare și aplicarea unor programe compensatorii de reechilibrare musculară individualizată pentru tinerii practicanți ai probelor de garduri.

3.3. Ipotezele cercetării de bază

I_{1a}. Ipoteze de lucru la momentul testării finale

H₀ „Evaluarea obiectivă prin mijloace moderne de investigație, pune în evidență raportul dintre musculatura agonistă-antagonistă la nivelul acționării membrului inferior, fapt ce nu va permite optimizarea semnificativă a acestuia, prin parcurgerea unui program compensator conceput pe direcția menționată”.

H₁ „Evaluarea obiectivă prin mijloace moderne de investigație, pune în evidență raportul dintre musculatura agonistă-antagonistă la nivelul acționării membrului inferior, fapt ce va permite optimizarea semnificativă a acestuia, prin parcurgerea unui program compensator conceput pe direcția menționată”.

Ipoteza 2

Optimizarea sinergiei dintre contracțiile excentrice/concentrice folosind programele de compensare musculară la nivelul piciorului dominant și nondominant la practicanții probelor de garduri, determină ameliorarea execuțiilor motrice specifice, precum și performanțele acestora.

3.4. Obiectivele cercetării de bază

- surprinderea dezechilibrelor raportului agonist-antagonist pentru mișcărilor realizate la nivelul articulației gleznei, genunchiului, șoldului;

- ameliorarea dezechilibrelor prin aplicarea unor mijloace specifice de instruire;
- îmbunătățirea și valorificarea potențialului motric al sportivilor prin optimizarea sinergiei musculare la nivelul membrului inferior;
- îmbunătățirea performanțelor competiționale în executarea probei de alergare de garduri.

3.5. Sarcinile cercetării de bază

- studierea literaturii de specialitate cu privire la tehnologiile utilizate pentru a evalua în mod obiectiv raportul agonist-antagonist la nivelul membrului inferior;
- identificarea aparatelor Biodex System 4 Pro™ și Optojump TX 30 și aplicarea unor testări inițiale, care să ofere informații pertinente cu privire la raportul agonist-antagonist și nivelul capacității anaerobe musculare a membrului inferior;
- stabilirea protocoalelor de evaluare comprehensivă utilizând modul isokinetic bilateral pentru fiecare articulație de la nivelul membrului inferior implicată în cercetarea de bază;
- elaborarea unui program de antrenament compensator care să includă mijloace dinamice, izometrice și concentrice - excentrice pentru membrul inferior;
- parcurgerea unor probe de evaluare finală care să pună în evidență sau nu, dacă există o optimizare a sinergismului raportului muscular, reflectat inclusiv în calitatea execuțiilor tehnice ale sportivilor;
- confirmarea sau infirmarea ipotezelor de lucru în raport cu datele recoltate și prelucrate statistico-matematic;
- formularea unor concluzii și recomandări reieșite în urma parcurgerii experimentului de bază.

3.6. Metode și tehnici de cercetare ale experimentului de bază

Metodele și tehnicile de cercetare utilizate în cadrul experimentului de bază sunt următoarele: studiul literaturii de specialitate, observației, experimentului pedagogic, tehnologii moderne de investigare a capacității motrice (dinamometrul Biodex System 4 Pro™ și Optojump Tx 30), statistico-matematice.

3.7. Organizarea cercetării de bază

3.7.1. Subiecții, locul, perioada desfășurării experimentului de bază

Cercetarea elaborată a fost aplicată aceluiași grup de sportivi din studiul preliminar (4 băieți și 4 fete), categoria juniori 3, de la clubul CSM București, de unde am obținut aprobarea desfășurării experimentului (Anexa 3) sub îndrumarea antrenorului de atletism O.D (Anexa 4), precum și acordul părinților subiecților cercetării (Anexa 5). Testările parametrilor de funcționalitate a membrului inferior au fost realizate în cadrul a două etape:

- prima etapă (evaluarea inițială) s-a desfășurat în data de 24.11.2017 la Clinica Provita București, unde am realizat protocoalele de evaluare izokinetic stabilite pentru mișcările, angrenate în probele de garduri: flexia plantară și dorsoflexie a gleznei ($60^\circ / \text{sec}^{-1}$, $120^\circ / \text{sec}^{-1}$, $180^\circ / \text{sec}^{-1}$), extensia și flexia genunchiului ($180^\circ / \text{sec}^{-1}$, $300^\circ / \text{sec}^{-1}$, $450^\circ / \text{sec}^{-1}$), flexie/extensie șold ($180^\circ / \text{sec}^{-1}$, $300^\circ / \text{sec}^{-1}$, $450^\circ / \text{sec}^{-1}$), abductorii/adductorii coapsei ($180^\circ / \text{sec}^{-1}$, $300^\circ / \text{sec}^{-1}$, $450^\circ / \text{sec}^{-1}$) și rotatorii interni și externi ai șoldului ($180^\circ / \text{sec}^{-1}$, $300^\circ / \text{sec}^{-1}$, $450^\circ / \text{sec}^{-1}$). La data de 14.12.2017, la sala de atletism a Complexului Sportiv „Lia Manoliu” din București, am efectuat evaluarea capacității anaerobe a membrului inferior cu aparatul Optojump prin intermediul testului (sărituri pe verticală timp de 15 secunde);

- cea de-a doua etapă (evaluarea finală), a măsurătorilor izokinetice s-au desfășurat la Clinica Provita București, Departamentul de Kinetoterapie, în data de 07.06.2018, unde s-au repetat mișcările realizate în cadrul evaluării inițiale și la sala de atletism de la Școala Generală nr 190 din București, am realizat evaluarea anaerobă a membrului inferior cu aparatul Optojump TX 30 în data de 30.05.2018.

3.7.2. Eșalonarea planului cercetării de bază

Eșalonarea planului cercetării de bază a cuprins următorul demers al etapelor operaționale:

- studierea literaturii de specialitate care abordează tematica sinergismului muscular la nivelul membrului inferior;
- stabilirea aparaturii de specialitate care să ofere o bază științifică a datelor solicitate;
- adaptarea protocoalelor de evaluare comprehensiva isokinetică la necesitățile finalizării cercetării de bază;
- obținerea acordurilor de participare al sportivilor din partea tutorilor legali;
- evaluarea inițială a membrului inferior și raportarea datelor la literatura de specialitate;
- implementarea și aplicarea programului de pregătire compensator membrului inferior;
- aplicarea evaluării finale și interpretarea rezultatelor dintre testările inițiale și cele finale a parametrilor de mișcare ai membrului inferior și formularea unor concluzii finale.

3.7.3. Etapa I, cercetarea de bază efectuată în perioada pregătitoare de iarnă

În primă fază, testarea inițială cu ajutorul dinamometrului Biodex System 4 Pro™ de la Departamentul de Kinetoterapie din cadrul Clinicii Provita București, s-a desfășurat în data 24.11.2017 în perioada pregătitoare de toamnă a anului curent. Cea de-a doua testare utilizată în cadrul acestei etape a fost realizată cu ajutorul aparatului Optojump Tx 30 din dotarea laboratorului Centrului de Cercetare pentru Calitatea Vieții și Performanță Umană a Facultății de Educație fizică și sporturi montane – Universitatea Transilvania din Brașov (Anexa 6). Testarea a fost realizată în data de 14.12.2017 la sala de atletism a Complexului Sportiv „Lia Manoliu” din București (Anexa 7). În cadrul acestei etape am realizat următorul demers experimental:

- Identificarea celor mai bune surse de evaluare a membrului inferior conform literaturii de specialitate, dar și a posibilităților logistice prezente la momentul de față în România.
- Obținerea acordurilor de participare ale sportivilor din partea tutorilor legali.
- Stabilirea demersului metodologic al fișelor de evaluare comprehensivă, adaptate cerințelor sportului practicat.
- Interpretarea statistică a rezultatelor inițiale.
- Elaborarea unui program de ameliorare a conduitei musculare individuale a membrului inferior axat pe feedback-ul evaluărilor din cadrul testărilor inițiale.
- Participarea la implementarea și aplicarea secvențelor de instruire pe direcția de ameliorare a dezechilibrelor musculare, sportivilor aflați în cadrul cercetării.

3.7.4. Eșalonarea procedurii de testare inițiale

Testarea inițială a inclus în prima etapă evaluarea potențialului muscular la nivelul membrului inferior cu ajutorul dinamometrului Biodex System 4 Pro™. Modul utilizat în cadrul cercetării inițiale a fost cel izokinetic bliateral, iar vitezele de rezistență aplicate membrului inferior au fost calibrate conform manualului operațional al aparatului. Protocoalele aparatului Biodex System 4 Pro™ înregistrate pentru fiecare sportiv, au fost realizate cu ajutorul Evaluării Comprehensive. Testarea inițială a fost

adaptată la mișcările articulare specifice efectuate de membrul inferior în probele de garduri astfel, am inclus testarea următoarelor mișcări articulare: A) Flexie/extensie genunchi la $180^\circ / \text{sec}^{-1}$, $300^\circ / \text{sec}^{-1}$, $450^\circ / \text{sec}^{-1}$, B) Flexie plantară/dorsoflexie gleznă $60^\circ / \text{sec}^{-1}$, $120^\circ / \text{sec}^{-1}$, $180^\circ / \text{sec}^{-1}$ (Figura 50), C) Flexie/extensie din poziția clinostatism șold $180^\circ / \text{sec}^{-1}$, $300^\circ / \text{sec}^{-1}$, $450^\circ / \text{sec}^{-1}$, D) Abducție/adducție a șoldului $180^\circ / \text{sec}^{-1}$, $300^\circ / \text{sec}^{-1}$, $450^\circ / \text{sec}^{-1}$, E) Rotatorii interni/externi ai șoldului $180^\circ / \text{sec}^{-1}$, $300^\circ / \text{sec}^{-1}$, $450^\circ / \text{sec}^{-1}$ (Figura 51). Modul utilizat în cadrul cercetării de bază este cel isokinetic bilateral/contractie concentrică – concentrică (Tabelul 119). Fiecare participant a trecut prin următoarele pre-etape: încălzirea articulațiilor implicate în cadrul evaluării izokinetică cu ajutorul bicicletei ergometrice Ergo Fit 4000, explicarea de către kinetoterapeut a procedurii și familiarizarea cu mișcările specifice ale aparatului, aplicarea testării inițiale pe piciorul dominant și non dominant. După încălzirea realizată asupra trenului inferior, testarea inițială a constat în efectuarea a 5 repetări pentru piciorul dominant și nondominant (flexie/extensie genunchi și șold, abducția/adducția șoldului, rotația internă/externă a șoldului) și 10 repetări pentru flexia plantară și dorsoflexia gleznei cu o pauză indicată de 90 de secunde.

Tabelul 4. Protocolul de evaluare izokinetică bilaterală aplicat membrului inferior (testare inițială) – modul concentric/concentric

Segment/articulații implicate	Viteze testate / număr de repetării pentru sezonul de sală			Pauza între seturi
FLEXIE/EXTENSIE GENUNCHI	$180^\circ / \text{sec}^{-1}$ 5 rep	$300^\circ / \text{sec}^{-1}$ 5 rep	$450^\circ / \text{sec}^{-1}$ 5 rep	90 sec
FLEXIE DORSALA/ DORSOFLEXIE A GLEZNEI	$60^\circ / \text{sec}^{-1}$ 10 repetări	$120^\circ / \text{sec}^{-1}$ 10 repetări	$180^\circ / \text{sec}^{-1}$ 10 repetări	90 sec
ABDUȚIA /ADDUCȚIA ȘOLD	$180^\circ / \text{sec}^{-1}$ 5 rep	$300^\circ / \text{sec}^{-1}$ 5 rep	$450^\circ / \text{sec}^{-1}$ 5 rep	90 sec
FLEXIE/EXTENSIE ȘOLD DIN POZIȚIA CULCAT	$180^\circ / \text{sec}^{-1}$ 5 repetări	$300^\circ / \text{sec}^{-1}$ 5 repetări	$450^\circ / \text{sec}^{-1}$ 5 repetări	90 sec
ROTAȚIE INTERNĂ/EXTERNĂ ȘOLD	$180^\circ / \text{sec}^{-1}$ 5 repetări	$300^\circ / \text{sec}^{-1}$ 5 repetări	$450^\circ / \text{sec}^{-1}$ 5 repetări	90 sec

Optojump Tx 30 a fost utilizat în cadrul testării inițiale pentru a evalua, puterea musculară anaerobă prin intermediul săriturilor pe verticală de pe ambele picioare, pe durata a 15 secunde. În urma acestora am obținut informații pentru fiecare subiect cu privire la timpul de zbor, înălțimea săriturii, puterea pentru fiecare săritură și indexul de forță reactivă.

Această evaluare a membrului inferior a avut ca scop determinarea capacității de adaptare a musculaturii la efortul anaerob, predefinit probelor de garduri. Înainte de începerea testului, sportivii au realizat o încălzire pentru a efectua testarea în siguranță. Sportivii au primit indicații cu privire la tehnica de execuție (Figura 52), iar „feedback-ul verbal a fost utilizat pentru a încuraja participanții în timpul testării, pentru a menține performanța maximă (săriturii explozive continue) până la sfârșitul testării”[79].

3.7.5. Recoltarea și interpretarea statistico-matematică a rezultatelor la testările inițiale a membrelor inferioare cu aparatul Biodex System 4 ProTM și Optojump TX-30

Studiul de bază inițial s-a axat pe utilizarea datelor procentuale din cadrul protocoalelor de evaluare comprehensivă ale aparatului Biodex System 4 ProTM și Optojump TX-30. Următoarele mișcări de execuție ale membrului inferior au fost investigate:

- a) Flexia/extensia șoldului a1 ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$); a2 ($300^\circ/\text{sec}^{-1}$); a3 ($450^\circ/\text{sec}^{-1}$).
- b) Flexia plantară și dorsoflexia plantară a gleznei b1 ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$); b2 ($120^\circ/\text{sec}^{-1}$); b3 ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$).
- c) Extensia/flexia genunchiului c1 ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$); c2 ($300^\circ/\text{sec}^{-1}$); c3 ($450^\circ/\text{sec}^{-1}$).
- d) Abducția/adducția șoldului d1 ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$); d2 ($300^\circ/\text{sec}^{-1}$); d3 ($450^\circ/\text{sec}^{-1}$).
- e) Rotația internă/externă a șoldului e1 ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$); e2 ($300^\circ/\text{sec}^{-1}$); e3 ($450^\circ/\text{sec}^{-1}$).

În cadrul testărilor inițiale, am recoltat valorile procentuale ale vârfului de forță maximă, oboseala în timpul executării mișcării și raportul agonist-antagonist (%) la nivelul flexiei/extensiei șoldului, flexiei plantare/dorsoflexia gleznei, extensia/flexia genunchiului, abducția/adducția șoldului și rotația internă/externă a piciorului dominant și nondominant pentru modul concentric-concentric obținute de fiecare subiect.

- a) Flexia/extensia șoldului a1 ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$); a2 ($300^\circ/\text{sec}^{-1}$); a3 ($450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

La viteza de execuție de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$, vârful de forță maximă prezintă media pentru grupul de fete evaluate, care practică probele de garduri, de $145.12 \pm 34.37\%$ pentru mișcarea de flexie a piciorului dominant, comparativ cu băieții, care în urma calculelor statistice au o medie ridicată de $149.6 \pm 61.39\%$ pentru piciorul dominant pe mișcarea de extensie, valoarea cea mai ridicată fiind a subiectului C.I., de 231.5% . Oboseala în timpul execuției la această viteză de execuție este mai mare la băieți pentru piciorul dominant ($17.63 \pm 12.64\%$) în momentul execuției flexie șoldului spre deosebire de extensie. Raportul agonist-antagonist la această viteză de execuție prezintă următoarele valori: pentru piciorul dominant la mișcarea de flexie, media raportul agonist-antagonist pentru fete este de $89.12 \pm 34.9\%$ mai scăzut decât valorile băieților, care au înregistrat media de $100.6 \pm 29.26\%$. Piciorul nondominant prezintă de asemenea valori scăzute pentru fete $74.5 \pm 6.77\%$ comparativ cu băieții $95.62 \pm 24.44\%$.

La viteza de execuție de $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, vârful de forță este la indici ridicați pentru fete, în momentul realizării mișcării de flexie ($115.97 \pm 10.86\%$) spre deosebire de băieți, care au valori ridicate, ca și grup pentru piciorul nondominant ($127.97 \pm 18.69\%$). În cadrul acestei viteze de execuție oboseala este mai accentuată pentru băieți pentru piciorul nondominant $35.67 \pm 8.68\%$. Raportul agonist-antagonist se încadrează pentru piciorul dominant în jurul valorii de $86.6 \pm 18.63\%$, existând o diferență nesemnificativă față de piciorul nondominant ($83.12 \pm 2.98\%$). Băieții prezintă un raport agonist-antagonist mai ridicat, atât pentru piciorul dominant ($101.4 \pm 38.94\%$), cât și pentru piciorul nondominant ($90.47 \pm 17.08\%$).

La viteza de execuție de $450^\circ/\text{sec}^{-1}$, fetele prezintă o medie superioară băieților la variabila vârfului de forță maximă raportată la greutatea corpului. Oboseala în timpul execuției nu prezintă variații pentru fete, care au indici scăzuți, băieții prezintă o medie de 25.17 ± 10.93 pentru flexia șoldului. Pentru raportul agonist-antagonist fetele prezintă valori ridicate, atât pentru piciorul dominant ($117.9 \pm 19.53\%$), cât și pentru cel nondominant ($111.32 \pm 20.14\%$). Raportul agonist-antagonist al băieților prezintă pentru viteza de $450^\circ/\text{sec}^{-1}$ valori apropiate de 93.9 ± 11.16 pentru piciorul dominant cât și de 93.1 ± 22.68 pentru cel nondominant.

Valoarea maximă a raportului agonist-antagonist pentru viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$ (139.8%) și $300^\circ/\text{sec}^{-1}$ (151.7%) prezintă o diferență considerabilă față de valoarea minimă exprimată la viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$ (58.8%) și la $450^\circ/\text{sec}^{-1}$ (56.7%). O ușoară îmbunătățire a valorilor maxime și minime se observă la viteza de $450^\circ/\text{sec}^{-1}$ pentru piciorul nondominant. Piciorul dominant (dreptul) prezintă valori superioare a raportului agonist-antagonist pentru flexia-extensia șoldului din culcat pe o parte. Raportul concentric-concentric exprimat prin valoarea de „60%, semnifică faptul că flexorii sunt doar 60% din extensori sau altfel spus extensorii sunt, cu 40% mai puternici decât flexorii”[80]. Pentru flexia-extensia șoldului, raportul optim dintre musculatura agonistă-antagonistă se încadrează între „0.66-0.76” după Calmels & Minaire (1995, p.266). Rezultatele raportului agonist-antagonist pentru flexia-extensia șoldului prezintă diferențe între fete și băieți „din punct de vedere al forței, acest aspect fiind remarcat și de Miller și alții 2004” citat de Stockero et al (2019, p.40). Din analiza raportului flexiei-extensiei șoldului din poziția culcat, am evidențiat activitatea dominantă a flexorilor sau a extensorilor, astfel subiectul E.P. prezintă o dominanță a extensiei în relație cu flexorii pentru piciorul dominant, fapt remarcat de valoarea ridicată a raportului agonist-antagonist de 139.8%. Același aspect este observat și la subiecții M.A. și B.O., iar pentru viteza de $450^\circ/\text{sec}^{-1}$, valorile raportului agonist-antagonist sunt apropiate pentru piciorul dominant și nondominant, acest fapt fiind determinat de adaptarea neuromusculară a membrilor inferioare la mișcarea de flexie-extensie. Subiecții A.T., C.I. și M.I. prezintă atât pentru piciorul dominant, cât și pentru cel nondominant valori inferioare datelor sugerate de autorul Calmels, acest aspect reprezentând o dominanță a extensiei șoldului în raport cu flexia aceluiași segment implicat în mișcare.

b) Flexia plantară și dorsoflexia plantară a gleznei ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$)

În urma evaluării vârfului de forță maximă, oboselii în timpul execuției, raportului agonist-antagonist (%) la nivelul flexiei plantare și dorsoflexiei gleznei la $60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$ avem următorul profil isokinetic specific subiecților testați:

Pentru viteza de $60^\circ/\text{sec}^{-1}$, vârful de forță maximă are o pondere mai mare pentru grupul de fete pe piciorul dominant ($122.32 \pm 29.92\%$) pentru flexia plantară, comparativ cu băieții care au valori ridicate pe piciorul nondominant ($180.35 \pm 9.69\%$). Prin compararea mediei raportului agonist-antagonist între fete și băieți am observat faptul că fetele prezintă un raport mai mare pentru piciorul dominant, ($32.67 \pm 17.50\%$) spre deosebire de băieți, care au valori mai ridicate pentru piciorul nondominant ($48.65 \pm 22.59\%$). Valoarea maximă a raportului agonist/antagonist la această viteză este de 79% pentru piciorul nondominant, pentru subiectul G.C. și 80% tot pentru piciorul nondominant la subiectul E.P.

Valorile expuse pentru viteza de $60^\circ/\text{sec}^{-1}$ sunt apropiate cu datele din literatura de specialitate ale autorilor Calmels & Minaire (1995, p.266) care încadrează valorile raportului agonist-antagonist pentru flexia dorsală / plantară a gleznei între „0.28-0.32”. Conform fișei cu date normative izokinetic, avem următoarea orientare procentuală în ceea ce privește valorile de încadrare a raportului agonist-antagonist al gleznei pentru $60^\circ/\text{sec}^{-1}$: „băieții au valori ridicate la 27% și scăzute pentru 28%, iar pentru fete, valorile ridicate sunt 15% și scăzute de 24% pentru persoanele sub 30 de ani”[81]. Băieții prezintă indici ridicați de oboseală în timpul mișcărilor pe piciorul dominant $17.75 \pm 10.01\%$, pe când fetele au o predispoziție de oboseală de asemenea pe piciorul nondominant $34.22 \pm 13.09\%$.

La viteza de $120^\circ \text{sec}^{-1}$ pentru flexia plantară, valoarea procentuală a vârful de forță maximă la fete este de $87.85 \pm 25.99\%$ pentru piciorul dominant, spre deosebire de băieți care au vârful de forță maximă pe piciorul nondominant $87.9 \pm 39.71\%$. Raportul agonist-antagonist are o tendință de creștere la această viteză, băieții înregistrând valori mai ridicate pentru piciorul dominant $43.5 \pm 17.44\%$ și nondominant $38.5 \pm 15.95\%$, spre deosebire de fete care au un raport agonist-antagonist de $41.02 \pm 23.91\%$ pentru piciorul dominant și $\pm 34.59\%$ pentru cel nondominant.

Valoarea maximă a raportului agonist-antagonist este de 69.8% pentru piciorul dominant al subiectului E.P., iar valoare minimă de 11.6% pentru piciorul dominant este raportată subiectului M.I. Dacă urmărim evoluția oboselii pentru execuțiile realizate pentru flexia plantară și dorsoflexie observăm următoarele: băieții au valori mai ridicate pentru piciorul dominant pentru flexie plantară $54.32 \pm 18.34\%$ dorsoflexia piciorului dominant $49.05 \pm 20.84\%$, iar fetele prezintă valori ridicate pentru flexia plantară a piciorul nondominant $59.01 \pm 7.68\%$ și dorsoflexia piciorului dominant care înregistrează valori de $63.4 \pm 5.86\%$.

La viteza de $180^\circ \text{sec}^{-1}$, vârful de forță maximă este atins de fete la flexia plantară a piciorului dominant $76.82 \pm 4.17\%$ și nondominant 68.57 ± 30.02 , iar băieții la piciorul nondominant $63.45 \pm 15.31\%$. Pentru raportul agonist-antagonist, odată cu mărirea vitezei de execuție, valorile sunt constante, atât pentru piciorul dominant cât și pentru cel nondominant, la băieți constatăm o diferență mare între piciorul dominant 48.65 ± 9.27 și nondominant 71.6 ± 26.79 necesitând o reevaluare a raportului de adaptarea piciorului agonist-antagonist la viteze ridicate. Atât fetele ($61.42 \pm 12.22\%$) cât și băieții ($63.77 \pm 11.53\%$) prezintă un grad ridicat de oboseală pentru piciorul nondominant al dorsoflexie. În studiul realizat de Gerodimosa et al (2006, p.86) raportul agonist-antagonist pentru gleznă cu ajutor modulii concentric-concentric prezintă pentru categoriile de vârstă 13-14 ani valori cuprinse între „ $23.9\% - 26.3\%$ ”. În urma analizării subiecților, am constatat faptul că fetele prezintă valori mai scăzute ale raportului agonist-antagonist, atât pentru piciorul dominant, cât și nondominant pentru flexia dorsală / plantară a gleznei în raport cu valorile de referință expuse din literatura de specialitate. Din analiza întreprinsă asupra valorilor raportului agonist-antagonist, am constatat faptul că subiectul M.I. prezintă pentru viteza de execuție de $120^\circ / \text{sec}^{-1}$ raportul agonist-antagonist de 11.6% . Subiectul A.T., pentru viteza de execuție de $60^\circ / \text{sec}^{-1}$ a înregistrat valoarea de 20.4% pentru raportul agonist-antagonist. Rezultatele celor două sportive se află sub valorile de referință, necesitând o intervenție individualizată, direcționată pe reechilibrarea raportului agonist – antagonist la nivelul flexiei plantare a gleznei. Flexia dorsală pentru subiectul M.I și A.T poate să reprezinte 11.6% , respectiv 20.4% din flexia plantară sau mișcarea din urmă poate să fie mai puternică cu 11.6% , pentru subiectul M.I. și 20.4% pentru A.T. decât dorsoflexie. Analiza raportului agonist – antagonist oferă posibilitatea stabilirii unui profil funcțional al nivelului de forță a fetelor și băieților la nivelul flexiei dorsale/plantare a gleznei care practică probele de garduri, articulație importantă în fazele de impulsie și amortizare cu predilecție în probele de garduri.

c) Extensia și flexia genunchiului ($180^\circ / \text{sec}^{-1}$, $300^\circ / \text{sec}^{-1}$, $450^\circ / \text{sec}^{-1}$)

În baza analizei datelor tabelare anterioare, la viteza execuție de $180^\circ / \text{sec}^{-1}$, vârful de forță maximă este mai mare la băieți decât la fete, aceștia înregistrând valori de 142.35 ± 54.36 pentru piciorul dominant și $134.17 \pm 64.60\%$. Oboseala în timpul execuției, prezintă diferențe semnificative între fete și băieți pentru piciorul nondominant pe acest parametru isokinetic. Media raportului agonist-antagonist a fetelor s-a încadrat în jurul valorii de $72.65 \pm 3.65\%$ pentru piciorul dominant și

67.55±7.36% pentru piciorul nondominant. Valoarea maximă a raportului agonist-antagonist pentru fete fiind 76.5% pentru piciorul dominant și valoarea minimă de 56% pentru piciorul nondominant. Băieții prezintă valori mai mari a raportului agonist-antagonist pentru piciorul dominant 89.2±36.21% și 91.92±31.89 pentru piciorul nondominant. Raportul agonist-antagonist la nivelul flexie/extensiei genunchiului (conform literaturii de specialitate) la viteza de 180°/sec-1 prezintă un raport între agonist-antagonist de „65-75%.

Acest raport indică lucrul efectuat de bicepsul femural în relație cu cvadricepsul. Dacă raportul este sub normative, acest lucru indică faptul că bicepsul femural trebuie îmbunătățit. Un raport peste norma de 65-75% indică faptul că cvadricepsul trebuie îmbunătățit pentru a realiza echilibrul agonist-antagonist”[82]. Analizând datele realizate de subiecți cu ajutorul aparatului Biodex, am constatat faptul că subiectul E.P. prezintă la piciorul nondominant un raport agonist-antagonist de 56.8% recomandându-se astfel exerciții axate pe îmbunătățirea bicepsului femural. Sportivii C.I., G.C., B.O. care prezintă valori superioare raportului agonist-antagonist, necesită o îmbunătățire a mușchiului cvdriceps. Pentru viteza de 300°/sec⁻¹, vârful de forță maximă este atins de fete, atât la piciorul dominant 107±27.13%, cât și nondominant 115.57±27.99%. Oboseala în timpul execuției pentru flexia genunchiului prezintă o pondere de 33.75±7.89% pentru piciorul dominant la băieți, valoare apropiată cu cea a fetelor piciorul nondominant 32.1±1.45%. Media raportului agonist-antagonist a subiecților (fete) a înregistrat valoarea de 84.72±5.21% pentru piciorul dominant și 77.17±9.49% pentru piciorul nondominant. Băieții prezintă valori ridicate (112.2±20.98%) pentru piciorul dominant și 101.22±33.40% pentru cel nondominant. Valoarea maximă a raportului agonist-antagonist este de 150% pentru piciorul dominant al subiectului C.I. și 66.8% pentru piciorul nondominant pentru subiectul E.P. Vârful de forță maximă prezintă valori ridicate pentru băieți, atât pentru piciorul dominant, cât și nondominant la viteza de 450°/sec⁻¹. În cazul acestei viteze, oboseala în timpul execuției, este mai mare pentru fete pe piciorul dominant 20.47±19.25% spre deosebire de băieți care resimt oboseala pe piciorul nondominant 22.72±8.94.

Valoarea mediei pentru viteza de 450°/sec⁻¹ pentru mișcarea de flexie a raportului agonist-antagonist este de 141.2±21.72% pentru piciorul dominant și 132.62±28.23% pentru nondominant. Băieții înregistrează valori pentru piciorului dominant de 125.25±32.96% și 130.97±30.29% pentru piciorul nondomiant. Valorile raportului agonist-antagonist sunt în creștere la viteza de execuție de 450°/sec⁻¹, fapt ce ne determină să afirmăm că musculatura care ajută la acțiunea de flexie-extensie a genunchiului se adaptează în funcție de viteza de execuție, confirmând afirmația autorilor Calmels et al Minaire (1995, p.272) care declarau faptul că „raportul dintre cvadriceps și bicepsul femural poate fi mai mare de 1, odată cu creșterea vitezei de lucru (450°/sec⁻¹)”. În raport cu datele pe care le-am obținut conform literaturii de specialitate „relația dintre agonist/antagonist tinde către 60%” DIAS și colab., 2004 citat de Cunha et al (2016, p.1089). Cvadriceps reprezintă „50% din bicepsul femural, acesta din urmă poate ajunge pentru alegătorii de distanță lungă la un raport de 80%, pe când în probele de sprint poate reprezenta valoarea de 30%”[83]. Raportul optim dintre cvadriceps și bicepsul femural trebuie să fie „mai mare de 60%” fapt sugerat de Kim D & Hong J (2011) citat de Struzik et al (2018, p.154), iar un raport optim între forța mușchiului agonist-antagonist poate stabili coordonarea mișcărilor ciclice.

d) Abducția/adducția șoldului: d1 ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$), d2 ($300^\circ/\text{sec}^{-1}$), d3 ($450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Compararea rezultatelor piciorului dominant și nondominant prin intermediul modului concentric-concentric, prezintă următoarele caracteristici pentru toate cele trei viteze evaluate:

La viteza de execuție de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$, pentru adducția șoldului, vârful de forță maximă este mai mare la fete pe piciorul dominant $102.8 \pm 5.48\%$ comparativ cu băieții, care au înregistrat valori superioare pe piciorul nondominant $104.24 \pm 13.99\%$. Pentru mișcarea de adducție, vârful de forță maximă prezintă valori superioare pentru fete, atât pentru piciorul dominant $132.42 \pm 55.22\%$ și nondominant 117.1 ± 55.38 . Gradul de oboseală pentru mișcarea realizată, raportată la numărul de repetări, este de $47.75 \pm 17.87\%$ pentru băieți pe piciorul nondominant, pe mișcarea de abducție. Pentru abducția șoldului fetele, prezintă o instalare a oboselii pe piciorul dominant în timpul execuției mișcării, de $34.57 \pm 3.05\%$. Fetele prezintă un raport agonist – antagonist inferior, atât pentru piciorul dominant 83.25 ± 28.34 , respectiv $87.6 \pm 35.37\%$ pentru piciorul nondominant spre deosebire de băieți, care au înregistrat pentru piciorul dominant raportul de $95.8 \pm 40.85\%$ și $100.67 \pm 21.63\%$ cel nondominant. Prin compararea datelor, studiului cu datele fișei normative izokinetice, putem observa o tendință de creștere a valorilor raportului agonist-antagonist în cadrul acestei variabile, către 113% la viteza de $60^\circ/\text{sec}^{-1}$ [81]. Autorul Calmels & Minaire (1995, p.266) evidențiază valoarea de 50% necesară pentru raportul agonist/antagonist la nivelul abducției/adducției șoldului. Pentru acțiunea de abducție/adducție a șoldului, obținerea „unui raport de 40% semnifică faptul că abductorii sunt numai 40% din adductori sau din alt punct de vedere, adductorii sunt cu 60% mai puternici decât abductorii” [84]. Raportul agonist-antagonist indică cât lucru mecanic efectuează membrul inferior pe mișcarea de abducție în raport cu adducția șoldului.

Pentru viteza de $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, mișcarea de abducție prezintă valori mai ridicate la băieți pe piciorul dominant și anume $101.17 \pm 16.45\%$. Oboseala în timpul mișcării este ridicată în rândul băieților care au un procentaj de $39.45 \pm 2.46\%$ pentru piciorul nondominant al adducției, pe când fetele prezintă un grad mai mare de oboseală pe mișcarea de abducție 35.27 ± 17.93 . Valorile raportului agonist-antagonist atât pentru băieți, cât și pentru fete prezintă valori superioare pentru piciorul dominant (fete – $113.35 \pm 54.42\%$ și băieți $90.32 \pm 9.09\%$) comparativ cu piciorul nondominant (fete – $88.7 \pm 18.82\%$, băieți $78.52 \pm 10.05\%$). Valoarea maximă exprimată în procente pentru acest raport a fost realizată la nivelul vitezei $300^\circ/\text{sec}^{-1}$ (194%) – piciorul dominant subiectul M.I. și valoarea minimă (65.8%) pentru piciorul nondominant, subiectul B.O.

Creșterea vitezei de execuție la $450^\circ/\text{sec}^{-1}$, ne oferă următoarea caracterizare izokinetică pentru băieți și fete: vârful de forță maximă la fete prezintă aceeași medie 90.72% , atât pentru picior dominant și nondominant, băieții prezintă valori mai ridicate pentru piciorul dominant $94.57 \pm 24.53\%$. Oboseala în timpul mișcării la fete pentru piciorul dominant și nondominant este apropiată de cea înregistrată la băieți. Oboseala pe mișcarea de abducție prezintă valori ridicate pentru băieți $49.05 \pm 3.19\%$ pentru piciorul nondominant. Evaluarea raportului agonist-antagonist a mișcării de abducției-adducției șoldului prezintă următoarele valori inferioare valorilor de referință prezentate astfel: sportiva M.I. la viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$ prezintă un raport de 45.6% pentru piciorul dominant și 40% pentru piciorul nondominant. Din analiza individualizată a raportului agonist-antagonist, am constatat faptul că subiectul M.I. prezintă o predispoziție la apariția unor accidentări musculare la nivelul acestei mișcării evaluate. Din analiza rezultatelor înregistrate de băieți, am observat că subiectul B.O. prezintă valori scăzute la viteza de execuție de $450^\circ/\text{sec}^{-1}$ a raportului agonist-

antagonist, atât pentru piciorul dominant, cât și cel nondominant, acest aspect fiind determinat de o refacere incompletă după antrenament.

e) Rotația internă/externă a șoldului: e1 ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$), e2 ($300^\circ/\text{sec}^{-1}$), e3 ($450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

În urma aplicării mediei aritmetice și a abaterii standard asupra raportului agonist-antagonist pentru rotația internă și externă am observat următoarele aspecte:

Pentru viteza $180^\circ/\text{sec}^{-1}$, valoarea cea mai ridicată a vârfului de forță maximă este prezentă la fete pe piciorul nondominant ($108.02 \pm 18.57\%$). Oboseala în momentul executării mișcărilor are procentajul cel mai mare la piciorul dominant pentru băieți $37.77 \pm 14.22\%$. La nivelul raportului agonist-antagonist, fetele prezintă media de $87.75 \pm 25.44\%$ pe piciorul dominant și $68.45 \pm 11.79\%$ pe piciorul nondominant. Băieții prezintă valori superioare față de fete la raportul agonist-antagonist, $94.97 \pm 16.79\%$ (picior dominant) și $101.57 \pm 34.19\%$ pentru nondominant. Atât pentru piciorul dominant, cât și pentru piciorul nondominant, raportul agonist-antagonist al rotatorilor interni și externi prezintă o tendință de creștere odată cu modificarea vitezelor de execuție.

La $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, raportul agonist antagonist prezintă valori apropiate, atât pentru piciorul dominant ($111.4 \pm 9.09\%$), cât și pentru piciorul nondominant ($109.37 \pm 22.08\%$) la băieți. Fetele înregistrează valori superioare pentru raportul agonist-antagonist pentru piciorul dominant $105 \pm 25.17\%$ și $86.65 \pm 9.18\%$. Valorile vârfului de forță maximă, cât și a oboselii în timpul execuției, sunt la valori apropiate atât pentru fete, cât și pentru băieți.

Viteza de $450^\circ/\text{sec}^{-1}$ prezintă valori ridicate pentru raportul agonist-antagonist la nivelul piciorului dominant ($116.05 \pm 22.56\%$) al fetelor, dar și pentru băieți ($103.17 \pm 16.18\%$). Valoarea minimă pentru cele trei viteze testate este întâlnită la nivelul piciorului nondominant (45.7%) pentru viteza de $450^\circ/\text{sec}^{-1}$, valoarea maximă fiind prezentă la piciorul nondominant (151.6%), acest aspect indicând un lucru mai intens al rotatorilor interni-externi pentru piciorul nondominant. Oboseala în timpul mișcării este mai accentuată la fete $35.05 \pm 8.75\%$ comparativ cu băieții, care au valori constante atât, pentru piciorul dominant cât și nondominant. Din punct de vedere al raportului „concentric-concentric, rotația internă-externă cu valoarea de 80% înseamnă că rotatorii externii sunt doar 80% din extensori, iar pe de altă parte, rotatorii interni sunt 20% mai puternici decât rotatorii externi” [85]. Raportul agonist-antagonist a rotatorilor interni și externi pentru piciorul dominant (drept) prezintă valori superioare, comparativ cu piciorul nondominant pentru toate cele trei viteze de execuție testate.

3.7.6. Analiza relațiilor bivariante ale piciorului de atac între extensia genunchiului și flexia șoldului din poziția de clinostatism) și piciorul de remorcă (abducția șoldului /rotatorii interni ai șoldului)

În cadrul acestui subcapitol am încercat să evidențiem existența corelație dintre piciorul dominant (piciorul de atac) și nondominant (piciorul de remorcă) cu ajutorul coeficientului de corelație r Pearson pentru fiecare viteză de lucru testată prin intermediul variabilei (raportul agonist-antagonist), determinantă de aparatul izokinetic Biodex. Coeficientul de corelație Pearson a fost realizat între: extensia genunchiului și flexia șoldului din poziția de clinostatism pentru piciorul dominant, respectiv abducția șoldului și rotatorilor interni ai șoldului piciorului nondominant

Ipotezele de studiu: extensia genunchiului și flexia șoldului din poziția de clinostatism pentru piciorul dominant

H₀. Nu există o relație de corelație bivariată între raportul agonist-antagonist al extensie genunchiului și flexie la nivelul șoldului pentru piciorul dominant la fete și băieți.

H₁. Există o relație de corelație bivariată între raportul agonist-antagonist al extensie genunchiului și flexie la nivelul șoldului pentru piciorul dominant la fete și băieți.

Potrivit rezultatelor Tabelului 240, ipoteza de lucru (H₀) este respinsă și se acceptă H₁ pentru valorile coeficientului de corelație pentru extensia genunchiului și flexia șoldului la fete existând astfel o relație între cele două variabile. Ca urmare a analizei statistice, putem observa faptul că pentru băieți nu există nicio relație de corelație între abducția șoldului și rotatorii interni ai șoldului, dar și între extensia genunchiului și flexia șoldului. Cercetarea actuală oferă informații privind lucrul singular a raportului agonist-antagonist în relație cu mișcarea executată, acest considerent fiind asociat cu lipsa corelației dintre mișcărilor testate pentru membrul inferior, atât pentru piciorul de atac, cât și pentru piciorul de remorcă.

În urma acestor date, am formulat unele recomandări privind îmbunătățirea dinamicii funcționale individuale a membrului inferior privind corectarea deficitului dintre raportul agonist-antagonist:

- Flexie-extensie genunchi – subiectul E.P. necesită o intervenție adaptată bicepsului femural, pe când asupra subiecților C.I., G.C., B.O. trebuie să se acționeze cu mijloace pentru creșterea forței mușchiului cvadriceps.

- Flexie dorsală și plantară a gleznei – subiecții M.I. și A.T. prezintă valori scăzute a raportului agonist-antagonist pentru acest segment evaluat și necesită intervenție dirijată pe îmbunătățirea forței flexie plantare a gleznei.

- Abducția-adducția șoldului – Subiectul M.I. necesită o reechilibrare a raportului agonist –antagonist prin mijloace specifice, iar la nivelul grupului de subiecți testați, mișcarea de abducție este mai slabă decât adducția.

- Flexia-extensia șoldului din culcat dorsal – Subiectul E.P. prezintă dominanță de forță pe mișcarea de extensie în raport cu flexia fiind recomandate mijloace dinamice de activare a flexiei, iar subiectul C.I. prezintă valori ale raportului agonist-antagonist sub valorile de referință.

- Rotatorii interni-externi ai șoldului prezintă valori ridicate, atât pentru fete, cât și pentru băieți, fiind recomandată o activare permanentă a grupelor musculare care realizează această mișcare.

3.7.7. Interpretarea statistico-matematică a rezultatelor la testările inițiale cu aparatul Optojump Next TM (Microgate)

Prin intermediul acestei testări am dorit să determinăm nivelul capacității de putere anaerobe a membrelor inferioare pentru subiecții cercetării, practicanți ai probelor de garduri. Acest test poate să determine capacitatea sportivului de a menține un efort de 15 secunde în raport cu nivelul de pregătire. Rezultatele obținute prin parcurgerea acestei testări au pus în evidență următoarele aspecte:

- timpul de zbor este mai mare în rândul băieților comparativ cu fetele;

- înălțimea zborului prezintă diferențe între fete și băieți, acest aspect determinând astfel prima secvență a potențialului de forță explozivă a subiecților cercetați;

- puterea săriturilor exprimată de capacitatea specifică individuală a membrilor inferioare de a utiliza energia mecanică către sarcina de lucru predefinită, iar la nivelul studiului aplicat observăm diferențe între fete și băieți, în favoarea celor din urmă; din analiza performanțelor fetelor și băieților, am observat faptul că fetele prezintă diferențe între puterea săriturii și înălțimea zborului, fapt remarcat și de autorii Mihai & Graur (2017, p.2299). Acest aspect îl putem remarca la sportivele A.T. și M.I. din cadrul cercetării de bază la momentul inițial al acesteia;

- prezența diferențelor între fete și băieți poate fi constatată și din metodologia aplicată diferitelor grupe de vârstă, conform căreia „activitatea redusă a copiilor aflați în prepubertate este determinată de eforturilor intense” (Ratel și alții, 2002) citat de Cular et al (2018, p.5) lucru remarcat și de către noi, în urma analizei mediei și a abaterii standard a fiecărui subiect implicat în testarea inițială; utilitatea antrenamentelor compensatorii axate pe dezvoltarea forței explozive prin mijloace pliometrice poate să contribuie la creșterea valorilor variabilelor testate și implicit să se realizeze o conexiune intramusculară la nivelul membrului inferior în probele de garduri prin dezvoltarea forței reactive.

3.8. Programe de antrenament compensatorii pentru lucrul articular și reechilibrare musculară a membrului inferior, implementate pe perioada experimentului de bază la subiecții practicanți ai probelor de garduri.

Mijloacele utilizate în cadrul protocolului de antrenament compensator pentru îmbunătățirea raportului agonist-antagonist a membrului inferior au cuprins următoarele mijloace: exercițiile pliometrice, exercițiile proprioceptive și de facilitare neuromusculară proprioceptivă, exercițiile de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste și exercițiile cu benzi elastice, exerciții pentru educarea/dezvoltarea ritmului. Protocelele de antrenament le-am conceput astfel încât să respectăm indicația conform căreia, mijloacele de instruire trebuie să „se adreseze tuturor grupelor musculare și a echilibrului de forță, de aceea multe dintre accidentări sunt rezultatul dezechilibrului musculaturii antagoniste”[86].

Antrenamentul compensator specific membrului inferior s-a programat pe durata a 20 de săptămâni, în intervalul ianuarie-mai 2018 (Tabelul 245). În săptămânile 1-4 am efectuat câte 4 antrenamente săptămânal, săptămânile 5-12 și 16-20 am efectuat 5 antrenamente săptămânal, iar în săptămânile 13-15, am desfășurat câte 3 antrenamente săptămânale (perioada de tranziție). Pe durata celor 20 de săptămâni de antrenament compensator, am efectuat 90 de sesiuni de antrenament, reprezentând un total de 164 de ore și 10 minute.



Repartizarea numărului de ore s-a realizat astfel: modulul 1 cuprinde antrenamentul pliometric, cu benzi elastic și proprioceptiv+facilitare neuromusculară proprioceptivă, având durata de 18 ore și 56 minute; modulul 2 cuprinde antrenamentul pliometric, cu benzi elastice, proprioceptive+facilitare neuromusculară proprioceptivă, mozaic de educare ritmului în probele de garduri cu durata cumulate de 43 ore și 46 minute; modulul 3 are în componența sa antrenamente pliometrice, benzi elastice, mozaic și de educare a ritmului în probele de garduri, cu durata total cumulată de 37 ore și 6 de minute; modulul 4 include antrenamente cu benzi elastic, exerciții de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste și pliometrice (17 ore și 8 minute); modulul 5 utilizează antrenamente cu benzi elastic, exerciții de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste, de educare a ritmului în probele de garduri și pliometrice (47 ore și 13 minute). Intervenția aplicată grupei de sportivi reprezintă procentual 32% din volumul de ore de antrenament planificare anual (Figura 113).




Tabel 5. Repartizarea antrenamentelor (modulelor) compensatorii pentru musculatura membrului inferior.




Conținuturi	Ian	Feb	Mar	Apr	Mai	Total
Perioade	PPrI	PPrC	PCP	T	PPrP	5
Număr de sesiuni antrenamente compensator	16	20	20	9	25	90
Nr. Săptămâni	4	4	4	3	5	20
Nr.ore de pregătire /săptămână	18h56'	43h46'40"	37h06'40"	17h8'	47h13'20"	164h10'40"

PPrI - Perioada Pregătitoare de iarnă (modul 1); PPrC – Perioada Precompetițională; PCP - Perioada Competițională de primăvară modul (2-3); T-tranziție (modului 4); PPrP - Perioada Pregătitoare de primăvară (modulul 5).

Tabelul 6. Secvență din cadrul programului compensator de mijloace cu mini benzi elastice de rezistență pentru ameliorarea raportului agonist-antagonist a membrul inferior - (ianuarie-mai 2018)

Mijloace cu benzi elastice	Poziționarea benzii elastice	Musculatura implicată în mișcare	Dozare antrenament	Pauză între serii
Flexia gambei pe coapsă cu menținere în izometrie 	La nivelul gleznei	Biceps femural	Lucru bilateral 10 repetări x 3 sec pe fiecare repetare, 3 serii	10"
Flexia coapsei pe bazin cu banda elastică cu menținere în izometrie 	La nivelul tălpii	Cvadricepsul	Lucru bilateral 10 repetări x 3 secunde pe fiecare repetare, 3 serii	10"
Semi - genuflexiuni cu banda elastică finalizate cu săritură pe verticală.	La nivelul genunchilor	Cvadricepsul	Lucru bilateral 10 repetări x 3	10"



Mijloace cu benzi elastice	Poziționarea benzii elastice	Musculatura implicată în mișcare	Dozare antrenament	Pauză între serii
 <p>Figura 3. Semi-genuflexiuni cu săritură pe verticală</p>			secunde pe fiecare repetare 3 serii	
<p>Abducția/adducția șoldului cu banda elastică, cu menținere în izometrie pe mișcarea de abducție.</p>  <p>Figura 4. Abducția /adducția șoldului</p>	La nivelul genunchilor	Abductorii coapsei	Lucru bilateral 10 repetări x 3 secunde pe fiecare repetare 3 serii	10"
<p>Împingerea piciorului îndoit cu talpa orientată spre în sus, cu banda de rezistență, cu menținere în izometrie a piciorului</p>  <p>Figura 5. Împingerea piciorului îndoit cu talpa orientată spre în sus</p>	nivelul genunchilor	Biceps femural	Lucru bilateral 10 repetări x 3 secunde pe fiecare repetare 3 serii	10"


Mijloace cu benzi elastice	Poziționarea benzii elastice	Musculatura implicată în mișcare	Dozare antrenament	Pauză între serii
<p>Din poziția culcat lateral, rotație externă cu banda elastică cu menținere</p>  <p>Figura 6. Rotația externă a șoldului</p>	La nivelul genunchilor	Adductorii coapsei	Lucru bilateral 10 repetări x 3 secunde pe fiecare repetare 3 serii	10"
<p>Din poziția culcat ridicarea succesivă a piciorului drept și stâng cu menținere în izometrie pe fiecare mișcare.</p>  <p>Figura 7. Ridicarea succesivă a piciorului drept și stâng</p>	La nivelul gleznelor	Biceps femural	Lucru bilateral 10 repetări x 3 secunde pe fiecare repetare 3 serii	10"
<p>Din poziția culcat lateral abducția-adducția coapsei cu banda elastică</p>  <p>Figura 8. Abducția-adducția coapsei cu banda elastică</p>	La nivelul genunchiului	Adductorii coapsei	Lucru bilateral 10 repetări x 3 secunde pe fiecare repetare 3 serii	10"
Total minute alocate antrenamentului compensator cu benzi elastice = 32'			22'	10'


Tabelul 7. Timpul efectiv de lucru pentru fiecare modul de antrenament compensator pentru mijloacele cu benzi elastice

Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul I	512'
Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul II	640'
Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul III	640'
Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul IV	288'
Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul V	800'
Timpul total alocat mijloacelor care folosesc benzile elastic	2880'/48h

Tabelul 8. Secvențe ale programului compensator de restabilire a echilibrului raportului agonist-antagonist prin mijloace de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste a membrului inferior - aprilie, mai 2018 perioada de tranziție și pregătitoare de primăvară

Mijloace de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste	Musculatura Implicată	Dozare pe antrenament	Pauză între serii
<p>Pășire cu piciorul stâng pe ladă cu ridicare utilizând banda elastică de rezistență, concomitent cu ducerea piciorului opus întins spre înapoi.</p>  <p>Figura 9. Pășire pe lada de gimnastică cu banda elastică</p>	Cvadriceps/ biceps femural	lucru bilateral 10 repetări x 3 secunde pe fiecare repetare, 3 serii	10''
<p>Din poziția culcat ventral cu brațele întinse spre înaintea, sportivul prinde gleznelor partenerului poziționat în picioare la capătul saltelei. La comanda antrenorului, sportivul execută flexia gambei pe coapsă, urmată de menținere 5 secunde. În timp ce sportivul opune rezistență, profesorul trage ușor picioarele prin menținerea tensiunii musculare.</p>  <p>Figura 10. Din culcat ventral menținerea tensionată a musculaturii posterioare a piciorului</p>	Biceps femural	4 repetări x 5 secunde pe fiecare repetare, 2 serii	10''

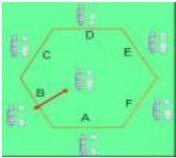
Mijloace de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste	Musculatura Implicată	Dozare pe antrenament	Pauză între serii
<p>Din poziția culcat dorsal cu brațele întinse spre înainte, sportivul prinde gleznelor partenerului poziționat în picioare la capătul saltelei. La comanda antrenorului, sportivul execută flexia coapsei pe trunchi, urmată de menținere 5 secunde. În timp ce sportivul opune rezistență, profesorul trage ușor picioarele prin menținerea tensiunii musculare.</p>  <p>Figura 11. Din culcat dorsal menținerea tensionată a musculaturii posterioare a piciorului</p>	Cvadriceps	4 repetări x 5 secunde pe fiecare repetare, 2 serii	10''
<p>Din poziția stând pe omoplați, brațele întinse în lateral, piciorul drept pe mingea bosu întoarsă, piciorul stâng execută mișcarea de abducție și rotație a șoldului spre exterior după Chu & Myer (2013, p.50)</p>	Abductorii coapsei și rotatorii externi ai șoldului	Lucru bilateral 10 repetări x 2 secunde pentru fiecare execuție 3 serii	10''
<p>Din poziția pe genunchi, brațele în lateral îndoite, sportivul este ținut de glezne de către antrenor. Progresiv acesta înclină trunchiul spre înainte, simțind o tensionare a bicepsului femural (exercițiul nordic pentru biceps femural).</p>	Contrația excentrică a bicepsului femural	4 repetări 2 serii	20''
<p>Din poziția stând pe mingea bosu, cu banda elastică de rezistență poziționată la nivelul gleznei, sportivul execută abducția/adducția șoldului</p>	Abductorii coapsei	Lucru bilateral 10 repetări x 3 secunde menținere 3 serii	10''

Mijloace de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste	Musculatura Implicată	Dozare pe antrenament	Pauză între serii
<p>Din poziția sprijin ventral împingerea piciorului stâng spre înapoi și revenire în poziția inițială</p>  <p>Figura 12. Abducția-adducția coapsei</p>	Biceps femural	<p>Lucru bilateral</p> <p>10 repetări / 2 secunde pentru fiecare execuție</p> <p>3 serii</p>	10''
<p>Exercițiul „Copenhagen” pentru adductori</p> <p>„Din sprijin pe antebraț pe partea dreaptă, profesorul ridică piciorul stâng și îl imobilizează cu ambele brațe de coapsă și de gleznă. Sportivul execută abducție cu coborârea laterală a trunchiului și adducția piciorului prin contracție excentrică. Adductorii piciorului imobilizat lucrează excentric”[88].</p>	Adductorii coapsei	<p>Lucru bilateral</p> <p>6 repetări</p> <p>3 serii</p> <p>(20 secunde /serie)</p>	10''
<p>„Genuflexiuni pe un picior asistat de partener” Chu & Myer (2013, p.44).</p>	Cvadriceps	<p>Lucru bilateral</p> <p>10 repetări / 2'' fiecare execuție</p> <p>3 serii</p>	10''
Total minute/sesiune alocate antrenamentului compensator alternare a musculaturii agoniste-antagoniste a membrului inferior = 28'		21'20''	7'40''

Tabel 9. Timpul efectiv de lucru pentru fiecare modul de antrenament compensator pentru mijloacele specifice alternării musculaturii agoniste-antagoniste.

Timp efectiv de lucru cu antrenamentul compensator cu mijloace de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste pentru Modulul IV	560'
Timp efectiv de lucru cu antrenamentul compensator cu mijloace de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste pentru Modulul V	700'
Timpul total alocat mijloacelor alternării musculaturii agoniste-antagoniste	1260' / 21h


Tabelul 10. Secvențe ale programului compensator de restabilire a echilibrului raportului agonist-antagonist prin mijloace pliometrice pentru acomodarea membrului inferior cu tehnica și contactul corect cu solul după Bompă citat de Balint (2003, p.85) - perioada de desfășurare (ianuarie 2018)

Mijloace pliometrice	Nivel de intensitate	Dozare antrenament	Total repetări pe lecția de antrenament	Pauză între serii
„Sărituri pe ambele picioare (Pogo)” [89]	3	20 repetări x 2 serii (60’)	40 de repetări	2 min
„Săritura laterală a patinatorului de pe un picior pe altul”[89]	3	Lucru bilateral 12 sărituri 2 serii (30’)	24 de repetări pe piciorul drept/stang	2 min
Sărituri laterale pe ambele picioare	3	20 sărituri x 2 serii (60’)	40 de repetări pe piciorul drept/stang	2 min
Sărituri în afara și interiorul hexagonului 	3	18 repetări x 2 serii (60’)	36 de repetări	3 min
Din poziția stând cu genunchii îndoiți, sărituri cu răsucirea întregului corp (dreapta –stânga)	3	20 sărituri x 2 serii (60’)	40 repetări	2 min
Fandări cu săritură pe verticală	3	Lucru bilateral 10 repetări x 2 serii (30’)	20 repetări	2 min
Total minute/sesiune pentru antrenamentul pliometrice pentru membrul inferior=19’	3	5’	200 repetări/ Contacte cu solul	14’

Tabel 11. Timpul efectiv de lucru pentru fiecare modul de antrenament compensator – mijloace pliometrice pentru acomodarea membrului inferior cu tehnica și contactul corect cu solul

Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul I de acomodare	304’
Timpul total alocat mijloacelor pliometrice de acomodare	304’/5h4’


Tabelul 12. Program compensator de restabilire a echilibrului raportului agonist-antagonist prin mijloace pliometrice membrului inferior adaptat după Bompă citat de Balint (2003, p.85) - perioada de desfășurare (februarie, martie, mai 2018).

Mijloace pliometrice	Nivel de intensitate	Dozare	Total repetări pe lecția de antrenament	Pauză între serii
Din poziția stând lateral cu piciorul stâng pe ladă, sportivul execută sărituri laterale pe verticală cu schimbarea alternativă a piciorului de sprijin pe ladă	3	Lucru bilateral 30 secunde x 3 serii	60 repetări	2'
Stând cu piciorul drept pe lada (înălțimea de 12 inch), sportivul împinge în piciorul drept de pe ladă pe verticală și aterizează în poziția de start	3	Lucru bilateral 20 secunde x 2 serii	60 repetări	1'
Sărituri peste conuri, cu menținerea poziției de semigenuflexiune la aterizare (18 inch) Chu & Myer (2013, p.223)	3	Lucru unilateral 10 repetări (20 secunde) X 2 serii	20 repetări	1'
Din poziția stând pe un picior, sportivul execută sărituri peste garduri (10 garduri)	3	Lucru unilateral 10 repetări pe fiecare picior X 3 serii	60 repetări	1'
Din poziția ghemuit săritură în poziția de semigenuflexiune pe ambele picioare urmată de desprindere și aterizare pe ambele picioare și aterizare după ladă 	3	Lucru unilateral 10 repetări x 2 serii (30 secunde)	20 repetări	1
Total minute și repetări pentru antrenamentul compensator cu mijloace pliometrice pentru membrul inferior	3	5'	220 repetări/ Contacte cu solul	20'

Tabelul 13. Timpul efectiv de lucru pentru fiecare modul de antrenament compensator – mijloace pliometrice

Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul II	500'
Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul III	500'
Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul V	625'
Timpul total alocat mijloacelor pliometrice	1625'/27h5'

Tabelul 14. Secvența programului compensator „mozaic” cu mijloace (pliometrice, izometrice, proprioceptive și de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste) pentru restabilirea echilibrului raportului agonist-antagonist membrului inferior - perioada de desfășurare (februarie, martie 2018)

Antrenament mozaic – mijloace (pliometrice, izometrice, proprioceptive și de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste)	Grupe musculare implicate	Dozare antrenament	Pauză între serii
<p>Din poziția stând cu banda elastică în tensiune activarea poziție de impulsie (tripla extensie) și menținerea piciorului de atac îndoit în izometrie – 2 secunde</p>  <p>Figura 15. Lanțul cinetic deschis al triplei extensii/ flexii</p>	Cvadriceps Biceps femural și gastrocnemian	Lucru bilateral 10 repetări x 3 serii (20 secunde) Serie	30''
<p>Exercițiul Copenhagen pentru adductori Din sprijin pe antebraț pe partea dreaptă, profesorul ridică piciorul stâng, immobilizând cu ambele brațe genunchiul și de glezna. Sportivul execută abducție cu coborârea laterală a trunchiului și adducția piciorului prin contracție excentrică. Adductorii piciorului immobilizat lucrează excentric</p>	Adductorii coapsei	Lucru bilateral 6 repetări 3 serii (10sec/serie)	10''
<p>Din poziția pe genunchi, brațele în lateral îndoite, sportivul este ținut de glezne de către antrenor. Progresiv acesta înclină trunchiul spre înainte simțindu-se o tensionare a bicepsului femural (exercițiul nordic pentru biceps femural).</p>	Contractia excentrică a bicepsului femural	4 repetări 2 serii	20''
<p>Stând cu piciorul drept pe lada (înălțimea de 12 inch), sportivul îmginge în piciorul drept de pe ladă pe verticală și aterizează în poziția de start.</p>	Cvadriceps Tibial anterior	Lucru bilateral 20 repetări x 2 serii	2'
<p>Din poziția stând pe mingea bosu cu banda elastică la nivelul gleznelor, sportivul execută abducția-adducția coapsei cu menținere în izometrie pe mișcarea de abducție.</p>	Adductorii coapsei	Lucru bilateral 10 repetări x 3 serii (30 secunde)	10''
<p>Din poziția stând pe un picior drept îndoit, sportivul execută o fandare spre înapoi cu revenire și</p>	Cvadriceps Biceps femural	Lucru bilateral 10 repetări x 3	1'

Antrenament mozaic – mijloace (pliometrice, izometrice, proprioceptive și de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste)	Grupe musculare implicate	Dozare antrenament	Pauză între serii
finalizată cu săritură pe piciorul de sprijin (stâng)	Gastrognemian	serii (20 secunde)	
Total minute alocate antrenamentului compensator mozaic pentru echilibrarea musculaturii agoniste-antagoniste a membrului inferior = 26'		10'20"	15'40"

Tabelul 15. Timpul efectiv de lucru pentru fiecare modul de antrenament compensator tip „mozaic”

Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul II	520'
Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul III	520'
Timpul total alocat antrenamentului mozaic	1040'/ 17h20'


Tabelul 16. Secvență program compensator de restabilire a echilibrului raportului agonist-antagonist membrului inferior prin mijloace proprioceptive și de facilitare neuromusculară proprioceptivă- perioada de desfășurare (ianuarie, februarie, aprilie 2018)

Mijloace proprioceptive și de facilitare neuromusculară proprioceptive	Mișcarea/ musculatură implicată	Total repetări pe lecția de antrenament	Pauză între serii
Exercițiu proprioceptiv pentru activarea piciorului de remorcă. „Din poziția sprijin cu palmele pe mingea bosu întoarsă și cu picioarele întinse pe mingea swiss, sportivul execută mișcarea de activare a piciorului de remorcă prin abducția și rotația internă a șoldului”. Exercițiu adaptat după Romero-Franco, N., Martínez-Amat, A., Martínez-López, E.J. (2013, p.442)	Abductori și rotația internă a șoldului	Lucru unilateral 30" x 3 serii	10"
Mijloc de facilitare neuromusculară proprioceptivă pentru biceps femural Cu ajutorul antrenorului și a benzii elastice, sportivul execută în faza 1 stretching pasiv pe durata de 10 secunde urmat de contracția izometrică a agonistului, moment în care sportivul împinge călcâiul către antrenor care susține blocat piciorul. În faza a 3-a, antrenorul mărește progresiv gradul de mișcare a piciorului întins spre trunchiul sportivului urmată de o menținere de 10 secunde.	Biceps femural	Lucru unilateral Faza 1- menținere 10" Faza 2 – Menținere 10" Faza 3 – menținere 10" Faza (1,2,3)x2 serii pe fiecare segment	10"



Figura 16. Tehnică FNP Biceps femural

Mijloace proprioceptive și de facilitare neuromusculară proprioceptive	Mișcarea/ musculatură implicată	Total repetări pe lecția de antrenament	Pauză între serii
<p>Exercițiu proprioceptiv pentru activarea piciorului de atac „Sprijin pe un picior pe mingea bosu întoarsă, piciorul liber execută flexia genunchiului și a șoldului cu menținere 2 secunde urmată de poziționarea spre înapoi a piciorului în poziția de triplă extensie cu imitarea mișcării de atac a gardului” după Romero-Franco, N., Martínez-Amat, A., Martínez-López, E.J. (2013, p.442).</p>	Flexia/ extensia genunchiului	Lucru unilateral 30" x 3 serii	10"
<p>Exerciții de facilitare neuromusculară proprioceptivă pentru cvadricpes</p> <p>Mobilizarea musculaturii cvadricepsului este realizată de către antrenor și sportiv prin intermediul benzilor elastice. În prima fază sportivul execută stretchingul pasiv cu menținere 10 secunde, urmată de o contracție izometrică realizată prin aplicarea unei rezistențe din partea antrenorului timp de 10 secunde. În ultima etapă sportivul execută stretchingul pasiv cu mărirea progresivă a gradului de flexibilitate a cvadricepsului cu menținere de 10 secunde.</p>  <p>Figura 17. Tehnică FNP Cvadriceps</p>	cvadriceps	<p>Lucru unilateral</p> <p>Faza 1- menținere 10"</p> <p>Faza 2 – Menținere 10"</p> <p>Faza 3 – menținere 10"</p> <p>(Faza 1,2,3)x2 serii pe fiecare segment</p>	10"
<p>Din poziția stând sportivul execută pășire pe mingile bosu și trecere peste garduri cu piciorul de atac și de remorcă (5 garduri+5 mingi bosu)</p>	Articulația gleznei, genunchiului, șoldului	Lucru bilateral 5 repetări x 3 serii	10"
<p>Mijloc de facilitare neuromusculară proprioceptivă pentru adductorii coapsei</p> <p>Mobilizarea musculaturii pentru adductorii coapsei este realizată de către antrenor și sportiv prin intermediul benzilor elastice. În prima fază, sportivul execută stretchingul pasiv cu menținere 10 secunde, urmată de o contracție izometrică realizată prin aplicarea unei rezistențe din partea antrenorului timp de 10 secunde. În ultima etapă, sportivul execută stretchingul pasiv cu mărirea progresivă a gradului de flexibilitate a cvadricepsului cu menținere de 10</p>	Aductorii coapsei	<p>Lucru unilateral</p> <p>Faza 1- menținere 10"</p> <p>Faza 2 – Menținere 10"</p> <p>Faza 3 – menținere 10"</p>	10"

Mijloace proprioceptive și de facilitare neuromusculară proprioceptive	Mișcarea/ musculatură implicată	Total repetări pe lecția de antrenament	Pauză între serii
secunde. 		Faza (1,2,3)x2 serii pe fiecare segment	
Sprijin la perete cu un picior poziționat pe perna de echilibru, sportivul execută cu piciorul liber mișcarea de trecere a gardului cu piciorul de remorcă. Idem pentru piciorul de atac.	Articulația gleznei, genunchiului, șoldului	Lucru bilateral 15 repetări piciorul de remorcă / atac x 3 serii	10"
Total minute alocate antrenamentului proprioceptiv și de facilitare neuromusculară proprioceptivă pentru echilibrarea musculaturii agoniste-antagoniste a membrului inferior = 20'		16'	4'

Tabelul 17. Timpul efectiv de lucru pentru fiecare modul de antrenament compensator – mijloace proprioceptive cu mingea bosu și facilitare neuromusculară proprioceptivă

Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul I	320'
Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul II	400'
Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul IV	180'
Timpul total alocat mijloacelor pliometrice	900' / 15h

Tabel 18. Secvență program compensator de educare/dezvoltarea ritmului în probele de garduri - perioada de desfășurare (februarie, martie, mai 2018)

Mijloace pentru educarea-dezvoltarea ritmului în probele de garduri	Total repetări pe lecția de antrenament	Pauză între serii
Plecare din bloc-start la semnalul auditiv al antrenorului și trecere peste 4 garduri (înălțimea gardului pentru băieți 0.762m și fete 0.680m iar distanța între garduri 7.7 m)[90].	2 repetări x 4 garduri x 2 serii	Pauză între repetări 3' și între serii 5'
Plecare din bloc-start la semnalul auditiv al antrenorului și trecere peste 4 garduri, înălțimea gardului pentru băieți fiind de 0.762m și pentru fete 0.680m (a) 3 pași/b) 3 pași/c) 5 pași). distanța de la primul la al doilea gard pentru fete este de 7.80m și băieți 8.3m). distanța de la al doilea la al treilea gard pentru fete este de	2 repetări x 4 garduri x o serie	Pauză între repetări 3' și între serii 5'

Mijloace pentru educarea-dezvoltarea ritmului în probele de garduri	Total repetări pe lecția de antrenament	Pauză între serii
7.80m și băieți 8.3m). distanța de la al treilea gard la al patrulea gard pentru fete este de 11m și băieți 12.5m).		
Plecare din bloc-start la semnalul auditiv al antrenorului și trecere peste 4 garduri, înălțimea gardului pentru băieți fiind de 0.762m și pentru fete 0.680m (a) 5 pași/b) 3 pași/c) 3 pași). distanța de la al treilea gard la al patrulea gard pentru fete este de 11m și băieți 12.5m). distanța de la primul la al doilea gard pentru fete este de 7.80m și băieți 8.3m). distanța de la al doilea la al treilea gard pentru fete este de 7.80m și băieți 8.3m)[87].	2 repetări x 4 garduri x o serie	Pauză între repetări 3' și între serii 5'
Total minute alocate antrenamentului pentru educarea ritmului în probele de garduri = 28'20"	1'20"	27'

Tabelul 19. Timpul efectiv de lucru pentru fiecare modul de antrenament compensator – mijloace pentru educarea ritmului în probele de garduri.

Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul II	566'40"
Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul III	566'40"
Timp efectiv de lucru pe antrenament pentru Modulul V	708'20"
Timpul total alocat mijloacelor pentru educarea ritmului în probele de garduri	1841'40" 30h41'40"

Tabelul 20. Timpul total alocat antrenamentelor pliometrice, proprioceptive, facilitare neuromusculară proprioceptivă, de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste a membrului inferior și mozaic pe durata perioadei (Ianuarie-Mai 2018).

Modul	Timpul alocat mijloacelor						Total minute
	Benzi elastice	Proprioceptiv și FNP	Mozaic	Alternarea musculaturii agoniste-antagoniste	Pliometrice	Educarea timpoului în probele de garduri	
I	512'	320'			304'		1136'
II	640'	400'	520'		500'	566'40"	2626'40"
III	640'		520'		500'	566'40"	2226'40"
IV	288'	180'		560'			1028'
V	800'			700'	625'	708'20"	2833'20"
Total Minute	2880'	900'	1040'	1260'	1929'	1841'40"	9850'40"
Total ore	48h	15h	17h20'	21h	32h9'	30h41'40"	164h10'40"

3.9. Testările finale funcționale, efectuate în perioada pregătitoare de primăvară asupra membrilor inferioare

Testările finale ale musculaturii membrului inferior s-au efectuat la Clinica Provita București, Departamentul de Kinetoterapie și la sala de atletism de la Școala Generală nr. 190 din București. În primă fază, testarea finală cu ajutorul dinamometrului Biodex System 4 Pro™ de la Departamentul de Kinetoterapie din cadrul Clinicii Provita București, s-a desfășurat în data 07.06.2018, în cadrul perioadei competiționale. Cea de-a doua etapă a testărilor finale, a fost realizată cu ajutorul aparatului Optojump pus la dispoziție de Institutul de Cercetare – Dezvoltare al Universității Transilvania din Brașov, laboratorul – Calitatea vieții și performanței umane, în data de 30.05.2018.

3.9.1. Eșalonarea procedurii de testare finale (etapa II)

Testarea finală a inclus evaluarea potențialului muscular la nivelul membrului inferior cu ajutorul dinamometrului Biodex System 4 Pro™. În cadrul testării finale au fost incluși un număr de șase atleți categoria juniori 3, legitimați la clubul CSM București și un atlet aflat la categoria tineret, legitimat la CSM Onești (tabelul 266).

Ca și în cazul testărilor inițiale, testarea finală a fost adaptată la mișcările articulare specifice efectuate de membrul inferior în probele de garduri. De asemenea, pentru o evaluare completă, pe lângă cele cinci mișcări evaluate la testare inițială, am introdus în completare două mișcări complementare probelor de garduri: eversie/inversie gleznă, flexie/extensie coapsă din poziția stand (Figura 133). Înainte de inițierea testelor, fiecare sportiv a efectuat o încălzire articulară pentru segmentele implicate. În cadrul acestei etape, datorită diferențelor de distanță între sezonul competițional de iarnă și de vară, am efectuat un număr de 8 repetări pentru flexia/extensia

genunchiului și șoldului, abducția/adducția șoldului, rotația internă/externă a șoldului, eversia/inversia gleznei și 16 repetări pentru flexia plantară și dorsoflexia gleznei (tabelul 267).

Tabelul 21. Evaluare izokinetică bilaterală finală a membrului inferior – modul concentric/concentric

Segment/articulații implicate	Viteze testate / nr repetării pentru sezonul de aer liber			Pauza între seturi
FLEXIE/EXTENSIE GENUNCHI	180°/sec ⁻¹ 8 repetări	300°/sec ⁻¹ 8 repetări	450°/sec ⁻¹ 8 repetări	90 sec
FLEXIE DORSALA/ DORSOFLEXIE A GLEZNEI	60°/sec ⁻¹ 16 repetări	120°/sec ⁻¹ 16 repetări	180°/sec ⁻¹ 16 repetări	90 sec
ABDUȚIA /ADDUCȚIA ȘOLD	180°/sec ⁻¹ 8 repetări	300°/sec ⁻¹ 8 repetări	450°/sec ⁻¹ 8 repetări	90 sec
FLEXIE/EXTENSIE ȘOLD DIN POZITIA CULCAT	180°/sec ⁻¹ 8 repetări	300°/sec ⁻¹ 8 repetări	450°/sec ⁻¹ 8 repetări	90 sec
ROTATORII INTERNI / EXTERNI ȘOLD	180°/sec ⁻¹ 8 repetări	300°/sec ⁻¹ 8 repetări	450°/sec ⁻¹ 8 repetări	90 sec
EVERSIE/INVERSIE GLEZNĂ	60°/sec ⁻¹ 16 repetări	120°/sec ⁻¹ 16 repetări	180°/sec ⁻¹ 16 repetări	90 sec
FLEXIE/EXTENSIE ȘOLD DIN POZITIA STAND	180°/sec ⁻¹ 8 repetări	300°/sec ⁻¹ 8 repetări	450°/sec ⁻¹ 8 repetări	90 sec

Observații testarea finală

Participarea atleților M.I. și G.C. la testarea finală nu a fost posibilă datorită recidivării unor accidentări musculare. Ca element de noutate în cadrul testărilor, a fost supus investigațiilor un atlet categoria junior 2 și un atlet model, ajuns la maturitate sportivă, participant la probele de garduri (aflat la categoria tineret) pentru a determina, într-o manieră predictivă, evoluția raportului agonist-antagonist pe durata mai multor ani de pregătire în probele de garduri.

3.9.2. Interpretarea comparativă din punct de vedere statistico-matematică a rezultatelor testării inițiale și finale a membrului inferior cu aparatul Biodex System 4 ProTM și Optojump TX-30.

Această secțiune prezintă rezultatele prelucrate cu ajutorul soft-ului SPSS (version 20; IBM Corporation, Armonk, NY, USA). Analiza statistică a fost realizată prin aplicarea varianței unifactoriale ANOVA pentru a determina existența sau nu a diferențelor semnificative ($p < 0.05$) dintre rezultatele testării inițiale și finale privind raportul agonist-antagonist pentru piciorul dominant și nodominant al:

- flexie/extensie șold ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) – (Anexele 8, 9);
- flexie plantară/dorsoflexie gleznă ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$) – (Anexele 10, 11);
- extensie/flexie genunchi ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) – (Anexele 12, 13);
- abducție/adducție șold ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) – (Anexele 14, 15);
- rotația internă/externă a șoldului ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) – (Anexele 16, 17).

Ipotezele de lucru

H_0 „Evaluarea obiectivă prin mijloace moderne de investigație pune în evidență raportul dintre musculatura agonistă-antagonistă, vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției la nivelul acționării membrului inferior, fapt ce nu va permite optimizarea semnificativă a acestuia, prin parcurgerea unui program compensator conceput pe direcția menționată”.

H_1 „Evaluarea obiectivă prin mijloace moderne de investigației, pune în evidență raportul dintre musculatura agonistă-antagonistă, vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției la nivelul acționării membrului inferior, fapt ce va permite optimizarea semnificativă a acestuia, prin parcurgerea unui program compensator conceput pe direcția menționată”.

a) Analiza comparativă a testărilor inițiale și finale pentru flexia-extensia șoldului ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$).

Tabelul 22. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (T_i) și finale (T_f) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul flexiei șoldului la fete ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate flexie șold	Parametrii izocinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T		E.P		P.M.	
		$T_i\%$	$T_f\%$	$T_i\%$	$T_f\%$	$T_i\%$	$T_f\%$
PD $180^\circ/s$	Vârful de forță maximă	97.6	411.7	149.1	396.8	154.2	317.3
PD $180^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	24.8	27.3	6.2	22.7	7.8	15.5
PND $180^\circ/s$	Vârful de forță maximă	116.1	419.3	120.7	382.6	135.2	218.8
PND $180^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	19.5	18.8	12.2	0.6	6.2	5.7
PD $300^\circ/s$	Vârful de forță maximă	106.5	475.6	129.5	383	120	356.2
PD $300^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	23.4	6.7	21.3	6	23.4	5.4
PND $300^\circ/s$	Vârful de forță maximă	90.4	640.3	98.2	393.1	100	411.9
PND $300^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	20	33.6	43.2	5.5	27.3	23.1
PD $450^\circ/s$	Vârful de forță maximă	122.7	683	138.8	609.8	123.4	633.2
PD $450^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	44	15.8	62.4	54	46.7	43.9
PND $450^\circ/s$	Vârful de forță maximă	99.6	727.7	120.3	406.6	112.2	592.7
PND $450^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	98.3	41.8	131.5	32.9	97.4	34.7

Tabelul 23. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul extensie șoldului - fete ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate flexie șold	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	151.2	545.8	106.6	523	134.2	533.4
PD $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	4.6	7.7	32.4	23.4	22.6	19.7
PND $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	156.2	646.3	146.7	568.7	124.5	603.7
PND $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	21.8	25.7	9.4	1.7	27.2	15.8
PD $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	139.5	542.8	144	450.8	124	304.1
PD $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	22.3	124	4.6	14.8	14.3	40
PND $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	114.3	479.1	114	453.2	112	312.6
PND $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	11.7	25.7	13.5	2.5	16.4	7.9
PD $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	120.9	438.6	135.9	731.1	122.3	512.8
PD $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	10	77.4	15.6	9.5	18	34.7
PND $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	115.6	415	114.4	380.3	131.2	403.5
PND $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	22	24.2	33.8	14.5	14.5	20.6

Tabelul 24. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru raportul agonist-antagonist în timpul flexiei șoldului - fete ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
Flexie PD $180^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	64.5	75.4	139.8	75.9	84.5	70.1
Flexie PND $180^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	74.3	64.9	82.3	67.3	73.9	68.6
Flexie PD $300^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	76.3	87.6	89.9	85	80.2	83.4
Flexie PND $300^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	79	133.6	86.1	86.7	84	99.4
Flexie PD $450^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	101.6	155.7	102.1	83.4	126.4	94.9
Flexie PND $450^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	85.9	174.5	105.1	106.9	123.2	129.6

Tabelul 25. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul flexiei șoldului la băieți ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate flexie șold	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	151.1	212	114	227.4	157	425.5
PD $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	43.7	4.3	31.5	16.4	20.9	18.8
PND $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	94.3	137.6	110.6	220.7	163.4	255.9
PND $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	7.4	24.9	14	43.9	25.9	41.4
PD $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	87.6	251.8	109	204.6	124.1	404.7
PD $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	33.9	4.4	10.1	29.1	23.3	15.3
PND $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	112.7	194.3	116.1	147.6	99.5	516.6
PND $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	30.4	31	30.8	5.6	48.6	19.4
PD $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	121.1	185.1	90.7	144.4	114.6	360.8
PD $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	10.7	25.4	15	2.7	15.1	34.2
PND $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	67.5	249.2	97	146.2	110	307
PND $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	18.4	10.4	18.4	33	41.3	0.3

Tabelul 26. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul extensie șoldului - băieți ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate extensie șold	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	231.5	232.1	83.4	226.7	148.6	534
PD $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	27.6	21.2	2.3	20	4.5	29.1
PND $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	154.9	202.2	96.1	271.1	161.8	612.2
PND $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	21.6	28.6	9.7	1.4	10.7	1.8
PD $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	154.5	193.6	71.8	242.1	123.9	565.4
PD $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	34.2	24.2	40.4	117.3	28.1	3.3
PND $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	151.1	231.6	105.3	190.6	127.6	237.4
PND $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	23.2	35.6	15.6	63.8	18.1	69.5
PD $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	150.3	253.5	93.9	167.1	106.7	433.5
PD $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	18.8	5.2	14.6	68.2	12.7	20.9
PND $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	90.4	176.6	89	184.9	115.6	359.1
PND $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	27.3	25.5	24.4	187.2	19	1.1

Tabelul 27. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru raportul agonist-antagonist în timpul flexiei șoldului - băieți ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		Ti%	Tf%	Ti%	Tf%	Ti%	Tf%
Flexie PD $180^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	65.3	91.3	136.7	100.3	97	79.7
Flexie PND $180^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	60.9	68.1	115.1	81.4	110	73.1
Flexie PD $300^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	56.7	130.1	151.7	84.5	100.2	71.6
Flexie PND $300^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	74.6	83.9	110.2	77.5	77.9	70.1
Flexie PD $450^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	80.6	73	96.5	86.4	107.4	83.2
Flexie PND $450^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	74.7	141.1	109	79.1	95.2	85.5

Din analiza datelor izokinetice putem formula, următoarele îndrumări metodologice ale funcționalității musculare pentru fiecare sportive:

- Subiectul A.T. față de testarea inițială prezintă valori mai ridicate a raportul agonist-antagonist la piciorul dominant (75.4%) comparativ cu piciorul nondominant (64.9%) la viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$. Pe măsură ce mărim vitezele de execuție ($300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$), forța flexorilor prezintă un dezechilibru în raport cu extensorii coapsei, acest fapt reflectând (la viteze superioare) o activitate mai accentuată a cvadricepsului. Recomandăm în această etapă de instruire continuarea antrenamentului compensator post experiment pentru subiectul A.T.
- Rezultatele sportivei E.P., se află între valorile normativelor literaturii de specialitate pentru vitezele inferioare, astfel încât putem observa o activitate eficientă a piciorului dominant în raport cu cel nondominant, dar și o îmbunătățire a raportului de forță pentru flexie-extensie a șoldului.
- La subiectul P.M. se constată o creștere progresivă a raportului agonist în raport cu vitezele de execuție, acest aspect fiind remarcat prin uniformizarea armonioasă a agonistului cu antagonistul.
- Subiectul C.I. prezintă o îmbunătățire a valorilor raportului agonist-antagonist în raport cu testarea inițială la nivelul piciorului nondominant, unde a înregistrat valoarea de 60.9% la testarea inițială și 68.1% la testarea finală pentru viteza de execuție de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$. La $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, valorile inferioare pentru piciorul nondominant au avut un progres substanțial de la 56.7% la 130.1%.
- Raportul agonist-antagonist prezintă un plus de câștig pentru subiectul M.A. și B.O., fiind necesară în continuare o orientare focalizată pe instruirea individualizată a raportului agonist-antagonist dintre cvadriceps și biceps femural, pentru prevenirea dezechilibrelor musculare.

La modul general, raportul agonist-antagonist la viteza e execuție de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$, la rezultatele testărilor finale față de testarea inițială la fete pentru piciorul dominant ($68.66 \pm 12.09\%$) și la băieți pentru piciorul nondominant ($63.76 \pm 20.15\%$), se află la valori cuprinse între datele de referință din literatura de specialitate (65-75%). La nivelul PD înregistrăm o scădere a valorii inițiale testate de $99.66 \pm 39\%$ la $90.43 \pm 10.32\%$ la testarea finală la băieți, iar la fete pentru piciorul nondominant raportul agonist-antagonist ajunge la $55.7 \pm 18.05\%$. Valorile vârfului de forță sunt mai mari pentru extensorii șoldului în raport cu flexorii pentru testarea finală, pe când variabila de oboseală în timpul execuției prezintă valori mai mici în cadrul testării finale.

În urma analizei statistice aplicate am constatat următoarele:

- Datele din tabelele 274 și 275 evidențiază analiza comparativă a membrului inferior (picior dominant și nondominant) pentru flexia/extensia șoldului ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$) între testarea inițială și cea finală, iar rezultatele arată o semnificație statistică, atât pentru fete ($p=0.003$, $p=0.002$, $p=0.0039$, $p=0.0083$), cât și pentru băieți ($p=0.011$, $p=0.015$, $p=0.004$, $p=0.0001$) pentru mișcarea de extensie și pentru cea de flexie, la viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$.
- Analiza bivariată a variabilelor independente testate, a scos în evidență faptul că odată cu trecerea la viteza de $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, există o semnificație statistică pentru fete ($p=0.024$, $p=0.012$, $p=0.035$, $p=0.038$), dar și pentru băieți ($p=0.011$, $p=0.015$, $p=0.004$, $p=0.001$), confirmând astfel ipoteza H_1 și întărind aspectul că implementarea unui program compensator poate crește eficiența și adaptarea musculară la sarcini noi (tabelele 276 și 277).
- Pentru viteza de $450^\circ/\text{sec}^{-1}$ (tabelele 278 și 279), analiza Anova a avut un efect semnificativ în urma aplicării programului compensator asupra flexie/extensiei șoldului, fapt confirmat de valoarea p înregistrată de fete ($p=0.008$, $p=0.004$, $p=0.008$, $p=0.005$) și de băieți ($p=0.006$, $p=0.031$, $p=0.016$, $p=0.022$).

Variabilele dependente testate la $180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$ și $450^\circ/\text{sec}^{-1}$ confirmă ipoteza H_1 și resping ipoteza H_0 . Acest aspect indică faptul că evaluarea obiectivă prin mijloace moderne de investigație, pune în evidență raportul dintre musculatura agonistă-antagonistă, vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției la nivelul acționării membrului inferior, fapt ce permite optimizarea instruirii diferențiate atât pentru fete cât și pentru băieți.

b) Analiza comparativă a testărilor inițiale – finale pentru flexie plantară și dorsoflexie gleznă ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$).

Tabelul 28. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (T_i) și finale (T_f) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției pentru dorsoflexia gleznei - fete ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		Tl%	Tf%	Tl%	Tf%	Tl%	Tf%
PD $60^\circ/s$	Vârful de forță maximă	26.8	43	41.7	55.6	32.4	58.3
PD $60^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	61.5	52.6	51.6	53.6	22.6	48.8
PND $60^\circ/s$	Vârful de forță maximă	37.2	59.7	56.5	47	42.1	58.3
PND $60^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	38	44.7	34.6	38.7	33.8	48.8
PD $120^\circ/s$	Vârful de forță maximă	38.6	31.3	41.3	115	36.2	72.7
PD $120^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	56.3	70.7	49	78.8	55.2	45.9
PND $120^\circ/s$	Vârful de forță maximă	16.3	34.6	49.3	99.3	29.6	57.9
PND $120^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	20.2	56.6	39.1	13.4	37.8	21.5
PD $180^\circ/s$	Vârful de forță maximă	22.3	39.6	25.9	115	33.4	76.4
PD $180^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	33.6	22.1	39.3	78.3	21.6	51.4
PND $180^\circ/s$	Vârful de forță maximă	21.7	53.1	34.6	99.3	23.6	78.2
PND $180^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	52.4	59	60.8	13.4	53.6	27.4

Tabelul 29. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul flexiei plantare - fete ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate extensie șold	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $60^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	131.4	324	82	348.8	122.3	360.3
PD $60^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	32	25.7	53.1	45.4	23.2	52.7
PND $60^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	146.8	303.1	70.3	283.6	113.5	321.9
PND $60^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	25.2	15.2	45.2	44	24.3	31.3
PD $120^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	101.2	226.6	59.1	348.8	74.3	254.9
PD $120^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	42.8	52.6	13.5	45.4	12.7	38.9
PND $120^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	86.5	287.2	55.9	283.6	72.5	300.8
PND $120^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	57.8	58.6	52.4	44	55.8	67.2
PD $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	75.7	191.7	82.9	267.4	75.3	218.4
PD $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	46.2	176.5	65.2	77.3	58.4	106.8
PND $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	52.1	136.5	48.3	197.9	70.3	112.5
PND $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	40.8	57.4	48.3	41.1	25.4	34.7

Tabelul 30. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru raportul agonist-antagonist în timpul flexiei plantare - fete ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Flexie plantară	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $60^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	20.4	13.3	50.8	15.9	44.3	18.9
PND $60^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	25.3	15.5	80.4	21.1	39.2	35.9
PD $120^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	38.1	13.8	69.8	15.9	44.6	17.1
PND $120^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	18.8	12.1	28.3	21.1	31.9	32.9
PD $180^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	29.4	20.6	31.5	43	34.2	49.2
PND $180^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	41.6	38.9	41.6	50.2	44.3	29.3

Tabelul 31. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției pentru dorsoflexia gleznei - băieți ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Dorsoflexie	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $60^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	38.5	47.4	23.4	34.4	16.5	58.4
PD $60^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	48	51.4	25.8	41.4	49.9	29.1
PND $60^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	96.3	37.3	97	25.8	93.2	62.8
PND $60^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	44	29	38.2	33.7	28.2	30.1
PD $120^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	27.6	59.2	24.9	21.4	23.1	54.2
PD $120^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	27.1	5	36.4	50.4	69.7	26.7
PND $120^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	32.6	47.7	27.5	33.9	27.1	52.8
PND $120^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	67.6	41.2	63.4	64.6	55.1	19.5
PD $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	60.5	20.9	25.3	25.8	62.2	53.3
PD $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	59.2	5	27.3	18.4	68.5	33.5
PND $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	39.3	52.5	29.9	56.5	31.3	77.9
PND $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	47.7	41.2	29.8	1.6	49.6	30.2

Tabelul 32. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul flexiei plantare a gleznei ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate extensie șold	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $60^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	134	200	86.1	129.5	41.3	200.8
PD $60^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	1.8	28.9	25.6	4.9	16.7	23.6
PND $60^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	170.8	165.2	184.5	118.1	194.3	291.2
PND $60^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	23.2	27.4	11.9	8.2	10.5	42.3
PD $120^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	93.2	155.9	64.2	87.3	33.4	138.6
PD $120^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	45.5	13.2	42.5	54.2	81.5	42
PND $120^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	106.5	90.9	64.7	88.5	46.4	180.8
PND $120^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	41.5	9.1	53.4	54.4	30.9	57.9
PD $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	100.5	132.7	48.8	52.2	37.8	123
PD $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	13	19.3	43.1	61.5	35.5	65.7
PND $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	73.2	97.7	51	62.5	49.8	118.9
PND $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	23.5	12.2	52.5	49.5	38.4	66.3

Tabelul 33. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru raportul agonist-antagonist în timpul flexiei plantare - băieți ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		Ti%	Tf%	Ti%	Tf%	Ti%	Tf%
Flexie plantară							
PD $60^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	27.1	23.7	27.1	26.6	39.9	29.1
PND $60^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	22.5	22.6	31.9	21.8	61.2	21.6
PD $120^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	29.6	22.6	38.7	24.5	69	38.1
PND $120^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	30.6	44	42.5	38.4	58.5	30
PD $180^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	60.2	44.6	51.9	52.3	42.8	55.7
PND $180^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	53.6	48.8	58.6	47.7	62.8	41.7

Analiza mișcării de flexie plantară și dorsoflexie a gleznei pentru fiecare subiect prezintă următoarele caracteristici funcționale:

- Subiectul A.T. prezintă valori apropiate între raportul agonist-antagonist pentru piciorul dominant (13.8%) și nondominant (15.5%). Aceste rezultate din cadrul testării finale se situează la valori ridicate pentru mișcarea de flexie plantară a gleznei la $60^\circ/\text{sec}^{-1}$. Odată cu creșterea vitezei de execuție ($120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$) observăm o menținere a valorile piciorului dominant și nondominant la acest subiect la (viteza de $120^\circ/\text{sec}^{-1}$).
- La subiectul E.P. observăm valori asemănătoare pentru piciorul dominant (15.9%) și nondominant (21.1%) la testarea finală pentru viteza de $60^\circ/\text{sec}^{-1}$. Spre deosebire de valorile de la testarea inițială (50.8% picior dominant și nondominant 80.4%), pentru viteza de execuție prezentată anterior observăm o îmbunătățire a raportului agonist-antagonist și încadrarea acestuia în valorile de referință ale literaturii de specialitate.
- Pentru subiectul P.M. observăm valori apropiate de datele din literatura de specialitate privind raportul agonist-antagonist la nivelul piciorului dominant și totodată datele de la piciorul nondominant prezintă valori ridicate, peste media normativelor, determinând astfel un dezechilibru între musculatura agonistă și antagonistă și desigur, o activitate mai puternică a flexiei plantare. Valorile raportului agonist-antagonist la fete se încadrează în normativele recomandate la această vârstă, dar necesită o intervenție specializată în funcție de dezechilibrele constatate. Băieții prezintă unele diferențe între piciorul dominant și nondominant pentru raportul agonist-antagonist, acest aspect fiind o posibilă cauză a utilizării piciorului dominant preponderent în faza de impulsie peste gard.
- Valorile subiecților C.I. (23.1% PD-22.6% PND) și M.A (26.6% PD – 21.8%) se încadrează în valorile de referință, atât pentru piciorul dominant, cât și nondominant la viteza de $60^\circ/\text{sec}^{-1}$. Creșterea vitezelor de execuție necesită o acțiune mai pronunțată a flexiei plantare, acest aspect fiind determinat de creșterea valorilor raportului agonist-antagonist.
- La subiectul B.O. este necesară o intervenție asupra piciorului dominant care este cu 3% peste normativele raportului agonist-antagonist, acest aspect putând fi rezolvat prin dezvoltarea forței musculaturii gastrocnemian și solear. Vârful de forță maximă prezintă valori îmbunătățite față de testarea inițială, existând diferențe semnificative în favoarea flexiei plantare, spre deosebire de dorsoflexie. Acest aspect este determinat de o activare a grupelor musculare care angrenează

mișcarea de flexie plantară în probele de garduri și aici ne referim la mușchiul gastrocnemian și solea care îndeplinește rolul de agonist și tibial antagonist care este antagonist. Dorsoflexia gleznei în probele de garduri are un rol mai degrabă în echilibrarea mișcării piciorului de atac la trecerea peste gard decât în capacitate de declanșare a forței gleznei, acest aspect fiind remarcat și de valorile scăzute ale vârfului de forță maximă. Indicatorul de oboseală în timpul execuției este de asemenea mai accentuat la nivelul dorsoflexiei în raport cu flexia plantară pe măsură ce creștem viteza de execuție. Pentru a determina semnificațiile statistice la nivelul flexiei plantare și dorsoflexia gleznei, am folosit ANOVA unifactorial aplicată pe trei variabile. Cele trei variabile dependente sunt (vârful de forță maximă, oboseala în timpul execuției și raportul agonist-antagonist) și două variabile independente (testarea inițială și finală). Variabilele cu omogenitate statistică pentru vitezele de execuție ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$) au fost următoarele:

- La viteza de $60^\circ/\text{sec}^{-1}$, am obținut o semnificație statistică pentru dorsoflexia gleznei piciorului nondominant comparativ cu piciorul dominant la fete ($p=0.044$) și băieți ($p=0.013$). Pentru variabilele (vârful de forță maximă, oboseala în timpul execuției și raportul agonist-antagonist), interacțiunea prezintă o semnificație statistică pentru piciorul dominant și nondominant al fetelor și băieților (tabelele 286-287).
- La viteza de $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, am constatat o semnificație statistică pentru dorsoflexia gleznei piciorului piciorul dominant și nondominant (tabelele 288-289) pentru vârful de forță maximă, oboseala în timpul execuției și raportul agonist-antagonist la fete ($p=0.011$, $p=0.003$) și băieți ($p=0.004$, $p=0.024$).
- Semnificație statistică pentru viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$ este prezentă la dorsoflexia gleznei a piciorului nondominant pentru fete ($p=0.024$), dar și băieți ($p=0.046$). Pentru variabilele flexiei plantare a piciorului dominant am avut semnificație statistică pentru fete ($p=0.0012$), iar pentru piciorul nondominant atât fetele ($p=0.0013$) cât și băieții ($p=0.033$) au avut o omogenitate statistică bună (tabelele 290-291).

În analiza realizată la următoarele variabilele testate nu a fost observată o semnificație statistică:

- Pentru dorsoflexia gleznei pentru piciorul dominant la fiecare viteză de execuție elaborată nu fost găsită o semnificație statistică atât pentru fete ($p=0.249$) și băieți ($p=0.260$).
- Dorsoflexia gleznei pentru piciorul dominant și nondominant reprezentată prin variabilele de forță maximă și oboseală în timpul execuției nu prezintă o semnificație statistică pentru fete ($p=0.341$, $p=0.266$) și băieți ($p=0.464$, $p=0.074$) la viteza de $120^\circ/\text{sec}^{-1}$.
- La viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$, am observat aceeași tendință a lipsei de semnificație statistică pentru piciorul dominant pentru dorsoflexie între fete ($p=0.119$) și băieți ($p=0.195$). Tot aici constatăm o lipsă de semnificație statistică pentru variabilele (vârful de forță maximă, oboseala în timpul execuției și raportul agonist-antagonist) pentru flexia plantară a băieților ($p=0.080$). În urma centralizării datelor statistice, semnificația statistică a fost raportată la 62% din variabile, acceptând astfel ipoteza H_1 , respingând ipoteza H_0 iar 38% dintre variabile nu au prezentat nicio semnificație statistică pentru pragul de semnificație $p<0.05$. Testările aplicate dorsoflexiei și flexiei plantare a gleznei realizate de către fete și băieți acceptă ipoteza H_1 , conform căreia evaluarea obiectivă prin mijloace moderne de investigație, pune în evidență raportul dintre musculatura agonistă-antagonistă la nivelul acționării membrului inferior, permite optimizarea semnificativă a acestuia, prin parcurgerea unui program compensator conceput pe direcția menționată.

c) Analiza comparativă a testărilor inițiale – finale pentru extensie/flexie genunchi ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Tabelul 34. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției extensiei genunchiului - fete ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate extensie	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	122.3	189.8	124.2	124.2	121.9	163.9
PD $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	14	32.3	19.9	19.9	12.9	23.6
PND $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	123.5	156.9	125.1	152.4	122	149.4
PND $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	12.5	34.8	11.3	16.6	12.8	23.5
PD $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	97.7	133.9	92.2	92.2	89.8	118.3
PD $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	27.8	44.2	26.5	26.5	22	31.7
PND $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	97	115.8	107.2	141	101	131.8
PND $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	29.7	44	18.6	33.1	21.8	39.5
PD $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	73.6	94.3	70	455.2	87.6	329.7
PD $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	28.1	42	40.7	16.6	17.9	25.8
PND $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	74.1	95.9	85.3	383.9	97.5	400.6
PND $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	16.5	37.4	17.1	23.6	10	45.3

Tabelul 35. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției flexiei genunchiului - fete ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate flexie	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	86.7	146.5	92.9	92.9	88.9	115.3
PD $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	6.7	24.5	20.4	20.4	13.8	21.5
PND $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	90.7	147.4	71	109.6	78	126.9
PND $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	1.4	28.5	2.9	33.7	1.9	31.4
PD $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	77.7	116	79.6	79.6	80.6	120.4
PD $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	6.8	16.9	2.9	2.9	5.9	19.5
PND $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	85.3	109.9	71.6	102.3	77.7	106.7
PND $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	8.3	20.4	12.9	21.2	11.2	20.8
PD $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	105.8	133.5	85.7	85.7	87.6	121.4
PD $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	13.9	28.6	10	10	17.9	23.9
PND $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	121.7	126.5	90.9	117.1	97.5	119.4
PND $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	11.2	27.5	5.9	30.4	10	28.4

Tabelul 36. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru raportul agonist-antagonist în timpul extensiei genunchiului - fete ($180^{\circ}/\text{sec}^{-1}$, $300^{\circ}/\text{sec}^{-1}$, $450^{\circ}/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Flexie plantară	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^{\circ}/s$	Raport agonist-antagonist	70.8	77.2	74.8	74.8	76.5	69.1
PND $180^{\circ}/s$	Raport agonist-antagonist	73.5	93.9	56.8	71.9	70.2	87.4
PD $300^{\circ}/s$	Raport agonist-antagonist	79.5	86.6	86.3	86.3	81.8	76.9
PND $300^{\circ}/s$	Raport agonist-antagonist	87.9	94.9	66.8	72.6	72.1	82.8
PD $450^{\circ}/s$	Raport agonist-antagonist	143.8	141.7	122.4	72	127.8	98.6
PND $450^{\circ}/s$	Raport agonist-antagonist	164.4	131.9	106.6	77.2	111.2	95.7

Tabelul 37. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției extensiei genunchiului - băieți ($180^{\circ}/\text{sec}^{-1}$, $300^{\circ}/\text{sec}^{-1}$, $450^{\circ}/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate extensie	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^{\circ}/s$	Vârful de forță maximă	81.4	213.7	137.1	174.3	135.9	375.1
PD $180^{\circ}/s$	Oboseala în timpul execuției	15.1	28.1	12.9	29.1	16.3	40.3
PND $180^{\circ}/s$	Vârful de forță maximă	65.9	221.2	128.6	174.8	120.6	483.5
PND $180^{\circ}/s$	Oboseala în timpul execuției	11.5	20.3	16.8	25.1	13.1	26.1
PD $300^{\circ}/s$	Vârful de forță maximă	60.8	178.8	91.3	136.6	99.6	317.7
PD $300^{\circ}/s$	Oboseala în timpul execuției	56.1	32.8	32.5	20.3	33.9	27
PND $300^{\circ}/s$	Vârful de forță maximă	75	161.9	100.7	134.6	96.3	351.6
PND $300^{\circ}/s$	Oboseala în timpul execuției	20.8	36.4	26.7	20.9	22.6	12.7
PD $450^{\circ}/s$	Vârful de forță maximă	69.8	133.8	85	109	100.1	287.3
PD $450^{\circ}/s$	Oboseala în timpul execuției	23.1	25.3	31.5	37.9	20.8	37.4
PND $450^{\circ}/s$	Vârful de forță maximă	78	149	79.8	115.7	96.1	330.8
PND $450^{\circ}/s$	Oboseala în timpul execuției	32.6	42.7	25.3	34.8	21.9	25.3

Tabelul 38. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției flexiei genunchiului - băieți ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate flexie	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	116.1	170.9	94.3	137.6	110.1	397.3
PD $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	31	26.6	23.6	17.6	36.9	31.5
PND $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	91.9	157.4	90.7	110	94.7	454.3
PND $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	16.2	31.5	17.8	8.8	25	24.5
PD $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	79.5	132.7	91.2	133.3	88.7	395.4
PD $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	32.6	31.6	30.6	26.5	31.3	39.8
PND $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	112.7	134.1	90.3	122.1	86.8	382.6
PND $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	38.2	33.8	23.1	42.8	32.7	29.8
PD $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	110.6	172.2	125.8	158.7	91	315.6
PD $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	10.7	24	8.1	20.7	7.7	44.9
PND $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	124.6	169.9	119.5	173.9	88.7	462.1
PND $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	14.1	30.6	15.9	33.3	20.5	41.6

Tabelul 39. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru raportul agonist-antagonist în timpul extensiei genunchiului - băieți ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Flexie plantară	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	142.5	80	68.8	78.9	81	105.9
PND $180^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	139.4	71.2	70.5	63	78.5	94
PD $300^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	130.9	74.2	99.9	97.6	89	124.5
PND $300^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	150.2	82.8	89.7	90.7	90.1	108.8
PD $450^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	158.4	128.7	148	145.6	90.9	109.9
PND $450^\circ/\text{s}$	Raport agonist-antagonist	159.7	114.1	149.8	150.4	92.3	139.7

Analizând raportul agonist-antagonist putem observa următoarele:

- Subiectul A.T. prezintă un raport agonist-antagonist față de testarea inițială îmbunătățit de la 70.8% la 77.2% pentru piciorul dominant, valori care se încadrează în raportul de 70-80% din literatura de specialitate la viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$. Pentru piciorul nondominant valorile, raportului agonist-antagonist cresc cu 20% ajungând la valoarea de 93.9%, indicând o activitate intensă a extensiei piciorului nondominant la viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$.
- Subiectul E.P. prezintă o menținere constantă a valorilor raportului agonist-antagonist pentru viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$, unde valorile rămân neschimbate de la o testare la alta (74.8%) pentru piciorul dominant. Piciorul nondominant prezintă o îmbunătățire a raportului agonist-antagonist de la 56.8% la 71.9% după aplicare mijloacelor de reechilibrare musculară asupra piciorului dominant și nondominant. Putem observa faptul că la vitezele de $300^\circ/\text{sec}^{-1}$ și $450^\circ/\text{sec}^{-1}$ avem o menținere uniformă a valorilor.

- Pentru subiectul P.M. raportul agonist-antagonist crește de la valoarea 69.1% la 87.4% în cadrul testărilor finale pentru piciorul dominant și totodată pentru nondominant, valori ce ne angrenează capacitate de adaptare musculară la cerințele izokinetice.

Analizând datele descriptive ale băieților, am putut observa că subiectul C.I., în urma parcurgerii programului de pregătire compensatorie, față de valoarea obținută la testarea inițială (130.9%), pentru piciorul dominant a obținut o valoare de (74.2%) la testarea finală, care se încadrează în datele de referință. Conform studiilor efectuate de Zabka, Valente & Pacheco (2011, p.192) prin aplicarea aparatului isokinetic „la viteze mici (60°sec^{-1} - $180^\circ \text{sec}^{-1}$) raportul agonist-antagonist trebuie să fie în jurul valorii de 60%, iar la viteze ridicate ($240^\circ \text{sec}^{-1}$ - $300^\circ \text{sec}^{-1}$) în jurul valorii de 70-80% pentru flexia-extensia genunchiului”. În urma efectuării testării inițiale și finale la nivelul flexiei și extensiei genunchiului, nu s-au înregistrat valori mai mici de „50% care să determine un dezechilibru muscular” Zabka, Valente & Pacheco (2011, p.192). Subiectul prezintă o creștere a valorilor raportului agonist-antagonist de la 68.8% la 78.9% pentru viteza de $180^\circ \text{sec}^{-1}$ și o scădere a piciorului nondominant de la 70.5% la 63%, semnalându-se un dezechilibru la nivelul membrelor inferioare. Această scădere de forță poate să necesite o reevaluare după continuarea programului compensator, pentru optimizarea mijloacelor utilizate. Vârful de forță maximă prezintă o curbă ascendentă față de testarea inițială iar la subiectul B.O. se poate observa o îmbunătățire a acestui indicator. Deși subiectul anterior prezintă un nivel ridicat al vârfului de forță maximă, observăm totodată faptul că valoarea procentuală a obosealii în timpul execuției este mai mare în timpul testării finale, acest aspect fiind corelat cu valori ridicate ale raportului agonist-antagonist față de perioada inițială, unde subiectul s-a încadrat în normativele literaturii de specialitate. Această analiză reflectă o activitate mai intensă a cvadricepsului, care este mai puternic decât bicepsul femural. Recomandăm la subiectul B.O. orientarea instruirii asupra reechilibrării musculaturii piciorului dominant și nondominant.

Calculul statistic ANOVA a fost utilizat pentru a pune în evidență eficiența antrenamentului compensator asupra extensiei/flexiei genunchiului în relație cu vârful de forță maximă, oboseala în timpul execuției și raportul agonist-antagonist, aceasta determinând totodată diferențele dintre testarea inițială și finală. Extensia/flexia genunchiului, în raport cu cele trei variabile dependente, prezintă semnificație statistică pentru fete ($p=0.0003$, $p=0.0027$, $p=0.0018$, $p=0.0008$) tabelul 298 și băieți ($p=0.021$, $p=0.0008$, $p=0.005$) tabelul 299 la viteza de $180^\circ / \text{sec}^{-1}$.

Pentru viteza de execuție de $300^\circ / \text{sec}^{-1}$, valoarea p este mai mică de 0.05, fapt ce ne îndreptățește să afirmăm faptul că, atât fetele ($p=0.0016$, $p=0.0006$, $p=0.0006$, 0.0066) tabelul 300, cât și băieții ($p=0.048$, $p=0.0025$, $p=0.0061$) tabelul 301, prezintă o semnificație statistică pentru variabilele testate. La viteza de execuție de $450^\circ / \text{sec}^{-1}$, analiza variabilelor dependente în raport cu cele independente oferă o semnificație statistică pentru fete ($p=0.0055$, $p=0.0005$, $p=0.011$, $p=0.006$) tabelul 302 și băieți ($p=0.0018$, $p=0.023$, $p=0.006$, $p=0.009$) tabelul 303. În cazul variabilelor piciorului nondominant pentru băieți, rezultatele nu sunt statistic semnificative la viteza de execuție $180^\circ / \text{sec}^{-1}$ ($p=0.062$) și $300^\circ / \text{sec}^{-1}$ (0.054).

Pentru extensia/flexia genunchiului se acceptă ipoteza H_1 și se respinge H_0 . Ipoteza H_1 , confirmă faptul că evaluarea obiectivă prin mijloace moderne de investigație, pune în evidență raportul dintre musculatura agonistă-antagonistă la nivelul acționării membrului inferior, fapt ce va permite optimizarea semnificativă a acestuia, prin parcurgerea unui program compensator conceput pe direcția extensia/flexia genunchiului cu rol preventiv în apariția accidentărilor.

d) Analiza comparativă a testărilor inițiale – finale pentru abducție/adducție șold ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Tabelul 40. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției abducției șoldului - fete ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Abducție	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/s$	Vârful de forță maximă	110.5	295.4	102.7	542.5	100	180.7
PD $180^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	13.2	30.7	24	10.2	13.8	7.4
PND $180^\circ/s$	Vârful de forță maximă	94.1	281	93.7	419.8	85	206.3
PND $180^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	4.5	8.3	5.6	4.2	13	3.1
PD $300^\circ/s$	Vârful de forță maximă	83.9	255.4	97.5	436.6	99.8	501.8
PD $300^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	61.1	25.8	30.8	28	19.6	43.9
PND $300^\circ/s$	Vârful de forță maximă	85.9	402.5	69.6	342.7	76.5	382.9
PND $300^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	14.3	14.4	5.3	8.9	11.9	13.1
PD $450^\circ/s$	Vârful de forță maximă	106.1	297.5	85	287	84.3	279.6
PD $450^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	29.6	74.3	32.8	45.7	17.9	44.3
PND $450^\circ/s$	Vârful de forță maximă	97.7	461.8	74.9	221	79.5	329.8
PND $450^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	10	19.2	22.2	43.5	8.1	34.9

Tabelul 41. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției adducției șoldului - fete ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Adducție	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/s$	Vârful de forță maximă	101	228.8	102.7	184.2	111	241.9
PD $180^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	34.9	16.9	24.9	7.1	15	32.6
PND $180^\circ/s$	Vârful de forță maximă	76.6	322.9	91.1	241.9	102	350.3
PND $180^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	21.7	31.1	18.1	60.1	16.4	76.4
PD $300^\circ/s$	Vârful de forță maximă	111	287.1	102.9	269.9	89.7	250.7
PD $300^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	9.6	8.8	37.4	21.8	13.7	15.7
PND $300^\circ/s$	Vârful de forță maximă	81.5	352.5	67.2	201.2	85.7	411.7
PND $300^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	35.5	25.1	33.5	10.9	21.3	35.9
PD $450^\circ/s$	Vârful de forță maximă	108.9	277.9	85	244.7	94.3	265.8
PD $450^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	20.9	64.2	51.7	11.4	19.3	43.8
PND $450^\circ/s$	Vârful de forță maximă	133.9	299.8	87.9	244.1	78.3	198.8
PND $450^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	36.4	36.2	32.3	46.9	35.8	28.9

Tabelul 42. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru raportul agonist-antagonist în timpul abducției șoldului - fete ($180^{\circ}/\text{sec}^{-1}$, $300^{\circ}/\text{sec}^{-1}$, $450^{\circ}/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Abducție	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^{\circ}/s$	Raport agonist-antagonist	109.4	129.1	100	294.5	78	150.4
PND $180^{\circ}/s$	Raport agonist-antagonist	122.9	87	102.9	173.5	84.6	65.9
PD $300^{\circ}/s$	Raport agonist-antagonist	75.6	89	94.8	161.8	88.9	209.9
PND $300^{\circ}/s$	Raport agonist-antagonist	105.4	114.2	103.6	170.3	78.5	153.9
PD $450^{\circ}/s$	Raport agonist-antagonist	97.4	107.1	99.9	117.3	88.7	115.9
PND $450^{\circ}/s$	Raport agonist-antagonist	73	154	85.2	90.6	79.6	76.2

Tabelul 43. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției abducției șoldului - băieți ($180^{\circ}/\text{sec}^{-1}$, $300^{\circ}/\text{sec}^{-1}$, $450^{\circ}/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Abducției	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^{\circ}/s$	Vârful de forță maximă	121.8	82.4	115.2	82.5	51.6	316.8
PD $180^{\circ}/s$	Oboseala în timpul execuției	37.8	13.7	30.6	17.6	34.1	19.1
PND $180^{\circ}/s$	Vârful de forță maximă	93	143.6	101.3	182.4	98.1	333.6
PND $180^{\circ}/s$	Oboseala în timpul execuției	47.4	14.5	36.6	47.1	73.1	39
PD $300^{\circ}/s$	Vârful de forță maximă	83.2	85.4	65.4	82.5	64.8	242.3
PD $300^{\circ}/s$	Oboseala în timpul execuției	7.4	60.8	16.8	34.2	25.5	20.7
PND $300^{\circ}/s$	Vârful de forță maximă	99.1	140.2	60.4	94.4	81.8	293.2
PND $300^{\circ}/s$	Oboseala în timpul execuției	52.3	44.3	39.4	38.1	38.1	16
PD $450^{\circ}/s$	Vârful de forță maximă	110.5	92.2	84.9	82.5	65.4	249.2
PD $450^{\circ}/s$	Oboseala în timpul execuției	15.4	47	22.9	17.6	33.4	37.1
PND $450^{\circ}/s$	Vârful de forță maximă	82.4	119.3	61.9	182.4	83.4	240
PND $450^{\circ}/s$	Oboseala în timpul execuției	49.7	16.2	52.2	47.1	44.6	51.9

Tabelul 44. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției adducției șoldului - băieți ($180^\circ/\text{sec}-1$, $300^\circ/\text{sec}-1$, $450^\circ/\text{sec}-1$)

Variabile testate Adducției	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/s$	Vârful de forță maximă	81.3	88	109.6	98.1	80	211.5
PD $180^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	19.6	45.8	15.6	15.7	18.2	43.1
PND $180^\circ/s$	Vârful de forță maximă	98.9	96	77.9	96.5	125.3	164.3
PND $180^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	38.4	7.7	41.9	9.1	45.9	4.2
PD $300^\circ/s$	Vârful de forță maximă	95.4	97.6	64.5	130	81.2	200.7
PD $300^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	18.2	9	14.1	15	10.1	42.5
PND $300^\circ/s$	Vârful de forță maximă	112	117.4	71.6	161.3	124.3	213.7
PND $300^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	36.9	6.5	42.8	16.8	38.7	59.7
PD $450^\circ/s$	Vârful de forță maximă	103.8	249.5	73.5	98.1	115.6	107.5
PD $450^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	27.2	33.7	21.5	15.7	40.6	58.5
PND $450^\circ/s$	Vârful de forță maximă	91.8	242.5	74.3	96.5	148.4	101.6
PND $450^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	39.2	45.7	41.6	9.1	56.4	26.1

Tabelul 45. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru raportul agonist-antagonist în timpul abducției șoldului - băieți ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Flexie plantară	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/s$	Raport agonist-antagonist	149.8	93.6	105.1	84.1	64.5	149.8
PND $180^\circ/s$	Raport agonist-antagonist	94.1	149.5	130	188.9	78.3	203.1
PD $300^\circ/s$	Raport agonist-antagonist	87.2	87.5	101.3	84.1	79.8	120.8
PND $300^\circ/s$	Raport agonist-antagonist	88.4	119.4	84.4	188.9	65.8	137.2
PD $450^\circ/s$	Raport agonist-antagonist	106.4	85.7	115.5	84.1	56.6	99.9
PND $450^\circ/s$	Raport agonist-antagonist	73.7	117.4	83.3	188.9	56.2	99

Musculatura care declanșează mișcarea de abducție are un rol important în cadrul probelor de garduri. Această mișcarea laterală de abducție se realizează prin intermediul mușchilor gluteali, iar când acești mușchi nu prezintă forța necesară, se poate afecta mișcarea prin dezechilibrul lor. Raportul agonist-antagonist înregistrează pentru majoritatea fetelor și băieților o creștere pentru vitezele de execuție $180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$ pentru piciorul dominant și nondominant astfel, la această vârstă și în urma aplicării antrenamentului compensator, putem afirma faptul că raportul agonist-antagonist evidențiază o predispoziție de forță mai mare pentru abducție, în comparație cu adducția în probele de garduri. Din studiul literaturii de specialitate, raportul agonist-antagonist la nivelul abducției /adducției șoldului tinde peste procentajul de 100%, fapt remarcat și la sportivii din cadrul cercetării noastre.

Subiecții cercetării prezintă următoarele caracteristici pentru piciorul dominant și nondominant pentru raportul agonist-antagonist:

Subiectul A.T. prezintă valori de peste 100% la majoritatea vitezelor de execuție testate, doar în cazul piciorului dominant la viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$ raportul este de 87%.

La subiectul E.P. există diferențe mari între piciorul dominant și nondominant de la o viteză de execuție la alta. Remarcăm astfel un raport de 294.5% pentru piciorul dominant la viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$ și 90.6% la viteza de execuție de $450^\circ/\text{sec}^{-1}$. Recomandăm astfel o instruire axată pe echilibrarea raportului agonist-antagonist dintre abducție-adducție.

Același aspect l-am observat și la subiectul P.M. care prezintă o diferență între valorile piciorului dominant și nondominant.

Raportul agonist-antagonist la subiectului C.I. arată o menținere sub valorile de 100% pentru piciorul dominant (93.6%) la $180^\circ/\text{sec}^{-1}$ și 85.7% la $450^\circ/\text{sec}^{-1}$ și o stagnare a valorii la viteza de $300^\circ/\text{sec}^{-1}$. Piciorul nondominant pentru același subiect prezintă o creștere peste procentul de 100%, fiind necesară o continuare a antrenamentului compensator aplicat pe mișcarea de abducție-adducție.

Subiectul M.A., prezintă valori de peste 100%, acest lucru indicând faptul că abducția este mai puternică decât adducția și prezența unor posibile dezechilibre care pot fi corectate prin antrenament de stimulare a musculaturii adductorilor.

Subiectul B.O., care a prezentat un raport scăzut (56.2%) la testarea inițială la viteza de $450^\circ/\text{sec}^{-1}$, în urma retestării în etapa finală, am constat că raportul agonist-antagonist la nivelul acestei mișcări a crescut, ajungând la valori apropiate de 100%.

În cadrul testării care a fost realizată la $180^\circ/\text{sec}^{-1}$, putem observa un procentaj scăzut al băieților, cu privire la oboseala în timpul execuției adducției pentru piciorul nondominant.

Din punct de vedere statistic, la viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$, există o strânsă relație de asociere între variabilele analizate pentru fete ($p=0.0001$, $p=0.0014$, $p=0.004$, $p=0.0013$) tabelul 310 și băieți ($p=0.016$, $p=0.001$, $p=0.001$) tabelul 311. Din analiza piciorului dominant pentru abducția băieților, observăm că diferențele între testarea inițială și finală pentru cele trei variabile nu sunt semnificative ($p=0.120$) pentru pragul de semnificație de ($p<0.05$).

Viteza de $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, ne arată că există diferențe semnificative pentru fete ($p=0.0003$, $p=0.0004$, $p=0.0005$, $p=0.0001$) tabelul 312 și băieți ($p=0.002$, $p=0.002$, $p=0.034$, $p=0.014$) tabelul 313, între cele două momente de testare.

În baza aceleiași analize statistice, se pare că pe măsură ce mărim viteza de execuție pentru abducția/adducția șoldului la $450^\circ/\text{sec}^{-1}$, gradul de semnificație statistic este ridicat în urma aplicării variabilelor dependente la cele independente pentru fete ($p=0.0001$, $p=0.0006$, $p=0.0001$, $p=0.0008$) tabelul 314, dar și pentru băieți ($p=0.033$, $p=0.048$, $p=0.048$, $p=0.001$) tabelul 315. În cadrul mișcării de abducție/adducție a șoldului se acceptă ipoteza H_1 și se respinge H_0 , acest aspect întărește faptul că evaluarea obiectivă prin mijloace moderne de investigație, pune în evidență raportul dintre musculatura agonistă-antagonistă la nivelul acționării membrului inferior, fapt ce va permite optimizarea semnificativă a acestuia, prin parcurgerea unui program compensator conceput pe direcția abducția/adducția șoldului cu rol preventiv în apariția accidentărilor.

e) Analiza comparativă a testărilor inițiale – finale pentru rotația internă/externă a șoldului ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$).

Tabelul 46. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției rotației interne șoldului - fete ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Rotație internă	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	76.4	203.9	116.6	428.3	84.2	367.4
PD $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	32.3	17.4	31	36.5	16.5	23.8
PND $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	78.6	214.4	116.8	335	110.6	298.4
PND $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	30.3	14.7	52.3	11.3	21.7	13.4
PD $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	54	160	94.1	360.1	74.3	281.4
PD $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	32.2	18.1	5.4	3.5	11.8	13.9
PND $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	54.1	217.4	75.4	341.9	87.5	439.7
PND $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	1.2	29.9	9.5	33.6	23.6	38.8
PD $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	48.5	221.3	87.1	276	72.8	266.9
PD $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	32	24.7	30.6	15.3	29.5	19.6
PND $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	54.9	266.5	75.5	274.3	122.6	303.4
PND $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	30.2	19.9	31.4	36.1	31.9	45.9

Tabelul 47. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției rotație externă șold - fete ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Rotație externă	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/s$	Vârful de forță maximă	62.1	188.1	66.1	266	78.9	298.5
PD $180^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	13.1	20.8	37.7	8.4	13.9	34
PND $180^\circ/s$	Vârful de forță maximă	61.5	156	61.4	231.8	88.5	267.9
PND $180^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	18.7	29.8	24	16.8	18.4	32.9
PD $300^\circ/s$	Vârful de forță maximă	54.2	227.7	69.9	215.6	87.5	278.4
PD $300^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	18.7	36	30.4	23.8	31.9	43.9
PND $300^\circ/s$	Vârful de forță maximă	51.7	133.3	55.7	187.7	83.2	204.5
PND $300^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	6.7	34.5	5.6	28.2	2.3	45.9
PD $450^\circ/s$	Vârful de forță maximă	57.6	248.7	73.6	262.1	88.6	294.9
PD $450^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	15.3	41.3	6.8	24.7	7.5	43.8
PND $450^\circ/s$	Vârful de forță maximă	48	144.4	98.4	310.9	80.3	285.8
PND $450^\circ/s$	Oboseala în timpul execuției	32.1	29.7	35	22.9	8.4	19.9

Tabelul 48. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru raportul agonist-antagonist în timpul rotație internă - fete ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate rotație internă	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		A.T.		E.P.		P.M.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/s$	Raport agonist-antagonist	81.3	92.3	56.7	62.1	99.5	76.3
PND $180^\circ/s$	Raport agonist-antagonist	78.3	72.8	52.6	69.2	76.5	70.9
PD $300^\circ/s$	Raport agonist-antagonist	100.4	134.8	74.2	63.2	111.6	90.8
PND $300^\circ/s$	Raport agonist-antagonist	95.5	61.3	73.8	54.9	89.6	75.4
PD $450^\circ/s$	Raport agonist-antagonist	118.7	112.4	84.6	95	122.8	107.7
PND $450^\circ/s$	Raport agonist-antagonist	87.4	54.2	10.4	113.3	99.8	187.5

Tabelul 49. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției rotației interne a șoldului - băieți ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Rotație internă	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	75.4	118.6	52.1	72.6	70.2	149.4
PD $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	3.5	37.1	9.1	19	11.4	47.9
PND $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	65.8	123.4	48.3	110.1	77.3	215.4
PND $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	17.8	27.1	11.5	25.5	12.3	15.1
PD $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	72.8	65.8	51.7	68.5	81.6	121.7
PD $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	18.7	43.3	30.8	44.9	22.2	22.4
PND $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	82.5	57.1	47.7	92.2	77.9	281.4
PND $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	13	13	22	60.5	12	3.3
PD $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	73	74.7	49.7	57.9	88.1	136.8
PD $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	3.5	22.4	10.4	41.2	4.8	42.7
PND $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	80	63.7	57.7	106.5	90	304
PND $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	11	28.6	16.8	39.7	21	2

Tabelul 50. Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției rotației externe a șoldului - băieți ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Variabile testate Rotație externă	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	77.8	93.6	61.6	82.3	66.5	237.6
PD $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	3.8	31.9	8.6	45	5.9	6.1
PND $180^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	72.1	107.9	73.2	57	61.3	178.1
PND $180^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	12.1	3.1	18.9	38	14	44.7
PD $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	89.3	78.4	54.2	90.3	77.5	299.7
PD $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	4.7	26.6	3.8	28.2	8.7	7
PND $300^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	90.1	70.8	65	84.7	80.3	156
PND $300^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	7.8	9.2	12.5	2.1	14.5	36.1
PD $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	78.4	99.7	48.6	105.9	92.1	200.6
PD $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	13	0.9	23.2	1.8	31	15.2
PND $450^\circ/\text{s}$	Vârful de forță maximă	79	84.1	74.6	52.4	96.3	185.2
PND $450^\circ/\text{s}$	Oboseala în timpul execuției	18	13.3	41.8	41.9	22	19.1

Tabelul 51 Măsurători comparative ale testărilor inițiale (Ti) și finale (Tf) ale piciorului dominant și nondominant pentru raportul agonist-antagonist în timpul rotației interne a șoldului - băieți (180°/sec-1, 300°/sec-1, 450°/sec-1)

Variabile testate Rotație internă	Parametrii izokinetici testați	Subiecții cercetării					
		C.I.		M.A.		B.O.	
		TI%	TF%	TI%	TF%	TI%	TF%
PD 180°/s	Raport agonist-antagonist	89.6	78.9	118.3	113.4	93.5	159
PND 180°/s	Raport agonist-antagonist	89.2	87.4	151.6	51.7	91.2	82.7
PD 300°/s	Raport agonist-antagonist	111	119.2	104.9	132	118	246.3
PND 300°/s	Raport agonist-antagonist	119	124	136.1	91.9	98	55.4
PD 450°/s	Raport agonist-antagonist	88.5	133.5	97.7	183.1	100	146.7
PND 450°/s	Raport agonist-antagonist	92	132.1	129.1	49.2	117	60.9

Mișcarea de rotație internă-externă prezintă un vârf de forță maximă cu valori îmbunătățite la fete, atât pentru rotația internă, cât și cea externă. La băieți, valorile vârfului de forță sunt mai mari la rotația internă decât la cea externă. Există o legătură între vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției pentru rotația externă, fapt evidențiat la sportivul M.A., care are un vârf de forță mai scăzut față de testarea inițială, dar și procentual oboseala se află la valori ridicate în testarea finală. Acest fapt determină o influență directă a oboselii membrului inferior asupra vârfului de forță manifestat de sportivul M.A. La subiecții M.A. și B.O. observăm faptul că raportul agonist-antagonist pentru piciorul dominant are valori ridicate pe când piciorul nondominant se află la valori inferioare pentru toate vitezele de execuție.

Această constatare indică necesitatea unei perioade mai îndelungate de aplicare a programului compensator în funcție de particularitățile individuale. Pentru viteza de execuție de 300°/sec⁻¹, subiectul B.O. înregistrează o scădere a raportului agonist-antagonist pentru rotația internă/externă a șoldului de la 98% la 55.4%, scădere observată și la subiectul E.P., de la 73.8% la 54.4%, acest aspect indică faptul că rotatorii interni sunt mai puternici cu 55.4% pentru B.O., respectiv E.P. (54.4%) decât rotatorii externi.

La viteza de 450°/sec⁻¹, subiectul A.T. prezintă un raport de 54.2% între piciorul agonist și antagonist, la fel și subiectul M.A. (49.2%). Subiectul P.M. prezintă valori uniforme pe toată durata evaluărilor inițiale și finale. Studiul efectuat pentru rotația internă/externă la viteza de 180°/sec⁻¹, prezintă o semnificație statistică la fete pentru variabilele dependente (p=0.0003, p=0.0001, p=0.0005, p=0.0008) tabelul 322, la fel și băieții testați pe aceiași indicatori prezintă un grad de semnificație statistică (p=0.029, p=0.022, p=0.0006, p=0.0008) tabelul 323. La viteza de 300°/sec⁻¹, analiza statistică oferă un grad de fiabilitate pentru fete, care prezintă semnificație statistică pentru următoarele valori: p=0.0002, p=0.0004, p=0.0002, p=0.0002 (tabelul 324). Băieții prezintă semnificație statistică pentru două dintre variabilele testate atât pentru piciorul dominant (p=0.001), cât și nondominant (p=0.004) tabelul 325.

Variabilele piciorului dominant și nondominant pentru băieți, în urma executării rotației șoldului, nu prezintă semnificație statistică, unde p=0.070 și 0.078. Pentru viteză testată de 450°/sec⁻¹, variabilele fetelor au o semnificație statistică (p=0.0001, p=0.0012, p=0.00001, p=0.0001) tabelul

326, acest fapt fiind remarcat și la testarea băieților, care prezintă o semnificație statistică ($p=0.003$, $p=0.00005$) tabelul 327.

Variabilele piciorului nondominant pentru rotație internă și externă pentru băieți, nu prezintă o semnificație statistică ($p=0.057$, $p=0.076$). Pentru rotația internă și externă se acceptă ipoteza H_1 și se respinge H_0 . Ipoteza H_1 confirmă faptul că evaluarea obiectivă prin mijloace moderne de investigație, pune în evidență raportul dintre musculatura agonistă-antagonistă la nivelul acționării membrului inferior, fapt ce va permite optimizarea semnificativă a acestuia, prin parcurgerea unui program compensator conceput pe direcția rotației interne și externe a șoldului cu rol preventiv în apariția accidentărilor.

3.9.3. Analiza comparativă a diferențelor dintre testare inițială și finală pentru timpul de zbor, înălțimea zborului și rata de progres a puterii săriturilor pentru testul de sărituri pe 15 secunde.

Evoluția rezultatelor pentru timpul de zbor, înălțimea zborului, puterea săriturilor realizate cu ajutorul testul de sărituri pe 15 secunde. Determinarea eficienței mijloacelor de antrenament compensator a fost îndeplinită prin evaluarea indicatorilor de forță explozivă a membrului inferior și compararea valorilor obținute la testarea inițială.

Rata de progres exprimată procentual privind dezvoltarea capacității anaerobe a membrului inferior a înregistrat următoarele valori pentru fiecare subiect: C.I. (33%), M.A. (35%), B.O. (33%), A.T. (82%), E.P (84%), P.M. (72%). Explicația acestor rezultate îmbunătățite se poate datora mijloacelor specifice pe care le-am aplicat în cadrul programului compensator pentru dezvoltarea forței explozive (în special a exercițiilor pliometrice), dar și diferențele de dezvoltare somatică pe care fetele la această vârstă îl prezintă, având un câștig mai mare de putere.

3.9.4. Analiza comparativă a parametrilor de tehnică a membrului inferior în probele de garduri

În demersul nostru, pentru a surprinde aspectele de acționare esențiale ale tehnicii membrelor inferioare, la subiecții investigați, am apelat pentru a obiectiviza procesul de evaluare la unele variabile interdependente prezentate în literatura de specialitate: piciorul dominant implicat, strategia celor 7/8 pași, greșeli de execuție, raportul procentual dintre piciorul de atac (dominant) și de remorcă (nondominant) și verificarea performanțelor de la start, până la trecerea primului gard.

În urma comparării datelor inițiale cu cele finale, am constatat următoarele aspecte:

- Fetele prezintă aceleași caracteristici ale membrului inferior pentru piciorul dominant (de atac) și numărul pașilor până la primul gard. Greșelile de execuție, ca număr, au scăzut pe fondul unei orientări metodologice a antrenorului asupra acurateței tehnice. Caracteristica de amortizare și impulsie a gleznei, în urma intervenției prin mijloacele compensatorii, aterizarea după gard se execută pe fondul unei deplasări spre înainte după gard, eficientă din punct de vedere tehnic și biomecanic. La subiectul M.A. se poate observa o micșorare a numărului de pași de la bloc start până la primul gard, acest aspect ne îndreptățește să afirmăm faptul că pe baza unei pregătiri fizice dirijate asupra membrului inferior, se poate realiza un transfer în tehnica probelor de garduri, îmbunătățind eficiența executării probei.
- Caracteristicile măsurabile ale lungimii pasului de dinainte gardului și aterizării după gard au pus în evidență o ameliorare a distanței, atât pentru fete, cât și pentru băieți, fapt constatat în urma transformării rezultatelor în procente și compararea acestora cu literatura de specialitate.

Astfel, subiecții E.P. și T.I. au un raport de 58-42% între faza de impulsie înaintea gardului și aterizarea după gard, la testarea finală, pe când subiectul P.M. se apropie de valorile procentuale ale literaturii de specialitate de 60-40%. Băieții prezintă un procentaj mai bun a raportului dintre desprindere și aterizare, ceea ce ne arată o îmbunătățire a fazei de dinaintea gardului, comparativ cu aterizarea după gard, cele două variabile fiind interconectate.

- Analiza statistică a eficienței programelor compensatorii asupra sinergiilor musculare ale membrului inferior raportate la tehnica și performanțele sportive pentru băieți și fete

Ipoteza de lucru:

H_0 „Optimizarea sinergiei dintre contracțiile excentrice/concentrice folosind programele de compensare musculară la nivelul piciorului dominant și nondominant la practicanții probelor de garduri, nu determină ameliorarea execuțiilor motrice specifice, precum și performanțele acestora”.

H_1 „Optimizarea sinergiei dintre contracțiile excentrice/concentrice folosind programele de compensare musculară la nivelul piciorului dominant și nondominant la practicanții probelor de garduri, determină ameliorarea execuțiilor motrice specifice, precum și performanțele acestora”.

În cadrul acestei analize, am utilizat variabilele fizice ale raportului agonist-antagonist, tehnice și performanțele obținute de către subiecții investigați (tabelele 342 și 343), iar prin intermediul analizei ANOVA unifactorial, am dorit să determinăm prezența unei semnificații statistice ($p < 0.05$) între acestea

Băieții prezintă o semnificație statistică de ($p=0.0014$) pentru flexia plantară, în raport cu desprinderea înainte de gard și performanțele realizate în anul 2018 și ($p=0.003$) pentru extensia genunchiului. Fetele, din puncte de vedere statistic, nu prezintă o corelație directă între cele trei variabile analizate pentru flexia plantară ($p=0.054$) și extensia genunchiului ($p=0.0025$) piciorului dominant. Aceste variabile analizate confirmă pentru băieți ipoteza H_1 referitoare la faptul că prin „optimizarea sinergiei dintre contracțiile excentrice/concentrice folosind programele de compensare musculară la nivelul piciorului dominant și nondominant la practicanții probelor de garduri determină ameliorarea execuțiilor motrice specifice, precum și performanțele acestora”. În situația fetelor se respinge ipoteza de lucru H_1 și se acceptă H_0 pentru variabila-flexie plantară iar extensia piciorului dominant prezintă o semnificație statistică foarte bună ($p=0.0025$).

3.9.5. Analiza comparativă a sportivilor de categoria juniori 3 – subiecții cercetării-tineret pentru determinarea raportului agonist-antagonist dintre flexia/extensia genunchiului, flexia plantară/dorsoflexie gleznei, flexia/extensia șold din poziția clinostatism, abducția/adducția șoldului, rotatorii interni/externi ai șoldului, eversie/inversie gleznă și flexie/extensie coapsă din poziția culcat dorsal pentru membrul inferior

Pentru identificarea valorilor raportului agonist –antagonist pentru flexia/extensia genunchiului, flexia plantară/dorsoflexie gleznei, flexia/extensia șold din poziția clinostatism, abducția/adducția șoldului, rotatorii interni/externi ai șoldului, eversie/inversie gleznă și flexie/extensie coapsă din poziția culcat dorsal pentru membrul inferior, am apelat la 4 sportivi (trei sportivi juniori 3 – băieți/subiecți ai cercetării și un sportiv ajuns la etapa de maturitate sportivă, categoria tineret). Atletul utilizat în cadrul acestei etape, a reprezentat reperul (modelul) în stabilirea raportului agonist-antagonist optim, necesar pentru adaptarea programelor de pregătire individualizată specifice probelor de garduri. Atletul C.V. este component al clubului CSM Onești și ocupant al locul 7 european

la FOTE 2013. Analiza diferențelor dintre subiecții noștri juniori și cel menționat de la categoria juniori în probele de garduri, ne oferă o imagine diferențiată a caracteristicilor performanțelor funcționale a membrului inferior. Am considerat valorile sportivului „campion” (Anexa 20) ca fiind reperul în compararea sportivilor juniori 3, iar pentru aceasta am calculat procentajul fiecărui sportiv pe cele 7 mișcări implicate și le-am raportat la valoarea de 100% a sportivului „campion”. Acest studiu nu a fost realizat și în rândul fetelor, din lipsa unui subiect model aflat la categoria tineret/seniori.

a) extensia/flexia genunchiului ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

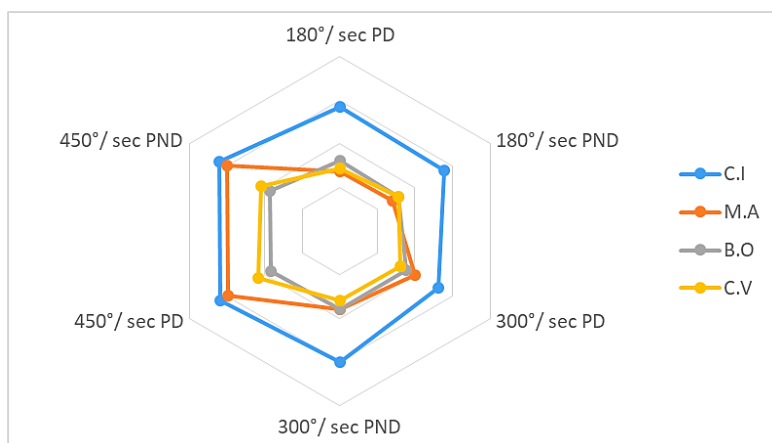


Figura 19. Compararea raportului agonist-antagonist al extensiei/flexiei genunchiului pentru piciorul dominant (PD) și nondominant (PND) a Juniorilor 3 și Tineret ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

În baza pregătirii avansate și a tranziției de la o categorie la alta, atletul aflat la tineret prezintă valori ale raportului agonist-antagonist pentru flexia/extensia genunchiului cuprinse între valorile literaturii de specialitate și anume 65-75%. Analiza comparativă oferă informații cu privire la lucrul raportului agonist-antagonist dintre musculatura cvadricepsului și bicepsului femural. Subiecții C.I. și B.O. față de modelul „campion”, prezintă valori ridicate pentru cele trei viteze testate, necesitând o intervenție ce se recomandă asupra echilibrării cuplului agonist-antagonist prin continuarea echilibrării musculaturii cvadriceps-biceps femural. Subiectul M.A. prezintă pentru viteza de $180^\circ/\text{sec}^{-1}$ valori apropiate de modelul „campion” (figura 140).

b) Flexia plantară și dorsoflexia gleznei ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$)

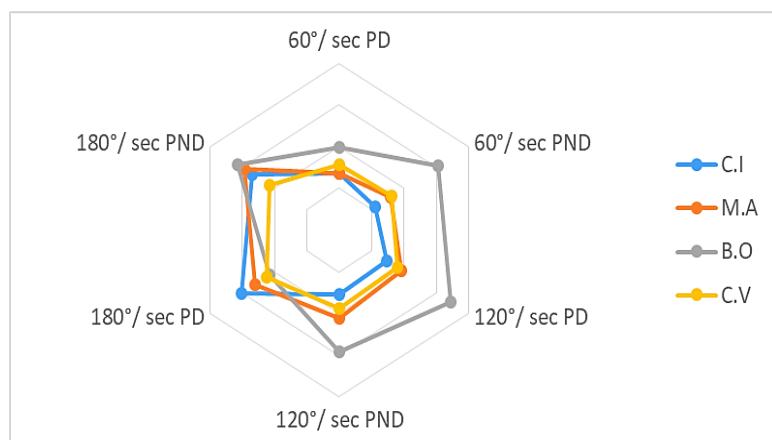


Figura 20. Compararea raportului agonist-antagonist al flexiei plantare și dorsoflexiei gleznei pentru piciorul dominant (PD) și nondominant (PND) a Juniorilor 3 și Tineret ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$).

Subiecții C.I. și M.A. prezintă valori apropiate de valoarea reper a modelului „campion”, pe când subiectul B.O. prezintă valori procentuale superioare modelului „campion”, necesitând astfel o continuare a mijloacelor de echilibrare a raportului dintre piciorul dominant și nondominant la nivelul flexie plantare și dorsoflexie (Figura 141).

c) Flexia/extensia șoldului din poziția culcat ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

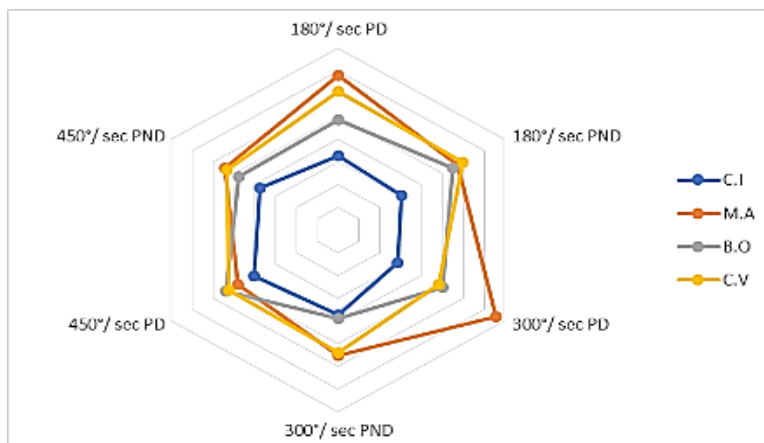


Figura 21. Compararea raportului agonist-antagonist al flexiei /extensiei șoldului pentru piciorul dominant (PD) și nondominant (PND) a Juniorilor 3 și Tineret ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Distribuția raportului agonist-antagonist pentru flexia/extensia șoldului la viteze de ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) prezintă valori scăzute pentru subiectul C.I. (<60%), aflându-se astfel sub valorile de referință ale literaturii de specialitate (0.66-0.76). Acest aspect indicând o activitate mai pronunțată a flexorilor șoldului. Raportul agonist-antagonist pentru flexia/extensia șoldului prezintă valori ridicate pentru subiectul M.A față de modelul „campion”, necesitând o intervenție mai accentuată asupra extensorilor șoldului. La această mișcare, subiectul B.O. prezintă un raport agonist-antagonist apropiat de valorile modelului „campion”.

d) Abducția/adducția șoldului ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)



Figura 22. Compararea raportului agonist-antagonist al abducției/adducției șoldului pentru piciorul dominant (PD) și nondominant (PND) a Juniorilor 3 și Tineret ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Valorile mai mari de 50%, conform literaturii de specialitate, sunt indicate pentru abducția/adducția șoldului. Astfel, constatăm că subiectul B.O. prezintă o diferență prea mare între piciorul dominant și nondominant, în raport cu modelul „campion”. Acest dezechilibru necesită o orientare metodologică în

antrenament asupra acțiunilor de abducție/adducție șoldului prin exerciții izometrice și dinamice de tip concentric/excentric. Subiecții C.I. și M.A. prezintă valori superioare subiectului model, acest aspect evidențiind o activitate mai accentuată a adductorilor în raport cu abductorii (Figura 143).

e) Rotația internă/externă a șoldului ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

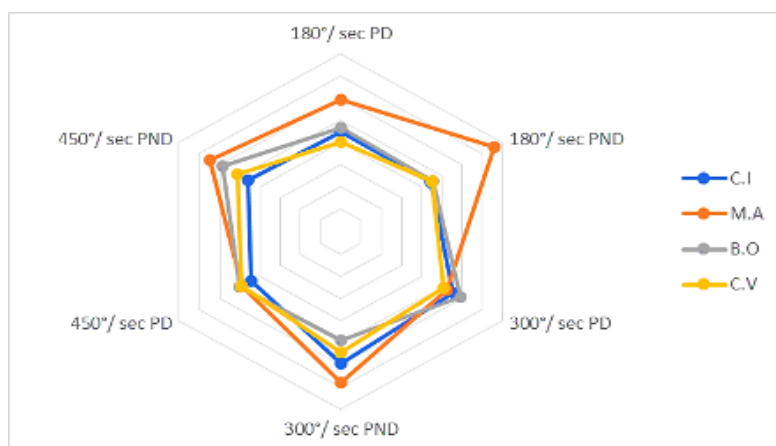


Figura 23. Compararea raportului agonist-antagonist al rotației interne/externe a șoldului pentru piciorul dominant (PD) și nondominant (PND) a Juniorilor 3 și Tineret ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Mișcarea de rotație internă/externă a șoldului pentru categoria juniori 3, prezintă valori superioare sportivului model, astfel putem observa la juniorii 3 o activitate mai amplă a piciorului dominant și nondominant pentru rotația externă a șoldului (figura 144). În cadrul acestei situații prezentate, intervenția individualizată, pe o perioadă mai îndelungată, cu exerciții de alternare a musculaturii agonist-antagoniste, izometrice și dinamice poate optimiza eficiența acestei mișcări.

f) Eversie/inversie șoldul ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$)

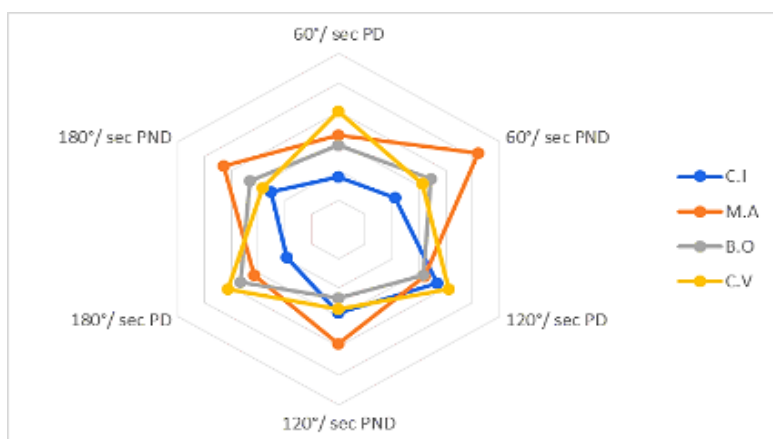


Figura 24. Compararea raportului agonist-antagonist al eversie/inversie a gleznei pentru piciorul dominant și nondominant a Juniorilor 3 și Tineret ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$)

Autorul Calmels & Minaire (1995, p.266) sugerează pentru această mișcare un raport agonist-antagonist, mai mare de 87%. Acest aspect îl putem remarca la sportivul aflat la tineret, pentru piciorul dominant și mai puțin la piciorul nondominant. O altă afirmație a autorilor Alonso AC, Greve JMD, Macedo OG, Pereira CAM, Souza DCM 2003 citați de Fonseca et al (2007, p.128e) sugerau „o

valoare a raportului agonist-antagonist apropiată de valoarea 100%". Pentru subiectul C.I. avem valori pentru piciorul dominant care se află sub valorile de referință, în acest sens considerăm că există un dezechilibru între piciorul dominant și nondominant. La subiectul M.A., valorile piciorului nondominant pentru eversie/inversie gleznei sunt apropiate de subiectul „campion”, pe când piciorul dominant prezintă valori superioare, acest fapt fiind datorat unei activități intense a musculaturii care precede mișcarea de eversie. Subiectul B.O. prezintă valori apropiate pentru viteza de execuție $60^\circ/\text{sec}^{-1}$ (77%) și 86.6%, respectiv 88.6% pentru viteza de $120^\circ/\text{sec}^{-1}$ (Figura 145).

g) Flexia/extensia șoldului din clinostatism ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$)

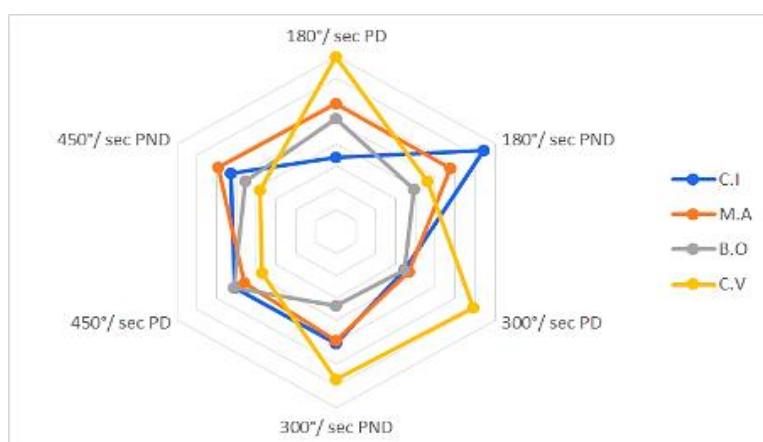


Figura 25. Compararea raportului agonist-antagonist al flexiei/extensiei șoldului pentru piciorul dominant și nondominant a Juniorilor 3 și Tineret ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$)

La nivelul flexie/extensie din clinostatism la piciorul dominant și nondominant avem în cazul sportivilor încadrați la categoria juniori 3, diferențe mari între piciorul dominant și nondominant. Valorile aflate sub datele de referință sugerează o acțiune mai puternică a extensiei, pe când valorile mari, arată o predispoziție mai mare pentru flexie (figura 146). Execuția mișcării de flexie/extensie a șoldului din clinostatism pentru sportivii aflați la categoria de Junior 3 și Tineret, necesită un supliment de forță pentru realizarea acestui efort de imitare a fazei de atac a gardului prin intermediul dinamometrului. Autorul Calmels & Minaire (1995, p.266) sugerează pentru această mișcare un raport agonist-antagonist mai mare de 80%, fapt remarcat doar la sportivul aflat la tineret (Figura 146). Modelarea instruirii sportive pe latura funcțională a raportului agonist-antagonist pentru alergătorii de garduri, constituie un instrument important pentru antrenori, în depistarea dezechilibrelor musculare prin compararea acționării piciorului dominant, cu a celui nondominant.

Concluziile experimentului de bază

În urma desfășurării testărilor inițiale și finale și aplicarea programului compensator pentru acționarea membrului inferior, putem enunța următoarele concluzii:

- aplicarea testelor isokinetice oferă o imagine obiectivă a valorilor procentuale a raportului agonist-antagonist pentru piciorul dominant și nondominant, dar și o evaluare predictivă a potențialului muscular raportat la indicatorul de forță maximă și oboseală musculară;
- la nivelul mișcărilor analizate, am observat faptul că există diferențe între vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției pentru fete și băieți, raportate la piciorul dominant și nondominant;

- analiza rezultatelor raportului agonist-antagonist, reflectă pentru extensia/flexia genunchiului la subiecții cercetării, o activitate mai pronunțată a cvadricepsului, în raport cu bicepsul femural și invers;
- la nivelul flexiei plantare și dorsoflexiei, subiectul M.I a prezentat valori ale raportului agonist-antagonist sub valorile de referință din literatura de specialitate, necesitând o programare individualizată pe latura dezechilibrelor musculare descoperite;
- pentru flexia/extensia genunchiului, am putut observa faptul că subiecții A.T, C.I, M.I prezintă o dominantă a extensiei, în raport cu flexia șoldului;
- odată cu creșterea vitezei de execuție, se poate observa o creștere a raportului agonist-antagonist necesară adaptării sinergiei musculare la execuții rapide, fapt ce „reprezintă totodată și o adaptare fiziologică în perioadele pregătitoare analizate” Fles Mazuquin et al (2005, p.367);
- aplicarea tehnologiei moderne la segmentele inferioare cu ajutorul aparatului Optojump a permis evaluarea capacității anaerobe a membrului inferior;
- analiza datelor timpului de zbor, înălțimea zborului și puterea săriturii prezintă valori inferioare ale subiecților cercetați, în raport cu datele literaturii de specialitate studiate;
- în baza informațiilor analizate statistic, putem concluziona faptul că antrenamentul de compensare realizat pe durata a douăzeci de săptămâni, aduce un plus de valoare raportului agonist-antagonist pentru grupele musculare implicate în executarea probei de garduri. Utilizarea progresivă a mijloacelor propuse, a îmbunătățit puterea aerobă a membrilor inferioare și implicit performanțele sportivilor în anul 2018. Utilizarea acestei varietăți de exerciții, oferă atletului beneficii musculo-ligamentare pentru etapele de tranziție specifice probelor de garduri.
- îmbunătățirea valorilor raportului agonist-antagonist pentru flexia-extensia genunchiului constituie o adaptare a sinergismului muscular a membrului inferior, la varietatea de mijloace specifice aplicate în perioada pregătitoare stabilă;
- după aplicarea antrenamentului compensator am realizat testarea finală, la toți parametri vizati în cercetarea noastră, iar datele prelucrate statistic confirmă ipoteza de lucru în proporție de 93% la fete și 80% la băieți;
- evaluarea isokinetică ne-a permis o proiecție în diferențele cronologice de modelare a instruirii sportive prin compararea juniorilor 3 băieți cu sportivul încadrat la categoria tineret;
- determinarea ratei de progres a indicatorului de putere a membrului inferior cu aparatul Optojump, a permis confirmarea eficienței parcurgerii, programului compensator de pregătire care include mijloace pliometrice, asupra forței explozive a membrului inferior la practicantii probelor de garduri.

CONCLUZII FINALE. CONTRIBUȚII ORIGINALE. DISEMINAREA REZULTATELOR. DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

Concluzii generale

Concluziile finale ale studiului pe care l-am elaborat, sunt structurate pe laturile sale: teoretică, metodologică și experimentală. Acest gen de abordare, dorește să ofere o imagine de ansamblu asupra demersului științific pe care l-am realizat, în raport cu tema propusă spre rezolvare.

Concluzii teoretice

- Numeroase cercetări întreprinse pe plan internațional abordează problematica sinergiei musculare, fie în legătură cu tehnica și eficiența mișcărilor, cu capacitatea de manifestare a calităților motrice, gradul de oboseală musculară, randamentul/permanența sportivă etc. În sinteză, din prisma conceptului de sinergism muscular, literatura de specialitate prezintă diferite abordări, în funcție de sarcinile activității întreprinse.
- Acțiunea sinergismului muscular constituie un element cheie în probele garduri, care necesită un grad superior de coordonare segmentară. Capacitatea de manifestare a sinergismului muscular depinde de potențialul de forță, raportat la acțiunile coordonate ale musculaturii agoniste-antagoniste a membrului inferior.
- Mergând pe considerentul că analiza funcțională a membrului inferior constituie un factor determinant în exprimarea sinergismului muscular, am structurat elementele biomecanice care pot oferi informații pertinente cu privire la caracteristicile cinematice ale tehnicii probelor de garduri.
- În cazul executării probelor de garduri, acțiunea motrică globală deosebit de complexă, a membrele inferioare joacă un rol determinant în realizarea performanței motrice. Dintre mișcările semnalate la nivelul acestui segment corporal și care sunt implicate în realizarea sarcinii motrice de alergare și trecere peste gard, menționăm: flexia extensia genunchiului piciorului de atac, flexia plantară a piciorului de impulsie, dorsoflexia piciorului pe atac, flexia/extensia șoldului, abducția/adducția piciorului de remorcă, rotația internă/externă a șoldului, eversia piciorului de remorcă în faza de trecere peste gard.
- O altă concluzie desprinsă din analiza literaturii se referă la activitatea globală a membrului inferior, exprimată de funcționalitatea mușchilor anteriori / posteriori ai coapsei și șoldului, mușchilor gambei în faza de impulsie / aterizare caracterizați de momentul concentric sau excentric, care acționează asupra modelării acțiunii raportului agonist-antagonist în probele de garduri.
- Potențialul de performanță a mușchilor agoniști și sinergiști este influențat de elasticitatea manifestată la nivelul musculaturii antagoniste, reprezentând un factor limitativ al performanței sportive, la care se adaugă și apariția accidentărilor musculare.
- Multitudinea tipurilor de mișcări prezente la nivelul membrelor inferioare și care se realizează în diferite planuri, cu diferite forțe, viteze, coordonări și amplitudini, solicită pentru maximizarea randamentului motric, intervenții diferențiate asupra segmentelor aflate în acțiune, care să determine o sinergie optimă a lucrului mecanic pe care musculatura o dezvoltă. Pentru a realiza acest deziderat, multe studii s-au focalizat pe aflarea raporturilor

optime dintre forțele care determină mobilizarea mușchilor agoniști-antagoniști. În prezent, există date ale acestor raporturi, ele fiind exprimate procentual, atât pe anumite mișcări specifice, cât și pe diferența permisă procentual dintre piciorul dominant, respectiv nondominant, care evidențiază prezența dezechilibrelor musculare. Aceste valori ale raportului de echilibru dintre musculatura agonistă-antagonistă sunt: extensie/flexie genunchi 65-75% flexie plantară/dorsoflexie gleznă 23.9-26.3%, gleznă inversie-eversie, abducție/adducție șold 50%, flexie/extensie șold 66-76%. Diferențele de forță dintre piciorul dominant și nondominant nu trebuie să fie mai mari de 10-15%, fapt ce poate reprezenta un dezechilibru muscular pe mișcarea testată. Valorile raportului agonist-antagonist mai mici de 60% prezintă o predispoziție ridicată la accidentări.

- Atingerea acestor indicatori, raportați la acțiunile membrelor inferioare, conform cercetărilor actuale, asigură optimizarea sinergiei musculare dintre agoniști-antagoniști pentru piciorul dominant și nondominant. De asemenea, putem observa faptul că la un junior, față de un senior, raportul agonist-antagonist este mai mare, acest aspect fiind determinat de diferențele anatomice.
- Pe fondul optimizării coordonării intermusculare, constatăm că eficiența raportului agonist-antagonist este manifestată pe latura ameliorării tehnicii, a creșterii forței maxime și amânarea instalării oboselei musculare.
- Dezechilibrele musculare pe care diferite studii le-au semnalat, au ca și consecință o flexibilitate scăzută a raportului agonist-antagonist la nivelul membrelor inferioare, fapt ce se repercutează negativ asupra manifestării optime a randamentului sportiv. De asemenea, aceste dezechilibre, care denotă lipsa/slaba sinergiei în acțiunea mușchilor agoniști-antagoniști, predispun sportivii la accidentări care-i scot pe aceștia din circuitul de pregătire sportivă, respectiv din cel competițional.
- Evaluarea obiectivă a raporturilor agonist-antagonist la nivel segmentar, nu se poate realiza de o manieră intuitivă. În acest sens, toate cercetările care abordează această problemă apelează la tehnologii moderne de investigație, cum ar fi: Cybex și Biodex. Genul acestor aparate oferă informații despre: forța musculară maximă, oboseala în timpul execuției, timpul de accelerare, decelerare, lucrul efectuat în funcție de greutatea corpului, raportul agonist-antagonist. De asemenea, aceste tehnologii - precum cel al aparatului Biodex - pe care noi l-am folosit în cercetarea de față, solicită ca acțiunile constând din mișcările specifice probei, să fie realizate la viteze diferite ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$). Lucrul acesta informează antrenorul/sportivul nu doar despre puterea pe care o generează executantul, ci și despre rezistența la oboseală a mușchilor care sunt solicitați în efectuarea sarcinii date.
- Datele obiective, valorificate în metodologia de instruire a sportivilor, determină o acționare științifică, convergentă spre ameliorarea sinergiei musculare dintre acțiunile musculaturii agoniste-antagoniste.

Concluzii metodologice

- la vârsta de 13-14 ani, pentru executarea probei de garduri, literatura de specialitate face trimitere la dezvoltarea forței explozive, a supleței musculare și coordonării intermusculare;

- cu privire la dominanța și activitatea mușchilor sinergici, se constată faptul că activitatea musculaturii agoniste și antagoniste este mai înaltă la sportivii de performanță, în detrimentul musculaturii antagoniste care prezintă o activitate mai scăzută, fapt ce constituie o indicație metodologică orientată pe direcția stimulării musculaturii agoniste;
- sportivi cu o experiență scăzută în antrenamentele de forță trebuie să efectueze, în primele săptămâni de pregătire, un tip de învățare neuromusculară, care să determine optimizarea coordonării intermusculare (agonist-antagonist, sinergii) și totodată creșterea forței;
- alternarea grupelor musculare, cât și activitatea preferențiată a musculaturii agoniste-antagoniste se poate desfășura după antrenament;
- privind caracterul antrenabil al coactivării musculare, aplicarea unor strategii de mișcare poate determina scăderea coactivării prin tematici specifice și, de asemenea, poate evita instalarea rigidității la nivelul musculaturii agoniste-antagoniste;
- îmbunătățirea coordonării musculaturii sinergiste, se dezvoltă prin aplicarea principiului de specificitate al mișcării, care este relaționat cu tipul de acțiune, determinând un consum metabolic mai mare la juniori;
- puterea musculară poate fi educată/dezvoltată la vârsta pubertății prin mijloace pliometrice, iar forța specială prin mijloace diversificate de pregătire, axate pe polisărituri și aruncări;
- aplicarea mijloacelor excentrice, concentrice și izometrice pe direcția alternării musculaturii agoniste-antagoniste, are un efect pozitiv asupra performanței și prevenirii accidentărilor musculare.
- execuția exercițiilor pliometrice este determinată de respectarea strică a unor reguli care țin de suprafețele utilizate, modalitatea de execuție, dozarea intensității, creșterea graduală a dificultății, dar și de nivelul de instruire al sportivului. Acest gen de acționare, oferă o eficiență în coactivarea musculaturii abductorilor-adductorilor coapsei, stabilitatea musculară și dezvoltarea forței explozive la nivelul membrului inferior;
- exercițiile proprioceptive au rol în prevenirea accidentărilor și îmbunătățirea stabilității gleznei;
- literatura de specialitate recomandă utilizarea exercițiilor cu benzi elastic pentru dezvoltarea forței segmentare, acestea având un efect de activare musculară;
- privind durata programului de antrenament, se constată că un interval de 8-20 săptămâni, poate avea o influență benefică asupra creșterii capacității de forță a membrului inferior;
- în eșalonarea conținuturilor de instruire, dozarea exercițiilor trebuie aplicată gradual, pornind în etapa inițială cu 1-2 serii pentru fiecare mijloc și cu un număr de repetări cuprins între 10-15 pentru fiecare exercițiu;
- aplicarea antrenamentelor de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste, poate constitui o modalitate eficientă de relaxare a anumitor grupe musculare;
- datorită lipsei presiunii competiționale, perioada de tranziție constituie un moment favorabil de aplicare a exercițiilor izometrice, dinamice, concentrice și de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste;
- etapizarea probelor de control specifice practicanților de garduri reprezintă varianta optimă agreată de mulți cercetători/practicieni pentru optimizarea pregătirii;
- privind distribuția mișcărilor specifice probelor de garduri, constatăm că un număr mai ridicat de mijloace este aplicat pe durata perioadei pregătitoare, spre deosebire de perioada

competițională unde mișcările specifice sunt utilizate ca parte componentă a părții de acomodare a organismului la efortul.

Concluzii experimentale

Experimentul preliminar (2017):

- chestionarul „Antrenor” a fost grupat pe două categorii de conținut tematic: prima categorie de întrebări și-a propus să obțină părerea antrenorilor străini și români, cu referire la unii itemi ce au avut ca obiectiv al anchetei instruirea sportivilor în probele de garduri, pe direcția dezechilibrului muscular - dat de raportul agonist-antagonist – prezent la nivelul membrelor inferioare, aspecte legate de calitatea motrică - forța și accidentările musculare suferite de sportivii lor, la nivelul membrelor inferioare. Cea de-a doua categorie de itemi s-a axat pe aflarea nivelului de cunoaștere/aplicare a mijloacelor utilizate pentru acționarea membrelor inferioare la executarea probei, mijloace implementate în cadrul pregătirii fizice, pe durata unui macrociclu;
- din analiza opiniilor antrenorilor cu privire la metodologia parcursului de instruire pe care aceștia îl aplică sportivilor pe care-i pregătesc pentru probele de garduri, a reieșit faptul că, 66% dintre opinii, diferă între antrenorii români și cei străini, în special în ceea ce privește modul în care se acționează din punct de vedere didactic pentru ameliorarea lucrului efectuat la nivelul membrelor inferioare, pe durata executării probei;
- pentru a vedea dacă se reflectă orientarea procesului de instruire a practicanților probelor de garduri și pe direcția optimizării sinergismului muscular, manifestat la acționările de la nivelul membrelor inferioare, am analizat dintr-o perspectivă critică, documentele de planificare utilizate la CSM București. În baza acestei investigații, am observat o implementare neconcludentă în practică, a conținuturilor de instruire orientate pe tematica cercetării noastre. Acest fapt, este reflectat și de rezultatele prelucrate statistic, a performanțelor motrice realizate de către sportivii clubului respectiv (4 fete și 4 băieți - categoria junior 3/13-14 ani) la probe de control. Ele nu prezintă o semnificație statistică, confirmându-ne indirect, pe lângă lipsa existenței unor acționări didactice corespunzătoare, și a unor comportamente motrice deficitare ale sportivilor, cu origine în slaba sinergie musculară și care se repercutează negativ asupra randamentului muscular dezvoltat la nivelul membrelor inferioare, în timpul executării probelor de garduri (fie secvențial, fie integral);
- tot în etapa preliminară, pe baza observației sistematice, am recoltat date și am analizat aspectele tehnice specifice ale acționării membrelor inferioare pe durata executării probei de garduri, iar parametrii evaluați, au fost comparați cu cei recomandați de literatura de specialitate, constatându-se abateri de la aceștia. Astfel, de exemplu, în urma analizării procentajului dat de raportul „desprindere-aterizare”, am constat faptul că, per medie, rezultatele subiecților se află sub valorile raportului optim recomandat de literatura de specialitate. Acest fapt, indică pentru antrenor posibile curențe de forță, putere etc., ale subiecților pe care-i instruiesc, cu repercusiuni asupra componentei tehnice, legate de amplitudinea pașilor în probele de garduri etc.

Experimentul de bază:

- experimentul de bază, derulat în anul 2017 (testare inițială) s-a aplicat aceluiași subiecți care au participat la studiul preliminar, ei fiind în număr de 8 (4 fete și 4 băieți) legitimați la CSM București, practicanți ai probelor de garduri. Testarea finală a fost aplicată în anul 2018, pe 6 sportivi (3 fete și 3 băieți), doi dintre subiecți fiind accidentați la un moment dat, nu au putut participa la testările finale;
- pentru evaluarea parametrilor funcționali (din perspectivă motrică) a acțiunilor membrilor inferioare – picior dominant și nondominant) – am realizat „testările izokinetică”. Modul ales pentru evaluare a fost cel concentric-concentric, pentru determinarea dezechilibrelor musculare dintre raportul agonist-antagonist, diferențelor dintre vârful de forță maximă și oboseala în timpul execuției. Pentru determinarea carențelor de putere, am implementat testul de sărituri 15 secunde apelând pentru măsurători la aparatul Optojump, cu ajutorul căruia am obținut potențialul individual al puterii anaerobe a membrilor inferioare/sportiv;
- testul isokinetic s-a aplicat asupra următoarelor mișcări (la diferite viteze de execuție): extensie/flexie genunchi ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$), flexie plantară și dorsoflexie ($60^\circ/\text{sec}^{-1}$, $120^\circ/\text{sec}^{-1}$, $180^\circ/\text{sec}^{-1}$), flexie/extensie șold ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$), abducție/adducție șold ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$) și rotație internă/externă șold ($180^\circ/\text{sec}^{-1}$, $300^\circ/\text{sec}^{-1}$, $450^\circ/\text{sec}^{-1}$);
- prin analiza individualizată a rezultatelor, am evidențiat posibilele dezechilibre musculare, care necesită o intervenție specifică pentru optimizarea raportului agonist-antagonist/subiect, astfel încât acest raport/mișcare să se alinieze la valorile de referință date de literatura de specialitate;
- am constatat, de asemenea, în urma analizei bivariante, prezența unei corelații semnificative între raportul agonist-antagonist pentru extensia genunchiului și flexia șoldului pentru fete, comparativ cu valorile negative obținute de băieți;
- abducția și rotația internă a șoldului nu prezintă o corelație semnificativă pentru fete și băieți, acest aspect fiind determinant de dominanța anumitor mișcării, în defavoarea altora;
- am observat totodată o creștere a valorilor raportului agonist-antagonist, odată cu modificarea vitezei de execuție, lucru remarcat și în literatura de specialitate și care consideră acest aspect, o adaptare fiziologică a membrului inferior;
- analiza rezultatelor obținute cu aparatul Optojump ne-a oferit informații obiective privind capacitatea anaerobă, raportată la potențialul de putere manifestat de membrului inferior;
- în urma interpretării datelor inițiale, am conceput și implementat în anul 2018 un „programul compensator”, care s-a derulat pe durata a 20 de săptămâni ($164\text{h}10'40''$) și a cuprins următoarele tipuri de mijloace: pliometrice, propioceptive și de facilitare neuromusculară, cu benzi elastice, de alternare a musculaturii agoniste-antagonist, mozaic și exerciții pentru îmbunătățirea valorilor ritmului de execuție în probele de garduri;
- după parcurgerea „programului compensator” s-au efectuat testările finale pe aceleași 5 tipuri de mișcări, ca și la momentul inițial de testare, și pe același aparat isokinetic (Biodex), iar conform rezultatelor analizei statistice, ipoteza de lucru H_1 „Evaluarea obiectivă prin mijloace moderne de investigație, pune în evidență raportul dintre musculatura agonistă-antagonistă la nivelul acțiunii membrului inferior, fapt ce va permite optimizarea semnificativă a acestuia,

- prin parcurgerea unui program compensator conceput pe direcția menționată” s-a acceptat în proporție de 93% la fete și 80% la băieți;
- compararea rezultatelor testării realizate cu aparatul Optojump oferă un progres de la testarea inițială la cea finală - pentru fete și băieți. Ameliorarea raportului agonist-antagonist reprezintă o adaptare anaerobă a membrului inferior la efortul specific, rata de progres a mediei puterii pentru fete se situează la 79% pe când băieții înregistrează o medie de progres de 33,66%. Astfel fetele exprimă la această vârstă un potențial muscular anaerob la nivelul membrului inferior mai ridicat decât băieții.
 - pentru determinarea eficienței mijloacelor programelor compensatorii pe care le-am derulat cu scopul ameliorării sinergiilor musculare ale membrelor inferioare, raportate la tehnica de execuție și performanțele sportive ale subiecților, am constatat, în baza analizei statistice, o ameliorare a acestor și o semnificație statistică între valorile variabilelor evaluate;
 - analizarea comparativă a parametrilor evaluați cu ajutorul aparatului Biodex, obținuți la finalul cercetării de către sportivii juniori 3 (subiecții cercetării noastre – băieți), cu cei ai unui sportiv de performanță - încadrat la categoria tineret - ne-a oferit o imagine de ansamblu asupra posibilității de a modela - în perspectivă - instruirea sportivilor aflați în stadiul inițial de formare, având ca repere valorile variabilelor vizate și generate de un alergător aflat pe calea consacrării sportive. De asemenea, această acțiune de modelare, a scos în evidență abaterile de la variabilele „criteriu”, deschizând o cale eficientă de individualizare a procesului de antrenament și de creștere a randamentului sportiv/subiect.

Diseminarea rezultatelor cercetării

Articole publicate în reviste BDI

1. **Gheorghe Adrian Onea**, Balint Lorand., Practical Motor Examples used by Coaches to Optimize the Learning Process For Young Hurdles Runners, Science, Movement and Health, Vol. XVI, ISSUE 2 Supplement, September 2016, 16 (2, Supplement): 619-623.
<https://www.analefeffs.ro/anale-feffs/2016/i2s/pe-autori/51.pdf>
2. **Gheorghe Adrian Onea**, Balint Lorand., Imagery Dimensions For Hurdles, Jumps and Throwing Events. Psycho - Neuromuscular Theory, Pettlep Model Perspective and the Imagery Training Effectiveness in Muscle Injuries, Bulletin of the Transilvania University of Braşov Series IX: Sciences of Human Kinetics, Vol. 10 (59) No. 2 – 2017.
http://webbut.unitbv.ro/BU2017/Series%20IX/2017/BULETIN%20I/08_ONEA.pdf
3. **Gheorghe Adrian Onea**, Balint Lorand, Oprea Doru., A case study Determining the Muscle balance of the Juniors 3 in Hurdles events through Biodex System 4 Pro™, Bulletin of the Transilvania University of Braşov Series IX: Sciences of Human Kinetics, Vol. 11 (60) No. 2 – 2018.
http://webbut.unitbv.ro/BU2018/Series%20IX/2018/BULETIN%20I/13_ONEA-final.pdf
4. **Gheorghe Adrian Onea**, Balint Lorand, Alecu Ştefan., Muscle Fatigue Assesment of the Lower Limb in Young Hurdlers Using Isokinetic Dynamometry, Vol. XIX, Issue 2/2018, GYMNASIUM, Scientific Journal of Education, Sports, and Health DOI: 10.29081/gsjesh.2018.19.2.14.
<http://www.gymnasium.ub.ro/index.php/journal/article/view/532/71>

Prezentări la conferințe internaționale

1. **Gheorghe Adrian Onea**, Balint Lorand (2016), The Predictable Risk Factors of Muscles Injury in the Thigh area for the 110 M Hurdles, International Scientific Conference "Youth In The Perspective Of The Olympic Movement", Universitatea Transilvania - Facultatea de Educație Fizică și Sporturi Montane din Brașov / 26 - 27 of February 2016.

Alte articole

Gheorghe Adrian Onea, Balint Lorand, Body Mass Index, Physical Fitness Assessment and Injuries Incidence among Arab School Children Volume XXXVI, Pages 1- 484 (04 March 2018) The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS e-ISSN: 2357-1330 ©2018 Published by the Future Academy

https://www.europeanproceedings.com/files/data/article/82/2760/article_82_2760_pdf_100.pdf

REZUMAT

Elaborarea tezei de doctorat cu titlul „Ameliorarea randamentului sportiv în proba de 110 m garduri prin eficientizarea sinergiei musculaturii agoniste-antagoniste la nivelul membrelor inferioare”, dorește să evidențieze necesitatea evaluării activității musculaturii membrului inferior în probele de garduri, pentru identificarea schimbărilor de forță ale raportului agonist-antagonist. În cadrul Capitolului 1, am analizat caracterul tehnic, biomecanic și muscular al probelor de garduri, în baza datelor literaturii de specialitate naționale și internaționale. Subcapitolul „Dominanța și activarea mușchilor sinergici” prezintă o sinteză a posibilelor activări musculare, care pot să fie influențate prin activitatea prestată de fiecare subiect/sportiv. Pregătirea polivalentă reprezintă o premisă a armoniei sinergiilor musculare, ea putând contribui la acțiunea de contrabalansare a deficitelor musculare, printr-o activitate sistematică și uniformă pe parcursul pregătirii în probele de garduri.

Capitolul 2 al tezei de doctorat a constat în aplicarea unui chestionar destinat antrenorilor români și străini, urmărind identificarea aspectelor metodologice utilizate în instruirea sportivă specifică alergătorilor de garduri, cu predilecție pe aspectele de echilibru muscular. Tot în cadrul acestui capitol, am analizat, dintr-o perspectivă critică, mijloacele specifice aplicate acțiunilor membrelor inferioare, identificate din documentele de planificare ale unui antrenor român. Această investigație ne-a permis să structurăm datele de interes, pe aspectele sale de volum, intensitate, perioada de pregătire, conținuturi orientate spre îmbunătățirea randamentului sportiv individual. Observația sistematică a fost utilizată ca metodă complementară, de evaluare a acțiunii membrelor inferioare în probele de garduri, iar cu ajutorul acestei proceduri, am realizat o analiză a tehnicii manifestate/localizate la nivelul trenului inferior, comparativ cu abordările din literatura de specialitate. Analiza din cadrul acestui capitol confirmă faptul că, există diferențe semnificative între feedback-ul obținut de la antrenorii români și străini, cu privire la orientarea metodologică a instruirii practicantilor probelor de garduri, în special la nivelul pregătirii juniorilor, iar exercițiile fizice aplicate pe ameliorarea sinergiei la nivelul musculaturii membrelor inferioare, sunt nesemnificative ca volum și conținut.

Capitolul 3 prezintă un studiu longitudinal aplicat subiecților din cercetarea preliminară. Testarea inițială a constat în evaluarea parametrilor: vârful de forță maximă, oboseala în timpul execuției și raportul agonist-antagonist pentru piciorul dominant și nondominant, atât la fete, cât și la băieți cu dinamometrul Biodex. Variabilele izokinetice au fost măsurate la diferite viteze de execuție (60°/s, 120°/s, 180°/s, 300°/s, 450°/s) pentru flexia/extensia șoldului, flexia plantară și dorsală a gleznei, extensia/flexia genunchiului, abducție/adducție șold, rotație internă/externă șold. Rezultatele nu au sugerat prezența unei semnificații statistice între piciorul dominant și nondominant, confirmând astfel necesitatea implementării unui program de antrenament compensator, pe care noi l-am conceput și implementat pe durata a 20 de săptămâni. Acest program a cuprins exerciții de activare cu benzi elastice, mijloace pliometrice, mozaic, de alternare a musculaturii agoniste-antagoniste, exerciții proprioceptive care pe ansamblu, dorește stimularea coordonării intermusculare, prin optimizarea sinergiilor musculaturii membrului inferior. La finalul perioadei alocate antrenamentului compensator, am efectuat testarea finală, care a evaluat aceiași parametri investigați inițial cu aparatul Biodex. Prin ameliorarea variabilelor vizate, am confirmat ipoteza de lucru privind necesitatea implementării unor conținuturi de instruire compensatorii pe direcția ameliorării raportului agonist-antagonist. Evaluarea prin intermediul aparatului Optojump a oferit posibilitatea

aprecierii progresului de forță explozivă, în relație cu coactivarea eficientă a agonistului. Identificarea dezechilibrelor musculare a condus la ameliorarea sinergiei musculare prin eficientizarea factorului tehnic și fizic raportat la performanța sportivă.

ABSTRACT

The elaboration of the doctoral thesis with the title "The improvement of the sports performance in the 110 metres hurdles race through the agonist-antagonist muscle synergy streamline at the level of the lower limbs" wishes to highlight the necessity of the evaluation of the lower limb muscles activity in the hurdles races in order to identify the strength changes in the agonist-antagonist relation. In Chapter 1, I analyzed the technical, biomechanical and muscular character of the hurdles races based on the literature data from the national and international specialized literature. The section "Dominance and Activation of Synergistic Muscles" presents a synthesis of possible muscle activations that may be influenced by the activity performed by each subject / athlete. The multipurpose training represents a premise of muscular synergies harmony as it may contribute to the counterbalancing action of muscle deficits through a systemic and uniform activity during training in the hurdles races.

Chapter 2 of the doctoral thesis is based upon the application of a questionnaire intended for Romanian and foreign coaches in order to identify the methodological aspects used in sports training specific to hurdles runners, with a predilection on the aspects of muscular balance. Also in this chapter, I analyzed from a critical perspective, the specific means applied to the use of the lower limbs, identified from the planning documents of a Romanian coach. This investigation allowed me to structure the data of interest on its volume aspects, intensity, training period, contents aimed at improving individual sports performance. Systematic observation was used as a complementary method of evaluation for the use of the lower limbs in the hurdles races and using this procedure, I realized an analysis of the manifested technique, situated at the level of the lower limb, compared to the approaches in the literature. The analysis in this chapter confirms that there are significant differences between the feedback I got from Romanian coaches and what I got from foreign ones regarding methodological orientation of training practitioners for the hurdles races, especially at the level of junior training and physical exercise applied to improve synergy at the level of the lower limbs muscles are insignificant as volume and content.

Chapter 3 presents a longitudinal study applied to the subjects from the preliminary research. Initial testing consisted in evaluating the parameters: the peak of maximum strength, fatigue during execution and the agonist-antagonist relation for the dominant and non-dominant foot for both girls and boys with the Biodex dynamometer. The isokinetic variables were measured at different execution speeds ($60^\circ/s$, $120^\circ/s$, $180^\circ/s$, $300^\circ/s$, $450^\circ/s$) for hip flexion / extension, plantar flexion and dorsiflexion of the ankle, extension / flexion of the knee, hip abduction / adduction, internal/external hip rotation.

The results didn't suggest the existence of a statistical significance between the dominant and non-dominant foot, thus confirming the necessity for the implementation of a compensatory training program that I conceived and implemented during 20 weeks. This program was made of activation exercises with elastic bands, plyometric means, mosaic means, alternating the agonist-antagonist muscles, proprioceptive exercises that all in all aim for stimulating intramuscular coordination through the optimization of the synergies of the lower limb muscles. At the end of the period allocated to the compensatory training, I performed the final test that evaluated the same parameters initially investigated with the Biodex device. Also by improving the targeted variables I

confirmed the working hypothesis regarding the necessity of implementation of compensatory training contents in the direction of improving the relation agonist-antagonist. Evaluation through the Optojump device offered the possibility of appreciating the progress of the explosive strength in relation with the efficient coactivation of the agonist. Identification of muscle imbalances led to improving muscle synergy by streamlining the technical and physical factor related to sports performance.

BIBLIOGRAFIE

1. Ackland, T.R., Elliott, B., Bloomfield, J. (2009). **Applied Anatomy and Biomechanics in Sport**, pp. 177-179.
2. Alexe, N. (1972). **Studii Privind Pregătirea Sportivă a Copiilor și Juniorilor**, Editura Stadion, p.23.
3. Alter, J.M. (2004). **Science of Flexibility 3rd Edition**, Human Kinetics, p.82.
4. Amara, S., Mkaouer, B., Chaabene, H., Negra, Y., Bensalah, F.Z. (2019). **Key kinetic and kinematic factors of 110-m hurdles performance**, Journal of Physical Education and Sport® (JPES), 19(1), Art 95, pp. 658-668, p.666.
5. Armstrong, N. (2013). **Developing of the Elite Young Athlete**, Children's Health and Exercise Research Centre, University of Exeter, United Kingdom, p.2.
6. Asim, B., Josipa, B., Emir, P., Goran, M. (2009). **Isokinetic Leg Strength Profile of Elite Male Basketball Players**.
7. Babiç, V., Delalija, A. (2009). **Reaction Time Trends in the Sprint and Hurdle Events at the 2004 Olympic Games: Differences Between Male and Female Athletes**, p.67.
8. Balint, G. (2008). **Baze teoretice și mijloace de ac ionare pentru pregătirea fizică specifică a jucătorilor de fotbal**, Editura Pim, p.29.
9. Balint, L. (2003). **Didactica Generală a Educației Fizice și Sportului**, Editura Universității Transilvania, p.85.
10. Ballesteros, J.M. (1993). **Manualul antrenamentului de bază**, C.C.P.S, București, p.56.
11. Bartlett, R. (2007). **Introduction to Sports Biomechanics - Analysing Human Movement Patterns** - Ediția a II-a, p.250-251.
12. Bencke, J., Aagaard, P., Zebis, M.K. (2018). **"Muscle activation during ACL injury risk movements in young female athletes: a narrative review"** in Granacher, U., Puta, C., Gabriel, H.H.W., Behm, D.G., Arampatzis, A., Neuromuscular training and adaptations in youth athletes, published in *Frontiers in Physiology*, p.205.
13. Bittencourt, F.N.F., Mendes Amaral, G., Saldanha dos Anjos, M.T., D'Alessandro, R., Silva, A.A., Fonseca, S.T. (2005). **Isokinetic muscle evaluation of the knee joint in athletes of the Under-19 and Under-21 Male Brazilian National Volleyball Team**, p.305e.
14. Bo, W., Yang, W.T. (2019). **A New Technique of Core Muscle Strength Training for Hurdlers**, p.14247.
15. Bobak, C.A., Barr, P.J., O'Malley, A.J. (2018). **Estimation of an inter-rater intra-class correlation coefficient that overcomes common assumption violations in the assessment of health measurement scales**, p.2.
16. Bompa, T.O. (2001). **Teoria și Metodologia Antrenamentului - Periodizarea** Ediția a IV-a, Editor CNFPA, p.48, p.274, p.390, p.409, p.413-414.
17. Bompa, T.O., Carrera, M.C. (2006). **Periodizarea antrenamentului sportiv - Planuri științifice pentru forță și condiția fizică pentru 20 de discipline sportive**, Editura CNFPA, p, 53, p.32, p.111, p.228.
18. Bompa, T.O., Carrera, M.C. (2015). **Condiționarea tinerilor atleți**, Human Kinetics, p.92.

19. Brničević, M.M., Babin, B., Vlahović, L. (2018). **The Influence Of Motor Abilities And Some Specific Kinematic Parameters On The Results In 60 – Metre Hurdle-Races**, Acta Kinesiologica, Issue. 1: 93-98, p.97.
20. Brown, L.E. (2000). **Isokinetics in Human Performance**, pp.11-13.
21. Budescu, E. (2013). **Biomecanica Generală**, Iași, pp. 84-85.
22. Bujak, Z., Smajlović, N., Likić, S., Omerović, M. (2014). **Predictive contribution of morphological characteristics and motor abilities on the result of running the 60m hurdles in boys aged 12-13 years**, International Journal of Science Culture and Sport, p.46, p.48, Doi : 10.14486/IJSCS84.
23. Burcă, I., Tofan, M., Vlase, D (2008). **Modelarea matematică a legilor de mișcare în probele atletice de săritura cu prăjina și alergarea de garduri**, p.225.
24. Calmels, P., Minaire, P. (1995). **A review of the role of the agonist/antagonist muscle pairs ratio in rehabilitation**, Disability and Rehabilitation, p.266, p.272.
25. Campello, T.L.M., adaptată după Pitman, M.I., Peterson, L. (2001). **Biomechanics of Skeletal Muscles**, în Nordin, M., Frankel, V.H. (coord.), Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System, p.165, p.168.
26. Cardinale, M., Newton, R., Osaka, K. (2011). **Strength and Conditioning – Biological Principles and Practical Applications**, pp.428-430.
27. Carr, G.A. (1999). **Fundamentals of Track and Field**, Second Edition, p.62.
28. Chapman, A.E. (2008). **Biomechanical Analysis of Fundamental Human Movements**, Human Kinetisc, p.50.
29. Chimera, N.J., Swanik, K.A., Swanik, C.B., Straub, S.J. (2004). **Effects of Plyometric Training on Muscle-Activation Strategies and Performance in Female Athletes** p.24.
30. Chu, D. A., Myer, G.D. (2013). **Plyometrics – Dynamic Strength and Explosive Power**, Human Kinetics, p. 4-6, p. 44, p.50,p.223.
31. Ciocla, S.M. (2006). **Fotbal – Curs de aprofundare / Pregătire antrenori**, Editura Fundației Romania de Mâine, București, pp.154-155.
32. Ciubotariu, A., Arendt-Nielsen, L., Graven-Nielsen, T. (2004). **The influence of muscle pain and fatigue on the activity of synergistic muscles of the leg**, 91(5-6):604-14.
33. Clippinger, K.S. (2007). **Dance Anatomy and Kinesiology**, pp.55-56.
34. Cochran, S. (2001). **Complete Conditioning for martial arts**, Human Kinetics, p.47.
35. Coh, M. (2003). **Biomechanical analysis of Colin Jackson's hurdle clearance technique**, IAAF, 18:1; 37-45, p. 39, p.40.
36. Coh, M., Babic, V. (2010). **Biodynamic characteristics of maximum speed development**, Vol. 8, No 2, pp.141-143.
37. Coh, M., Boncina, N., Štuhec, S., Mackala, K. (2020). **Comparative Biomechanical Analysis of the Hurdle Clearance Technique of Colin Jackson and Dayron Robles: Key Studies**, p.6.
38. Coh, M., Iskra, J. (2012). **Biomechanical studies of 110 m hurdle clearance technique**, Sport Science 5, 1: 10-14, p.10, p.13.
39. Cole, B, Finch, A., Ariel, G. (2012). **Relationship between Foot Pressures And Horizontal Velocities Alterations While Hurdling**, 30th Annual Conference of Biomechanics in Sports – Melbourne, p. 39, p.69, p.72.

40. Connes, P. (2010). *Exercise Physiology – from a cellular to an Integrative Approach*, IOS Press, p.362.
41. Coutinho, C. (2014). *Succes in tennis series – Physical Conditioning & Physiology*, pp.17-18.
42. Croisier, J.L. (2004). **Muscular imbalance and acute lower extremity muscle injuries in sport**, vol. 5, nr 3, 169-176, p.7.
43. Cruz, T.H., Dhaher, Y.Y. (2009). **Impaired lower limb muscle synergies post-stroke**, Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 3956-9, doi: 10.1109/IEMBS.2009.5333669.
44. Cular, D., Ivancev, V., Zagatto, A.M., Milic, M., Beslija, T., Sellami, M., Padulo, J., (2018). **Validity and Reliability of the 30-s Continuous Jump for Anaerobic Power and Capacity Assessment in Combat Sport**, p.5.
45. Cunha, R.M., Neves, E.B., De Resende, T.I.S., Nora, F.G.S.A., Rosa, B., Noleto, V.S., Rolim, T.I., Lehnen, A.M. (2016). **Muscle Strength Imbalance Between Hamstring And Quadriceps Among Professional Dancers**, p.1089.
46. Donatelli, R.A., Diamond, D. (2007). **“Strength Training Concepts in the Athletes”** in Donnatelli R.A., Sports – Specific Rehabilitation, p.207.
47. Dvir, Z. (2004). **Isokinetics – Muscle testing, interpretation and clinical applications**, p.55.
48. Ebenbichler, G.R., Kollmitzer, J., Glöckler, L., Bochdansky, T., Kopf, A., Fialka, V. (1998), **The role of the biarticular agonist and cocontracting antagonist pair in isometric muscle fatigue**. Dec; 21(12):1706-13.
49. Edgerton, V.R., Smith, J.L., Simpson, D.R. (1975). **Muscle fibre type populations of human leg muscles**, 1975 May;7(3):259-66, doi: 10.1007/BF01003594.
50. El-Hamid, A. (2012). **Effect of Training by Using the Change in the Official Measurements on Some Special Variables and Record Level of 110m Hurdles Competitors**, World Journal of Sport Sciences 6 (2): 152-156, p.152.
51. Enoka, R.M. (2008). *Neuromechanics of Human movement – 4th Edition*, Human Kinetics, p.298.
52. Enoka, R.M., Duchateau, J. (2008). **Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function**, J Physiol 586.1, pp 11–23, p.11, p.13.
53. Falconer, K., Winter, D.A. (1985). **Quantitative assessment of co-contraction at the ankle joint in walking**, Electromyogr Clin Neurophysiol, Mar-Apr 1985;25(2-3):135-49.
54. Fles Mazuquin, B., Maxwell Pereira, L, Marcelino Dias, J., Batista J.P. Junior, Cardoso, Silva M.A., Finatti, M.E, Leme, L.C., Carregaro, R.L.; Felipe Arruda Moura; Rosa Cardoso, J. (2005). **Isokinetic Evaluation Of Knee Muscles In Soccer Players: Discriminant Analysis**, p. 367.
55. Fonseca, S.T., Ocarino, J.M., Silva, P.L.P., Bricio, R.S., Costa, C.A., Wanner, L.L. (2007). **Characterization of professional soccer players’ muscle performance**, p.128e.
56. Ford, K.R., Van den Bogert, J., Myer, G.D., Shapiro, R., Hewett, T.E. (2008). **The effects of age and skill level on knee musculature co-contraction during functional activities: a systematic review**, Br J Sports Med; 42(7): 561-566.
57. Freeman, W. (2015). *Track and Field – Coaching Essentials*, Human Kinetics, p.142, 146.
58. Frey-Law, L.A., Avin K.G. (2013). **Muscle coactivation: a generalized or localized motor control strategy**; 48(4): 578–585. doi: 10.1002/mus.23801.

59. Frost, G., Dowling, J., Dyson, K., Bar-Or, O. (1997). **Cocontraction in three age groups of children during treadmill locomotion**, *Journal of Electromyography and Kinesiology*, Volume 7, Issue 3, p. 179-186
60. Gagea, A. (2006). *Biomecanica analitic*, București, p.51, p.91-92.
61. Gamble, P. (2010). **Strength and conditioning for team sports – Sport specific physical preparation for high performance**, p.83.
62. Gamble, P. (2012). **Training for speed and agility – An evidence based approach**, p.78
63. Gardiner, P.F. (2011). **Advanced Neuromuscular Exercise Physiology**, *Human Kinetics*, p.40.
64. Gazzaniga, S.M. (2009). *The Cognitive Neuroscience*, 4th Edition, p.544.
65. Gârleanu, D. (2009). *Ghidul Viitorului Atlet de Performanță*, Editura Printech, București, pp.145-146.
66. Gerodimos, V., Manoua, V., Stavropoulos, N., Kellis, E., Kellis, S. (2006). **Agonist and antagonist strength of ankle musculature in basketball players aged 12 to 17 years**, p.86.
67. Granacher, U., Lesinski, M., Büsch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, C., Gollhofer, A., Behm, D.G. (2013). **Effects of Resistance Training in Youth Athletes on Muscular Fitness and Athletic Performance: A Conceptual Model for Long-Term Athlete Development**, p.12.
68. Grappe, F. (2018). **Cyclisme et optimization de la performance – Sciences et methodologie de l'entrainement**, p.255.
69. Hamill, J., Knutzen, K.M. (2003). *Biomechanical Basis of Human Movement*, 2nd Edition, Editura Lippincott Williams & Wilkins, p.109.
70. Ho, C.S., Chang, C.Y., Kuo-Chuan Lin (2019). **The wearable devices application for evaluation of 110 meter high hurdle race**, *Journal Of Human Sport & Exercise* Issn 1988-5202 doi:10.14198/jhse.2020.151.04, p.7.
71. Hoffman, J. (2014). *Physiological Aspects of Sports Training and Performance*, 2nd Edition, p.242.
72. Hojka, V., Bačáková, R., Kubový, P. (2016). **Differences in kinematics of the support limb depends on specific movement tasks of take-off**, *Acta Gymnica*, vol. 46, no. 2, p.87.
73. Homenkov, L.S. (1977). *Atletism*, Editura Sport Turism, p.289, p.294, p.297.
74. Ifrim, M., Iliescu, A. (1978). *Anatomia și Biomecanica Educației Fizice și sportului*, Editura Didactică și Pedagogică, București, pp.377-379.
75. Inbar, O., Chia, M. (2008). **„Development od Maximal Anaerobic Performance: An Old Issue Revisited”** in Hebestreit, H., Bar-or, O., *The Young Athlete*, Volume XIII of the Encyclopaedia of Sports Medicine, An IOC Medical Commission Publication in collaboration with the International Federation of Sports Medicine, p.32.
76. Ionescu-Bondoc, D. (2007). **Pregătire specializată în atletism**, Editura Universității Transilvania din Brașov, p.10, p.12, p.16, p.21, p.71, p.100.
77. Iskra, J. (1995). **The most effective technical training for the 110 metres hurdles**, *IAAF 10:3:51-55*, p.51-52, p.54.
78. Iskra, J., Gasilewski, J., Hyjek, J., Walaszczyk, A. (2013). **Effect of methods of teaching hurdling on changes in functional asymmetry of legs**, p.34.
79. Iskra, J., Marcinów, R., Wojciechowska-Maszkowska, B., Otsuka, M. (2019). **Functional Laterality of the Lower Limbs Accompanying Special Exercises in the Context of Hurdling**, p.1, p.7.

80. Iskra, J., Rygula, I. (2001). **The Optimization Of Training Loads In High Class Hurdlers**, p.68, p.70.
81. Iskra, J., Zajac, A., Waskiewicz, Z. (2006). **Laboratory and Field Tests in Evaluation of Anaerobic Fitness in Elite Hurdlers**, p.28, pp.32-33.
82. Ives, J.C. (2014). **Motor Behavior: Connecting Mind and Body for Optimal Performance**, p.57, p.293.
83. Jokelainen, O. (2013). **Effect of Low-Load Hamstring Strength Training on The H/Q Ratio And Electromyographic Activity in Various Gymnastic Actions in Young Aesthetic Group Gymnasts**, Master's Thesis, Science of Sport Coaching and Fitness Testing, Department of Biology of Physical Activity, University of Jyväskylä, p.17.
84. Jones, D.A., Round, J.M. (2008). **"Muscle Development during childhood and Adolescence"** in Helge Hebestreit., Oded Bar-or The Young Athlete, Volume XIII of the Encyclopaedia of Sports Medicine, An IOC Medical Commission Publication in collaboration with the International Federation of Sports Medicine, pp.22-23.
85. Jung, H.C., Lee, S., Seo, M.W., Song, J.K. (2016). **Isokinetic assessment of agonist and antagonist strength ratios in collegiate taekwondo athletes: a preliminary study.**
86. Kiefer, M. (2012). **Athletic Performance Requirements and Time-Motion Analysis in Basketball – towards a better understanding of the implications of training to game performance**, pp.18-19.
87. Knudson, D. (2007). **Fundamental of Biomechanics**, Second Edition, p.51, pp.57-58.
88. Korhonen, M.T. (2009). **Effects of Aging and Training on Sprint Performance**, Muscle Structure and Contractile Function in Athletes, University of Jyväskylä, p.18
89. Kryściak, J., Podgórski, T., Eichler, A. (2015). **Lactate concentration and creatine kinase activity after 110-m and 400-m hurdles races**, Sport Sciences; 4(22): 179-184.
90. Larion, A., Popa, C. (2018). **Speed dynamics in 60 m hurdles events**, Journal of Sport and Kinetic Movement, vol III, NR 32, p.101.
91. Lazăr, B. (1984). **Educarea calităților fizice combinate**, Editura Sport- Turism, București, p.114
92. Leicu, G.M., (2014). **Oboseala și supraantrenamentul**, Papers of the Sibiu Alma Mater University Conference, Eight Edition, 27-29 March 2014, Sibiu – Volume 2, p.109.
93. Li, F., Wang, Q., Cao, S., Wu, D., Wang, Q., Chen, X. (2013). **Lower-limb muscle synergies in children with cerebral palsy**, 6th International IEEE/EMBS Conference on Neural Engineering (NER).
94. Li, J., Fu, D. (2000). **The Kinematic Analysis on the Transition Technique between Run and Hurdle Clearance of 110m Hurdles.**
95. Li, Q. (2014). **Hurdler injury factors correlation research based on biomechanics**, Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 6(1): 137-143, p.137.
96. Li, X., Zhou, J., Li, N., Wang, J. (2011). **Comparative Biomechanics Analysis Of Hurdle Clearance Techniques**, Portuguese Journal of Sport Sciences 11 (Suppl. 2), 307-309, p.309.
97. Liu, C., Zhao, H., Jin, X. (2005). **The research on isokinetic strength testing of knee joint muscle of shi dongpeng, the internationally master of sports**, p. 525.

98. Lizardo, F.B., Ronzani, G.M., Sousa, L.R., de Oliveira Silva, D.C., dos Santos, L.A., Lopes, P.R., Bérzin, F., Bigaton, D.R. (2017). **Proprioceptive exercise with bosu maximizes electromyographic activity of the ankle muscles**, p.754.
99. Lloyd, R.S., Oliver, J.L. (2012). **The Youth Physical Development Model: A New Approach to Long-Term Athletic Development**, p.63.
100. Lloyd, R.S., Oliver, J.L. (2014). **Strength and Conditioning for Young Athletes: Science and application** 1st Edition, p.98.
101. Lopez Del Amo, J.L., Rodríguez, M.C., Hill, D.W., González, J.E. (2018). Analysis of the start to the first hurdle in 110 m hurdles at the IAAF World Athletics Championships Beijing 2015, pp. 506-507, p.514-515.
102. Lu, G., Lin, X., Li, D., He, X. (2017). **The Cultivation of Hurdle Athletes' Psychological Ability**, 7th International Conference on Education, Management, Computer and Society, pp.1427-1430.
103. Maly, T., Mala, L., Bujnovsky, D., Hank, M., Zahalka, F. (2019). **Morphological and isokinetic strength differences: bilateral and ipsilateral variation by different sport activity**, p.208.
104. Mason, P. (2011). **Medical NeuroBiology**, Oxford University Press, pp.494-495.
105. Matsunaga, N., Imai, A., PhD., Kaneoka, K. (2017). **Comparison of muscle synergies before and after 10 minutes of running**, J Phys Ther Sci, p.1242.
106. Maximilian, P. (2017). **Psychological relaxation techniques in sports: The acute effects of relaxation techniques between physical tasks**, p.9.
107. McDonald, C., Dapena, J. (1991). **Angular momentum in the men's 110-m and women's 100-m hurdles races**, Medicine and Science in Sports and Exercise, 01 Dec 1991, 23(12):1392-1402
108. McGinnis, P.M. (2013). **Biomechanics of Sport and Exercise**, Human Kinetics, p.207.
109. McLean, B. (1994). **The biomechanics of hurdling: Force plate analysis to assess hurdling technique**, New Studies in Athletics, 4: 55-58.
110. McLester, J., St. Pierre, P. (2008). **Applied Biomechanics: Concepts and Connections**, Editura Thomson, pp.328 - 329.
111. Mero, A., Jaakkola, L., Komi, P.V. (1991). **Relationships between muscle fibre characteristics and physical performance capacity in trained athletic boys** J Sports Sci; 9(2):161-71, p.161.
112. Micheli, L., Nielson, J.H. (2008). **„Overuse Injuries in the young athlete: stress fracture“** in Hebestreit, H., Bar-or, O., The Young Athlete, Volume XIII of the Encyclopaedia of Sports Medicine, An IOC Medical Commission Publication in collaboration with the International Federation of Sports Medicine, p.155.
113. Mihai, I., Graur, C. (2017). **Monitoring the explosive strength parameters in BCM U Pitesti Basketball team**, p.2299.
114. Mihăilescu, L., Mihăilescu, N. (2006). **Atletism în sistemul educațional**, Pitești: Editura Universității din Pitești, p.62.
115. Mohamadinejad, A. (2014). **Assessment of Coaches' Knowledge Regarding Their Legal Duties toward Athletes**, p.34.
116. Moir, G.L. (2016). **Strength and conditioning - A biomechanical Approach**, p. 142.
117. Neagu, N., Gliga, A.C., Bățașă, T. (2018). **A new approach to the role of antagonist muscle contraction synergism in plyometric training**, Palestrica of the third millennium – Civilization

- and Sport Vol. 19, no. 4, October-December 2018, 245–251 Palestrica of the third millennium – Civilization and Sport Vol. 19, no. 4, 245–251, p.250.
118. Neamțu, M., Ionescu Bondoc, D., Scurt, C., Nechita, F., Cibu, M. (2008). **Atletismul pentru toți**, Editura Universității Transilvania din Brașov, p.85.
 119. Nechita, F., Mihăilescu, L. (2010). **Optimizarea pregătirii tehnice prin monitorizarea elementelor cinematice în proba de 110 metri garduri**, Palestrica Mileniului III – Civilizație și Sport Vol. 11, no. 4, p.360.
 120. Nenciu, G. (2005). **Biomecanica în Educație Fizică și Sport - Aspecte Generale**, Editura Fundației România de Măine, p.36, p.44.
 121. Okutani, H., Suga, T., Wakamiya, M., Isaka, T., Nagano, A. (2018). **The Effect Of Hip Joint Muscle Strength And Size On Hip Joint Angular Velocity During 110 M Hurdling Motion**, P.236, p.239.
 122. Opariuc-Dan, C. (2011). **Statistică aplicată în științele socio-umane: analiza relațiilor și a diferențelor statistice**, p.317.
 123. Otsuka, M., Otomo, S., Isaka, T., Kurihara, T., Akutsu, C. (2015). **Teaching material based on biomechanical evidence: 'high-jump hurdles' for improving fundamental motor skills**, Biomedical Human Kinetics, 7, 147-155, pp.147-148.
 124. Petrescu, T., Gheorghe, D., Sabău, E. (2010). **Atletism – Curs de bază**, Ediția a II-a Revizuită, Editura Fundației România de Măine, București, pp.67-68, p.70.
 125. Pinho, J.P., Lima, M., Claudino, J. G., Andrade, M., Soncin, R., Mezêncio, B., Bourgeois, F.A., Amadio, A.C., Serrão, J.C. (2017). **Eight steps' paradigm shift in men's 110 metres hurdles: an 89 years retrospective study**, Rev Bras Educ Fís Esporte, (São Paulo), p.550.
 126. Platonov, V.N., V.N. (2015). **Periodizarea antrenamentului sportiv – Teoria generală și aplicațiile ei practice**, Editura Discobolul, p.121, pp.130-131 pp.137-139, p.178, p.181, p.186, pp.187-190.
 127. Pollitt, L., Walker, J., Bissos, A., Merlino, S. (2017). **Biomechanical report for the IAAF World Championships London 2017 – 110 m hurdles**, p.6, p.16, p.19.
 128. Porcari, J., Bryant, C., Comana, F. (2015). **Excercise Physiology**, Library of Congress, p.269.
 129. Pradet, M. (2000). **Pregătirea fizică**, SDP nr. 426-428, august-octombrie, București, p.23, pp.72-73, p.184.
 130. Przednowek, K., Dziadek, B., Cieszkowski, S., Stopyra, A. (2015). **An Attempt to Assess the Selected Hurdle Step Kinematic Parameters using Methods of Computer Vision**, Scientific Review of Physical Culture, volume 5, issue 4, 162-170, p.165.
 131. Read, P. (2012). **Strength and conditioning for sprint hurdles**, Issue 27, p.15, p.19.
 132. Rogers, J. (2015). **Hurdles in Will Freeman, Track & Field coaching essentials**, Human Kinetics, p. 141-143, p.146.
 133. Rogers, J. (2004). **Manualul antrenorului de atletism din SUA**, București, pp.63-64.
 134. Romero-Franco, N., Martínez-Amat, A., Martínez-López, E.J. (2013). **Effect Of Proprioceptive Training On Sprinters**, p.442.
 135. Sale, D.G. (2003). **„Neural adaptation to strength training” in Paavo V.Komi**, Strength and Power in Sport, Volume III of the Encyclopaedia of Sports Medicine, An IOC Medical Commission Publication in collaboration with the International Federation of Sports Medicine, pp.295-296, p.301.

136. Salo, A. (2002). **Technical Changes in Hurdle Clearances at The Beginning of 110 M Hurdle Event - A Pilot Study**, p.85, p.87.
137. Salo, A., Scarborough, S. (2006). **Changes in technique within a sprint hurdle run**, *Sports Biomech*, 2006 Jul.;5(2):155-66, doi: 10.1080/14763140608522871.
138. Sbenghe, T. (2005). **Kinesiologie**, Editura Medicală, București, p.257.
139. SDP (Sportul de Performanță) – 1996 - **Exerciții Pliometrice**, 381, 382 nov/dec, București, p.20).
140. Shibayama, K., Fujii, N., Shimizu, Y., Ae, M. (2012). **Analysis of angular momentum in hurdling by world and Japanese elite sprint hurdlers**, *International Conference on Biomechanics in Sports*, Melbourne, p.54.
141. Shibayama, K., Fujii, N., Takenaka, S., Tanigawa, S., Ae, M. (2011). **A case study on ground reaction forces in sprint hurdles**, *Portuguese Journal of Sport Sciences*11 (Suppl. 2), 559-562.
142. Simonsen, E.B., Thomsen, L., Klausen, K. (1985). **Activity of mono and biarticular leg muscles during sprint running**, 54(5): 524-32.
143. Skowronek, T., Slomka, K., Juras, G., Szade, B. (2013). **Sense of rhythm does not differentiate professional hurdlers from non-athletes**, 117,1, 1-10, p.1, p.8
144. Sparrey, K.R. (1997). **Identifying and Developing Elite Hurdlers in the United States**, pp.4506-4507, p.4508.
145. Stockero, A.M., Duffin, G.T., Reisimer, J.J., Primas, N.M., Shevalier, J.R., Ebben, W.P. (2019). **Gender Analysis Of Hip Abductor And Adductor Force Ratios**, p.37, p.40.
146. Struzik, A., Siemieński, A., Bober, T., Pietraszewski, B. (2018). **Ratios of torques of antagonist muscle groups in female soccer players**, p.154.
147. Suci, M.A. (2015). **Eficiențizarea Forței și Puterii, Predictorii ai Performanței la înot**.
148. Swinnen, B. (2016). **Strength Training in Soccer**, p.282.
149. Taber, K.S. (2018). **The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education**, p.1278.
150. Tan, C.K., Kadone, H., H., Marushima, A., Sankai, Y., Suzuki, K. (2018). **Lateral Symmetry of Synergies in Lower Limb Muscles of Acute Post-stroke Patients After Robotic Intervention**, *Front Neurosci*, doi: 10.3389/fnins.2018.00276.
151. Trappe, S., Luden, N., Minchev, K., Raue, U., Jemiolo, B., Trappe, T.A. (1985). **Skeletal muscle signature of a champion sprint runner**, DOI: 10.1152/jappphysiol.00037.2015.
152. Tidow, G. (1991). **Model technique analysis sheet for the hurdles. Part III: high hurdles**, *IAAF*, 6:2; 51-66, p.55, p.59, p.60.
153. Ting, L.H., Macpherson, J.M. (2004). **A Limited Set of Muscle Synergies for Force Control During a Postural Task**, p.609.
154. Tresch, M.C., Jarc, A. (2009). **The case for and against muscle synergies**, *Current Opinion in Neurobiology*. 19:1-7, p.1, doi: 10.1016/j.conb.2009.09.002.
155. Tsolakakis, C., Xekouki, P., Kaloupsis, S., Karas, D., Messinis, D., Vagenas, G., Dessypris, A. (2003). **The influence of exercise on growth hormone and testosterone in prepubertal and early-pubertal boys**, p.111.
156. Tuffey, S. (2000). **„Psychological Preparation of Endurance Performers”**, in Stephard, R.J., Astrand, P.O., *Endurance in Sport - Second Edition*, *Encyclopaedia of Sports Medicine*, An IOC

- Medical Commission Publication in collaboration with the International Federation of Sports Medicine,p.470.
157. Țifrea, C. (2002). **Atletism – Efortul de antrenament si de concurs**, Editura Dareco curs specializare studenți anul IV, p.192, p.196, pp.202-203, p.206.
158. Ulmeanu, F.C. (1966). **Noțiuni de fiziologie cu aplicații la exercițiile fizice**, Ediția a II-a revizuită, Editura Uniunii de cultură fizică și sport, p.303.
159. Van, B, Li, H. and Zhang, B., (2005). **Discussion of the Characteristics of LIU XIANG'S hurdling techniques**, Beijing, 449-453, p.450.
160. Wakamiya, M., Shinohara, Y., Nagahara, R., Matsuo, A., Nagano, A. (2018). **Step-To-Step Analysis Of Anteroposterior Ground Reaction Force During 110 M Hurdle**, 36th Conference of the International Society of Biomechanics in Sports, Auckland, New Zealand, 442-445, p.445.
161. Walker, J., Pollitt, L., Paradisis, G., Bezodis, I., Bissas, A. (2018). **Biomechanical report for the world indoor championships 2018** (60 metres hurdles men), p.5, p.8, p.37.
162. Ward-Smith, A.J. (1997). **A mathematical analysis of the bioenergetics of Hurdling**, Journal of Sports Science: 517-526, pp.517-518.
163. Weineck, J. (1992). **Biologia sportului, reeditată 1995**, Vol. 1, în: SDP. București, CCPS, S.D.P, 365 – 366, p.207.
164. Zabka, F.F., Valente, H.G., Pacheco, A.M. (2011). **Isokinetic Evaluation of Knee Extensor and Flexor Muscles in Professional Soccer Players**, p.192.
165. Zatsiorsky, V. M. (2000). **Biomechanics in sport performance enhancement and injuri prevention** Blackwell Science Ltd, p.24.
166. Zatsiorsky, V. M. (2012). **Biomechanics of Skeletal Muscles**, Hunam Kinetics, pp.277-279.
167. Zhu, J. (2013). **Hurdle technique analysis and application of the 110m hurdle based on human body motion mechanics**, BTAIJ, 8(6), 2013 [721-726], p. 724.

PAGINI WEB ACCESATE

- [1]. <https://barcainnovationhub.com/the-relationship-between-the-hq-ratio-and-hamstring-injuries/>, accesat în data de 18.03.2020.
- [2]. <https://www.worldathletics.org/disciplines/hurdles/110-metres-hurdles>, accesat în data de 02.12.2019
- [3]. <https://www.old.fra.ro/rezultate-0/lista-rezultate.html>, accesat în data de 02.12.2019.
- [4]. http://assets.ngin.com/attachments/document/0051/2989/CampbellTraining_for_the_Long_Hurdles.pdf, accesat în data de 21.09.2019.
- [5]. http://en.wikipedia.org/wiki/110_metres_hurdles vizitat în 21.05.2015.
- [6]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/123895> vizitat în 29.06.2015.
- [7]. <https://heatherjross.wordpress.com/2015/03/21/super-fast-twitch-fibres-the-secret-of-the-sprint-stars>.
- [8]. http://www.ustfccca.org/assets/symposiums/2011/Gillon_Technical-considerations-for-sprint-hurdles.pdf, accesat în data de 08.10.2015.
- [9]. https://prezi.com/q7rut_qgdgr1/anatomical-analysis-of-running-hurdles/, accesat în data de 22.08.2019
- [10]. https://www.bluetoad.com/publication/?m=32700&i=462662&view=articleBrowser&article_id=2966450&ver=html5, accesat în data de 16.02.2019
- [11]. <https://www.scribd.com/document/304091978/Hurdles-Performance-Lead-Arm-Technique-Advancement-for-Hurdle-Performance>, accesat în data de 22.08.2019 McKinnon G., Comerford M. (2012). Hurdle Performance: lead arm technique advancement. *Modern Athlete & Coach*. 50(1): 26-29.
- [12]. <https://coachesinsider.com/track-x-country/articles-track-x-country/the-biomechanics-of-hurdling-article/>, accesat în data de 04.11.2019.
- [13]. http://coachr.org/angular_momentum_of_hurdle_clearance.htm, accesat în data de 04.01.2021
- [14]. <https://dexonline.ro/definitie/agonist>, accesat în data de 22.08.2019.
- [15]. <https://dexonline.ro/intrare/antagonist/2400>, accesat în data de 22.08.2019.
- [16]. <https://dexonline.ro/definitie/sinerjie>, accesat în data de 22.08.2019.
- [17]. http://www.icsports.org/Documents/Previous_Invited_Speakers/2013/icSPORTS2013_Hug.pdf, accesat în data de 01.12.2019.
- [18]. <http://www.scritub.com/biologie/bazele-anatomofunctionale-ale-1451711110.php> vizitat în 20.09.2015.
- [19]. <https://brentbrookbush.com/articles/anatomy-articles/introduction-to-functional-anatomy/kinesiology-of-the-hip/>, accesat în 16.03.2019.
- [20]. <https://www.youtube.com/watch?v=c0kf7B54mXg>, accesat în 16.03.2019.

- [21]. <https://brookbushinstitute.com/article/kinesiology-of-the-knee>, accesat în data de 21.03.2019.
- [22]. <https://www.quora.com/What-muscles-are-involved-in-knee-flexion-and-extension>.
- [23]. <https://brentbrookbush.com/articles/anatomy-articles/introduction-to-functional-anatomy/kinesiology-of-the-ankle/>, accesat în data de 16.03.2019
- [24]. <https://www.ukzca.org.uk/assets/pdfs/UkscaIqPdfs/strength-and-conditioning-for-sprint-hurdles-636821246743388033.pdf>, accesat în data de 04.06.2020
- [25]. <https://biblioteca.regielive.ro/cursuri/mecanica/biomecanica-37398.html>, accesat în data de 02.03.2019
- [26]. <https://ifpa-fitness.com/product/advanced-fitness-assessment-muscular-balance/>, accesat în data de 02.04.2019
- [27]. http://www.klokavskade.no/upload/Nyheter/dokumenter/Friidrett_VM.pdf, accesat în data de 15.04.2019
- [28]. http://digitalcommons.sacredheart.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1001&context=pthms_honors, accesat în 11.11.2015
- [29]. <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/viewFile/4531/4218> accesat în data de 30.03.2019
- [30]. <https://prezi.com/mpg1wxqekotg/hurdle-analysis/>, accesat în data de 02.04.2019
- [31]. <https://slideplayer.com/slide/6966598/>, accesat în data de 02.04.2019
- [32]. <http://coachr.org/hurdflex.htm>, accesat în data de 26.11.2019
- [33]. <https://www.ncacoach.org/uploads/TFRoberts.pdf>, accesat în data de 26.11.2019
- [34]. <http://baseballstrength.org/the-range-of-motion-and-lengthtension-relationship-a-new-way-to-look-at-flexibility-and-dysfunction-in-baseball-and-softball-athletes/>, accesat în data de 16.04.2019
- [35]. <http://www.mcmillanspeed.com/2015/05/>, accesat în data de 24.03.2019
- [36]. <https://www.ncacoach.org/uploads/wahabhh.pdf>, accesat în data de 22.04.2019
- [37]. <https://psychology.iresearchnet.com/sports-psychology/psychological-skills/relaxation-in-sport/>
- [38]. http://vandykestrength.com/files/RFD_Adapt.pdf, accesat în data de 22.02.2020
- [39]. <http://omenesc.ro/muscular-contractii.html>, accesat 18.10.2015
- [40]. <http://www.scribub.com/timp-liber/sport/Oboseala-si-supraantrenamentul34175.php>, accesat în data de 25.11.2015
- [41]. <http://www.fiziologie.ro/curs08/notecurs-fanm.pdf>, accesat în data de 10.15.2016
- [42]. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00521-018-3559-1>, accesat în data de 17.02.2020
- [43]. http://ucoach.com/assets/uploads/files/SH_UKA_ADM_V1.1_FINAL.pdf, accesat în data de 22.02.2020
- [44]. <http://www.athletisme-quebec.ca/medias/federationquebecoiseathletisme-mda-2013-2017.pdf>, accesat 06.03.2019

- [45]. http://frh.ro/img_stiri/files/Particularitati%20fiziologice%20de%20varsta%20si%20OogIindirea%20Olor%20in%20dezvoltarea%20calitatilor%20motrice%20la%20copii%20si%20juniori.pdf, accesat în data de 19.04.2019
- [46]. http://ucoach.com/assets/uploads/files/UKA_AC_Components_of_Fitness_V1-13.pdf, accesat în data de 12.06.2020
- [47]. <https://gym1.net/2016/12/28/motor-skill-athletic-development/>, accesat în data de 27.04.2019
- [48]. <http://www.coachr.org/fitness.htm>, accesat în 28.11.2015
- [49]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6319435/>, accesat în data de 22.02.2020
- [50]. <http://iceskatingresources.org/FlexibilityOfYouthAthletes.html>, accesat în data de 22.02.2020
- [51]. https://www.aspetar.com/journal/viewarticle.aspx?id=302#.XIA_6CgzblW, accesat în data de 22.02.2020
- [52]. http://ucoach.com/assets/uploads/files/UKA_Athlete_Development_Model.pdf, accesat în data de 22.02.2020
- [53]. http://coachr.org/strength_muscular_endurance_and_power_in_sports.htm, accesat în data de 23.02.2020
- [54]. <https://www.scienceforsport.com/youth-strength-training/>, accesat în data de 23.02.2020
- [55]. [https://www.bodyworkmovementtherapies.com/article/S1360-8592\(19\)30323-7/pdf](https://www.bodyworkmovementtherapies.com/article/S1360-8592(19)30323-7/pdf), accesat în data de 23.02.2020
- [56]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3658407/>
- [57]. <https://ideas.repec.org/p/spe/wpaper/0717.html>, accesat în data de 19.02.2020
- [58]. <https://pt-cpr.com/2019/10/sports-specialization-vs-sports-diversification-in-youth-athletes/>, accesat în data de 19.02.2020
- [59]. <http://www.johnshepherdfitness.com/blog/european-jumps-hurdles-convention>, accesat în data de 19.02.2020
- [60]. <https://seancochran.com/early-sports-specialization/>, accesat în data de 20.02.2020
- [61]. <http://coachr.org/shrthrd.htm>, accesat în data de 25.05.2020
- [62]. <https://hal-insep.archives-ouvertes.fr/hal-02023114/document>, accesat în data de 20.02.2020
- [63]. https://www.academia.edu/25683682/Popa_statistica, accesat în data de 21.05.2020
- [64]. <http://www.umfcv.ro/files/b/i/Biostatistica%20MG%20-%20Cursul%202%20-%20Medie,%20mediana.pdf>, accesat în data de 11.06.2020
- [65]. <https://www.investopedia.com/terms/t/t-test.asp>, accesat în data de 04.05.2021
- [66]. <http://www.umfcv.ro/files/b/i/Biostatistica%20MG%20-%20Cursul%207%20-%20Teste%20statistice.pdf> accesat în data de 04.02.2021
- [67]. <https://support.microsoft.com/ro-ro/office/func%C8%9Bia-stdev-51fecaaa-231e-4bbb-9230-33650a72c9b0> accesat în data de 04.05.2021
- [68]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4691313/> accesat în data de 01.05.2021

- [69]. <https://blog.nasm.org/the-science-of-recovery> accesat în data de 01.05.2021
- [70]. <https://www.fra.ro/wp-content/uploads/2019/11/DOCUMENTE-PLANIF-EVIDENTA-2020.pdf> accesat în data de 15.02.2021
- [71]. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19204579/>, accesat în data de 10.05.2021
- [72]. <https://sportsmedicine-open.springeropen.com/articles/10.1186/s40798-019-0221-0>, accesat în data de 10.04.2021
- [73]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/757947>, accesat în data de 29.10.2019
- [74]. https://m.biodex.com/sites/default/files/850000man_08262revc.pdf, accesat în data de 17.06.2020
- [75]. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0765159705000237>, accesat în data de 10.04.2021
- [76]. <https://libguides.library.kent.edu/spss/pearsoncorr> accesat în data de 27.04.2021
- [77]. <http://www.umfcv.ro/files/b/i/Biostatistica%20MG%20-%20Cursul%205%20-%20Corelatii.pdf>, accesat în data de 27.04.2021
- [78]. <https://digitalcommons.liberty.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1290&context=masters>, accesat în data de 12.06.2021
- [79]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5962763/>, accesat în data de 12.05.2021
- [80]. <https://isokinetics.net/index.php/practicle/hip/flexion-extension>, accesat în data de 24.05.2021
- [81]. <https://www.biodex.com/sites/default/files/bibliography-isokinetic-normative-data-14126.pdf>, accesat în data de 20.04.2021
- [82]. https://www.up.ac.za/media/shared/578/ZP_Files/biokin-understanding-isokinetic-testing.zp71997.pdf, accesat în data de 23.04.2021
- [83]. <https://isokinetics.net/index.php/practicle/knee/flexion-extension>, accesat în data de 25.04.2021
- [84]. <https://isokinetics.net/index.php/practicle/hip/abduction-adduction>, accesat în data de 25.04.2021
- [85]. <https://isokinetics.net/index.php/practicle/hip/internal-external-rotation>, accesat în data de 25.04.2021
- [86]. <https://trackandfieldnews.com/track-coach/training-speed-for-the-womens-sprint-hurdles/>, accesat în data de 17.05.2021
- [87]. <http://www.ustfccca.org/assets/symposiums/2014/Sprints-Mangiacotti-2014.pdf>, accesat în data de 01.06.2020
- [88]. <https://simplifaster.com/articles/copenhagen-adduction-exercise-groin-injuries/>, accesat în data de 16.05.2021
- [89]. <https://simplifaster.com/articles/off-season-training-youth-soccer/>, accesat în data de 16.05.2021

- [90]. <https://trackandfieldnews.com/track-coach/training-speed-for-the-womens-sprint-hurdles/>, accesat în data de 01.06.2021
- [91]. <https://speedendurance.com/2011/08/24/key-performance-indicators-men-110m-high-hurdles/>, accesat în data de 03.11.2019
- [92]. www.optojump.com/applications.aspx, accesat în data de 10.04.2021