

**UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE
POLITEHNICA BUCUREȘTI - CENTRUL UNIVERSITAR PITEȘTI
ȘCOALA DOCTORALĂ ȘTIINȚA SPORTULUI ȘI A EDUCAȚIEI
FIZICE**



REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

DOCTORAND,

ALEXANDRA – RETA IOZU (IACOBINI)

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC

Prof. Univ. dr. PIERRE J. DE HILLERIN

2025

**UNIVERSITATEA NAȚIONALĂ DE ȘTIINȚĂ ȘI TEHNOLOGIE
POLITEHNICA BUCUREȘTI - CENTRUL UNIVERSITAR PITEȘTI
ȘCOALA DOCTORALĂ ȘTIINȚA SPORTULUI ȘI A EDUCAȚIEI
FIZICE**

SIMETRIE ȘI ASIMETRIE ÎN EXECUTAREA SARCINILOR DE CONTROL PSIHO-NEURO-MOTOR

DOCTORAND,

ALEXANDRA – RETA IOZU (IACOBINI)

CONDUCĂTOR ȘTIINȚIFIC

Prof. Univ. dr. PIERRE J. DE HILLERIN

COMISIA DE ÎNDRUMARE

Prof. Univ. dr. LILIANA NICULINA MIHĂILESCU

Prof. Univ. dr. DOINA CROITORU

Conf. Univ. dr. FLORIN COJANU

Conf. Univ. dr. ILIE MIHAI

2025

CUPRINS

Introducere	4
-------------	---

PARTEA I. FUNDAMENTAREA TEORETICĂ

CAPITOLUL 1. SIMETRIE ȘI ASIMETRIE PSIHO-NEURO-MOTORIE	5
1.1. Conceptul de simetrie și clasificările sale	5
1.2. Bazele anatomo-funcționale ale simetriei corpului uman	5
1.3. Simetrie și asimetrie la nivelul organizării neuronale	6
1.4. Simetrie și asimetrie din perspectivă psihologică	6
CAPITOLUL 2. ROLUL SIMETRIEI ÎN PERFORMANȚA SPORTIVĂ	7
2.1. Clasificarea sporturilor în funcție de gradul de simetrie al acestora	7
2.2. Asimetrii specifice în sport	8
2.3. Influența asimetriilor specifice din sport asupra modificărilor posturale induse	8
CAPITOLUL 3. POSIBILITĂȚI DE INFLUENȚARE A SIMETRIEI ÎN FUNCȚIONAREA ORGANISMULUI UMAN	9
CAPITOLUL 4. CONTROLUL PSIHO-NEURO-MOTOR ȘI ROLUL SĂU ÎN RELAȚIA CU SIMETRIILE ȘI ASIMETRIILE	9
CAPITOLUL 5. CONCLUZII ALE FUNDAMENTĂRII TEORETICE	10

PARTEA a II-a. STUDII PRELIMINARE ASUPRA POSIBILITĂȚILOR DE INVESTIGARE A SIMETRIILOR ȘI ASIMETRIILOR PSIHO-NEURO-MOTRICE

CAPITOLUL 6. SCOPUL, OBIECTIVELE, IPOTEZA, METODOLOGIA DE LUCRU	10
CAPITOLUL 7. METODE, MIJLOACE ȘI APARATURĂ DE INVESTIGARE	11
CAPITOLUL 8. STUDIU DE CAZ – DINAMICA SIMETRIEI ȘI ASIMETRIEI ÎN TIMPUL ANTRENAMENTELOR DE CONTROL PSIHO-NEURO-MOTOR CE VIZEAZĂ MUSCULATURA MEMBRELOR INFERIOARE	11
8.1. Metodologia de lucru a studiului preliminar	12
8.2. Observații referitoare la dinamica simetriei și asimetriei de-a lungul perioadei de antrenament	14
8.2.1. Simetrie și asimetrie în cadrul testării inițiale.	14
8.2.2. Dinamica simetriei în cadrul exercițiului ce vizează articulația gleznei și musculatura gambei (E1)	14

8.2.3 Dinamica simetriei în cadrul exercițiului ce vizează întregul lanț al triplei extensii (E2)	15
8.2.4 Dinamica simetriei în cadrul exercițiului ce vizează articulația genunchiului și musculatura coapsei (E3)	16
8.2.5. Simetrie și asimetrie în cadrul testării finale	17
8.2.6. Concluzii referitoare la dinamica simetriei în urma programului de dezvoltare a controlului psiho-neuro-motor la nivelul membrelor inferioare	17
CAPITOLUL 9. STUDIU DE CAZ – DINAMICA SIMETRIEI ȘI ASIMETRIEI ÎN TIMPUL ANTRENAMENTELOR DE CONTROL PSIHO-NEURO-MOTOR CE VIZEAZĂ MUSCULATURA MEMBRELOR SUPERIOARE	17
CAPITOLUL 10. STUDIU DE CAZ – DINAMICA SIMETRIEI ȘI ASIMETRIEI ÎN TIMPUL ANTRENAMENTELOR DE CONTROL PSIHO-NEURO-MOTOR CE VIZEAZĂ CORECTAREA UNOR DEFICIENȚE DE POSTURĂ	18
CAPITOLUL 11. CONCLUZII ALE STUDIULUI PRELIMINAR	18

Partea a III-a. CONTRIBUȚII PRIVIND POSIBILITĂȚILE DE INVESTIGARE A SIMETRIILOR ȘI ASIMETRIILOR PSIHO-NEURO-MOTRICE

CAPITOLUL 12. SCOPUL, OBIECTIVELE ȘI IPOTEZA CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE	19
CAPITOLUL 13. METODE, MIJLOACE ȘI APARATURĂ DE INVESTIGARE	19
CAPITOLUL 14. ORGANIZAREA CERCETĂRII ÎN CADRUL EXPERIMENTULUI	20
14.1. Testarea inițială	20
14.2. Analiza rezultatelor exercițiului ce vizează articulația gleznei și musculatura gambei	21
14.3. Analiza rezultatelor exercițiului ce vizează întregul lanț al triplei extensii	23
14.4. Analiza rezultatelor exercițiului ce vizează articulația genunchiului și musculatura coapsei	26
14.5. Testarea finală	28
CAPITOLUL 15. CONCLUZII ALE CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE ȘI PROPUNERI	29
REFERINȚE BIBLIOGRAFICE	31

INTRODUCERE

Tema prezentei cercetări, „*Simetrie și asimetrie în sarcini de control psiho-neuro-motor*”, a urmat observațiilor noastre realizate de-a lungul ultimilor ani, în care am avut posibilitatea de a aborda antrenamentul sportiv și dintr-o altă perspectivă, cea axată pe dezvoltarea controlului psiho-neuro-motor, ca fundament de bază pentru construirea unei tehnici corecte a juniorilor practicanți de baschet și nu numai.

În urma celor observate, ne-am propus să aprofundăm și să cercetăm, din punct de vedere științific, aspecte legate de conceptele de simetrie și asimetrie, în principal, din perspectiva motricității, în sportul de performanță și unele proceduri legate de restructurarea posturală. Astfel, în timpul antrenamentelor de dezvoltare a controlului psiho-neuro-motor, am avut ocazia de a observa o serie de tipare de comportament motric întâlnite la juniori. Acestea vizează variații de simetrie de control a membrelor inferioare, dar și superioare în momentul schimbărilor de viteză de lucru, tipare ce am considerat că pot fi subiectului unei cercetări amănunțite ce poate oferi sportului de performanță noi cunoștințe pentru perfecționarea deprinderilor motrice și utilizarea cât mai eficientă a capacităților fizice ale sportivilor, prin armonizarea controlului membrelor și a asimetriilor dintre acestea astfel încât sportivii să poată da randament maxim, indiferent de situație.

Așadar, în acest context, am considerat necesară, în primă fază, **o cercetare amănunțită, excedând domeniul mișcării fizice, a conceptelor de simetrie și asimetrie**, din punct de vedere teoretic, în cadrul cercetărilor existente la acest moment și observarea acestora în multiplele lor arii de utilizare, pornind de la matematică, artă, psihologie și până la sportul de performanță, pentru a observa și analiza vastul domeniu de cunoaștere al asimetriilor.

Ulterior, cu datele culese referitor la ceea ce se cunoaște în acest moment din perspectiva simetriei, am realizat un **studiu preliminar care a vizat observarea și înțelegerea mai profundă a simetriilor și asimetriilor în antrenamentele de dezvoltare a controlului psiho-neuro-motor**. Prin intermediul acestui studiu preliminar, am testat aparatura și metodologiile de lucru utilizate în măsurarea și analiza simetriei și asimetriei, în încercarea de a înțelege mai bine impactul acestora asupra performanței sportive. Această etapă ne-a deschis calea de a realiza, mai departe, **o cercetare științifică detaliată în care a observat dinamica simetriei și a asimetriei în cadrul antrenamentelor de control psiho-neuro-motor**, pe un eșantion mai mare de sportivi și care ne-a oferit informații valoroase despre variațiile de simetrie apărute la sportivi odată cu schimbarea vitezei de lucru.

PARTEA I. FUNDAMENTAREA TEORETICĂ

CAPITOLUL 1. SIMETRIE ȘI ASIMETRIE PSIHO-NEURO-MOTORIE

1.1 Conceptul de simetrie și clasificările sale

În această secțiune a lucrării, am explorat conceptul de simetrie din diverse perspective, cum ar fi estetică, matematică și științele sociale. Simetria este definită prin echilibrul și proporția dintre părțile unui întreg, iar această definiție se regăsește în surse precum dicționarele (Webster, 2022) și lucrările autorilor precum Lockwood (1978) și Weyl (2016). Weyl susține că există două sensuri ale simetriei: unul estetic, asociat cu armonia și frumusețea, și altul matematic, referindu-se la simetria bilaterală a corpului uman. De asemenea, Hargittai menționează că simetria este o trăsătură esențială în natură și în creațiile umane, fiind observată și în interacțiunile dintre specii, cum ar fi alegerea partenerilor (Hargittai, 2009). Berceanu adaugă faptul că simetria poate fi observată în diverse domenii, de la poezie la relațiile umane, subliniind importanța acesteia în construirea unui sens și armonie (Berceanu, 2024).

Mai departe, simetria în geometrie, conform lui Treder (2010), se referă la operațiile de invarianță geometrică, cum ar fi reflexia, rotația și translația, fiind esențială în percepția vizuală a obiectelor. Această viziune asupra simetriei este aplicabilă și în studii artistice, cum ar fi analiza frizelor în artă (Launay, 2021). În acest context, simetria se prezintă ca un fenomen universal și omniprezent, întâlnit în toate domeniile, de la matematică la arte și biologie.

În ceea ce privește asimetria, aceasta se manifestă în diferite forme, cum ar fi asimetria direcțională, antisimetrică și fluctuantă, fiecare având implicații importante în analiza performanței motrice și comportamentului uman, în special în sport (Maloney, 2019; Valen, 1962).

1.2 Bazele anatomice și funcționale ale simetriei corpului uman

În această secțiune, am analizat simetria corpului uman din punct de vedere anatomic și funcțional. Conform lui Ghiberti (1378 – 1455), proporționalitatea este esențială pentru a crea frumusețea, iar această idee a fost aplicată de-a lungul istoriei în artă, arhitectură și anatomie (Hutson, 2020). La rândul său, Vitruvius, în tratatul său „De Architectura”, susține că frumusețea unei clădiri depinde de proporțiile corecte ale părților sale. Leonardo da Vinci a ilustrat acest principiu în celebrul „Omul Vitruvian”, subliniind armonia dintre părțile corpului uman. Totodată, autori precum Held (2009) și Corballis (2020) subliniază importanța simetriei bilaterale a corpului, dar și prezența asimetriilor interne, cum ar fi poziționarea diferită a organelor interne. Aceste asimetrii sunt considerate evoluționist adaptative, asigurând funcționalitate și eficiență în procesele biologice (Corballis, 2020).

Asimetria interioară a corpului uman este evidentă în cazul organelor interne, cum ar fi inima, stomacul și ficatul, care nu urmează o simetrie perfectă (Held, 2009). De exemplu, splina se află doar pe partea stângă a corpului, iar plămânul stâng are doar doi lobi, în timp ce cel drept are trei. Aceste exemple sugerează că, în ciuda simetriei exterioare, corpul uman prezintă o asimetrie funcțională esențială pentru optimizarea performanțelor fizice.

Graham adaugă că dezvoltarea ulterioară poate introduce asimetria, influențată de lateralizarea sistemului nervos. În acest context, preferințele pentru utilizarea unei mâini față de cealaltă sunt, de asemenea, un exemplu de asimetrie funcțională, iar aceste diferențe pot afecta performanțele motorii ale individului. În general, majoritatea oamenilor este dreptăce, iar acest aspect este strâns legat de dominanța emisferei stângi a creierului, care controlează limbajul și mișcările fine (Graham, 2016).

Astfel, am observat că, deși corpul uman poate părea simetric la exterior, există o serie de asimetrii interne și funcționale care joacă un rol crucial în optimizarea performanței motorii și în coordonarea generală a mișcărilor.

1.3 Simetrie și asimetrie la nivelul organizării neuronale

În acest subcapitol al lucrării, am explorat asimetria și simetria la nivelul creierului uman, un subiect crucial în neuroștiințe. Deși în mod frecvent se consideră că emisferele cerebrale sunt simetrice, studii recente arată că, în realitate, există asimetrii semnificative între ele (Hughdahl, 2005; Corballis, 2020). Toga (2003) subliniază că cele două emisfere ale creierului uman au o anatomie distinctă și îndeplinesc funcții diferite, deși apar ca similare la prima vedere. Emisfera stângă este asociată cu procese cognitive precum limbajul și mișcările fine, în timp ce emisfera dreaptă joacă un rol important în coordonarea spațială și în percepția vizuală (Eckert, 2019). Aceste diferențe funcționale pot influența comportamentele motorii și cognitive ale indivizilor.

Asimetria creierului nu se limitează doar la structura sa, ci se reflectă și în activitatea sa. Spre exemplu, Corballis (2020) și Eckert (2019) notează că majoritatea populației este dreptăce, iar această preferință este asociată cu o activitate predominantă în emisfera stângă. Aceasta se manifestă în activitatea neuronală diferită între cele două emisfere, ceea ce poate influența preferințele motorii și capacitatea de a realiza anumite sarcini (Toga, 2003).

Studiile recente despre neuroplasticitate sugerează că asimetria funcțională poate fi modificată prin antrenament și experiență. De exemplu, Sasaki (2011) a demonstrat că stimulii simetrici sunt procesați într-o rețea extinsă a cortexului vizual, iar aceștia pot influența percepțiile și comportamentele motorii ale individului. Astfel, asimetria funcțională la nivel cerebral nu este o trăsătură fixă, ci poate fi adaptată în funcție de experiențele și cerințele mediului.

În concluzie, am observat că asimetria emisferică joacă un rol important în determinarea comportamentului motor și cognitiv al indivizilor, iar acest fenomen este influențat de factori genetici, de experiențele individuale și de neuroplasticitatea creierului.

1.4 Simetrie și asimetrie din perspectivă psihologică

În această secțiune, am abordat impactul simetriei și asimetriei din punct de vedere psihologic, explorând modul în care aceste concepte influențează percepția, comportamentul social și sănătatea mentală. Hoffman (n.d.) subliniază că simetria facială are un impact semnificativ asupra percepției estetice și a satisfacției vizuale, iar acest fenomen se regăsește și în psihologia comportamentală. Persoanele cu trăsături faciale simetrice sunt adesea percepute ca fiind mai

attractive, iar aceasta este o preferință larg răspândită atât în rândul oamenilor, cât și în regnul animal (Johnstone, 1994).

Kowner (2001) a introdus conceptul de asimetrie fluctuantă, care se referă la deviațiile aleatoare de la simetria perfectă în timpul dezvoltării. Aceasta poate fi un indicator al stresului sau al dezechilibrelor din mediul de dezvoltare, iar studiile au arătat că asimetria fluctuantă poate influența percepțiile sociale și selecția partenerilor (Kowner, 2001; Johnstone, 1994).

De asemenea, în psihologia relațiilor interumane, simetria joacă un rol important în colaborare și în construirea unui comportament social armonios. Ridley (2022) sugerează că simetria poate facilita performanțe superioare în cadrul grupurilor, având un impact direct asupra capacității de a colabora și de a performa în colectiv. Pe de altă parte, asimetria poate fi asociată cu comportamente antisociale sau cu dificultăți de integrare socială, așa cum subliniază Leshem (2020) în studiile sale privind comportamentele antisociale.

În ceea ce privește sănătatea mentală, cercetările lui Pascalis (2020) au arătat o legătură între asimetria cerebrală și comportamentele impulsive. Persoanele cu un nivel ridicat de impulsivitate prezintă un tipar distinct de activitate neuronală, care sugerează o lipsă de control asupra comportamentului, în special în regiunile corticale implicate în autocontrol și gestionarea impulsurilor. Această descoperire este relevantă pentru înțelegerea modului în care asimetria cerebrală poate influența comportamentele și stările emoționale ale indivizilor.

În concluzie, simetria și asimetria sunt factori esențiali în psihologie, influențând atât percepția estetică, cât și comportamentele sociale și sănătatea mentală. Preferințele pentru simetria facială și corpul uman, dar și asimetria fluctuantă, sunt factori care contribuie la dezvoltarea comportamentală și socială a individului.

CAPITOLUL 2. ROLUL SIMETRIEI ÎN PERFORMANȚA SPORTIVĂ

2.1. Clasificarea sporturilor în funcție de gradul de simetrie al acestora

În acest capitol am observat cum simetria și lateralitatea influențează performanța sportivă. Așadar, lateralitatea se referă la dominanța unei emisfere cerebrale și la preferința pentru o parte a corpului (Maloney, 2019; Croitoru, 1999), în sporturi, această dominanță putând afecta execuția mișcărilor și tehnica sportivă. Castañer (2018) susține că sportivii dezvoltă un complex de lateralitate motrică, iar în anumite sporturi, cum ar fi fotbalul, piciorul dominant joacă un rol important în realizarea tehnicilor precise, în timp ce partea opusă ajută la stabilizarea mișcărilor (Teixeira, 2011). Sporturile unilaterale, cum ar fi canotajul, duc la dezvoltarea asimetriei, iar echilibrul și stabilizarea posturală sunt esențiale pentru performanță (Krzykała, 2023). La sportivii ambidextri, asimetria poate oferi un avantaj tactic, așa cum este cazul în baseball, unde mâna stângă poate oferi un beneficiu strategic (Wang, 2018). Sporturile sunt clasificate în unilaterale, bilaterale antisimetrice și bilaterale simetrice (Guiard, 1987), iar dezvoltarea asimetriei este evidentă în sporturi precum fotbalul și tenisul (Stagi, 2023). În baschet, performanța de top necesită utilizarea ambelor părți ale corpului (Čvorović, 2012).

2.2. Asimetrii specifice în sport

Asimetria membrelor inferioare este un fenomen comun, influențând performanța sportivă, mai ales în sporturile care implică sărituri sau schimbări rapide de direcție (Guan Y, 2021; Bishop, 2021). De asemenea, sporturile unilaterale, cum ar fi tenisul sau badmintonul, favorizează o dezvoltare asimetrică, în timp ce sporturile simetrice, cum ar fi atletismul, necesită o pregătire echilibrată a ambelor părți ale corpului (Guan Y, 2021). Testele de sărituri sunt folosite pentru a evalua asimetria, iar valori mai mari de 15% sunt asociate cu un risc crescut de accidentări (Guan Y, 2021; Schmitz, 2009). În baschet, asimetriile între membrele inferioare sunt frecvent observate, în special în săriturile din alergare (Čvorović, 2012; Sugiyama, 2014). Studiile sugerează că antrenamentele care echilibrează utilizarea ambelor părți ale corpului pot contribui la reducerea riscului de accidentare și îmbunătățirea performanței (Sugiyama, 2014).

În sporturi precum înotul și tenisul, asimetria membrelor superioare joacă un rol semnificativ în performanță. Jaszczak (2008) arată că stilurile de înot bras și fluture sunt simetrice, în timp ce stilul liber și spatele au o simetrie de translație (antisimetrie). La înotători de performanță, asimetria în forța brațelor este frecvent observată (Morouço, 2015). În tenis, asimetria dintre brațele dominante și non-dominante este vizibilă, iar jucătorii de tenis de performanță prezintă o musculatură mai bine dezvoltată la brațul dominant (Rogowski, 2008). Rynkiewicz (2013) subliniază că mișcările asimetrice ale jucătorilor de tenis pot duce la dezechilibre musculare și riscuri de accidentare.

Mai departe, literatura de specialitate ne indică faptul că asimetria poate contribui semnificativ la creșterea riscului de accidentare, în special în sporturile unilaterale, unde un membru este utilizat mai mult decât celălalt. Aceasta poate afecta echilibrul și stabilitatea, contribuind la suprasolicitarea articulațiilor și a mușchilor (Poliszczyk, 2013; Guan Y, 2021). În fotbal și baschet, asimetria poate duce la accidente, iar sportivii trebuie să aibă antrenamente echilibrate pentru a preveni astfel de leziuni (Read, 2018; Bakaraki, 2021). Sugiyama (2014) recomandă ca sportivii să folosească ambele picioare pentru sărituri pentru a reduce riscurile de accidentare.

De asemenea, anumite studii ne indică faptul că asimetria membrelor inferioare crește odată cu viteza de deplasare, mai ales în alergare. Loturco (2019) sugerează că asimetriile mai mari pot duce la performanțe mai slabe în sporturi de viteză. Liu (2022) și Mo (2020) observă că alergarea poate amplifica asimetria biomecanică, însă impactul acesteia asupra performanței este în continuare subiect de cercetare. Healey (2022) indică faptul că rigiditatea articulațiilor poate influența asimetria și performanța în alergare.

2.3. Influența asimetriilor specifice din sport asupra modificărilor posturale induse

Sporturile, în special cele asimetrice, pot influența postura și dezvoltarea fizică a sportivilor. Grabara (2015) subliniază că sporturile precum voleiul pot duce la dezechilibre musculare și asimetrie posturală. Baranto (2009) susține că aceste sporturi pot afecta forma coloanei vertebrale și pot contribui la riscuri de tulburări musculo-scheletice. Studiile lui Jurjiu

(2018) și Żuk (2019) sugerează că sportivii pot dezvolta modificări posturale din cauza pozițiilor specifice adoptate în timpul antrenamentelor și competițiilor.

CAPITOLUL 3. POSIBILITĂȚI DE INFLUENȚARE A SIMETRIEI ÎN FUNCȚIONAREA ORGANISMULUI UMAN

Studiile referitoare la simetria și asimetria în funcționarea organismului uman au evidențiat importanța acestora în coordonarea mișcărilor și în performanța fizică generală. Kelso și Jeka (1995) au demonstrat că simetria joacă un rol esențial în coordonarea mișcărilor dintre componente anatomice similare sau diferite, subliniind că modificarea proprietăților inerțiale ale unui membru poate influența semnificativ asimetria coordonării. De asemenea, aceștia au observat că, pe măsură ce frecvența mișcării crește, răspunsul la stimul se încetinește, ceea ce reflectă asimetria coordonării.

În cadrul cercetărilor efectuate de Goble (2003), s-a constatat o asimetrie mai mare la vitezele lente de mers, în timp ce la vitezele mai mari se înregistrează o tendință către o simetrie îmbunătățită. De asemenea, Krzykała (2020) a observat diferențe semnificative în asimetria morfologică a membrilor inferioare în funcție de sex și somatotip, ceea ce subliniază rolul sexului și al constituției corporale în distribuția masei corporale.

Aceste studii sugerează că asimetria poate fi influențată nu doar de factori genetici și morfologici, ci și de factorii dinamici, cum ar fi viteza și tipul de mișcare executată. În concluzie, simetria joacă un rol crucial în coordonarea mișcărilor și în controlul eficient al acestora, iar înțelegerea interacțiunii dintre aceste procese este esențială pentru optimizarea performanței fizice și pentru prevenirea accidentărilor.

CAPITOLUL 4. CONTROLUL PSIHO-NEURO-MOTOR ȘI ROLUL SĂU ÎN RELAȚIA CU SIMETRIILE ȘI ASIMETRIILE

Controlul psiho-neuro-motor este un proces complex care implică integrarea informațiilor senzoriale și motorii pentru a coordona mișcările corpului. Scott (2004) detaliază acest control pe trei nivele ierarhice: măduva spinării, trunchiul cerebral și cortexul cerebral, fiecare având un rol specific în controlul mișcărilor. Măduva spinării este responsabilă pentru modele motorii de bază și reflexe, în timp ce trunchiul cerebral reglează postura și calitatea mișcărilor. Cortexul cerebral, la nivelul său superior, planifică și execută mișcările conștiente.

De asemenea, Schmidt (2018) descrie controlul motor uman ca un sistem complex în care informațiile senzoriale influențează comportamentul mișcării. Feedback-ul aferent joacă un rol esențial, ajustând mișcările în funcție de informațiile primite. În acest context, Sülzenbrück (2012) adaugă faptul că controlul motor se poate desfășura în buclă închisă, în care ajustările se fac în timp real, sau în buclă deschisă, unde mișcările sunt pre-programate și nu necesită ajustări continue.

Aceste mecanisme de control sunt esențiale pentru înțelegerea asimetriilor în mișcare, deoarece asimetria în controlul psiho-neuro-motor poate duce la erori de execuție, mai ales în condiții de viteză mare, când timpul pentru corectarea greșelilor este limitat. În acest sens,

controlul în buclă închisă este mai eficient pentru mișcările precise care necesită ajustări constante, în timp ce controlul în buclă deschisă este adecvat pentru mișcările repetitive și bine învățate.

CAPITOLUL 5. CONCLUZII ALE FUNDAMENTĂRII TEORETICE

În finalul acestei părți de fundamentare teoretică am putut extrage concluziile obținute în urma analizei aprofundate a conceptelor de simetrie și asimetrie în contextul sportiv, în literatura de specialitate. Studiile revizuite au relevat faptul că simetria, dincolo de aspectele sale matematice și estetice, are o semnificație majoră în performanța fizică, în special în coordonarea mișcărilor și în controlul postural. De asemenea, s-a observat că asimetria, în special în sporturile cu antrenament unilateral, poate duce la dezvoltarea unor dezechilibre musculare și poate crește riscul de accidentări. Cu toate acestea, sportivii ambidextri pot beneficia de avantaje tactice, fiind capabili să utilizeze ambele părți ale corpului într-o manieră eficientă.

Studiile referitoare la asimetria membrelor inferioare, de exemplu, sugerează că sporturile unilaterale favorizează dezvoltarea asimetrică a forței și a puterii între membrele inferioare, ceea ce poate afecta stabilitatea și performanța. Pe de altă parte, sporturile bilaterale pot contribui la dezvoltarea unui control mai echilibrat al mișcărilor, reducând astfel riscurile de accidentare. În ceea ce privește controlul psiho-neuro-motor, s-a constatat că acesta joacă un rol esențial în gestionarea simetriei și asimetriei mișcărilor, iar înțelegerea modului în care aceste procese sunt reglate poate contribui la optimizarea performanței.

În final, concluziile din această secțiune sugerează că abordările teoretice ale simetriei și asimetriei oferă un cadru util pentru înțelegerea și analiza performanței sportive, precum și a riscurilor asociate cu dezechilibrele motorii. Astfel, cercetările viitoare ar trebui să se concentreze pe aplicarea acestor concepte în contexte practice, cum ar fi antrenamentele și strategiile de prevenire a accidentărilor.

PARTEA A II-A. STUDII PRELIMINARE ASUPRA POSIBILITĂȚILOR DE INVESTIGARE A SIMETRIILOR ȘI ASIMETRIILOR PSIHO-NEURO-MOTRICE

CAPITOLUL 6: SCOPUL, OBIECTIVELE, IPOTEZA, METODOLOGIA DE LUCRU

Scopul studiului preliminar are la bază scopul întregului demers de cercetare, acela de a observa și înțelege simetriile și asimetriile în manifestarea capacității de control a sportivilor de performanță, în timpul antrenamentelor de control neuro-psiho-motor și de a analiza posibilele modificări apărute în dominanța unui anumit membru, în funcție de viteza de lucru.

Obiectivele sunt legate de alegerea și validarea metodelor, instrumentelor și aparaturii și capacitatea acestora de a furniza răspunsuri valide legate de punerea în evidență a simetriilor și asimetriilor, prin experimentarea pe un număr mic de sportivi, în vederea formulării unor observații și concluzii ce vor contribui la trecerea în faza de fond a cercetării.

În această fază preliminară, am pornit de la **ipoteza** conform căreia *dacă putem pune în evidență faptul că dominanța unui anumit membru se poate modifica în raport cu viteza de lucru, atunci putem extrage tipare de asimetrie motrică întâlnite în comportamentul psiho-neuro-motor al sportivilor de performanță*, care constituie ipoteza centrală a întregului demers de cercetare.

Metodologia de lucru este descrisă la începutul fiecărui capitol de studiu de caz, fiind adaptată în funcție de tipul de antrenament psiho-neuro-motor specific sportului respectiv, cât și în funcție de membrele utilizate.

CAPITOLUL 7: METODE, MIJLOACE ȘI APARATURĂ DE INVESTIGARE

În urma utilizării metodei **studiului bibliografic**, realizate în partea anterioară a prezentei lucrări, în cadrul studiului preliminar vom aplica **metoda observației**, cu ajutorul căreia vom putea surprinde și înțelege mai bine vastul domeniu al asimetriilor în sarcinile de control. Ulterior, utilizând metoda **experimentală**, vom putea testa, pe un număr restrâns de sportivi, în cadrul unui **experiment pilot**, aparatura și metodologiile de lucru utilizate în măsurarea și analiza simetriei și asimetriei, în încercarea de a înțelege mai bine impactul acestora asupra performanței sportive, iar într-un final, utilizând metodele **statistico-matematică și grafică**, vom putea analiza și reprezenta grafic datele colectate în acest studiu preliminar.

Așadar, experimentul pilot a fost realizat cu ajutorul antrenamentului de control psiho-neuro-motor, realizat la „**simulatorul C.S.N. pentru sporturile nautice**” (pe care îl vom numi în continuare **Simulatorul C.S.N.**), cunoscut și sub denumirea de *Simulator Ergosim*, care utilizează tehnologia CASINOR® (Computer Assisted Informational Orthotics) pentru a măsura și analiza mișcările sportivilor.

De asemenea, cu ajutorul sistemului **OptoJump Next** am realizat testarea inițială și finală, evaluând parametri precum puterea unitară, timpul de contact și înălțimea săriturilor. Metoda de calcul **MGM-15** a fost folosită pentru a interpreta rezultatele din perspectiva calităților psiho-neuro-motorii.

CAPITOLUL 8: STUDIU DE CAZ – DINAMICA SIMETRIEI ȘI ASIMETRIEI ÎN TIMPUL ANTRENAMENTELOR DE CONTROL PSIHO-NEURO-MOTOR CE VIZEAZĂ MUSCULATURA MEMBRELE INFERIOARE

Experimentul pilot descris în acest capitol a urmărit să exploreze dinamica simetriilor și asimetriilor motorii la sportivii practicanți de baschet, în contextul antrenamentelor de control psiho-neuro-motor. Concentrându-se pe dezvoltarea controlului în săriturile pe verticală, studiul a avut ca scop analiza modului în care viteza de execuție influențează comportamentul motor al sportivilor. În acest sens, experimentul pilot a implicat măsurarea precisă a asimetriilor și simetriilor între membrele inferioare, utilizând simulatorul C.S.N. și un protocol de antrenament adaptat.

Studiul preliminar a fost realizat pe 3 sportivi juniori, în vârstă de 15 ani, care fac parte din echipe de baschet de performanță. Aceștia au fost selecționați pe baza performanțelor lor din cadrul Campionatului Național U16 și au fost implicați într-un program de antrenament de 5 zile

consecutive, cu scopul de a observa și analiza dinamica simetriilor și asimetriilor în mișcările lor specifice săriturii.

8.1. Metodologia de lucru a studiului preliminar

Înainte de începutul antrenamentului de control psiho-neuro-motor, subiecții au fost supuși unei *testări inițiale* utilizând aparatura OptoJump Next, care a permis evaluarea precisă a parametrilor de performanță ai săriturilor. Fiecare sportiv a realizat trei probe de sărituri „ca mingea” timp de 15 secunde: pe ambele picioare, pe piciorul drept și pe piciorul stâng. Aceste probe au fost utilizate pentru a evalua asimetria de forță și viteză între membrele inferioare, iar datele obținute au fost procesate prin utilizarea metodei MGM-15, care măsoară puterea unitară, coeficientul de variabilitate și alți indicatori esențiali pentru evaluarea performanței.

Mai departe, *protocolul de antrenament* a fost structurat pe parcursul a 5 zile consecutive. Exercițiile au vizat musculatura și articulațiile membrele inferioare, după cum urmează:

1. Primul exercițiu (E1) se adresează nivelului **articulației gleznei și musculaturii gambei**: *culcat pe banca simulatorului, cu vârfurile picioarelor trase spre piept și firele simulatorului prinse de acestea (figura 8.2), se execută împingerea pe vârfuli și extensia energetică a labei piciorului din articulația gleznei (figura 8.1);*



Figura 8.1. Imagine cu tehnica de execuție a E1



Figura 8.2. Modalitatea de prindere a tălpicilor

2. Al doilea exercițiu (E2) se adresează **întregului lanț al triplei extensii**: *culcat pe banca simulatorului, cu genunchii la piept și firele simulatorului prinse de tălpi (tot figura 8.2), se execută împingerea pe călcâie simultan cu întinderea picioarelor, iar la final explozia realizată din pingea prin extensia labei piciorului din articulația gleznei (figura 8.3.);*



Figura 8.3. Imagine cu tehnica de execuție a E2



Figura 8.4. Imagine cu tehnica de execuție a E3

3. Al treilea exercițiu (E3) se adresează nivelului **articulației genunchiului și musculaturii coapsei**: *ășezat-călare pe banca simulatorului, cu picioarele de o parte și de alta a acesteia, firele fiind prinse pe partea dorsală a articulației gleznei, se realizează împingerea picioarelor spre înainte-sus* (figura 8.4.).

Fiecare exercițiu a fost efectuat atât alternativ, cât și simultan, cu ambele picioare, iar sarcina de forță a fost constantă pe întreaga durată a antrenamentului, conform următorului protocol de antrenament:

Tabelul 8.1. Protocolul de antrenament

Antr.	Tip Execuție	Exerciții	Sarcină de control	Număr repetări	Prag rezistență simulator (frână)	Viteză motor simulator [m/s]
A1	alternativă	E1	1.5 daN ¹ (3.06 kg-forță)	150	90%	0.0
		E2	4 daN (4.07 kg-forță)	150	90%	0.0
		E3	4 daN (4.07 kg-forță)	75	90%	0.0
A2	simultană	E1	3 daN (3.06 kg-forță)	150	90%	0.0
		E2	4 daN (4.07 kg-forță)	150	90%	0.0
		E3	4 daN (4.07 kg-forță)	75	90%	0.0
A3	simultană	E1	3 daN (3.06 kg-forță)	150	50% ²	0.0
		E2	4 daN (4.07 kg-forță)	150	50%	0.0
		E3	4 daN (4.07 kg-forță)	75	50%	0.0
A4	simultană	E1	3 daN (3.06 kg-forță)	150	30%	0.0
		E2	4 daN (4.07 kg-forță)	150	30%	0.0
		E3	4 daN (4.07 kg-forță)	75	30%	0.0
A5	simultană	E1	3 daN (3.06 kg-forță)	150	30%	0.5 ³
		E2	4 daN (4.07 kg-forță)	150	30%	0.5
		E3	4 daN (4.07 kg-forță)	75	30%	0.5

Viteza de execuție a mișcărilor a fost modificată de-a lungul celor cinci zile de antrenament, așa cum se poate observa în tabelul de mai jos, prin ajustarea frânei simulatorului C.S.N., iar sportivii au fost rugați să îmbunătățească controlul mișcărilor pe măsură ce viteza a crescut:

¹ Pentru exercițiul ce vizează articulația gleznei și musculatura gambei, sarcina de control este stabilită la 1.5 daN, utilizând un scripete mobil ce dublează sarcina de forță, dar și oferă sportivului o lungime ceva mai mare a firului pentru realizarea acestei mișcări relativ scurte, senzația sportivului fiind echivalentul a 3.06 kg-forță.

² Odată cu scăderea frânei, senzația pe care sportivul o percepe este diferită față de ziua anterioară, viteza de execuție crescând, acesta trebuind să grăbească execuția mișcării pentru a putea realiza sarcina de control stabilită. Evoluția vitezei medii, pe exercițiu, este un rezultat al modificărilor condițiilor de opoziție pe care simulatorul le realizează.

³ Motorul simulatorului oferă sportivului o viteză minimă pentru care acesta nu trebuie să depună efort pentru a o atinge, tot ce execută fiind realizarea forței la viteze superioare vitezei minime asigurate de motor. Această viteză îl pune pe sportiv în situația de a da comanda de execuție a mișcării în condiții de **viteză crescută**.

Tabel 8.2. Creșterea vitezei, ca o consecință a reducerii frânei, de-a lungul celor cinci zile de antrenament

Antrenament	Exercițiul 1		Exercițiul 2		Exercițiul 3	
	VMs [m/s]	VMd [m/s]	VMs [m/s]	VMd [m/s]	VMs [m/s]	VMd [m/s]
1	0.06	0.05	0.10	0.10	0.12	0.13
2	0.11	0.11	0.20	0.23	0.27	0.29
3	0.17	0.17	0.40	0.39	0.37	0.37
4	0.30	0.31	0.43	0.44	0.47	0.50
5	0.55	0.51	0.59	0.60	0.55	0.60

La finalul programului de antrenament la Simulatorul C.S.N., sportivii au avut de realizat o *testare finală*, ce a urmat același protocol cu cea inițială.

8.2. Observații referitoare la dinamica simetriei și asimetriei de-a lungul perioadei de antrenament

8.2.1 Simetrie și asimetrie în cadrul testării inițiale

În cadrul testării inițiale, sportivul J.Ș. a demonstrat o ușoară asimetrie, cu o dominanță a piciorului stâng în execuțiile de forță. Datele obținute au arătat o putere unitară mai mare pe piciorul stâng în comparație cu piciorul drept, dar și o diferență de timp de contact și înălțimea săriturii între cele două picioare. Aceste asimetrii au fost măsurate folosind MGM-15, iar raportul de evaluare a arătat o asimetrie de -3.01%, indicând o dominanță a piciorului stâng în execuțiile de forță-viteză.

8.2.2 Dinamica simetriei în cadrul exercițiului ce vizează articulația gleznei și musculatura gambei (E1)

În cadrul E1 au fost observate modificări semnificative în dominanța energetică și asimetria de control pe măsură ce viteza de execuție a mișcărilor a crescut, după cum urmează:

- A1: sportivul a avut dificultăți la inițierea mișcării și a menținut o **dominanță evidentă pe piciorul drept**, mai ales în momentele de final ale mișcării, în cadrul unei mișcări controlate pe vârful degetelor. Aceasta a arătat o asimetrie evidentă, cu mișcarea explozivă a piciorului drept la 66% din lungimea maximă a mișcării.
- A2: odată cu trecerea la lucrul simultan, cu ambele picioare, dominanța piciorului drept a fost menținută, dar s-a observat o îmbunătățire a controlului, deși asimetria a continuat să persiste, mai ales în faza de final a mișcării.
- A3: viteza de execuție a fost crescută, iar mișcarea a devenit mai rapidă datorită reducerii frânei. În această fază, sportivul a reușit să îmbunătățească controlul cu piciorul stâng, având o „explozie” mai controlată comparativ cu primele zile, însă asimetria de control a rămas vizibilă, cu o tendință de dominanță a piciorului drept.
- A4: cu o viteză de execuție și mai mare, controlul mișcării a început să devină mai simetric. Asimetria de control s-a redus semnificativ la ambele picioare, indicând o mai bună adaptare la viteza crescută.
- A5: sportivul a realizat aceeași mișcare, dar la o viteză semnificativ mai mare, ceea ce a dus la o schimbare interesantă: la finalul mișcării, **piciorul stâng a devenit dominant** în momentul

„exploziei”, **inversându-se astfel dominanța față de antrenamentele anterioare**, unde piciorul drept era dominant.

Această inversare a dominanței de control a fost un fenomen neașteptat, care sugerează o adaptare la viteza mare, ceea ce a stârnit interesul pentru investigarea acestui tipar la alți sportivi și în contexte diferite.

Modificările de dominanță și asimetrie în controlul mișcărilor au fost strâns legate de modificarea vitezei de execuție. Începând de la o asimetrie pronunțată la viteze scăzute, sportivul a demonstrat o adaptare progresivă, iar în ultimele etape, controlul mișcării a devenit mai echilibrat între membrele inferioare. Observațiile sugerează o variabilitate individuală și un potențial pentru schimbări semnificative în dominanța controlului în funcție de condițiile de viteză. Aceste modificări subliniază importanța ajustării antrenamentelor în funcție de viteza de execuție și necesitatea unor cercetări suplimentare în acest domeniu.

8.2.3 Dinamica simetriei în cadrul exercițiului ce vizează întregul lanț al triplei extensii (E2)

În cadrul E2 schimbările de dominanță și asimetrie au fost evidente pe măsură ce viteza a crescut, după cum urmează:

- A1: sportivul a executat mișcarea alternativ cu picioarele, la o viteză scăzută (0.10 m/s), având un control bun asupra mișcării. Forțele aplicate pe ambele picioare au fost simetrice, iar mișcările au fost realizate corect și controlat, fără diferențe semnificative între picioare.

- A2: în momentul trecerii la lucrul simultan, cu ambele picioare, a apărut o asimetrie de control, **piciorul drept fiind dominant** în toate fazele mișcării, cu o tendință de „explozie” necontrolată în partea finală a mișcării. Piciorul stâng a avut o lungime mai mică a mișcării și o mai mare instabilitate.

- A3: când frâna a fost redusă la 50% (0.40 m/s), s-a observat o îmbunătățire a controlului mișcării cu piciorul stâng, care a devenit mai rapid în transmiterea comenzii spre mușchi comparativ cu piciorul drept. Deși mișcarea a devenit mai rapidă, asimetria a continuat să fie evidentă, piciorul drept menținându-și dominanța la finalul mișcării, cu o ușoară scădere a controlului.

- A4: cu viteza crescută (0.44 m/s), sportivul a întâmpinat dificultăți în controlul mișcării cu piciorul drept, iar **piciorul stâng a demonstrat un control mai bun** pe parcursul mișcării, în special în faza de platou. Cu toate acestea, finalul mișcării a arătat o explozie mai puțin controlată cu piciorul drept, indicând o instabilitate în controlul mișcării la viteză mare.

- A5: cu viteza maximă de execuție (0.60 m/s și motor de 0.5 m/s), **asimetria de control între cele două picioare a devenit mult mai pronunțată**, cu piciorul stâng care a arătat o lipsă de anticipare a mișcării și o explozie absentă la final. Piciorul drept, în schimb, a păstrat o dominanță în faza finală a mișcării, dar și acesta cu un control mult mai scăzut decât în zilele anterioare.

Această **inversare a dominanței** și lipsa de control cu piciorul stâng, comparativ cu mișcările din cadrul primului exercițiu, sugerează o posibilă diferență de asimetrie între exercițiile înălțuite, cu o control mai slab la viteze mari pe piciorul stâng în acest exercițiu final.

Pe măsură ce viteza a crescut, a fost evidentă o **tendință de modificare a dominanței și asimetriei de control** între picioare. La viteze scăzute, mișcările erau relativ simetrice, dar pe măsură ce viteza a crescut, sportivul a demonstrat o instabilitate mai mare cu piciorul stâng, iar piciorul drept a menținut o dominanță constantă, chiar și în momentele finale ale mișcării. Această observare sugerează că viteza influențează atât simetria mișcărilor, cât și adaptarea sportivului la diferitele condiții de viteză, subliniind importanța ajustării antrenamentului în funcție de aceste variabile.

8.2.4 Dinamica simetriei în cadrul exercițiului ce vizează articulația genunchiului și musculatura coapsei (E3)

În cadrul E3 schimbările de dominanță și asimetrie au fost evidente pe măsură ce viteza a crescut, după cum urmează:

- A1: sportivul a executat mișcarea alternativ cu picioarele, la o viteză scăzută (0.12 m/s). Forțele aplicate pe ambele picioare au fost oarecum simetrice, însă piciorul drept s-a dovedit dominant, având o lungime mai mare a mișcării și un control mai bun asupra sarcinii de forță.
- A2: când s-a trecut la lucrul simultan cu ambele picioare, controlul a fost mai greu de realizat, iar mișcarea a fost caracterizată de o **asimetrie evidentă**: piciorul drept a manifestat un exces de forță, în timp ce piciorul stâng a avut dificultăți în a realiza „explozia” la finalul mișcării.
- A3: cu viteza de execuție crescută (0.37 m/s), piciorul stâng a început să se apropie de modelul de control, iar „explozia” a fost mai vizibilă. Cu toate acestea, asimetria a continuat să existe, iar piciorul drept a rămas dominant, chiar și la această viteză moderată.
- A4: cu o viteză și mai mare (0.50 m/s), au apărut fluctuații semnificative în controlul mișcării. Piciorul drept a fost dominant în continuare, dar nu a reușit să mențină controlul în faza de platou, iar piciorul stâng a avut dificultăți în a oferi „explozia” necesară pentru finalul mișcării.
- A5: cu viteza maximă de execuție (0.60 m/s și motor de 0.5 m/s), controlul a fost mai slab atât la începutul mișcării, cât și în zona de platou, cu o lipsă de anticipare a mișcării. Cu toate acestea, la această viteză, asimetria între cele două picioare s-a redus semnificativ, iar ambele picioare au demonstrat o lipsă de „explozie” în finalul mișcării. Forțele maxime au fost mult mai mici față de antrenamentele anterioare, sugerând o scădere a puterii la viteză mare.

Pe măsură ce viteza a crescut, a fost evidentă o reducere a asimetriei în mișcările simultane între picioare, dar și o lipsă de control și „explozie” pe măsură ce viteza a crescut. Deși asimetria s-a redus la viteză mare, performanța nu a fost optimă, indicând necesitatea unui antrenament suplimentar pentru a îmbunătăți controlul și a dezvolta forța necesară la viteză mare.

8.2.5. Simetrie și asimetrie în cadrul testării finale

La finalul celor 5 zile de antrenament, subiectul au fost supus unei testări finale, similare cu testarea inițială. Rezultatele au arătat îmbunătățiri semnificative pentru cei trei parametri analizați, după cum urmează:

- Puterea unitară: S-a înregistrat o creștere semnificativă a puterii unitare, de 11.5% pentru săriturile pe ambele picioare, 22.84% pentru piciorul drept și 21.48% pentru piciorul stâng.
- Înălțimea săriturii: Creșteri semnificative au fost observate și la înălțimea săriturilor, de 19.01% pentru săriturile pe ambele picioare, 24.65% pentru piciorul drept și 18.58% pentru piciorul stâng.
- Timpul de contact: S-a observat o ușoară creștere a timpului de contact la săriturile pe ambele picioare (0.47%), dar îmbunătățiri mai mari au fost înregistrate la săriturile pe piciorul drept (9.26%) și piciorul stâng (15.10%).

De asemenea, asimetria dintre cele două picioare a scăzut (cu o diminuare de 48.76% față de testarea inițială), iar sportivul a reușit să îmbunătățească simetria în mișcările de control psiho-neuro-motor. Astfel, din perspectiva performanței, testele finale au indicat progrese semnificative față de starea inițială.

8.2.6. Concluzii referitoare la dinamica simetriei în urma programului de dezvoltare a controlului psiho-neuro-motor la nivelul membrelor inferioare

După finalizarea antrenamentelor de control psiho-neuro-motor cu sportivul J.Ș., am observat că, în primele zile, controlul mișcărilor era mai bun pentru piciorul drept. Cu toate acestea, pe măsură ce viteza de execuție a crescut, controlul mișcărilor piciorului stâng a devenit mai eficient, în special în momentul „exploziei” de la finalul mișcării. Acest fenomen a fost observat în toate exercițiile realizate pe parcursul celor 5 zile de antrenament.

O posibilă explicație pentru schimbarea dominanței piciorului la viteze mari ar fi asocierea cu preferințele motorii. Sportivul, având mâna dreaptă ca mâna dominantă, utilizează de obicei piciorul opus mâinii îndemânate pentru sărituri. În mișcările de viteză mare, acest lucru poate determina piciorul stâng să devină dominant, în timp ce mișcările mai lente și controlate sunt preferate de piciorul drept.

Această modificare a comportamentului motor este importantă pentru antrenamentele sportive, deoarece poate influența strategiile de optimizare a controlului motor pe ambele picioare, indiferent de viteza de execuție.

CAPITOLUL 9. DINAMICA SIMETRIEI ȘI ASIMETRIEI ÎN TIMPUL ANTRENAMENTELOR DE CONTROL PSIHO-NEURO-MOTOR CE VIZEAZĂ MUSCULATURA MEMBRELOR SUPERIOARE

În acest capitol, am extins cercetarea asupra simetriei și asimetriei de control la membrele superioare, pe baza observațiilor din capitolul anterior referitoare la membrele inferioare. Obiectivul a fost analiza modului în care viteza influențează dominanța brațului în exercițiile de înot spate realizate pe simulatorul C.S.N., la sportivi de performanță.

Observații referitoare la dinamica simetriei și asimetriei de-a lungul perioadei de antrenament:

- Primul antrenament: La începutul mișcării, brațul stâng era dominant în fazele de prindere și tracțiune. La finalul mișcării, însă, ambele brațe executau „explozia” cu aceleași forțe, reducându-se asimetria.

- Al doilea antrenament: La viteza mai mare, brațul stâng rămânea dominant în faza de prindere și tracțiune, dar la finalul mișcării, brațul drept a început să devină mai dominant, indicând un schimb în controlul mișcărilor odată cu creșterea vitezei.

- Al treilea antrenament: La viteză mare, sportivul a întâmpinat dificultăți în controlul mișcării la început, dar pe măsură ce mișcarea a avansat, brațul drept a început să devină dominant în faza de tracțiune și „explozie”.

În urma antrenamentelor, am observat o schimbare a dominanței brațului pe măsură ce viteza a crescut, similar cu ce s-a întâmplat la membrele inferioare. Astfel, la viteză mică, brațul stâng a fost dominant, iar la viteză mare, brațul drept a preluat controlul, ceea ce subliniază modul în care viteza de execuție influențează dominanța motrică.

CAPITOLUL 10. DINAMICA SIMETRIEI ȘI ASIMETRIEI ÎN TIMPUL ANTRENAMENTELOR DE CONTROL PSIHO-NEURO-MOTOR CE VIZEAZĂ CORECTAREA DEFICIENȚELOR DE POSTURĂ

Mai departe, am extins analiza noastră și în rândul unui subiect cu scolioză, aplicând o metodă de corectare a posturii prin exerciții de tracțiune la Simulatorul C.S.N., similare mișcării realizate la helcometru.

Așadar, observațiile noastre au fost că în prima fază a mișcării de tracțiune (prinderea barei), brațul stâng a fost dominant, cu un exces de forță. Ulterior, în faza de tracțiune, asimetria a persistat, iar brațul stâng a continuat să fie predominant. La finalul mișcării, însă, dominanța s-a inversat, iar brațul drept a devenit dominant în faza de „explozie”.

În concluzie, am observat schimbări în dominanța brațului pe măsură ce mișcările evoluau, ceea ce sugerează că antrenamentele de corectare a posturii pot reduce asimetria și îmbunătăți controlul motor în mișcările specifice.

CAPITOLUL 11. CONCLUZII ALE STUDIULUI PRELIMINAR

Studiul preliminar realizat în cadrul cercetării doctorale a avut ca scop observarea și înțelegerea dinamicii simetriei și asimetriei de control psiho-neuro-motor, atât pentru membrele inferioare, cât și pentru cele superioare, în contextul antrenamentelor specifice sportivilor de performanță. S-au testat aparatura și metodologiile utilizate pentru a analiza aceste asimetrii, cu scopul de a înțelege impactul lor asupra performanței sportive și de a dezvolta strategii personalizate pentru optimizarea performanței și prevenirea accidentărilor.

Principalele concluzii sunt:

- Asimetria de control: Chiar și în mișcările ce ar trebui să fie simetrice, s-au observat asimetrii atât la nivelul membrelor inferioare, cât și la cele superioare. De asemenea, aceste asimetrii se modifică în funcție de viteza de execuție a mișcărilor.

- Dominanța piciorului: Sportivii cu mâna dreaptă dominantă tind să folosească piciorul stâng pentru mișcări rapide (de exemplu, sărituri), iar piciorul drept pentru mișcări mai lente și mai „în forță”, cum ar fi cele din apărare.

- Scăderea controlului la viteze mari: Pe măsură ce viteza de lucru crește, calitatea controlului scade considerabil, iar sportivii trec la mișcări de tip „balistic”, mai puțin controlate, ceea ce sugerează că viteza impusă ar putea depăși capacitățile de control ale acestora. Aceste constatări subliniază importanța ajustării vitezei de execuție la capacitățile de control ale sportivilor și necesitatea unor antrenamente personalizate.

Partea a III-a. CONTRIBUȚII PRIVIND POSIBILITĂȚILE DE INVESTIGARE A SIMETRIILOR ȘI ASIMETRIILOR PSIHO-NEURO- MOTRICE

CAPITOLUL 12. SCOPUL, OBIECTIVELE ȘI IPOTEZA CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE

Scopul studiului experimental are la bază scopul general al cercetării care este acela de a observa și înțelege simetriile și asimetriile în manifestarea capacității de control, în rândul sportivilor de performanță, în timpul antrenamentelor de control neuro-psiho-motor și de a analiza posibilele modificări apărute în dominanța unui anumit membru, în funcție de viteza de lucru.

Obiectivele cercetării includ observarea și analiza dinamicii simetriei și asimetriei în timpul antrenamentelor, precum și impactul vitezei de lucru asupra acestora.

În această fază experimentală, am pornit de la **ipoteza** conform căreia *dacă putem pune în evidență faptul că dominanța unui anumit membru se poate modifica în raport cu viteza de lucru, atunci putem extrage tipare de asimetrie motrică întâlnite în comportamentul psiho-neuro-motor al sportivilor de performanță*, care constituie ipoteza centrală a întregului demers de cercetare.

CAPITOLUL 13. METODE, MIJLOACE ȘI APARATURĂ DE INVESTIGARE

În urma utilizării metodei **studiului bibliografic**, realizate în prima parte a prezentei lucrări și a informațiilor obținute în studiului preliminar, vom continua în faza studiului experimental, cu **metoda observației**, cu ajutorul căreia vom putea surprinde și înțelege mai bine vastul domeniu al asimetriilor în sarcinile de control. Ulterior, utilizând metoda **experimentală**, vom putea testa, pe un număr mai mare de sportivi, de această dată de sportivi, aparatura și metodologiile de lucru utilizate în măsurarea și analiza simetriei și asimetriei, în încercarea de a înțelege mai bine impactul

acestora asupra performanței sportive, iar într-un final, utilizând metodele *statistico-matematică* și *grafică*, vom putea analiza și reprezenta grafic datele colectate în acest studiu preliminar.

Ca și în cazul studiului preliminar, aparatura utilizată include **Simulatorul C.S.N.**, care permite testarea sarcinilor de control psiho-neuro-motor. De asemenea, va fi aplicat testul de 15 secunde realizat cu aparatura **Optojump Next** pentru observarea modificărilor apărute în urma protocolului de antrenament și metoda de calcul **MGM-15** pentru analiza datelor obținute. Aceste metodologii sunt similare celor utilizate în studiul preliminar și vor permite evaluarea impactului asupra performanței și modificările de dominanță ale membrilor inferioare, în funcție de viteza de lucru.

CAPITOLUL 14: ORGANIZAREA CERCETĂRII ÎN CADRUL EXPERIMENTULUI

Cercetarea a fost realizată pe 25 de sportivi juniori, de sex masculin, cu vârste de 15 ani, practicând baschet și provenind din echipe competitive clasate la Turneul Final U16 al Campionatului Național, unii fiind și membri ai Lotului Național U16 masculin. Studiul a fost efectuat la nivel de grup, dar analizele au fost personalizate pentru fiecare sportiv în parte.

Metodologia de lucru a inclus un program de testare inițială folosind aparatura OptoJump Next, urmat de antrenamente de control psiho-neuro-motor pe Simulatorul C.S.N. pentru 5 zile consecutive. Protocolul de antrenament a inclus aceleași trei exerciții descrise în faza preliminară a acestei lucrări (prezentat în tabelul 8.1 din studiul preliminar). Sarcina de control a fost menținută mică pentru a se concentra pe controlul mișcărilor, nu pe creșterea forței, iar viteza de execuție a crescut pe parcursul celor 5 zile (conform celor detaliate în tabelul 8.2 din studiul preliminar).

La finalul celor 5 zile de antrenament, a fost realizată o testare finală pentru a observa modificările apărute în parametrii măsurați.

14.1. Testarea inițială

În cadrul testării inițiale, sportivii au fost supuși unui program de testare realizat cu aparatura OptoJump Next, care a inclus un test de sărituri timp de 15 secunde pe ambele picioare, dar și pe câte un picior separat. Datele brute obținute au fost procesate folosind metoda MGM-15 pentru a analiza parametrii relevanți ce evidențiază asimetriile. Rezultatele sunt prezentate în tabele, iar pentru fiecare sportiv au fost analizați următorii parametri:

Puterea unitară (PU): Media valorilor obținute de cei 25 de sportivi a fost de 3.96 W/kg pentru săriturile pe ambele picioare, 2.24 W/kg pentru piciorul drept și 2.20 W/kg pentru piciorul stâng. Asimetria energetică a arătat o dominanță de parte stângă, cu o medie de -4.97%, indicând o dominanță a piciorului stâng. Un număr de **12 sportivi au prezentat dominanță a piciorului drept** (valori pozitive), iar **13 sportivi au prezentat dominanță a piciorului stâng** (valori negative). Valoarea absolută a asimetriei energetice a fost de 16.60%, semnalând o asimetrie mult mai mare când se iau în considerare doar valorile absolute.

Înălțimea săriturii (H): Pentru înălțimea săriturii, media pentru săriturile pe ambele picioare a fost de 0.30 m, iar pentru piciorul drept și stâng a fost de 0.16 m. Asimetria înălțimii săriturii a indicat o dominanță de parte dreaptă, cu o medie de 0.71%. **12 sportivi au înregistrat**

valori pozitive indicând dominanța piciorului drept, iar 13 sportivi au avut valori negative, indicând dominanța piciorului stâng. După eliminarea valorilor aberante ale sportivilor S16 și S18, care aveau rezultate extreme, media asimetriei înălțimii săriturii a fost ajustată la 1.98%. Valoarea absolută a asimetriei a fost de 14.61%, ceea ce sugerează o asimetrie semnificativă.

Timpii de contact (TC): Media timpilor de contact pentru săriturile pe ambele picioare a fost de 0.25 s, iar pentru piciorul drept și stâng, aceasta a fost de 0.35 s. În acest caz, asimetria timpilor de contact a avut o medie de 1.44%, cu **14 sportivi manifestând dominanța piciorului drept** (valori pozitive) și **11 sportivi dominanța piciorului stâng** (valori negative). Valoarea absolută a asimetriei timpilor de contact a fost de 8.07%, semnalând o asimetrie mai mică în comparație cu ceilalți doi parametri.

În urma testării inițiale, s-au observat atât similitudini, cât și diferențe semnificative între cei trei parametri analizați (puterea unitară, înălțimea săriturii și timpii de contact). În ceea ce privește distribuția asimetriilor, există o tendință comună între PU și H, cu un număr similar de sportivi manifestând o dominanță a piciorului drept și a piciorului stâng. În schimb, în cazul TC, distribuția asimetriilor între picioare a fost diferită, indicând o mai mare **asimetrie în coordonarea și anticiparea contactului cu solul**. De asemenea, diferențele semnificative între magnitudinea asimetriei între parametrii sugerează că performanțele în puterea musculară și înălțimea săriturii sunt mai variate comparativ cu coordonarea temporală, unde asimetria este mai uniformă.

14.2. Analiza rezultatelor exercițiului ce vizează articulația gleznei și musculatura gambei

Acest subcapitol analizează exercițiul care vizează articulația gleznei, desfășurat pe parcursul a cinci zile de antrenament, având ca scop observarea dinamicii simetriei energetice și asimetriei de control în funcție de viteza de execuție și modificările acestora pe parcursul exercițiilor.

ANTRENAMENTUL 1 (A1-E1): În prima zi de antrenament, exercițiul a fost realizat la viteză scăzută (0.10 m/s), iar sportivii au lucrat alternativ cu fiecare picior. Scopul acestei zile a fost de acomodare, iar datele obținute au arătat o distribuție echilibrată între picioarele stâng și drept în ceea ce privește simetria energetică. S-a observat o **dominanță energetică ușoară a piciorului drept (53%)**, iar asimetria de control a fost relativ mică, favorizând, în general, ambele picioare, dar cu un control mai bun la piciorul stâng în majoritatea cazurilor.

ANTRENAMENTUL 2 (A2-E1): În a doua zi de antrenament, exercițiul a fost realizat tot la viteză scăzută, dar cu ambele picioare simultan, în scopul de a îmbunătăți simetria mișcării. Aici, sportivii au arătat o **dominanță energetică și de control semnificativ mai mare pe partea dreaptă (100% dintre sportivi)**, iar datele au indicat o îmbunătățire a simetriei energetice și o reducere considerabilă a asimetriei de control.

ANTRENAMENTUL 3 (A3-E1): În a treia zi de antrenament, viteza a fost crescută (0.40 m/s), iar exercițiul a fost realizat cu ambele picioare simultan. În această fază, aproape toți sportivii au continuat să prezinte o **dominanță energetică pe partea dreaptă (92%)**, iar asimetria de

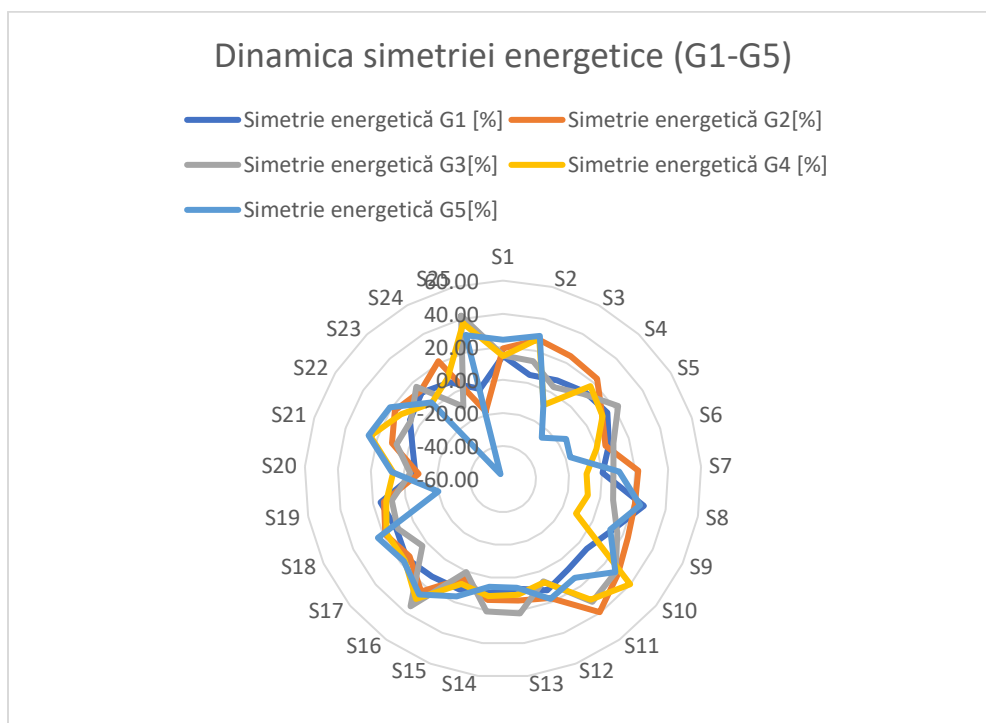
control a favorizat partea dreaptă, indicând o adaptabilitate mai bună a sportivilor în condițiile de viteză mai mare.

ANTRENAMENTUL 4 (A4-E1): În a patra zi, viteza a fost și mai mare (0.44 m/s). În acest antrenament, sportivii au arătat în continuare o dominanță pe partea dreaptă (88%), dar o schimbare a fost observată în cazul unora dintre ei, care au început să prezinte o dominanță de control și energetică pe partea stângă. Cu toate acestea, asimetria de control a rămas favorabilă părții drepte, dar cu o ușoară scădere a diferenței față de zilele anterioare.

ANTRENAMENTUL 5 (A5-E1): În ultima zi de antrenament, viteza a fost majorată și mai mult (0.60 m/s), iar simetria energetică a fost aproape complet favorabilă părții drepte (96%). Asimetria de control a continuat să favorizeze partea dreaptă (88%), dar s-a observat o ușoară creștere a numărului de sportivi care au arătat o dominanță pe partea stângă, în special în privința controlului.

Tabel 14.1. Dinamica simetriei energetice (G1-G5)

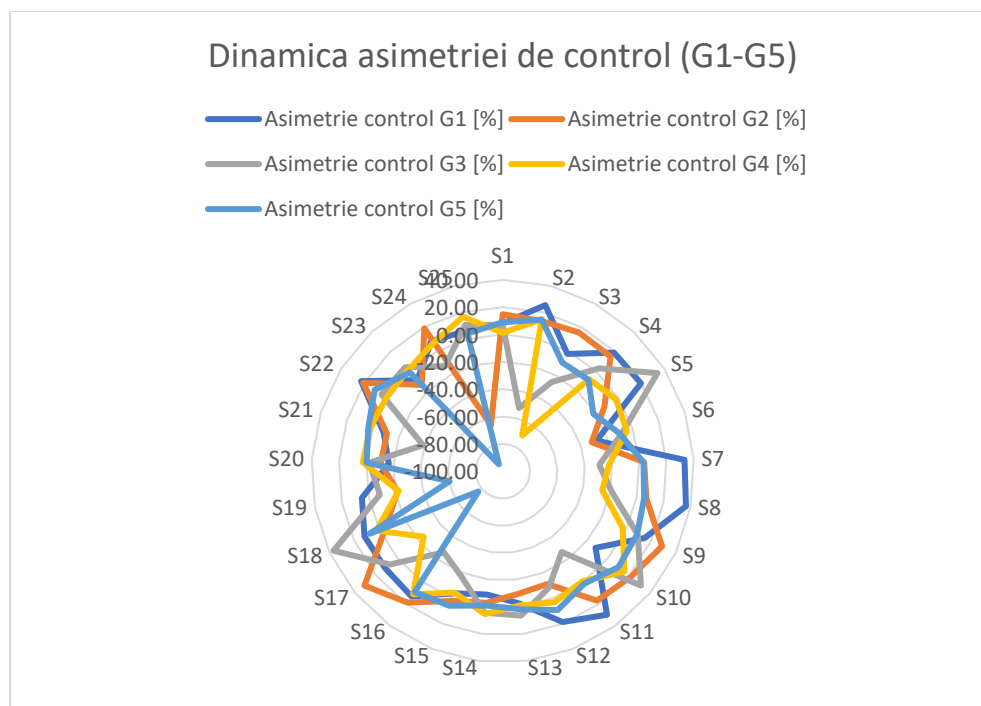
Antrenament	Dominanță energetică dreapta	Dominanță energetică stânga
G1	22	3
G2	23	2
G3	23	2
G4	20	5
G5	19	6



Grafic 14.1. Dinamica simetriei energetice (G1-G5)

Tabel 14.2. Dinamica asimetriei de control (G1-G5)

Antrenament	Asimetrie de control dreapta	Asimetrie de control stânga
G1	16	9
G2	14	11
G3	12	13
G4	13	12
G5	15	10



Grafic 14.2. Dinamica asimetriei de control (G1-G5)

Pe parcursul celor cinci antrenamente, s-au observat modificări importante în ceea ce privește simetria energetică (tabelul 14.1 și graficul 14.1) și asimetria de control (tabelul 14.2 și graficul 14.2). Creșterea vitezei de execuție a condus la o dominanță energetică mai puternică a părții drepte, iar controlul a fost, de asemenea, favorabil pe partea dreaptă, în majoritatea sportivilor. Totuși, câțiva sportivi au arătat o schimbare a dominanței pe măsură ce viteza a crescut, indicând o flexibilitate în adaptarea controlului și a simetriei energetice. Aceste schimbări sugerează o posibilă legătură între viteza de execuție și ajustările comportamentului motric în ceea ce privește dominanța energetică și de control.

14.3. Analiza rezultatelor exercițiului ce vizează întregul lanț al triplei extensii

În cadrul acestui subcapitol, am analizat exercițiul care vizează întregul lanț al triplei extensii, desfășurat pe parcursul a cinci zile de antrenament. Scopul principal a fost studierea

evoluției simetriei energetice și asimetriei de control în funcție de viteza de execuție și modificările acestora pe parcursul antrenamentelor.

ANTRENAMENTUL 1 (A1-E2): În prima zi de antrenament, exercițiul a fost realizat la viteză scăzută (0.10 m/s), iar sportivii au lucrat alternativ cu fiecare picior. Aceasta a fost o zi de acomodare, iar datele obținute au arătat o **distribuție relativ echilibrată între piciorul stâng și drept**, dar cu o ușoară tendință de dominanță energetică pe partea dreaptă (52%).

ANTRENAMENTUL 2 (A2-E2): În a doua zi, exercițiul a fost realizat tot la viteză scăzută, dar de data aceasta cu ambele picioare simultan. **Toți sportivii au prezentat o dominanță energetică a părții drepte (100%)**, iar simetria energetică s-a îmbunătățit semnificativ comparativ cu prima zi. De asemenea, s-a observat o tendință de creștere a controlului pe partea dreaptă.

ANTRENAMENTUL 3 (A3-E2): În această zi, viteza a fost ușor crescută (0.40 m/s), iar exercițiul a fost realizat cu ambele picioare simultan. Majoritatea sportivilor au continuat să prezinte o dominanță energetică a părții drepte (92%), iar asimetria de control a fost mai pronunțată în favoarea părții drepte, indicând un control mai bun al acesteia.

ANTRENAMENTUL 4 (A4-E2): În a patra zi, viteza a fost și mai mare (0.44 m/s). Deși dominanța energetică a părții drepte a rămas predominantă (88%), au apărut câțiva sportivi care au arătat o dominanță pe partea stângă. Asimetria de control a continuat să favorizeze partea dreaptă, dar cu o mică scădere a diferenței față de zilele anterioare.

ANTRENAMENTUL 5 (A5-E2): Ultima zi de antrenament a implicat o viteză și mai mare (0.60 m/s). Simetria energetică a fost aproape complet favorabilă părții drepte (96%), iar asimetria de control a continuat să favorizeze partea dreaptă (88%). Cu toate acestea, sportivul S23 a menținut o dominanță de control și energetică pe partea stângă.

Tabel 14.3. Dinamica dominanței energetice (F1-F5)

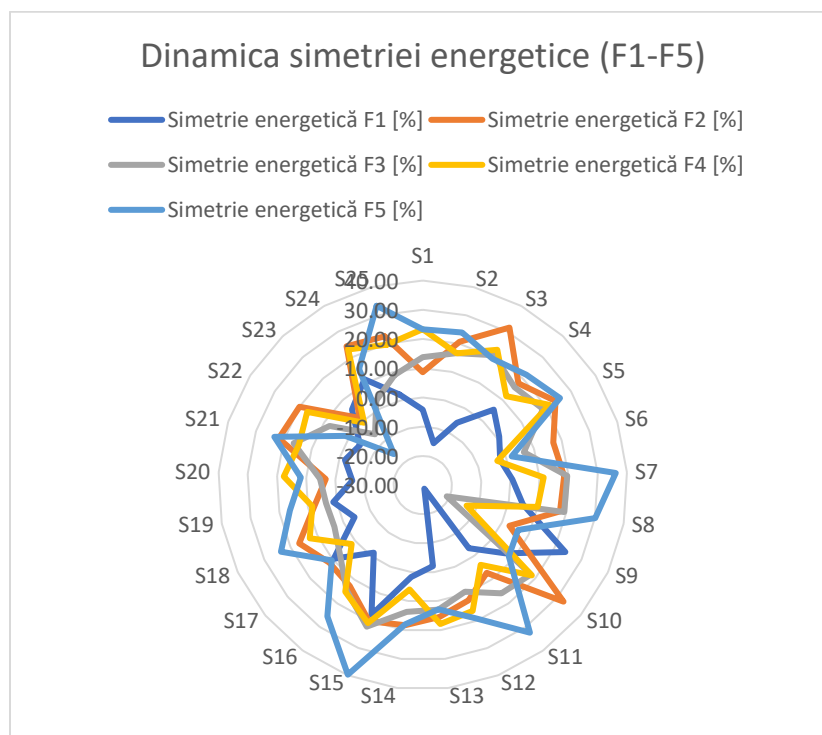
Antrenament	Dominanță energetică dreapta	Dominanță energetică stânga
F1	13	12
F2	25	0
F3	23	2
F4	22	3
F5	24	1

Tabel 14.4. Dinamica asimetriei de control (F1-F5)

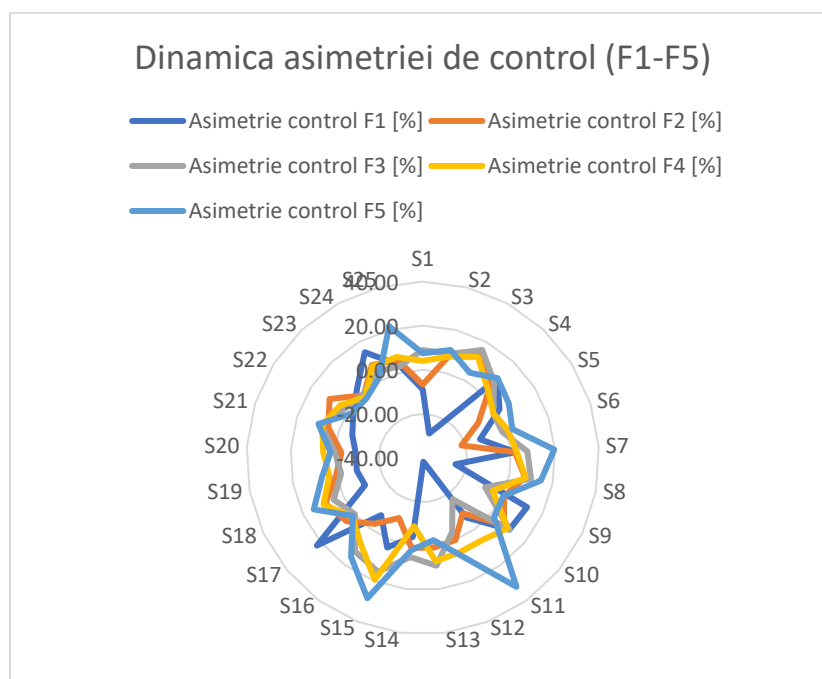
Antrenament	Asimetrie de control dreapta	Asimetrie de control stânga
F1	10	15
F2	16	9
F3	17	8
F4	21	4
F5	22	3

Pe parcursul celor cinci antrenamente, s-au observat modificări importante în simetria energetică (tabelul 14.3 și graficul 14.3) și asimetria de control (tabelul 14.4 și graficul 14.4). În general, creșterea vitezei a favorizat o mai mare dominanță energetică a părții drepte, dar au existat

și cazuri de schimbare a dominanței pe măsură ce viteza a crescut. Aceste schimbări sugerează o adaptabilitate a sportivilor la diferitele condiții de antrenament și o posibilă legătură între viteza de execuție și dominanța energetică sau de control.



Grafic 14.3. Dinamica simetriei energetice (F1-F5)



Grafic 14.4. Dinamica asimetriei de control (F1-F5)

14.4. Analiza rezultatelor exercițiului ce vizează articulația genunchiului și musculatura coapsei

Acest subcapitol analizează exercițiul ce vizează articulația genunchiului și musculatura coapsei, desfășurat pe parcursul a cinci zile de antrenament. Scopul exercițiului a fost evaluarea dinamicii simetriei energetice și asimetriei de control în funcție de viteza de execuție a mișcării.

ANTRENAMENTUL 1 (A1-E3): În prima zi, exercițiul a fost realizat la viteză scăzută (0.13 m/s), cu fiecare picior alternativ, pentru acomodarea sportivilor cu sarcina de control. Media lucrului mecanic pe repetare pentru piciorul stâng a fost de 20.95 J, iar pentru piciorul drept de 21.94 J, indicând o **simetrie energetică ușor favorabilă piciorului drept** (diferență de 4.54%). Asimetria de control a fost favorabilă piciorului drept, cu o medie a notelor mai mare pentru acest picior (7.07 față de 6.79 pentru piciorul stâng).

ANTRENAMENTUL 2 (A2-E3): În a doua zi, exercițiul a fost realizat tot la viteză scăzută (0.29 m/s), dar cu ambele picioare simultan, pentru a îmbunătăți simetria mișcării. Media lucrului mecanic a crescut pentru ambele picioare (piciorul stâng 20.03 J și piciorul drept 22.51 J), iar diferența de 11.01% între cele două picioare a indicat o dominanță energetică semnificativă a piciorului drept. Asimetria de control a fost tot în favoarea piciorului drept (7.41 față de 7.27), cu o creștere a numărului sportivilor care au obținut performanțe mai bune cu piciorul drept.

ANTRENAMENTUL 3 (A3-E3): În a treia zi, exercițiul a fost realizat cu viteză ușor crescută (0.37 m/s), iar mișcarea a fost realizată tot cu ambele picioare simultan. Media lucrului mecanic a fost de 19 J pentru piciorul stâng și 20.93 J pentru piciorul drept, cu o diferență de 9.24%. De asemenea, asimetria de control a fost favorabilă piciorului drept (7.35 față de 7.01), iar numărul sportivilor care au demonstrat o dominanță de control a piciorului drept a crescut semnificativ (80% dintre sportivi).

ANTRENAMENTUL 4 (A4-E3): În a patra zi, viteza a fost crescută la 0.50 m/s, iar exercițiul a fost realizat cu ambele picioare simultan. Media lucrului mecanic pe repetare a fost de 18.26 J pentru piciorul stâng și 20.47 J pentru piciorul drept, cu o diferență de 10.78%. Asimetria de control a rămas favorabilă piciorului drept, cu o valoare medie a notei de 7.25 pentru piciorul drept și 6.93 pentru piciorul stâng. Numărul sportivilor care au arătat o dominanță de control a piciorului drept a scăzut ușor (72%).

ANTRENAMENTUL 5 (A5-E3): În ultima zi, exercițiul a fost realizat la o viteză de 0.60 m/s, cu ambele picioare simultan. Media lucrului mecanic pentru piciorul stâng a fost de 15.83 J, iar pentru piciorul drept 18.15 J, cu o diferență de 12.75%. Asimetria de control a rămas favorabilă piciorului drept (6.39 față de 6.04), iar numărul sportivilor care au arătat o dominanță de control a piciorului drept a fost de 80%, indicând o tendință stabilă de dominanță pe partea dreaptă.

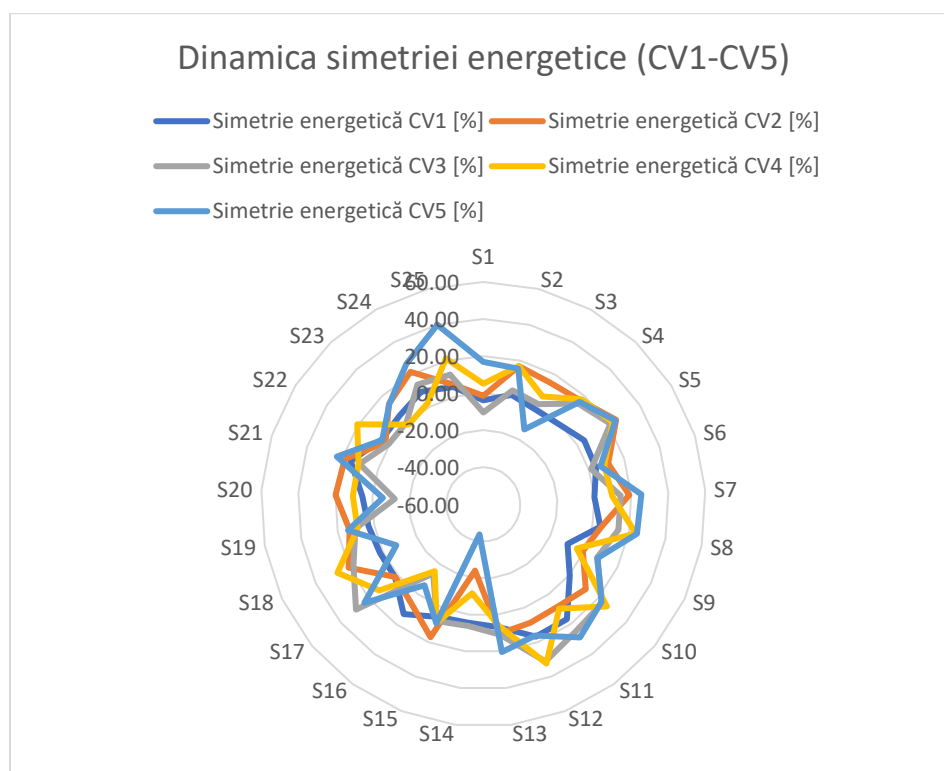
Tabel 14.5. Dinamica simetriei energetice (CV1-CV5)

Antrenament	Dominanță energetică dreapta	Dominanță energetică stânga
CV1	21	4
CV2	22	3
CV3	22	3
CV4	21	4
CV5	20	5

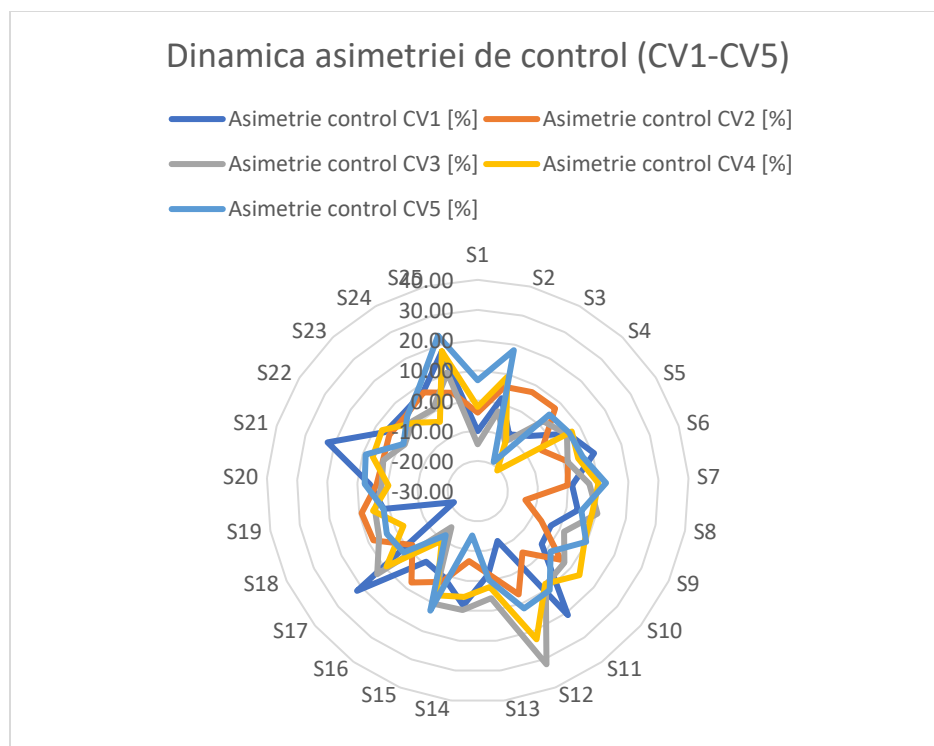
Tabel 14.6. Dinamica asimetriei de control (CV1-CV5)

Antrenament	Asimetrie de control dreapta	Asimetrie de control stânga
CV1	16	9
CV2	16	9
CV3	20	5
CV4	18	7
CV5	20	5

În urma celor cinci antrenamente, s-au observat modificări în simetria energetică (tabelul 14.5 și graficul 14.5) și asimetria de control (tabelul 14.6 și graficul 14.6), cu o dominanță constantă a piciorului drept pe întreaga perioadă. Creșterea vitezei de execuție a dus la o diferențiere mai mare între cele două picioare, iar sportivii au arătat o tendință generală de a îmbunătăți controlul și simetria în timpul exercițiilor la viteză mai mare.



Grafic 14.5. Dinamica simetriei energetice (CV1-CV5)



Grafic 14.6. Dinamica asimetriei de control (CV1-CV5)

14.5. Testarea finală

Testarea finală a urmat același protocol ca și testarea inițială, având ca scop observarea modificărilor apărute în urma programului de antrenament la simulator. Rezultatele au fost analizate pe baza a trei parametri: puterea unitară (PU), înălțimea săriturii (H) și timpii de contact (TC), evidențiind schimbările în asimetriile energetice și de control.

Puterea unitară (PU): Rezultatele testării finale au arătat o creștere medie de 8.06% pentru săriturile pe ambele picioare, 8.85% pentru piciorul drept și 9.98% pentru piciorul stâng. Majoritatea sportivilor au înregistrat îmbunătățiri ale PU, iar asimetria energetică a indicat o ușoară dominanță a piciorului drept, cu 15 sportivi arătând dominanța dreaptă și 9 dominanța stângă.

Înălțimea săriturii (H): În testarea finală, media înălțimii săriturii a crescut cu 7.33% pentru ambele picioare, 6.61% pentru piciorul drept și 8.34% pentru piciorul stâng. Mulți sportivi au reușit să îmbunătățească performanțele, iar schimbările de dominanță energetică au fost observate, cu 5 sportivi trecând de la dominanța dreaptă la stângă și 8 invers.

Timpii de contact (TC): Sportivii au reușit să scadă timpii de contact, înregistrând scăderi de 9.95% pentru ambele picioare, 9.32% pentru piciorul drept și 7.75% pentru piciorul stâng. Majoritatea au îmbunătățit timpii de contact, ajungând în intervalul optim de referință (0.18 – 0.22s). Asimetria în timpii de contact a indicat o schimbare de dominanță, cu 12 sportivi arătând dominanța piciorului stâng și 13 a piciorului drept.

În urma programului de antrenament, s-au observat îmbunătățiri semnificative în performanțele sportivilor la toți parametrii analizați. Majoritatea sportivilor și-au restructurat comportamentele motrice, echilibrând performanțele între membrele inferioare. Totuși, în unele cazuri, sportivii au înregistrat o ușoară creștere a asimetriei, dar cu îmbunătățiri notabile ale performanței.

CAPITOLUL 15. CONCLUZII ALE CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE ȘI PROPUNERI

Această cercetare științifică a avut ca scop analiza simetriilor și asimetriilor, în special a modificărilor de asimetrie apărute în urma schimbării vitezei de lucru, în contextul exercițiilor destinate dezvoltării săriturii în înălțime la jucătorii de baschet. Studiul s-a concentrat asupra trei exerciții esențiale: unul dedicat articulației gleznei și musculaturii gambei, un altul pentru întregul lanț al triplei extensii, și ultimul pentru articulația genunchiului și musculatura coapsei.

Cercetarea a pornit de la ipoteza că modificarea vitezei de lucru poate influența dominanța unui membru și poate schimba tiparele de asimetrie motrică în comportamentele psiho-neuro-motor ale sportivilor. Pe parcursul celor 5 antrenamente, viteza de lucru a fost crescută treptat, iar rezultatele obținute au confirmat ipoteza centrală a studiului, având următoarele concluzii principale:

1. Dominanța energetică și asimetria de control: În toate cele trei exerciții, dominanța energetică a fost preponderent pe partea dreaptă. Aceasta s-a observat mai accentuat în exercițiile care implicau mișcări bilaterale simultane, cum ar fi exercițiile F2 și CV2. Aproape toți sportivii au manifestat o dominanță energetică pe partea dreaptă, chiar și în condițiile în care inițial asimetria lor era diferită. În ceea ce privește asimetria de control, aceasta a fost constantă în favoarea părții drepte, deși schimbările de dominanță au fost vizibile pe măsură ce viteza de lucru a crescut.

2. Impactul vitezei asupra dominanței energetice și asimetriei de control: Creșterea vitezei a avut un impact semnificativ asupra dominanței energetice și a asimetriei de control în toate cele trei exerciții. Specific pentru fiecare exercițiu:

- E1: A fost observată o schimbare a dominanței de la partea stângă la dreapta la viteze mai mari, cu o variabilitate individuală notabilă. Creșterea vitezei a determinat o inversare frecventă a dominanței de control.
- E2: În acest caz, dominanța energetică de partea dreaptă s-a stabilizat pe măsură ce viteza a crescut. Mai puțini sportivi au schimbat dominanța pe partea stângă la viteze mari.
- E3: Dominanța energetică pe partea dreaptă a rămas predominantă, dar au existat treceri la dominanța pe partea stângă la viteză mare, ceea ce sugerează oboseală sau ajustări compensatorii în musculatura coapsei și genunchiului.

3. Diferențe în simetria exercițiilor: Exercițiile au prezentat diferite grade de simetrie:

- E1 a avut fluctuații semnificative în dominanța energetică, indicând o sensibilitate mai mare la schimbările de viteză și sarcină.
- E2 a arătat cea mai stabilă dominanță energetică pe partea dreaptă, în special după trecerea la mișcările simultane.

- E3 a înregistrat fluctuații moderate în dominanța energetică și control, indicând un potențial mai mare de asimetrie, posibil din cauza diferențelor de forță, flexibilitate sau coordonare.

4. Observații privind testările inițiale și finale: În urma antrenamentului la simulator, s-au observat îmbunătățiri semnificative ale performanței sportivilor la parametri testați (puterea unitară, înălțimea săriturii și timpii de contact), cu creșteri de 7-10% în puterea unitară și înălțimea săriturii și scăderi semnificative ale timpilor de contact. Sportivii care au redus asimetria în timpul antrenamentului au avut performanțe îmbunătățite, iar cele mai mari progrese s-au înregistrat în echilibrarea performanței între membrele inferioare.

5. Implicații pentru antrenament și performanță: Rezultatele sugerează că sportivii ar putea beneficia de antrenamente personalizate pentru a corecta asimetria în dominanța energetică și control, în special la viteze mari. Întărirea părții mai puțin dominante și integrarea antrenamentelor unilaterale pot ajuta la reducerea riscurilor de accidentare și îmbunătățirea performanței generale. Modificările vitezei de execuție ar trebui incluse în programul de antrenament pentru a îmbunătăți capacitatea sportivilor de a-și adapta controlul mișcărilor.

În plus, corectarea asimetriilor neuromusculare influențează direct eficiența în acțiuni-cheie din baschet, precum schimbările bruște de direcție, blocajele defensive, tranzițiile rapide între atac și apărare și execuțiile tehnice sub presiune. Prin echilibrarea forței între membre și îmbunătățirea controlului bilateral, sportivii pot obține o mai bună stabilitate, coordonare și timp de reacție mai scurți în fazele de intensitate ridicată, contribuind decisiv la succesul în competițiile de performanță.

6. Direcții pentru cercetări viitoare: Modelele observate în dominanța energetică și asimetria de control merită investigații suplimentare, în special în ceea ce privește mecanismele neuromusculare care determină aceste asimetrii și efectele pe termen lung ale antrenamentului corectiv. Folosirea tehnologiilor precum Magnetoencefalografia (MEG) ar putea oferi informații suplimentare privind regiunile cerebrale implicate în modificările de dominanță în funcție de viteză.

Studiul propune fundamentarea unui program de intervenție specific baschetului, axat pe corectarea asimetriilor psiho-neuro-motorii. Acest program ar putea servi ca instrument de evaluare obiectivă, personalizare a antrenamentelor și monitorizare a progresului sportivilor. Prin validare științifică și integrare în selecție, formare și reabilitare, el poate oferi date concrete despre echilibrul neuromuscular și adaptarea la cerințele jocului. Astfel, cercetarea oferă o punte între analiza motrică și aplicabilitatea practică în baschetul de performanță, contribuind la prevenirea suprasolicităților și creșterea eficienței antrenamentului.

În concluzie, cercetarea a demonstrat că modificările de viteză au un impact semnificativ asupra dominanței energetice și asimetriei de control, iar antrenamentele specifice pot ajuta la echilibrarea performanțelor și reducerea riscurilor de accidentare, oferind direcții valoroase pentru viitoare studii și intervenții în pregătirea sportivă.

REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

Bakaraki, A., Nastou, E., Gkrilias, P., Fousekis, K., Xergia, S., Matzaroglou, C., Tsepis, E. (2021) Preseason functional testing in young basketball players: asymmetries and intercorrelations. *Journal of Physical Therapy Science* 33 (4). doi: 10.1589/jpts.33.369. Accesat la https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/33/4/33_2020-182/_article/-char/ja/ în data de 08.12.2022

Baranto, A., Hellstrom, M., Gederlund, C.G., Nyman, R., Sward, L. (2009). Back pain and MRI changes in the thoraco-lumbar spine of top athletes in four different sports: a 15-year follow-up study. *Sports Medicine* 17:1125–1134. Accesat la <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1007/s00167-009-0767-3> în data de 31.01.2024

Berceanu, A.I. (2024). Unit 4 Overview: Symmetry Research in Neuroaesthetics. *Neuroaesthetics*. Palgrave Macmillan, accesat la https://doi.org/10.1007/978-3-031-42323-9_11 în data de 18.01.2024

Bishop, C., Lake, J., Loturco, I., Papadopoulos, K., Turner, A., & Read, P. (2021). Interlimb Asymmetries: The Need for an Individual Approach to Data Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(3). Accesat la <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002729> în data de 11.04.2023

Castañer, M., Andueza, J., Hilen, R., Puigarnau, S., Prat, Q., Camerino, O. (2018). Profiles of motor laterality in young athletes' performance of complex movements: Merging the MOTORLAT and PATHHoops tools. *Frontiers in Psychology*, 9(JUN). Accesat la <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00916> în data de 20.12.2022

Corballis, M. C. (2020). Bilaterally symmetrical: To be or not to be. *Symmetry*, 12(3). Accesat la <https://doi.org/10.3390/sym12030326> în 15.12.2022

Croitoru, D. (1999). Ambidextrie în jocurile sportive: exemplificări și aplicații în volei, București: Editura ANEFS

Čvorović, A. (2012). The Influence of Basketball on the Asymmetry in the Use of Limbs. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 1(1), 15-19, accesat la <https://www.mjssm.me/?sekcija=article&artid=3> în data de 06.12.2022

Eckert, M. A., & Vaden, K. I. (2019). A deformation-based approach for characterizing brain asymmetries at different spatial scales of resolution. *Journal of Neuroscience Methods*, 322. Accesat la <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2019.04.007> în 16.12.2022

Goble, D. J., Marino, G. W., Potvin, J. R. (2003). The influence of horizontal velocity on interlimb symmetry in normal walking. *Human Movement Science*, 22(3), 271–283, accesat la <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167945703000472> în data de 25.05.2023

Graham, J.H., Özener B. (2016). Fluctuating Asymmetry of Human Populations: A Review. *Symmetry*; 8(12):154. Accesat la <https://doi.org/10.3390/sym8120154> în data de 01.09.2024

Guan, Y., Bredin, S., Taunton, J., Jiang, Q., Wu, L., Kaufman, K., Wu, N., Warburton, D. (2021). Bilateral difference between lower limbs in children practicing laterally dominant vs. non-laterally dominant sports. *European Journal of Sport Science*, 21 (8):1092-1100. doi: 10.1080/17461391.2020.1814425. Epub 2020 Sep 12. PMID: 32835613. Accesat la <https://doi.org/10.1080/17461391.2020.1814425> în data de 06.12.2022

Guiard, Y. (1987). Asymmetric Division of Labor in Human Skilled Bimanual Action: The Kinematic Chain as a Model. *Journal of Motor Behavior*, 19, 486-517. Accesat la <https://asset-pdf.scinapse.io/prod/2067870298/2067870298.pdf> în data de 08.12.2022

Grabara, M. (2015). Comparison of posture among adolescent male volleyball players and non-athletes. *Biology of Sport*, 32(1), 79-85. Accesat la <https://doi.org/10.5604/20831862.1127286> în data de 31.01.2024

Hargittai, M., Hargittai, I. (2009). Symmetry through the Eyes of a Chemist, 3rd edition. *Budapest: Springer Science Business Media*, accesată la https://books.google.ro/books?hl=en&lr=&id=mybpaEKibKsC&oi=fnd&pg=PR6&dq=symmetry&ots=BVQGdhzvG&sig=KOo5KoXfh9V11L4YPmZRYu5_TAo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false în data de 08.06.2023

Healey, L. A., Hoogkamer, W. (2022). Longitudinal bending stiffness does not affect running economy in Nike Vaporfly Shoes, *Journal of Sport and Health Science*, Vol. 11 (3), p. 285-292, accesat la <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.07.002> în data de 14.06.2023

Held, Jr, L. (2009). Quirks of Human Anatomy: An Evo-Devo Look at the Human Body. *Cambridge: Cambridge University Press*, accesată la <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626890> în data de 13.12.2022

Hoffman, W.C. (n.d.). Symmetry in Psychology. Institute of Topological Psychology. Tucson, SUA, accesat la <http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/hoffman/index.html> în data de 30.05.2023

Hughdahl, K. (2005). Symmetry and asymmetry in the human brain. *European Review*, 13(S2), 119-133. doi:10.1017/S1062798705000700, accesat la <https://www.cambridge.org/core/journals/european-review/article/abs/symmetry-and-asymmetry-in-the-human-brain/0C64DA51613B7C183FB14954D6DC01F5#access-block> în data de 20.01.2023

Hutson, J. (2020). Galluci's Commetary on "Durer's Four Books on Human Proportion." *Open Book Publishers, Cambridge, UK*, accesat la <https://books.openbookpublishers.com/10.11647/obp.0198.pdf> în data de 13.12.2020

Jaszczak, M. (2008). The dynamical asymmetry of the upper extremities during symmetrical exercises. *Human movement*, 9(2), 116-120. Accesat la https://www.researchgate.net/profile/Ross-Sanders-2/publication/282148628_How_do_asymmetries_affect_swimming_performance/links/5604ed7508ae5e8e3f3115a2/How-do-asymmetries-affect-swimming-performance.pdf în data de 18.01.2024

Jeka, J. J., Kelso, J. A. S. (1995). Manipulating symmetry in the coordination dynamics of human movement. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21(2), 360-374. doi:10.1037/0096-1523.21.2.360, accesat la <https://psycnet.apa.org/record/1995-27918-001> în data de 25.05.2023

Johnstone, R.A. (1994). Female preference for symmetrical male as a by-product of selection for male recognition. *Nature*, vol 372, accesat la <http://users.sussex.ac.uk/~ezequiel/iam/EnquistArak.pdf> în data de 08.06.2023

Jurjiu, N. & Pantea, C. (2018). Evaluation of posture in sports performance. *Timisoara Physical Education and Rehabilitation Journal*, 11(21) 22-27. Accesat la <https://doi.org/10.2478/tperj-2018-0012> în data de 31.01.2024

Kowner, R. (2001). Psychological perspective on human developmental stability and fluctuating asymmetry: Sources, applications and implications. *British Journal of Psychology*, 92, 447 – 469, accesat la <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=9f9baa513f22f6b260d42f2e282e20001ba20eb6> în data de 30.05.2023

Krzykała, M., Karpowicz, K., Karpowicz, M., Bartkowiak, S., Demuth, A., Czerniak, U., & Janowski, J. (2023). Somatic characteristic, morphological asymmetry and postural stability of youth male canoeists compared to control. A cross-sectional study. *Plos one*, 18(5), e0285997, accesat la <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0285997> în data de 21.06.2023

Launay, M. (2021). Marele roman al matematicii. Din preistorie în zilele noastre. *Editura: Trei*

Leshem, R. (2020). There are More than Two Sides to Antisocial Behavior: The Inextricable Link between Hemispheric Specialization and Environment. *Symmetry*. 12(10):1671. Accesat la <https://doi.org/10.3390/sym12101671> în data de 14.06.2023

Liu, Q., Chen, H., Song, Y., Alla, N., Fekete, G., Li, J., Gu, Y. (2022) Running Velocity and Longitudinal Bending Stiffness Influence the Asymmetry of Kinematic Variables of the Lower Limb Joints. *Bioengineering* 9(11):607. Accesat la <https://doi.org/10.3390/bioengineering9110607> în data de 14.06.2023

Lockwood E.H., Macmillan, R.H. (1978). Geometric Symmetry. *Cambridge University Press*, Cambridge, accesat la https://books.google.ro/books?hl=en&lr=&id=OvQ8AAAAIAAJ&oi=fnd&pg=PP11&dq=symmetry&ots=-EHB7st2o&sig=pghY8Pfmsa6gEAq8gybyNSkKJOg&redir_esc=y#v=onepage&q=symmetry&f=false în data de 30.05.2023

- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Abad, C. C. C., Rosseti, M. B., Carpes, F. P., Bishop, C. (2019).** Do Asymmetry Scores Influence Speed and Power Performance In Elite Female Soccer Players?. *bs*, 3(36), 209-216, accesat la <https://doi.org/10.5114/biolSPORT.2019.85454> în data de 03.07.2023
- Maloney, S.J. (2019).** The Relationship Between Asymmetry and Athletic Performance: A Critical Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, September 2019 - Volume 33 - Issue 9 - p 2579-2593. doi: 10.1519/JSC.0000000000002608, accesat la https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2019/09000/the_relationship_between_asymmetry_and_athletic.32.aspx în data de 08.12.2022
- Mo, S., Lau, F. O. Y., Lok, A. K. Y., Chan, Z., Zhang, J., Shum, G., Cheung, R. (2020).** Bilateral asymmetry of running gait in competitive, recreational and novice runners at different speeds. *Human Movement Science Vol. 71*, accesat la <https://doi.org/10.1016/j.humov.2020.102600> în data de 14.06.2023
- Morouço, P. G., Marinho, D. A., Fernandes, R. J., Marques, M. C. (2015).** Quantification of upper limb kinetic asymmetries in front crawl swimming. *Human Movement Science*, Volume 40, pag. 185-192. Accesat la <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.12.012> în data de 18.01.2024
- Pascalis, V. D. (2022).** Special Issue of Symmetry: “Biological Psychology: Brain Asymmetry and Behavioral Brain”. *Symmetry* 14(8):1531. Accesat la <https://doi.org/10.3390/sym14081531> în data de 14.06.2023
- Pascalis, V.D., Cirillo, G., Vecchio, A. (2020).** Resting EEG Asymmetry Markers of Multiple Facets of the Behavioral Approach System: A LORETA Analysis. *Symmetry* 12(11):1794. Accesat la <https://doi.org/10.3390/sym12111794> în data de 14.06.2023
- Poliszcuk, T., Poliszcuk, D., Dąbrowska-Perzyna, A., & John, M. (2013).** Asymmetry of complex reaction time in female épée fencers of different sports classes. *Polish Journal of Sport and Tourism*, 20(1), 25-29, accesat la <https://sciencedirect.com/pdf/10.2478/pjst-2013-0003> în data de 20.06.2023
- Read, P. J., Oliver, J. L., Myer, G. D., Croix, M. B. D. S., Lloyd, R. S. (2018).** The effects of maturation on measures of asymmetry during neuromuscular control tests in elite male youth soccer players. *Pediatric exercise science*, 30(1), 168-175, accesat la <https://journals.humankinetics.com/view/journals/pes/30/1/article-p168.xml> în data de 21.06.2023
- Ridley, D., Korovyakovskaya, I. Y. (2022).** Economic Growth: The Log Symmetry of Collaborative Learning Populations. *Theoretical Economics Letters*, accesat la <https://www.semanticscholar.org/paper/Economic-Growth%3A-The-Log-Symmetry-of-Collaborative-Ridley-Korovyakovskaya/105c7285cf3b965cb36e440acff3ce58f81294b> în data de 21.06.2023
- Rynkiewicz, M., Rynkiewicz, T., Żurek, P., Ziemann, E., & Szymanik, R. (2013).** Asymmetry of muscle mass distribution in tennis players. *Trends in Sports Science* I(20) 47-53, accesat la <https://www.wbc.poznan.pl/dlibra/publication/319617/edition/261625/content> în data de 19.06.2023
- Rogowski, I., Ducher, G., Brosseau, O., & Hautier, C. (2008).** Asymmetry in volume between dominant and nondominant upper limbs in young tennis players. *Pediatric Exercise Science*, 20(3), 263-272, accesat la <https://journals.humankinetics.com/view/journals/pes/20/3/article-p263.xml>, în data de 20.06.2023
- Sasaki, Y., Vanduffel, W., Knutsen, T., Tyler, C., & Tootell, R. (2005).** Symmetry activates extras-triate visual cortex in human and nonhuman primates. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 3159–3163. Accesat la <https://doi.org/10.1073/pnas.0500319102> în data de 18.01.2024
- Schmidt, R., Lee, T., Winstein, C., Wulf, G., Zelaznik, H. (2018).** Motor control and learning 6th edition – a Behavioral Emphasis, *Human Kinetics*, accesată în data de 08.05.2023 la <https://zlibrary.to/pdfs/motor-control-and-learning-a-behavioral-emphasis>
- Schmitz, R. J., Shultz, S. J., & Nguyen, A. D. (2009).** Dynamic valgus alignment and functional strength in males and females during maturation. *Journal of athletic training*, 44(1), 26-32, accesat la <https://meridian.allenpress.com/jat/article/44/1/26/110797/Dynamic-Valgus-Alignment-and-Functional-Strength> în data de 21.06.2023

Scott, S. H. (2004). Optimal feedback control and the neural basis of volitional motor control. In *Nature Reviews Neuroscience* (Vol. 5, Issue 7, pp. 532–544). Nature Publishing Group, accesat în data de 11.05.2023 la <https://doi.org/10.1038/nrn1427>

Stagi, S., Mulliri, G., Doneddu, A., Ghiani, G., & Marini, E. (2023). Body Composition and Strength Symmetry of Kettlebell Sport Athletes. *Biology* 2023, 12, 440, accesat la https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Stagi/publication/369184999_Body_Composition_and_Strength_Symmetry_of_Kettlebell_Sport_Athletes/links/640ed3aea1b72772e4f21535/Body-Composition-and-Strength-Symmetry-of-Kettlebell-Sport-Athletes.pdf în data de 19.06.2023

Sugiyama, T., Kameda, M., Kageyama, M., Kiba, K., Kanehisa, H., Maeda, A. (2014). Asymmetry between the Dominant and Non-Dominant Legs in the Kinematics of the Lower Extremities during a Running Single Leg Jump in Collegiate Basketball Players. *Journal of Sports Science and Medicine*, Dec 1, 13(4):951-7. PMID: 25435790; PMCID: PMC4234967, accesat la <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4234967/> în data de 08.12.2022

Sülzenbrück, S., Heuer, H. (2012). Enhanced Mechanical Transparency During Practice Impedes Open-loop Control Of a Complex Tool. *Exp Brain Res*, 2(218), 283-294, accesat la <https://doi.org/10.1007/s00221-012-3011-1> în data de 22.06.2023

“Symmetry” (2022). Merriam-Webster. Accesat la <https://www.merriam-webster.com/dictionary/symmetry> în 22.12.2022

Teixeira, L. A., de Oliveira, D. L., Romano, R. G., Correa, S. C. (2011). Leg preference and interlateral asymmetry of balance stability in soccer players. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(1). Accesat la <https://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599718> în data de 20.12.2022

Toga, A. W., Thompson, P. M. (2003). Mapping brain asymmetry. *Nature Reviews Neuroscience* 4(1), 37–48. <https://doi.org/10.1038/nrn1009>, accesat la <http://brainimaging.waisman.wisc.edu/~chung/asymmetry/asymmetry.thompson.pdf> în data de 30.05.2023

Treder, M.S. (2010). Behind the Looking-Glass: A Review on Human Symmetry Perception. *Symmetry*; 2(3):1510-1543. Accesat la <https://doi.org/10.3390/sym2031510> în data de 11.04.2023

Valen, L.V. (1962). A study of fluctuating asymmetry. *Journal of Organic Evolution*, 16 (2) 0014-3820. Accesat la <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1558-5646.1962.tb03206.x?src=getfr> în data de 08.12.2022

Wang, W.-C. (2018). Laterality Preferences in Athletes: Insights from a Database of 1770 Male Athletes. *American Journal of Sports Science*, 6(1). Accesat la <https://doi.org/10.11648/j.ajss.20180601.14> în data de 12.01.2023

Weyl, H. (2016). Symmetry. *Princeton University Press*, New Jersey, accesată la https://books.google.ro/books?hl=en&lr=&id=GG1FCQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=symmetry&ots=4nZls6c3NM&sig=h0Ki1JNVJqm6UBWyk4nIffG1SyE&redir_esc=y#v=onepage&q=symmetry&f=false în data de 30.05.2023

Žuk, B., Sutkowski, M., Paško, S. (2019). Posture correctness of young female soccer players. *Sci Rep* 9, 11179. Accesat la <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47619-1> în data de 31.01.2024