

**UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI CLUJ-NAPOCA  
FACULTATEA DE EDUCAȚIE FIZICĂ ȘI SPORT  
ȘCOALA DOCTORALĂ**

**ZADIC ALEXANDRU**

***Optimizarea performanței în schiul alpin printr -  
o abordare complexă a dezvoltării echilibrului  
static și dinamic***

**REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT**

**Conducător de doctorat:  
PROF. UNIV. DR. GROSU EMILIA FLORINA**

**2023**

## CUPRINS

<b>Lista cu lucrările originale publicate .....</b>	<b>ii</b>
<b>LISTA TABELELOR .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA FIGURILOR .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA ABREVIERILOR .....</b>	<b>xi</b>
<b>Introducere și motivația alegerii temei .....</b>	<b>1</b>
<b>Introducere .....</b>	<b>1</b>
<b>Motivarea alegerii temei.....</b>	<b>4</b>
<b>Scopul temei .....</b>	<b>6</b>
<b>Obiectivul temei .....</b>	<b>6</b>
<b>Actualitatea temei .....</b>	<b>7</b>
<b>Elemente de originalitate .....</b>	<b>10</b>
<b>PARTEA I .....</b>	<b>13</b>
<b>FUNDAMENTAREA TEORETICO-ȘTIINȚIFICĂ A LUCRĂRII .....</b>	<b>13</b>
<b>1. CAPITOLUL I. ELEMENTE CONCEPTUAL TEORETICE PRIVIND</b>	
<b>PERFORMANȚA ÎN SCHIUL ALPIN.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1. Factorii de performanță în schiul alpin.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2. Profilul fizic al schiorului.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3. Acțiunea grupelor musculare .....</b>	<b>16</b>
1.3.1. Compoziția fibrelor musculare .....	17
<b>1.4. Forța musculară și puterea în schiul alpin.....</b>	<b>18</b>
<b>1.5. Profilul metabolic și consumul de energie.....</b>	<b>20</b>
<b>1.6. Capacitatea aerobă .....</b>	<b>21</b>
<b>1.7. Capacitatea anaerobă.....</b>	<b>22</b>
<b>1.8. Tehnica în schiul alpin.....</b>	<b>23</b>
1.8.1. Virajul Carv .....	24
1.8.2. Schiurile Carv .....	27
1.8.3. Elemente generale în mecanica și biomecanica în schiul alpin .....	27

<b>2. CAPITOLUL II. CAPACITATEA PSIHOMOTORIE ȘI ECHILIBRUL .....</b>	<b>31</b>
<b>2.1. Capacitatea și abilitatea psihomotorie.....</b>	<b>31</b>
<b>2.2. Echilibrul.....</b>	<b>33</b>
2.2.1. Echilibrul în alte sporturi .....	36
2.2.2. Mecanismele controlului și stabilizării echilibrului.....	39
2.2.3. Echilibrul în schiul alpin.....	40
<b>3. CAPITOLUL III. ANTRENAMENTUL ÎN SCHIUL ALPIN .....</b>	<b>45</b>
<b>3.1. Antrenamentul sportiv – generalități.....</b>	<b>45</b>
<b>3.2. Antrenamentul în schiul alpin .....</b>	<b>48</b>
3.2.1. Antrenamentul pe zăpadă.....	52
3.2.2. Antrenamentul fizic pe uscat .....	54
<b>3.3. Antrenamentul psihologic în schiul alpin .....</b>	<b>58</b>
<b>PARTEA II.....</b>	<b>61</b>
<b>4. CAPITOLUL IV. CERCETARE PRELIMINARĂ PRIVIND EFECTUL ANTRENAMENTULUI DE ECHILIBRU ASUPRA PERFORMANȚEI SPORTIVE ÎN SCHIUL ALPIN LA INSTRUCTORII DE SCHI.....</b>	<b>61</b>
<b>4.1. Premisele cercetării preliminare .....</b>	<b>61</b>
<b>4.2. Scopul cercetării preliminare .....</b>	<b>62</b>
<b>4.3. Obiectivele cercetării.....</b>	<b>63</b>
<b>4.4. Ipotezele cercetării preliminare.....</b>	<b>64</b>
<b>4.5. Sarcinile cercetării preliminare.....</b>	<b>65</b>
<b>4.6. Metode de cercetare.....</b>	<b>66</b>
<b>4.7. Etapele cercetării studiului preliminar.....</b>	<b>67</b>
<b>4.8. Organizarea cercetării preliminare .....</b>	<b>68</b>
4.8.1. Subiecții participanți la cercetarea preliminară.....	68
4.8.2. Designul cercetării .....	70
4.8.3. Testele folosite în cercetarea preliminară .....	70
4.8.4. Aparatele de măsurare.....	75
4.8.5. Programul de antrenament pentru dezvoltarea echilibrului .....	80

4.8.6. Planul de intervenție al cercetării preliminare .....	80
<b>4.9. Rezultate și prelucrarea statistică a datelor cercetării preliminare .....</b>	<b>95</b>
<b>4.10. Rezultatele și analiza statistică a testării cu aparatul CARV .....</b>	<b>96</b>
<b>4.11. Rezultatele și analiza statistică a testării cu aparatul ISOFREE .....</b>	<b>100</b>
<b>4.12. Discuții .....</b>	<b>103</b>
<b>4.13. Concluziile cercetării preliminare.....</b>	<b>106</b>
4.13.1. Limitările și direcții viitoare de cercetare .....	107
 <b>5. CAPITOLUL V. CERCETAREA FUNDAMENTALĂ – EFECTELE UNUI</b>	
<b>PROGRAM DE DEZVOLTARE AL ECHILIBRULUI PE USCAT DE 10 SĂPTĂMÂNI</b>	
<b>ASUPRA PERFORMANȚEI SPORTIVE A SCHIORILOR ALPINI DE 9-11 ANI.....</b>	
<b>5.1. Premisele cercetării fundamentale.....</b>	<b>109</b>
<b>5.2. Scopul cercetării fundamentale.....</b>	<b>112</b>
<b>5.3. Obiectivele cercetării fundamentale .....</b>	<b>112</b>
<b>5.4. Ipotezele cercetării fundamentale .....</b>	<b>113</b>
<b>5.5. Sarcinile cercetării fundamentale .....</b>	<b>114</b>
<b>5.6. Metodele de cercetare.....</b>	<b>114</b>
<b>5.7. Etapele cercetării fundamentale.....</b>	<b>115</b>
<b>5.8. Organizarea cercetării fundamentale .....</b>	<b>116</b>
5.8.1. Subiecții cercetării fundamentale.....	116
5.8.2. Designul experimental .....	117
5.8.3. Variabilele cercetării.....	117
5.8.4. Protocolul și Testele folosite în cercetarea fundamentală.....	118
5.8.5. Aparatele folosite pentru testarea și evaluarea variabilelor dependente.....	126
5.8.6. Programul de dezvoltare a echilibrului aplicat schiorilor cu vârsta între 9 – 11 ani .....	133
<b>5.9. Rezultatele obținute și analiza statistică .....</b>	<b>147</b>
5.9.1. Analiza statistică .....	147
5.9.2. Prelucrarea statistică .....	148
5.9.3. Rezultate.....	148
5.9.4. Rezultatele și analiza testărilor pe uscat .....	160

<b>5.10. Discuții .....</b>	<b>171</b>
<b>5.11. Concluzii .....</b>	<b>175</b>
<b>5.12. Limitări și direcții viitoare de cercetare .....</b>	<b>177</b>
<b>5.13. Concluziile tezei de doctorat .....</b>	<b>179</b>
<b>5.14. Limitele tezei de doctorat .....</b>	<b>180</b>
<b>5.15. Contribuții proprii și elemente de originalitate .....</b>	<b>181</b>
<b>Bibliografie .....</b>	<b>183</b>

## Lista cu lucrările originale publicate

- Zadic, A.**, Grosu, F. E., & Grosu, V. T. (2023). The Effect of Balance Training Protocols on Alpine Skiing: A Systematic Review of Dry-Land and On-Snow Interventions on balance performance. *International Journal of Holistic Health, Sports and Recreation*, 2(1), 28–41. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8005348>
- Zadic, A.**, Grosu, F. E., & Grosu, V. T. (2023). The Effect of 9 Weeks of Various Balance Training Methods on Ski Instructors. *Proceedings of ICU 2022*. ISBN 978-606-37-1783-3.
- Pop, R.-M., Grosu, E. F., & **Zadic, A.** (2021). A Systematic Review of Goal Setting Interventions to Improve Sports Performance. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Educatio Artis Gymnasticae*, 66(1), 35–50. [https://doi.org/10.24193/subbeag.66\(1\).04](https://doi.org/10.24193/subbeag.66(1).04)
- Pop, R.-M., Grosu, V., Grosu, E., **Zadic, A.**, Măță, L., & Dobrescu, T. (2022). The Effects of Small-Sided Games and Behavioral Interventions on the Physical and Motivational Outcomes of Youth Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 14141. <https://doi.org/10.3390/ijerph192114141>

**Cuvinte-cheie:** schi alpin, echilibru, echilibru static, echilibru dinamic, presiune, cantare, antrenament pe uscat.

## **Introducere și motivația alegerii temei**

### ***Introducere***

Schiul reprezintă un pilon fundamental al Jocurilor Olimpice de Iarnă, cuprinzând diverse competiții, cu accent pe schiul alpin, o disciplină cu rădăcini încă din 1924 și o popularitate crescută (*International Sports Federations*, 2022). În cadrul schiului alpin, sportivii se confruntă cu coborâri pe pante abrupte, având ca obiectiv principal finalizarea traseului în cel mai scurt timp, ceea ce subliniază intensitatea și precizia acestei discipline (Hébert-Losier și colab., 2014). Probele, precum slalomul, slalomul uriaș, super G și coborârea prezintă cerințe distincte la nivel tehnic și fizic, fiecare având particularități specifice (Alejo și colab., 2021; Supej & Holmberg, 2019). Performanța în schiul alpin este determinată de un amestec complex de factori, incluzând forța, coordonarea, tehnica și pregătirea mentală (Gilgien și colab., 2018). Deși echilibrul și controlul postural sunt esențiale în schi, literatura de specialitate nu le acordă întotdeauna atenția meritată, evidențiind o discrepanță în cercetare (Müller & Schwameder, 2003; Spörri și colab., 2012).

În contextul evoluțiilor tehnologice recente, este imperativ să se reevalueze și să se actualizeze cercetările pentru a corespunde realităților actuale ale schiului alpin. Chiar dacă s-au făcut avansări notabile în biomecanica schiului (Supej & Ogrin, 2019), există aspecte ale performanței care încă așteaptă să fie explorate în profunzime, evidențiind astfel importanța unei cercetări continue (Nakazato și colab., 2011).

### ***Motivarea alegerii temei***

Echilibrul, esențial în multe sporturi, pare surprinzător de puțin investigat în schiul alpin. Deși există studii care analizează impactul echilibrului asupra performanței în schi, acestea oferă rezultate variate, uneori chiar contradictorii. De exemplu, cercetările lui Çamlıgüney (2012) și Cigrovski și colab. (2016) sugerează că antrenamentul pe zăpadă poate îmbunătăți echilibrul schiorilor, în timp ce Müller și colab. (2011) și Firlus (2018) contrazic această idee. Deși Hydren (2013) accentuează importanța echilibrului în schiul alpin, alte studii contestă această legătură (Male și colab., 2013; Noe & Paillard, 2005). Această discrepanță subliniază nevoia de cercetări suplimentare pentru a clarifica rolul echilibrului în schiul alpin.

Antrenamentul pe uscat, folosit în pregătirea schiului alpin, a fost analizat în mai multe studii. Rezultatele sunt mixte, cu unele studii indicând îmbunătățiri semnificative în echilibrul schiorilor, în

timp ce altele oferă rezultate ambigue sau ne semnificative. În contextul schiului românesc, există constrângeri care limitează accesul la antrenamentele pe zăpadă, amplificând nevoia de cercetări axate pe dezvoltarea capacității fizice generale și specifice pe uscat.

Din perspectiva tehnică, echilibrul este crucial pentru performanța schiorului. O pierdere a echilibrului poate afecta dinamica virajului, rezultând în coborâri ineficiente și pierderi de viteză. Aceasta subliniază importanța concentrării pe dezvoltarea echilibrului și perfecționarea tehnicii.

Această cercetare vizează elaborarea unui protocol de dezvoltare a echilibrului pentru schiori, axându-se pe două grupuri de vârstă instructorii de schi adulți și copiii de 9-11ani. Motivația personală, combinată cu o înțelegere științifică a biomecanicii și a proceselor implicate în performanța sportivă, a condus la alegerea acestei teme, cu speranța de a contribui la îmbunătățirea pregătirii și performanței schiorilor.

### ***Scopul tezei***

Scopul acestei cercetări este de a analiza impactul antrenamentului pe uscat, centrat pe îmbunătățirea echilibrului, asupra performanței în schiul alpin. Ne concentrăm în special pe dezvoltarea echilibrului dinamic și static, precum și pe capacitatea de anticipare, presupunând că acestea vor duce la o creștere semnificativă a performanței sportive.

### ***Obiectivul tezei***

Obiectivul principal al tezei studiate este de a verifica efectul unui program de dezvoltare al echilibrului static și dinamic asupra performanței sportive la schiorii alpini adulți și copiii cu vârsta între 9 – 11 ani. Alte obiective specifice ale tezei:

- Evaluarea eficacității protocolului în condițiile specifice mediului alpin;
- Investigarea fiabilității echipamentului de testare în diferite condiții de zăpadă, pentru a asigura evaluări precise în condiții reale;
- Implementarea metodelor practice de dezvoltare a echilibrului;
- Analiza detaliată a eficienței acestor metode în contextul schiului, având în vedere complexitatea și provocările specifice acestui sport;



- Evaluarea impactului protocolului asupra variabilelor specifice: echilibrul static și dinamic, tehnica, stabilitatea trunchiului, agilitatea și forța explozivă;
- Focalizarea pe grupul de copii cu vârsta de 9-11 ani, o vârstă considerată esențială pentru dezvoltarea abilităților în schi;
- Explorarea potențialului metodologiei într-un context nou, având implicații semnificative pentru pregătirea tinerilor sportivi;

### *Actualitatea temei*

Schiul alpin a traversat o evoluție semnificativă în ultimele decenii, cu transformări majore în tehnologia echipamentelor și infrastructura pârtiilor. Am asistat la apariția unor condiții de zăpadă optimizate, caracterizate printr-o suprafață mai uniformă și utilizarea zăpezii artificiale de o densitate superioară (Ropret, 2015). În plus, inovațiile tehnice ale schiurilor, precum o rază de tăiere laterală (în engleză *side-cut*) redusă și o rigiditate torsională îmbunătățită, au revoluționat modul în care schiorii interacționează cu pârtia (Ropret, 2015). Introducerea stâlpilor de tip "poartă rapidă" (în engleză *rapid gate*) a adăugat un nivel suplimentar de viteză și dinamism în sport, având implicații profunde asupra pregătirii și performanței schiurilor (Ropret, 2015).

În lumina acestor progrese tehnologice, studiile anterioare, efectuate cu două-trei decenii în urmă, înainte de aceste inovații, pot fi considerate acum învechite și pot să nu mai reflecte realitățile actuale ale schiului alpin. Astfel, actualitatea temei se conturează în necesitatea de a aborda cercetarea în schiului alpin cu o perspectivă modernă, care să integreze aceste evoluții tehnologice, asigurând astfel relevanța și aplicabilitatea descoperirilor în contextul actual al sportului.

Un consens din literatura de specialitate sugerează că antrenamentul eficient pentru schiorii alpini ar trebui să pună accent pe dezvoltarea capacităților aerobe și anaerobe, dezvoltarea forței musculare și perfecționarea abilităților motorii, precum echilibrul, agilitatea și coordonarea (Andersen & Montgomery, 1991; Maffioletti și colab., 2006; Patterson și colab., 2009; Platzer și colab., 2009; Raschner și colab., 2013).

Cu toate acestea, eficacitatea antrenamentului pentru echilibru în contextul schiului alpin rămâne un subiect de dezbatere. Deși unele cercetări indică rezultate promițătoare, evidențiind beneficiile unui program de antrenament pe uscat de 8-9 săptămâni în dezvoltarea echilibrului (Čillík & Rázusová, 2014; Vitale și colab., 2018), alte studii contrazic aceste constatări, sugerând că nu există

diferențe notabile între grupurile care au beneficiat de astfel de intervenții și cele care nu au avut parte de ele (Mahieu și colab., 2004; Malliou și colab., 2006).

În contextul schiului alpin, antrenamentul pe zăpadă este esențial pentru atingerea performanței. Cu toate acestea, acest tip de antrenament este adesea constrâns de factori variabili, cum ar fi condițiile meteorologice, resursele fizice sau logistica. În acest sens, antrenamentul pe uscat vine ca o alternativă viabilă.

În era digitală, tehnologia modernă își găsește locul în cercetarea performanței în schiul alpin, oferind noi perspective și metode de analiză. Integrarea tehnologiilor wireless portabile reprezintă un pas înainte în studiul performanței. Mai mult, monitorizarea detaliată a mișcărilor sportivului oferă o înțelegere aprofundată a mecanismelor care stau la baza performanței, deschizând calea către strategii de antrenament mai eficiente și adaptate la cerințele sportului contemporan.

### *Elemente de originalitate*

Studiul nostru se concentrează pe optimizarea antrenamentului pe uscat pentru schiori, având ca obiectiv creșterea performanței sportive. Una dintre principalele provocări este evaluarea performanței în condiții reale, atât în antrenamente cât și în competiții. Pentru a aborda această problemă, ne orientăm către tehnologiile wireless portabile, care permit monitorizarea și testarea în timp real a sportivilor. Această abordare inovatoare vizează integrarea tehnologiei moderne în evaluarea performanței schiorilor, oferind o perspectivă actualizată și detaliată asupra capacităților lor în diferite contexte.

Elementul central de originalitate al tezei noastre constă în integrarea exercițiilor și mijloacelor de acționare ce le oferă diferitele metode de antrenament - proprioceptiv, neuromuscular, antrenament de echilibru cu aparate, antrenament pliometric, pentru stabilitatea trunchiului - într-un macrociclu unic de dezvoltare a echilibrului. Teza aduce inovație prin integrarea metodelor de antrenament într-un macrociclu și prin accentul pus pe copiii de 9 - 11 ani, având ca scop dezvoltarea de strategii de antrenament mai eficiente pentru această categorie de vârstă.

**PARTEA I**

**FUNDAMENTAREA TEORETICO-ȘTIINȚIFICĂ A LUCRĂRII**

**SINTEZĂ CAPITOLUL I. ELEMENTE CONCEPTUAL TEORETICE**

**PRIVIND PERFORMANȚA ÎN SCHIUL ALPIN**

Schiul alpin, recunoscut ca un sport de iarnă de top, este caracterizat printr-o complexitate remarcabilă în aspectele sale fizice, tehnice și tactice (Andersen & Montgomery, 1991; Gilgien și colab., 2018; Hydren și colab., 2013; Hébert-Losier și colab., 2014). Factori precum condițiile meteorologice și specificul fiecărei discipline adaugă straturi suplimentare de dificultate (Andersen & Montgomery, 1991; Turnbull și colab., 2009). Performanța în schi este strâns legată de abilitățile fizice, necesitând antrenament și evaluare adecvată (Pritchard, 2020; Andersen & Montgomery, 1991; Maffiuletti și colab., 2006). Calitatea tehnică, asociată cu activitatea neurogenă și aspecte energetice, este esențială pentru performanță (Gilgien și colab., 2018; Müller & Schwameder, 2003; Szmedra și colab., 2001). Monitorizarea și evaluarea pregătirii individuale sunt cruciale pentru optimizarea antrenamentului (Turnbull și colab., 2009; Raschner și colab., 2013). În esență, performanța în schiul alpin este influențată de o combinație de factori, fără o singură variabilă determinantă (Raschner și colab., 2013; Turnbull și colab., 2009).

Fibrele musculare sunt clasificate în slow-twitch (ST) de tip I sau fibre lente și fast-twitch (FT) de tip II sau fibre rapide, cu fibrele ST fiind de anduranță și fibrele FT fiind de forță/putere (Bottinelli & Reggiani, 2000). Schiorii de top tind să recruteze mai mult fibrele musculare cu mișcare lentă, în timp ce schiorii mai puțin pricepuți folosesc fibre de mișcare rapidă (Thorstensson și colab., 1977). Tesch și colab. (1978) și Nygaard și colab. (1978) au evidențiat tipurile de fibre active în timpul schiului, folosind măsurători histochimice. În timpul virajului GS, contracțiile excentrice sunt dominante, cu intensități mari (Berg & Eiken, 1999; Hintermaister și colab., 1997). Schiorii de elită au o forță musculară mai mare, în special în contracții excentrice (Abe și colab., 1992). Ropret (2015) sugerează că antrenamentul schiorilor ar trebui să se concentreze pe contracții excentrice. Schiul alpin solicită o combinație de putere și forță, cu studii care indică o corelație între aceste atribute și performanță (Tesch și colab., 1978; Haymes & Dickinson, 1980). Cu toate acestea, nu există o proporționalitate directă între forță și clasamentul din Cupa Mondială (Andersen și Montgomery, 1988; Neumayr și colab., 2003). Schiul alpin este o activitate de intensitate mare, cu energie provenind din ATP-PCr, glicoliza anaerobă și metabolismul oxidativ (Hydren et al., 2013; Saibene și

colab.,1985). Pentru a optimiza performanța în schi, atât sistemul aerob, cât și cel anaerob, ar trebui să fie ținta antrenamentului (Veicsteinas și colab., 1984; Saibene și colab., 1985).

Cursele de schi alpin implică coborâri care variază de la 45 de secunde (SL) la 2,5 minute (DH), fiind clasificate ca exerciții de intensitate ridicată pe termen scurt (Stöggl și colab., 2018). Deși abilitățile tehnice sunt vitale pentru performanță, menținerea acestor abilități pe parcursul unei curse și al unui sezon competițional necesită o capacitate fiziologică robustă (Turnbull și colab., 2009). Cu toate acestea, există încă aspecte neexplorate în ceea ce privește tehnicile de schi, iar complexitatea mișcărilor în combinație cu condițiile dificile complică evaluarea cu tehnologiile actuale (Klous și colab., 2010).

Virajul în schiul alpin este o manevră complexă care permite schimbarea direcției, fie spre dreapta, fie spre stânga (Vaverka și colab., 2012). În competiții, obiectivul este de a efectua viraje eficiente, pierzând cât mai puțină viteză. Virajul carv modern, spre deosebire de tehnicile anterioare, presupune o distribuție a greutateii aproape egală pe ambele schiuri în timpul virajului, oferind o mai bună stabilitate și control (Müller & Schwameder, 2003).

Evoluția tehnicii în schiul alpin a mers mână în mână cu dezvoltarea echipamentelor, în special a schiurilor carv (Hirose și colab., 2013). Aceste schiuri au fost modificate pentru a fi mai scurte, cu o talie mai largă, și cu o rigiditate adaptată, oferind astfel schiorilor un control mai bun și o capacitate crescută de manevrare (Müller & Schwameder, 2003).

Înțelegerea mecanicii este esențială pentru a măiestri tehnica schiului (LeMaster, 2010). Schiorul, în mișcare, este influențat de o serie de forțe, inclusiv gravitația, forțele de reacție ale zăpezii și rezistența aerodinamică (Howe, 1983; Lind & Sanders, 1997). Virajul contemporan în schiul alpin combină diferite tehnici, începând cu pivotarea schiului și finalizând cu un viraj carv precis, care minimizează pierderea de viteză și optimizează controlul (LeMaster, 2010; Reid, 2010).

## **SINTEZĂ CAPITOLUL II. CAPACITATEA PSIHOMOTORIE ȘI ECHILIBRUL**

Grosu (2009) definește psihomotricitatea ca fiind integrarea funcțiilor motrice și psihice. Aceasta include diverse componente, precum sensibilitatea chinestezică, echilibrul, coordonarea și altele.

În sport, și în special în schiul alpin, abilitățile motorii și funcționale sunt esențiale pentru performanță (Male și colab., 2013).

Echilibrul este capacitatea de a menține centrul de greutate al corpului într-o poziție stabilă, fie în repaus (static), fie în mișcare (dinamic) (Ricotti, 2011). Totodată, echilibrul se bazează pe integrarea informațiilor din sistemele vizuale, vestibulare și somatosenzoriale, care coordonează răspunsurile neuromusculare pentru stabilitate (Nashner, 1997). În ciuda importanței sale, cercetările privind echilibrul, în special la sportivii adolescenți, sunt limitate.

În evaluarea performanțelor de echilibru în sport, specificitatea sportului joacă un rol crucial. Bressel (2007) a observat diferențe semnificative în performanța de echilibru între sportivii din fotbal, baschet și gimnastică. Aceste descoperiri sunt susținute și de Davlin (2004).

Hrysomallis (2011) a subliniat că gimnastele au cele mai bune abilități de echilibru, urmate de fotbaliști și înotători, în timp ce baschetbaliștii nu au arătat un echilibru superior.

Echilibrul este controlat de răspunsuri neuromusculare și informații senzoriale din sistemele vestibulare, vizuale și propioceptive (Proske & Gandevia, 2012). Stabilitatea trunchiului este esențială pentru menținerea echilibrului, iar antrenamentul pliometric poate îmbunătăți echilibrul și stabilitatea posturală (Benis et al., 2016).

În schiul alpin, echilibrul este o componentă esențială (Hrysomallis, 2011; Hydren și colab., 2013). Schiul solicită un echilibru robust și o coordonare precisă, în special în tehnica "carving" (Raschner și colab., 2012). Cu toate acestea, cercetările legate de echilibru în schiul alpin sunt limitate, cu rezultate mixte privind impactul antrenamentului pe uscat asupra echilibrului (Čillík & Rázusová, 2014; Vitale și colab., 2018; Mahieu și colab., 2006). În concluzie, echilibrul joacă un rol crucial în performanța sportivă, cu variații semnificative în funcție de specificul sportului. În schiul alpin, echilibrul este esențial, dar cercetările în acest domeniu sunt încă limitate și necesită o explorare mai aprofundată.

## SINTEZĂ CAPITOLUL III. ANTRENAMENTUL ÎN SCHIUL ALPIN

Antrenamentul sportiv este un proces pedagogic specializat, axat pe maximizarea performanței în competiție, dezvoltarea capacității de muncă, abilităților sportive și trăsăturilor psihologice (Bompa, 1999; Bompa & Buzzichelli, 2015; Carrera & Bompa, 2007). Bompa (1993) prezintă obiectivele generale ale antrenamentului, care includ dezvoltarea fizică, factorii tehnici și tactici, aspectele psihologice și cunoștințele teoretice. Există trei etape esențiale în antrenament: pregătirea, faza competițională și perioada de tranziție (Bompa, 1999; Harre, 1982; Matveyev, 1981; Zatsiorsky & Kraemer, 2006).

În schiul alpin, tehnica este esențială pentru performanță, dar este strâns legată de fundamentele fizice și psihologice (Kornexl și colab., 2003). Bosco și colab. (1994) și Andersen & Montgomery (1988) subliniază rolul tehnicii și al factorilor fiziologici în performanța schiului alpin. Componentele performanței sunt tehnice, tactice, psihologice și fizice (Schoenhuber și colab., 2018). Gilgien și colab. (2018) propun o periodizare a antrenamentului în schiul alpin, cu două perioade principale: pregătire și competițională. În perioada de pregătire, schiorii se concentrează pe calibrarea echipamentului și perfecționarea tehnicilor, urmată de dezvoltarea condiției fizice și antrenament pe zăpadă. În perioada competițională, pregătirea fizică are ca scop menținerea stării fizice, atingerea formei de vârf și recuperarea. Plisk (1988) oferă o altă perspectivă asupra periodizării, cu cinci faze distincte.

Totodată, antrenamentul sportiv este un proces pedagogic complex, axat pe dezvoltarea și maximizarea performanței sportive. În schiul alpin, tehnica și pregătirea fizică sunt esențiale pentru performanță, iar periodizarea antrenamentului este adaptată la specificul sportului și la nevoile individuale ale sportivilor.

În schiul alpin, condițiile externe prezintă o variabilitate mare, solicitând adaptări tehnice și tactice din partea schiorilor. Aceasta este similară cu sporturile de motricitate deschisă, unde traseul, terenul, condițiile de zăpadă, viteza și vizibilitatea pot varia semnificativ. Astfel, antrenamentul tehnic trebuie să ia în considerare aceste aspecte pentru a pregăti eficient un schior olimpic (Gilgien și colab., 2018).

Specializarea în schi se face fie pe probe tehnice, precum slalomul și slalomul uriaș, fie pe probe de viteză, cum ar fi super-g și coborârea. Antrenamentul pe zăpadă este influențat de această

specializare, iar sesiunile tipice de antrenament durează între 2-4 ore, cu diferite numere de coborâri și viraje în funcție de disciplină (Gilgien și colab., 2018).

Antrenamentul tehnic este limitat de factori fiziologici, psihologici și practici, dar prin strategii inovatoare, se poate crește volumul de antrenament. De exemplu, consolidarea condiționării fizice poate crește rezistența și eficiența schiorului (Gilgien și colab., 2018).

Totodată, antrenamentul specific pe zăpadă este determinat în mare măsură de disciplina în care schiorul a ales să se specializeze (Gilgien și colab., 2018). Observăm o tendință clară în rândul sportivilor de a opta fie pentru probele tehnice, precum slalomul (SL) și slalomul uriaș (GS), fie pentru probele de viteză, cum ar fi super-g (SG) și coborârea (DH) (Gilgien și colab., 2018).

În ceea ce privește pregătirea fizică, schiul alpin este un sport solicitant, cerând dezvoltarea forței, puterii, stabilității, capacităților aerobe și anaerobe, coordonării și echilibrului. Testele de condiție fizică sunt folosite pentru identificarea și dezvoltarea talentelor, dar relevanța lor în predicția performanței în schi este încă discutabilă (Gilgien și colab., 2018).

Dinamica schiului alpin a evoluat, prezentând acum viraje mai strânse și forțe de reacție la sol mult mai mari, sporind potențialul relevanței puterii maxime a trenului inferior în performanța schiului (Patterson și colab., 2009; Supej & Holmberg, 2019).

Antrenamentele pentru schiul alpin se concentrează pe dezvoltarea întregului corp, în special pe picioare și trunchi, cu accent pe stabilitate și antrenament excentric, crucial pentru a gestiona forțele și impacturile în timpul virajelor (Ferguson, 2010; Patterson & Raschner, 2015). Antrenamentul de coordonare și control motor este de asemenea esențial și este adesea combinat cu antrenamentele de forță și putere (Raschner și alții, 2004). Alte activități, ca ciclismul sau fotbalul, sunt integrate pentru a îmbunătăți rezistența (Gilgien și colab., 2018).

În ceea ce privește pregătirea psihologică, sportivii din schiul alpin trebuie să dezvolte caracteristici psihologice adaptative pentru a răspunde la stresul competițiilor. Perseverența și duritatea mentală sunt două dintre aceste caracteristici esențiale pentru performanță. Imagistica mentală, care presupune generarea unei reprezentări vizuale sau a unei secvențe de imagini legate de activitatea sportivă, este o tehnică folosită pentru optimizarea performanței și dezvoltarea abilităților psihologice (Volgemute și colab., 2016).

În concluzie, pregătirea în schiul alpin este complexă, implicând antrenamente tehnice, fizice și psihologice, toate fiind esențiale pentru performanța la nivel înalt (Gilgien și colab., 2018)

## **PARTEA II**

### **CAPITOLUL IV. CERCETARE PRELIMINARĂ PRIVIND EFECTUL ANTRENAMENTULUI DE ECHILIBRU ASUPRA PERFORMANȚEI SPORTIVE ÎN SCHIUL ALPIN LA INSTRUCȚORII DE SCHI**

#### ***4.1 Premisele cercetării preliminare***

Schiul alpin este un sport care solicită intens atât fizic, cât și mental. Aceste solicitări pot duce la oboseală neuromusculară, afectând sensibilitatea proprioceptivă și capacitatea de echilibru. Astfel, schiorii pot pierde stabilitatea în timpul virajelor, având ca rezultat mișcări compensatorii și o tehnică de alunecare inefficientă. Echilibrul precar crește riscul de accidentări, influențând negativ volumul de antrenament și performanța. Cercetarea noastră vizează pregătirea optimă a schiorilor, cu accent pe dezvoltarea echilibrului, pentru a îmbunătăți performanța în schiul alpin. Evaluarea performanței în condiții reale este esențială și complexă (Supej și colab., 2020). Prin urmare, intenționăm să folosim tehnologii portabile, denumite "wearable technology", pentru a evalua performanța în contexte reale de competiție.

#### ***4.2 Scopul cercetării preliminare***

Scopul acestui studiu preliminar este să investigheze efectele antrenamentului pentru dezvoltarea echilibrului în contextul schiului alpin, specific, pentru instructorii de schi.

#### ***4.3 Obiectivele cercetării***

Obiectivul principal a fost construirea unui program de intervenție cuprinzător, special adaptat pentru a îmbunătăți echilibrul static și dinamic cât și de a verifica efectul acestui protocol asupra valorilor echilibrului și performanței sportive. Acest lucru implică elaborarea unei serii de exerciții de antrenament și strategii bazate pe dovezi empirice.

Un alt obiectiv a fost testarea fiabilității și familiarizarea cu echipamentului de testare pe zăpadă.



#### *4.4 Ipotezele cercetării preliminare*

În cadrul acestei cercetări, se propun mai multe ipoteze care explorează impactul unui program de antrenament pentru dezvoltarea echilibrului asupra performanței sportive în schiul alpin. Astfel, ne-am formulat următoarele ipoteze:

H1: Implementarea unui plan de antrenament pentru dezvoltarea echilibrului, integrat într-un plan general de dezvoltare a capacităților fizice ale schiorilor, va duce la îmbunătățirea semnificativă atât a echilibrului static, cât și a celui dinamic.

H2: Prin integrarea unui program de antrenament axat pe dezvoltarea echilibrului în cadrul strategiei globale de dezvoltare a capacităților fizice ale schiorilor, se va observa o îmbunătățire notabilă a tehnicii instructorilor de schi, reflectată în valorile SKI IQ.

H3: Integrând un program focalizat pe dezvoltarea echilibrului în strategia de dezvoltare a capacităților fizice ale schiorilor, se va constata o progresie notabilă în cantare și presiune.

#### *4.5 Metode de cercetare*

În cadrul studiului nostru, am implementat mai multe metode de cercetare științifică:

- Studiul bibliografic: conform definiției oferite de Gagea (2010), aceasta reprezintă un proces sistematic de colectare, organizare și diseminare a informațiilor specializate;
- Metoda observației: așa cum subliniază Epuran (1992), observația permite înregistrarea fenomenelor în contextul lor natural;
- Metoda experimentală: În mod specific, ne-am propus să determinăm dacă un program de antrenament orientat spre echilibru poate influența semnificativ performanța echilibrului și poate conduce la creșterea performanței sportive generale în schi;
- Metoda testelor: în cadrul cercetării, am implementat teste specializate pentru a măsura valorile echilibrului, tehnicii, presiunii și cantării;
- Metoda statistico-matematică: analiza și interpretarea datelor adunate în cursul cercetării noastre a implicat utilizarea unor metode statistice și matematice;
- Metoda grafică: pentru a facilita interpretarea rezultatelor și comunicarea lor;

## 4.6 Organizarea cercetării preliminare

### 4.6.1 Subiecții participanți la cercetarea preliminară

Cercetarea preliminară s-a desfășurat pe o perioadă de 11 luni dintre care 9 săptămâni aplicarea protocolului de intervenție asupra dezvoltării echilibrului. În studiul preliminar, am avut un total de 24 de participanți, toți de sex masculin, subiecții au fost împărțiți în două grupuri: un grup de control și un grup experimental utilizând metoda eșantionării în perechi.

### 4.6.2 Designul cercetării

Utilizând un design experimental factorial cu doi factori, această cercetare preliminară urmărește interacțiunea dintre variabilele independente și efectul lor asupra variabilelor dependente. În contextul studiului nostru, cele două variabile independente sunt reprezentate de protocolul de antrenament pentru dezvoltarea echilibrului și măsurătorile repetate (pre și post-intervenție).

### 4.6.3 Testele folosite în cercetarea preliminară

#### 1. Testarea pe zăpadă cu aparatul CARV

##### *Protocol*

În timpul unei coborâri pe un traseu de slalom uriaș, compus din 20 de porți, cu o distanță uniformă de 20 de metri între ele, dispozitivul Carv a înregistrat mai mulți parametri, inclusiv echilibrul, cantarea, unghiul de cantare, presiunea exercitată pe schiul exterior în timpul ocolirii, simetria ocolirii și SKI IQ.

#### 2. Testări ISOFREE

Stabilitatea posturală a fost evaluată utilizând o platformă de forță ISOFREE (Echipament medical IsoFree, Tecnobody S.R.L., 2015).

Utilizând placa de forță, am măsurat parametrii centrului de presiune (COP), inclusiv deviații standard în direcțiile anterior-posterior și medio-lateral.

### 4.6.4 Aparatele de măsurare

#### 1. Dispozitivul specific pe zăpadă “ CARV”

Dispozitivul CARV este un instrument de monitorizare a performanței în schi, care funcționează pe principiul unei unități de mișcare inerțiale (UMI).

**CARV este format dintr-un tălpic inteligent care se plasează în interiorul clăparului, între carcasa acestuia și șoseta clăparului. Tălpicul este conectat la un dispozitiv de urmărire și înregistrare a datelor, care este fixat la clăpar .**

## **2. Placa de forță ISO FREE - pentru măsurarea echilibrului static și dinamic pe uscat**

Baza de suport al plăcii de forță este o platformă senzorială cu patru celule de sarcină capabilă să detecteze în timp real distribuția de forțe pe sol a subiectului. Este o placă stabilometrică foarte sensibilă certificat cu APARAT MEDICAL (clasa I) cu o rezoluție la sol de 1 mm (Tecnobody S.R.L., 2015).

### **4.6.5 Protocolul antrenamentului de dezvoltare al echilibrului**

Programul de echilibru s-a desfășurat de două ori pe săptămână timp de 9 săptămâni în 2021, cu sesiuni de 45-60 de minute supervizate de un antrenor specializat. Antrenamentele au avut loc într-o sală de sport echipată cu diverse instrumente, de la mingi Swiss la mini trambuline. Fiecare sesiune a început cu exerciții de încălzire, urmate de activități specifice, cu pauze de un minut între ele, adaptate conform unui protocol bine definit.

### **4.6.6 Planul de intervenție al cercetării preliminare**

În contextul schiului alpin, un sport cu o complexitate ridicată, am optat pentru implementarea a exercițiilor din cinci metode de antrenament pentru dezvoltarea echilibrului.

Am selectat exerciții din *antrenamentul neuromuscular* ca metodă de dezvoltare a echilibrului (Hewett și colab., 1999; Mandelbaum și colab., 2005; Zazulak și colab., 2007).

În plus, am integrat în programul nostru exerciții și mijloace metodice pentru dezvoltarea *stabilității trunchiului* (în engleză *core-stability training*).

Am inclus în programul nostru exerciții din *antrenamentul pliometric*, o metodă recunoscută pentru eficiența sa în îmbunătățirea echilibrului, proprietăților neuromusculare și conștientizării articulațiilor (Arazi & Asadi, 2011). Pe lângă aceasta, exercițiile din *antrenamentul proprioceptiv* și cel orientat spre *dezvoltarea echilibrului cu ajutorul aparatelor specifice* au demonstrat, de asemenea, valențe pozitive în optimizarea echilibrului.

## **4.7 Rezultate și prelucrarea statistică a datelor cercetării preliminare**

### ***Analiza statistică***

Am utilizat testul Skewness și Kurtosis pentru a verifica normalitatea distribuției, cu rezultate indicând o distribuție normală. Am folosit analiza multivariată de varianță (MANOVA) pentru a examina relațiile dintre variabile. Mărimea efectului a fost măsurat cu coeficientul eta pătrat parțial ( $\eta^2$ ). Datele au fost prelucrate cu SPSS și vizualizate în Excel. Nivelul de semnificație stabilit a fost de 0,05, conform standardelor (Pallant, 2016).

#### 4.8 Rezultatele și analiza statistică a testării cu aparatul CARV

După ce am distribuit subiecții în cele două grupuri - experimental și control - utilizând metoda eșantioanelor perechi, am aplicat o analiză multivariată (MANOVA) pentru a determina eventualele diferențe dintre cele două grupuri înainte de a implementa intervenția.

**Tabel 1**

*Analiza MANOVA a diferențelor control-experiment înainte de intervenție*

<i>Variabila dependentă</i>	<i>Suma pătratelor</i>	<i>Grade de libertate</i>	<i>Media Pătratelor</i>	<i>F</i>	<i>p.</i>	<i><math>\eta^2</math></i>
Ski IQ	115,200	1	115,200	0,613	0,444	0,033
Echilibru	5,000	1	5,000	0,065	0,801	0,004
Cantare	72,200	1	72,200	1,047	0,320	0,055
Presiune	0,200	1	0,200	0,002	0,962	0,000

Din datele prezentate în tabelul 23, se poate observa că diferențele dintre cele două grupuri, în ceea ce privește variabilele dependente analizate, nu sunt semnificative din punct de vedere statistic.

Pentru a compara grupul experimental cu grupul de control după realizarea intervenției, am decis să creăm 4 variabile dependente noi, **care sunt egale cu diferența dintre post-intervenție(posttest) și pre-intervenție(pretest), pentru SKI IQ, echilibru, cantare, și presiune.**

**Tabel 2**

*Analiza diferențelor dintre grup experimental și control (variabila dependentă: diferențe pretest-posttest) CARV*

<i>Variabila dependentă</i>	<i>Suma patratelor</i>	<i>Grade de libertate</i>	<i>Media sumei patratelor</i>	<i>F</i>	<i>p</i>	<i><math>\eta^2</math></i>
diferență_ski_iq	80,000	1	80,000	34,450	<b>0,000</b>	0,657
	105.800	1	105,800	1,965	0,178	0,098

diferență echilibru	51 .200	1	51 ,200	2,992	0,101	0,143
diferență_cantare	168,200	1	168,200	1,325	0,265	0,069
diferență_presiune						

În tabelul 25 sunt prezentate diferențele dintre grupul de control și cel experimental în ceea ce privește cele 4 variabile dependente (diferența pretest-posttest Ski IQ, diferența pretest-posttest echilibru, diferența pretest-posttest cantare, diferența pretest-posttest presiune), semnificativitatea statistică a acestora, și mărimea efectului. Observăm în primul rând o diferență semnificativă și foarte mare în ceea ce privește Ski IQ-ul ( $F(1,18) = 34,45; p=0,000$ ) și putem afirma cu o probabilitate de 95% că rezultatele obținute nu sunt întâmplătoare și sunt efectul protocolului de intervenție. În ceea ce privește celelalte variabile dependente diferențele nu sunt semnificative statistic.

#### 4.9 Rezultatele și analiza statistică a testării cu aparatul ISOFREE

##### Variabile calculate

- Echilibrul pe două picioare cu ochii închiși - abateri standard ale COP în anterior posterior (FB), medial lateral (ML) = EDPOÎ
- Limita stabilității = LOS
- Echilibru pe piciorul stâng (S) drept (D) abateri standard ale COP anterior posterior (FB), medial lateral (ML) = EP1S/D,FB/ML

În vederea identificării eventualelor diferențe semnificative dintre grupul de control și grupul experimental pre-intervenție și pentru a valida eficacitatea procesului de distribuire a subiecților, am aplicat o analiză multivariată de varianță (MANOVA).

Diferențele între cele 2 grupuri în ceea ce privește cele 7 variabile dependente nu sunt semnificative statistic. Astfel, putem concluziona că cele 2 grupuri sunt echivalente înainte de intervenție, și astfel, că randomizarea a funcționat.

**În pasul următor, am creat 7 variabile dependente noi (făcând diferența dintre scorurile posttest și cele pretest pentru fiecare participant).**

**Tabel 3**

*Diferențe între grupul control și experiment analiză inferențială*

Variabilă	Suma pătratelor	Grade de libertate	Media pătratelor	F	P	$\eta^2$
Diferență	18,096	1	18,096	24,952	<b>0,000</b>	0,531

<b>EDPOÎ FB</b>						
Diferență EDPOÎ ML	1,955	1	1,955	4,891	<b>0,038</b>	0,182
Diferență LOS	1,021	1	1,021	0,307	0,585	0,14
Diferență EP1S FB	2,394	1	2,394	1,624	0,216	0,069
Diferență EP1S ML	3,197	1	3,197	3,874	0,062	0,150
Diferență EP1D FB	2,660	1	2,660	2,568	0,123	0,105
Diferență EP1D ML	3,161	1	3,161	7,307	<b>0,013</b>	0,249

Conform datelor prezentate în tabelul 29, pentru variabila **Diferență EDPOÎ FB**, observăm o diferență semnificativă statistic între grupuri, având o valoare F de 24,952 și o semnificație  $p < 0,001$ . Mărimea efectului, reprezentată de  $\eta^2$ , este de 0,531, indicând un efect de dimensiune mare. La variabila **Diferență EDPOÎ ML**, observăm de asemenea o diferență semnificativă statistic, cu  $F=4,891$  și  $p=0,038$ , și o mărime a efectului moderată, având  $\eta^2$  de 0,182.

În final, pentru **Diferență EP1D ML**, valoarea F este mare, cu  $F=7,307$ , semnificația p este sub pragul standard de 0,05, având  $p=0,013$ , indicând o diferență semnificativă statistic. Mărimea efectului este moderată spre mare, cu  $\eta^2$  de 0,249.

#### **4.10 Discuții**

În cadrul cercetării preliminare, am urmărit să evaluăm impactul antrenamentului pentru dezvoltarea echilibrului asupra performanței echilibrului și a performanței în schiul alpin, la instructorii de schi. Totodată, un alt obiectiv a fost testarea practicabilității aparatelor de testare pe zăpadă.

##### **Testarea pe zăpadă**

Rezultatele noastre indică o îmbunătățire semnificativă în tehnica schiorului, măsurată prin variabila SKI IQ. Aceasta sugerează că antrenamentul pentru dezvoltarea echilibrului poate avea un impact direct și pozitiv asupra performanței generale în schi.

##### **Testarea pe uscat**

În ceea ce privește testarea pe uscat, am observat îmbunătățiri semnificative în echilibrul pe două picioare cu ochii închiși în antero-posterior și medio-lateral, precum și în echilibrul pe piciorul

drept în planul medio-lateral. Aceste rezultate sunt în concordanță cu studiile anterioare (Vitale și colab., 2018; Myer și colab., 2006; Słomka și colab., 2018).

### **Practicabilitatea echipamentului de testare pe zăpadă**

Prin optimizarea procesului de testare pe zăpadă, am urmărit să eliminăm orice variabile care ar putea influența rezultatele. Acest lucru a implicat efectuarea de ajustări și îmbunătățiri ale procesului de testare, precum și verificarea preciziei și fiabilității dispozitivelor de testare utilizate. În plus, am considerat esențială familiarizarea atât a schiorilor, cât și a cercetătorilor cu echipamentul de testare.

### **Protocolul pentru dezvoltarea echilibrului**

Exercițiile pentru dezvoltarea echilibrului au fost adaptate din cinci metode diferite, bazate pe studii anterioare care au arătat beneficii în îmbunătățirea echilibrului și stabilității posturale. Aceste metode includ antrenamentul neuromuscular, stabilitatea trunchiului, antrenamentul cu aparate, pliometria și altele. Deși studiile anterioare, precum cele de Vitale et al. (2018) și Čillík & Rázusová (2014), au evidențiat îmbunătățiri în echilibrul schiorilor, metodele lor au variat. În plus, deși echilibrul este crucial pentru performanța în schi, există o lipsă de cercetări care să se concentreze exclusiv pe acest aspect, majoritatea studiilor axându-se pe dezvoltarea forței și a puterii. Astfel, este esențială continuarea cercetărilor în acest domeniu.

Este de menționat că, în ciuda progreselor tehnologice, există încă provocări în testarea precisă a competențelor psihomotorii și tehnicii în condiții reale pe zăpadă. Cu toate acestea, instrumentele recente, precum dispozitivul CARV, oferă oportunități promițătoare în acest sens.

Astfel prin cercetarea noastră am încercat să aducem date noi într-o ramură a schiului alpin puțin studiată, cu rezultate controversate.

### ***4.11 Concluziile cercetării preliminare***

Rezultatele noastre au evidențiat îmbunătățiri semnificative în performanța schiorilor, în special în ceea ce privește SKI IQ, o valoare derivată din echilibru, cantare și presiune cât și rezultate pozitive ale testărilor pe uscat. Aceasta sugerează că antrenamentul de echilibru poate avea un impact pozitiv asupra performanței globale în schi.

În ceea ce privește ipotezele propuse:

- **H1** a fost confirmată parțial, indicând că antrenamentul pentru dezvoltarea echilibrului poate îmbunătăți semnificativ anumite dimensiuni ale echilibrului static al schiorilor.

Astfel, Diferența EDPOÎ FB a prezentat o diferență semnificativă statistic între grupuri ( $F=24,952$ ;  $p<0,001$ ;  $\eta^2=0,531$ ). De asemenea, Diferența EDPOÎ ML a arătat o diferență semnificativă statistic ( $F=4,891$ ;  $p=0,038$ ;  $\eta^2=0,182$ ). În final, pentru Diferența EP1D ML, am identificat o diferență semnificativă statistic ( $F=7,307$ ;  $p=0,013$ ;  $\eta^2=0,249$ ). De asemenea, rezultatele cercetării preliminare sugerează o creștere de la pretest la posttest a variabilei Echilibru din cadru testării pe zăpadă, dar aceasta este nesemnificativă statistic.

- **H2** a fost confirmată, cu SKI IQ servind ca o măsură reprezentativă a tehnicii schiorilor, care a arătat îmbunătățiri semnificative în urma protocolului de dezvoltare al echilibrului.
- **H3**, deși a arătat tendințe pozitive, necesită cercetări suplimentare pentru a fi confirmată în totalitate, în ceea ce privește cantarea și presiunea.

În sfârșit, am identificat îmbunătățiri semnificative în echilibrul pe ambele picioare cu ochii închiși, evidențiate prin valori mai scăzute ale deviației standard față de centrul de presiune (COP) în planurile antero-posterior și medio-lateral. Similar, am observat progrese în echilibrul pe piciorul drept în planul medio-lateral cât și a performanței generale a schiorilor (SKI IQ). Aceste progrese sunt atribuite protocolului de intervenție axat pe echilibru, implementat pe o durată de 9 săptămâni.

#### **4.11.1 Limitările și direcții viitoare de cercetare**

În cadrul cercetării preliminare privind schiul alpin, am analizat impactul dezvoltării echilibrului asupra performanței. Cu toate acestea, studiul a avut limitări, inclusiv o dimensiune redusă a eșantionului, datorată restricțiilor COVID-19, și incertitudini legate de fiabilitatea testelor pe zăpadă și a aparatului CARV. Variabilitatea condițiilor de testare a adăugat complexitate interpretării rezultatelor. Pentru viitor, este esențial să se extindă eșantionul, să se valideze testele pe zăpadă și să se integreze tehnologii avansate în evaluare. De asemenea, ar fi benefic să se exploreze aplicabilitatea metodelor pentru diverse categorii de schiori. Aceste măsuri vor îmbunătăți calitatea și relevanța cercetărilor în domeniul schiului alpin



## **CAPITOLUL V. CERCETAREA FUNDAMENTALĂ – EFECTELE UNUI PROGRAM DE DEZVOLTARE AL ECHILIBRULUI PE USCAT DE 10 SĂPTĂMÂNI ASUPRA PERFORMANȚEI SPORTIVE A SCHIORILOR ALPINI DE 9-11 ANI**

### ***5.1 Premisele cercetării fundamentale***

Schiul alpin este un sport complex și dinamic, unde echilibrul joacă un rol esențial în performanță. Cu toate că echilibrul este crucial în schi, cercetările privind antrenamentul pentru echilibru la tinerii schiori sunt limitate și adesea ambigue. Echilibrul, o componentă vitală în schi, necesită ajustări constante datorită schimbărilor rapide de teren, viteză și condiții de zăpadă. O pierdere a echilibrului poate compromite tehnica și viteza, crescând riscul de accidentări. În plus, pregătirea adecvată poate preveni oboseala și îmbunătăți adaptabilitatea schiorului la diverse condiții. Având în vedere evoluțiile tehnologice recente în schi, este esențial să se actualizeze cercetările pentru a reflecta realitățile actuale ale sportului. Evaluarea performanței în condiții reale este crucială, iar tehnologiile portabile, precum CARV, pot oferi perspective valoroase. În concluzie, pentru a optimiza performanța în schiul alpin, este esențial să se înțeleagă și să se antreneze echilibrul, având în vedere cele mai recente tehnologii și metode de pregătire.

### ***5.2 Scopul cercetării fundamentale***

Această cercetare își propune să verifice impactul diverselor exerciții și mijloace de acționare din mai multe metode de antrenament pentru îmbunătățirea echilibrului și a tehnicii în schiul alpin asupra schiorilor cu vârsta cuprinsă între 9 și 11 ani.

### ***5.3 Obiectivele cercetării fundamentale***

Obiectivul cercetării fundamentale este să evalueze efectul unui protocol dedicat dezvoltării echilibrului, folosind mijloace de acționare și exerciții selectate din diferite metode de dezvoltare a echilibrului. Acestea se concentrează pe îmbunătățirea performanței echilibrului dinamic, a echilibrului static, a stabilității trunchiului și a forței explozive la schiorii cu vârste cuprinse între 9 și 11 ani. În plus, studiul nostru urmărește să atingă următoarele obiective:

- Să evaluăm impactul acestui protocol asupra echilibrului dinamic în situații de schi dinamice;

- Să investigăm dacă acest protocol dezvoltă echilibrul static și stabilitatea trunchiului;
- Să examinăm eficacitatea protocolului în dezvoltarea forței explozive;
- Un alt obiectiv al cercetării noastre este acela de a optimiza metodele de testare pe zăpadă;
- Obiectivul final al cercetării noastre este de a verifica dacă există o legătură pozitivă între echilibrul unui schior și tehnica sa în schiul alpin;

#### ***5.4 Ipotezele cercetării fundamentale***

Această cercetare își propune să investigheze mai multe ipoteze interconectate.

**H<sub>1</sub>** : Presupunem că protocolul pentru dezvoltarea echilibrului are un efect pozitiv asupra valorilor echilibrului dinamic și asupra tehnicii schiorilor cu vârsta între 9 și 11 ani reprezentată prin variabila dependentă SKI IQ;

**H<sub>2</sub>** : Presupunem că există o relație pozitivă între echilibru și tehnică în schiul alpin;

**H<sub>3</sub>** : Presupunem că utilizarea tehnologiei portabile ar putea oferi perspective distinctive asupra performanței și tehnicii schiorilor alpini juniori. Presupunem că aceste date imediate și precise pot îmbunătăți strategiile tradiționale de antrenament, promovând metodologii de antrenament mai personalizate și, în consecință, optimizând performanța sportivilor;

**H<sub>4</sub> (4.1.)**: Presupunem că protocolul pentru dezvoltarea echilibrului are un efect pozitiv asupra valorilor echilibrului static;

**H<sub>4</sub> (4.2.)**: Presupunem că protocolul de dezvoltare a echilibrului poate duce la creșterea forței trunchiului;

**H<sub>4</sub> (4.3.)**: Presupunem că protocolul de dezvoltare a echilibrului poate duce la dezvoltarea forței explozive;

**H<sub>4</sub> (4.4.)**: Presupunem că protocolul de dezvoltare a echilibrului poate duce la dezvoltarea agilității;

**H<sub>5</sub>** : Presupunem că îmbunătățirea echilibrului prin protocolul nostru de antrenament poate duce la modificări în unghiurile de cantare, ceea ce poate avea un impact pozitiv asupra controlului și vitezei în timpul coborârii;

În esență, această cercetare integrează aceste ipoteze, având ca scop validarea unei abordări multidimensionale integrând variabile motrice, psihomotrice și biomecanice pentru înțelegerea aprofundată a efectului protocolului de dezvoltare al echilibrului.

### ***5.5 Metodele de cercetare***

Studiul fundamental folosește aceleași metode ca și studiul preliminar, metodele sunt similare, astfel am folosit:

- Metoda experimentală;
- Metoda testelor;
- Metoda statistico-matematică;

### ***5.6 Organizarea cercetării fundamentale***

#### **5.6.1 Subiecții cercetării fundamentale**

Subiecții cercetării fundamentale au fost selectați în urma disponibilității lor de a participa la studiu, fiind selectați de la două cluburi sportive din orașul Cluj-Napoca, A.C.S. Cubs Cluj-Napoca și PC Cluj Napoca.

Studiul a cuprins un grup de 30 de participanți cu vârste cuprinse între 9 și 11 ani ( $n=26$  băieți,  $n=4$  fete), care au fost repartizați în două grupuri: grupul experimental (GE), cu o vârstă medie de 9.86 ani ( $SD=0.83$ ) și grupul de control (GC), cu o vârstă medie de 9.66 ani ( $SD=0.61$ ). Subiecții au fost repartizați în două grupuri, experimental și control, folosind metoda eșantioanelor perechi, având ca bază valoarea scorului SKI IQ obținut în urma testelor inițiale pe zăpadă.

#### **5.6.2 Designul experimental**

În cadrul studiului nostru, am folosit un design experimental factorial cu doi factori, care a implicat utilizarea unui grup experimental și a unui grup de control. Designul factorial cu doi factori ne-a permis să examinăm diferențele dintre aceste două grupuri independente, în același timp efectuând măsurători repetate în cadrul fiecărui grup în două momente de timp diferite.

#### **5.6.3 Variabilele cercetării**

##### **Variabilele independente**

Prima variabilă independentă a implicat implementarea unui program de antrenament specializat, conceput pentru a îmbunătăți echilibrul static și dinamic în cadrul grupului experimental, în timp ce grupul de control nu a primit acest antrenament.

A doua variabilă independentă a fost reprezentată de măsurătorile repetate.

**Variabilele dependente:**

- Echilibrului static evaluat cu placa de presiune BTS Pwalk;
- Forța explozivă, evaluată cu BTS Gwalk;
- Agilitatea;
- Stabilitatea trunchiului;
- Echilibrului dinamic evaluat cu aparatul CARV (traseul de slalom uriaș);
- Cantarea evaluată cu aparatul CARV;
- Unghiului cantării;
- Presiunea evaluată cu aparatul CARV;
- SKI IQ evaluat cu aparatul CARV;

#### **5.6.4 Protocolul și Testele folosite în cercetarea fundamentală**

##### *5.6.4.1 Protocolul testării inițiale și finale pe zăpadă cu aparatul CARV*

Pentru a evalua performanțele sportivilor în cadrul studiului experimental, am ales să folosim un traseu de slalom uriaș cu 20 de porți și distanța de 18 metri între porți, pentru testarea inițială și finală pe zăpadă. Testările au avut loc între orele 14:00 și 19:00, pe pârtia albastră din domeniul schiabil Mărișel, Romania. Înainte de testare, sportivii au efectuat o încălzire pe uscat și au făcut o coborâre de recunoaștere a traseului.

##### *5.6.4.2 Protocolul Testării pe placa de presiune*

Prin intermediul unei plăci de echilibru care măsoară și înregistrează parametrii centrului de presiune, alături de poziția medie a acestui centru în direcțiile anterior-posterioară și medio-laterală, am analizat următoarele aspecte, bazându-ne pe un protocol de testare similar cu cel folosit în alte cercetări în disciplina schiului alpin, dar pe plăci de echilibru diferite (Staniszewski și colab., 2016):

- Echilibrul unipodal, fie pe piciorul drept, fie pe cel stâng;
- Echilibrul pe ambele picioare cu ochii închiși și deschiși;

Protocolul de testare a echilibrului pe ambele picioare cu ochii închiși este identic cu cel utilizat în studiul pilot.

#### 5.6.4.3 Testul și protocolul săriturii cu contra-măsură (CMJ) – pentru măsurarea forței explozive

Pentru evaluarea forței explozive, am folosit sistemul G-walk, cu care am măsurat înălțimea săriturii. Testul Counter Movement Jump (CMJ) constă într-o fază excentrică inițială, în timpul căreia mușchii extensori ai picioarelor se întind printr-o mișcare preparatoare de contracție, urmată de o fază concentrică, în care are loc o extensie explozivă în direcția opusă. Protocolul de testare include 15 sărituri consecutive (CMJ), iar aparatul G-walk prezintă o medie a acestor 15 sărituri.

#### 5.6.4.4 Testul de agilitate

În cadrul acestei cercetări, am folosit ca model testul de agilitate printre obstacole descris de Gonaus și Müller (2012).

#### 5.6.4.5 Testarea stabilității trunchiului

În cadrul acestui studiu, am selectat testul de aptitudine fizică "plank up", descris de Badau și colab. (2021), care examinează funcția globală a mușchilor trunchiului, punând un accent deosebit pe echilibru, rezistență și forță musculară. Acest test implică susținerea poziției "up plank" pe o suprafață sferică instabilă.

#### 5.6.4.6 Măsurători TANITA

Aparatul TANITA a fost utilizat pentru determinarea compoziției corporale. Măsurătorile cu aparatul Tanita BC- 320 (Tanita Corp., Tokyo, Japonia) au fost efectuate la o frecvență de 50 Hz utilizând setările standard după introducerea manuală a înălțimii, sexului și vârstei subiectului.

### 5.6.5 Aparatele folosite pentru testarea și evaluarea variabilelor dependente

#### 5.6.5.1 BTS G-walk

Conform manualului aparatului (*G-walk User Manual*, 2016), G-WALK (BTS Bioengineering S.p.A., Garbagnate Milanese, Italy) este soluția ideală pentru o evaluare rapidă și obiectivă a parametrilor de mers, alergare și sărituri. Sistemul constă într-un senzor inerțial numit G-SENSOR, software-ul G-Studio și un set de protocole pentru analiza mișcărilor specifice (*G-walk User Manual*, 2016). Acest sistem folosește o tehnologie numită senzor inerțial de măsurare (IMU), care măsoară accelerația liniară și rotația unghiulară a obiectului la care este atașat. Acesta este în

general atașat printr-o centură pe nivelul sacral (L5) al subiectului pentru a obține o imagine obiectivă a mișcării corporale.

Sistemul G-Walk pentru analiza mișcării în cazul subiecților sănătoși a fost documentat ca fiind fiabil pentru toți parametrii spațio-temporali mășurați (De Ridder și colab., 2019). În cadrul cercetării noastre, am folosit BTS G-WALK pentru evaluarea performanței în săriturile verticale (Counter Movement Jump - CMJ).

### BTS P-WALK

BTS P-WALK (*P-Walk FM12050 BTS-Bioengineering, Milan, Italy*) este un sistem de analiză a mersului produs de compania BTS Bioengineering. Dar, folosind un singur modul, P-walk permite evaluarea echilibrului prin generarea datelor a centrului de presiune (COP).

#### *Analiza stabilometrică*

BTS P-WALK este un instrument care permite analiza stabilometrică, fiind folosit pentru evaluarea echilibrului static și dinamic, în funcție de protocolul de testare

Variabilele pe care le-am măsurat pentru fiecare dintre protocoalele de testare pentru echilibrul unipodal și echilibrul pe doua picioare cu ochii închiși și deschiși:

- **Distanța parcursă de COP:** Definește lungimea totală a traseului marcat de COP; suma distanțelor dintre locațiile COP constituie lungimea traseului (Krawczyk-Suszek și colab., 2022) .
- **Poziția medie a COP pe axa X** – reprezintă oscilațiile a COP de la centrul traiectoriei în planul anteroposterior calculate în milimetri;
- **Poziția medie a COP pe axa Y** - reprezintă oscilațiile a COP de la centrul traiectoriei în planul medial-lateral, calculate în milimetri;

#### *5.6.5.2 Carv system*

CARV este un dispozitiv UMI ce se atașează între clăpar și șoseta clăparului și poate măsura o serie de parametri relevanți pentru performanță, inclusiv forța aplicată în timpul virajelor, echilibrul, presiunea aplicată pe schiuri și alți factori. Prin intermediul unei aplicații mobile Bluetooth, CARV poate furniza informații în timp real despre performanța schiorului.

## **5.6.6 Protocolul de dezvoltare a echilibrului aplicat schiorilor cu vârsta între 9 – 11 ani**

Având în vedere că echilibrul este esențial pentru performanța în schiul alpin, propunem dezvoltarea unui protocol dedicat pentru îmbunătățirea echilibrului la copiii cu vârsta între 9 și 11 ani.

În cadrul cercetării noastre, am ales să ne concentrăm pe diverse tehnici de dezvoltare a echilibrului, inclusiv exerciții și mijloace de acționare din antrenamentul neuromuscular, antrenamentul pentru stabilizarea trunchiului și a părții superioare a corpului, antrenamentul proprioceptiv, antrenamentul de echilibru cu echipamente și antrenamentul pliometric. Aceste tehnici au fost selectate bazându-ne pe studii anterioare care au evidențiat îmbunătățiri notabile în alinierea dinamică a extremităților inferioare, stabilitatea posturală și prevenirea accidentărilor.

### *5.6.6.1 Perioada, locul și timpul de desfășurare a cercetării*

Antrenamentul pentru dezvoltarea echilibrului a avut loc de două ori pe săptămână, timp de 10 săptămâni, între lunile Septembrie și Decembrie a anului 2022. Durata unui antrenament a fost de 30-40 de minute. Protocolul de dezvoltare a echilibrului a fost realizat într-o sală de fitness, iar subiecții din grupul experimental au fost împărțiți în două grupuri: primul grup a participat la antrenament între orele 17 și 18, în timp ce cel de-al doilea grup a participat între orele 18 și 19, în zilele de luni și miercuri, din motive organizatorice.

## ***5.7 Rezultatele obținute și prelucrarea statistică a datelor***

### **5.7.1 Analiza statistică**

Pentru a efectua analiza datelor noastre, am utilizat Analiza Multivariată a Varianței (MANOVA).

Pentru a măsura mărimea efectului, am folosit eta pătrat parțial ( $\eta^2$ ) ca măsură a mărimii efectului în modelul nostru MANOVA.

Pentru reprezentarea vizuală a datelor noastre, am folosit aplicația Excel (Microsoft Office 2020) și SPSS (versiunea 1.0.0.1275; SPSS Inc, Chicago, IL).

În cadrul analizei noastre statistice, prima asumție pe care am analizat-o a fost aceea a normalității. Pentru a evalua această presupunere, am aplicat testul Kolmogorov-Smirnov.

Pe lângă testul Kolmogorov-Smirnov, am examinat asimetria și curtosis-ul datelor noastre.

În ceea ce privește presupunerea de omogenitate a varianțelor, această presupunere a fost validată folosind testul Levene (Levene, 1960).

## 5.7.2 Prelucrarea statistică

Prelucrarea statistică a datelor noastre a fost realizată folosind software-ul Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) (versiunea 1.0.0.1275; SPSS Inc, Chicago, IL).

## 5.7.3 Rezultate

### 5.7.3.1 Măsurătorile antropometrice ale subiecților

Am analizat parametrii precum vârsta, greutatea, masa musculară, procentul de grăsime și înălțimea. Aceasta a fost efectuată ca o măsură de siguranță, pentru a verifica dacă există diferențe semnificative între grupuri înaintea aplicării protocolului de dezvoltare al echilibrului GE care ar putea influența studiul nostru. Prin rezultatele testului t concluzionăm că nu există diferențe semnificative între cele două grupuri în ceea ce privește parametrii examinați.

În continuare, am aplicat o analiză MANOVA. După rezultatele analizei noastre, nu constatăm diferențe semnificative din punct de vedere statistic între grupul de control și cel experimental referitor la aceste variabile, concluzionând că grupurile sunt echivalente înainte de programul de antrenament.

### 5.7.3.2 Testarea asumpțiilor a variabilelor testării pe zăpadă

În procesul nostru de a verifica asumpția de normalitate, am optat să utilizăm testul Kolmogorov-Smirnov.

Observațiile noastre de la aplicarea acestui test au dezvăluit că o valoare s-a dovedit a fi semnificativ statistic.

Cu toate acestea, un aspect de notat este reziliența analizei MANOVA față de încălcările de normalitate. MANOVA, rămâne robustă chiar și atunci când normalitatea este încălcată moderat sau ușor, așa cum a fost demonstrat în lucrarea lui Cohen (2008).

În plus, am luat în considerare și măsurile de asimetrie și kurtosis. Am constatat că valorile calculate pentru ambele, asimetrie (în engleză *Skewness*) și kurtosis, se încadrează în limitele acceptabile.

### 5.7.3.3 Diferențe între pretest și posttest ale grupurilor de control și experimental.

Mai departe, am utilizat o analiză multivariată a varianței (MANOVA) pentru a analiza diferențele potențiale între grupurile de control și experimental în ceea ce privește variabile precum



SKI IQ, echilibru, cantare și presiune. **Variabila dependentă a fost stabilită prin calculul diferenței dintre scorurile post-test și pre-test.**

După efectuarea acestei analize, o diferență semnificativă a fost identificată între grupurile de control și experimental în ceea ce privește ski IQ ( $F=13.239$ ;  $p=0.001$ ,  $\eta^2=0.321$ ). În plus, mărimea efectului ( $\eta^2=0.321$ ) sugerează un efect de dimensiune mare.

De asemenea, am observat diferențe semnificative statistic în valoarea echilibrului ( $F=4.800$ ;  $p=0.037$ ;  $\eta^2=0.146$ ). Mărimea efectului indică un efect de dimensiune moderată spre mare.

La variabila diferență Presiune, s-a constatat o valoare F de **8.084**, cu o semnificație de **0.008**, ceea ce indică o diferență semnificativă între grupuri. Mărimea efectului este de  $\eta^2=0.224$ , ceea ce sugerează un efect de dimensiune mare.

Mai departe, am analizat o variabilă derivată a cantării și anume unghiul cantării. Analiza datelor a relevat un contrast între grupul de control, care a înregistrat o descreștere, și grupul experimental, care a înregistrat o creștere. Cu toate acestea, valoarea statistică de test F obținută este de 3.31, cu o valoare p de 0.079.

#### *5.7.3.4 Corelații între variabile posttest și pretest*

În ceea ce privește corelațiile post-test, este evident din **tabelul 59** că toate relațiile sunt semnificative statistic. Se poate observa că SKI IQ în pre-test are o corelație puternică pozitivă cu Cantare în post-test ( $r = 0.872$ ,  $p < 0.001$ ). SKI IQ are, de asemenea, corelații semnificative cu Echilibrul ( $r = 0.524$ ,  $p = 0.003$ ) și Presiunea ( $r = 0.515$ ,  $p = 0.004$ ), indicând o legătură puternică între aceste variabile. Echilibrul în post-test are corelații semnificative cu toate celelalte variabile, cea mai puternică fiind cu Cantare ( $r = 0.556$ ,  $p = 0.001$ ). Presiunea în post-test are o corelație semnificativă cu SKI IQ ( $r = 0.515$ ,  $p = 0.004$ ), Echilibrul ( $r = 0.479$ ,  $p = 0.007$ ) și Cantare ( $r = 0.385$ ,  $p = 0.035$ ), sugerând o legătură moderată între aceste variabile.

Aceste descoperiri sunt esențiale, deoarece indică faptul că intervenția a avut un impact holistic asupra participanților. Sugerează faptul că îmbunătățirea unei abilități, cum ar fi SKI IQ, ar putea fi direct legată de îmbunătățiri în alte abilități, cum ar fi echilibrul.

## 5.7.4 Rezultatele și analiza testărilor pe uscat

### 5.7.4.1 Diferențe între pretest și posttest ale grupurilor de control și experimental la variabilele testării pe uscat

Am folosit testul **t** pentru a evalua diferențele potențiale între cele două grupuri. Rezultatele testelor **t** sugerează că cele două grupuri erau echivalente la începutul studiului pentru toate cele patru măsurători, deoarece nu există diferențe semnificative între ele.

În continuare am implementat testul MANOVA pentru a examina diferențele dintre grupul de control și cel experimental pe baza mai multor variabile relevante. Variabila dependentă a fost determinată prin calcularea diferenței dintre scorul final și cel inițial. Prin urmare, cele trei variabile OD2P au fost incluse în aceeași analiză. **Variabila dependentă a fost stabilită prin calculul diferenței dintre scorurile post-test și pre-test.**

Analizând rezultatele pentru variabilele OD2P\_AP, OD2P\_ML și OD2P\_COP, observăm următoarele concluzii:

Pentru variabila OD2P\_AP, valoarea (**F=1,584; p=0,219**). Mărimea efectului, reprezentată de  $\eta^2$ , este de 0,054, sugerând un efect mic.

În schimb, pentru variabila OD2P\_ML, valoarea **F(4,304)** indică o diferență semnificativă (**p=0,047**). Mărimea efectului, reprezentată de  $\eta^2$ , este de 0,133, sugerând un efect mediu.

În ceea ce privește variabila OD2P\_COP, valoarea **F(5,212)** indică o diferență semnificativă statistic între grupuri, având în vedere că valoarea **p** este mai mică decât 0,05 (**p=0,030**). Mărimea efectului, reprezentată de  $\eta^2$ , este de 0,157, sugerând un efect mediu spre mare.

Examinând rezultatele analizei, observăm că pentru variabila dependentă "OI2P\_AP\_diferenta", valoarea statistică **F** este semnificativă, cu o valoare de **14,249**. Aceasta este însoțită de o valoare **p** extrem de mică, de **0,001**. În plus, coeficientul  $\eta^2$  parțial este de **0,337**. Acesta este un efect de dimensiune mare.

### 5.7.4.2 Analiza rezultatelor testării echilibrului unipodal / piciorul drept

Analizând rezultatele statistice, observăm că pentru variabila dependentă "SP1PD\_ML\_diferenta", valoarea **F** este de **8,966**, cu o valoare **p** semnificativă de **0,006**. Acest lucru

indică o diferență semnificativă între grupuri pentru această variabilă.  $\eta^2$  parțial este de **0,243**, acesta este considerat a fi un efect de dimensiune moderată spre mare.

În cazul variabilei dependente "SP1PD\_COP\_diferenta", valoarea  $F = 4,344$ , cu o valoare  $p = 0,046$ . Aceasta indică o diferență semnificativă între grupuri pentru această variabilă, deoarece valoarea  $p$  este mai mică decât pragul standard de 0,05.  $\eta^2$  parțial este de 0,134. Acesta este considerat a fi un efect de dimensiune moderată.

#### 5.7.4.3 Analiza rezultatelor testării echilibrului unipodal / piciorul stâng

Analizând rezultatele statistice, am observăm că pentru variabila dependentă "SP1PS\_ML\_diferenta", valoarea  $F$  este de 6,396, cu o valoare  $p$  semnificativă de 0,017. Acest lucru indică o diferență semnificativă între grupuri pentru această variabilă.  $\eta^2$  parțial este de 0,186. Acesta este considerat a fi un efect de dimensiune moderată. La celelalte variabile diferența este nesemnificativă statistic.

#### 5.7.4.4 Analiza rezultatelor pentru forța explozivă

Folosind analiza ANOVA pentru valorile înălțimii săriturii cu contra-măsură (CMJ) valoarea testului este semnificativă statistic ( $F=6.08$ ,  $p=0.02$ ).

#### 5.7.4.5 Analiza rezultatelor pentru testul de agilitate și stabilitatea trunchiului

Analizând rezultatele statistice, am observăm că pentru variabila dependentă "ST\_diferența" ( $F=4.305$ ,  $p=0.047$ ,  $\eta^2=0.133$ ), valoarea statistică  $F$  este de 4,305, însoțită de o valoare  $p$  de 0,047. Acest lucru indică o diferență semnificativă între grupuri pentru această variabilă.

#### 5.7.4.6 Testarea asumpțiilor pentru variabilele testării pe uscat

Am convertit scorurile în scoruri  $z$  pentru a identifica valorile extreme. Câteva scoruri au depășit limita stabilită, dar excluderea lor nu a modificat semnificativ rezultatele. Analizele preliminare au confirmat omogenitatea varianțelor și, deși au existat deviații de la normalitate datorate scorurilor extreme, acestea nu afectează validitatea analizei noastre. Rezultatele pot fi interpretate cu încredere.

## 5.8 Discuții

Studiul a avut ca obiectiv principal verificarea efectului unui protocol de dezvoltare a echilibrului asupra performanței schiorilor cu vârsta de 9-11 ani. Deși multe studii subliniază importanța antrenamentului pe uscat pentru schiori, puține se concentrează pe rolul echilibrului în schiul alpin. Cercetările anterioare au oferit rezultate mixte privind impactul antrenamentului pentru echilibru asupra performanței, cu unele studii evidențiind îmbunătățiri semnificative în echilibrul static și dinamic, în timp ce altele nu au raportat diferențe semnificative.

În studiul nostru, am utilizat diverse metode de dezvoltare a echilibrului, incluzând exerciții și mijloace de acționare din antrenamentul neuromuscular, antrenamentul pentru stabilitatea trunchiului, antrenamentul pentru dezvoltarea abilităților proprioceptive, antrenamentul cu echipament pentru dezvoltarea echilibrului și antrenamentul pliometric. Exercițiile pentru dezvoltarea echilibrului au fost alese și adaptate dintr-o serie de studii care au demonstrat efecte pozitive după intervențiile pentru echilibru care foloseau diverse metode de antrenament, cum ar fi antrenamentul proprioceptiv antrenamentul pliometric, antrenamentul pentru stabilitatea trunchiului, antrenamentul pentru dezvoltarea echilibrului folosind echipament și antrenamentul neuromuscular pe care le-am adaptat pentru nevoile subiecților noștri.

În ceea ce privește analiza realizată asupra variabilelor testării pe zăpadă în cadrul acestui studiu subliniază faptul că grupul experimental, care a beneficiat de un program de antrenament pentru dezvoltarea echilibrului de 10 săptămâni, a prezentat îmbunătățiri semnificative în comparație cu grupul de control. Aceste progrese au fost confirmate prin diferențe semnificative din punct de vedere statistic în trei variabile-cheie: SKI IQ-ul ( $F=13.239$ ,  $p=0.001$ ,  $\eta^2=0.321$ ), echilibru ( $F=4.800$ ;  $p=0.037$ ;  $\eta^2=0.146$ ) și presiune ( $F=8.084$ ;  $p=0.08$ ).

Mai departe, analizând rezultatele testelor pe uscat putem afirma că protocolul de dezvoltare al echilibrului a avut un impact pozitiv asupra valorilor echilibrului static și a stabilității trunchiului. Analiza a scos în evidență diferențe semnificative între grupuri pentru variabilele OD2P\_ML (echilibru pe două picioare cu ochii deschiși în planul ML) ( $F(4,304)$ ,  $p=0,047$ ,  $\eta^2=0,133$ ) și OD2P\_COP (distanța COP pe doua picioare cu ochii deschiși) ( $F(5,212)$ ,  $p=0,030$ ,  $\eta^2=0,157$ ), "OI2P\_AP\_diferenta" (echilibrul pe doua picioare cu ochii închiși în planul AP) ( $F=14,249$ ,  $p=0,001$ ,  $\eta^2=0,337$ ), sugerând un impact semnificativ al protocolului de dezvoltare a echilibrului asupra acestor variabile

Variabila "SP1PD\_ML\_diferenta" (echilibru stând unipodal pe piciorul drept în planul ML) (**F=8,966, p=0,006,  $\eta^2=0,243$** ) a prezentat o diferență semnificativă statistic între grupuri. În cazul variabilei "SP1PD\_COP\_diferenta" (distanța COP stând în echilibru unipodal pe piciorul drept (**F=4,344, p=0,046,  $\eta^2=0,134$** ), și "SP1PS\_ML\_diferență" (echilibru stând unipodal pe piciorul stâng în planul ML), rezultatele noastre indică o diferență semnificativă între grupuri (**F=6,396, p=0,017,  $\eta^2=0,186$** ). Totodată, pentru "ST\_diferența", am constatat, de asemenea, o diferență semnificativă între grupuri (**F=4,305, p=0,047,  $\eta^2=0,133$** ). De asemenea observăm o diferență statistic semnificativă și în performanța forței explozive (**F=6.08, p=0.02**).

Cu toate acestea, având în vedere complexitatea și natura multidimensională a acestui sport, sunt încă necesare cercetări suplimentare pentru a optimiza aceste strategii și pentru a explora alte abordări potențiale care ar putea îmbunătăți eficient echilibrul.

### **5.9 Concluzii**

Rezultatele cercetării noastre susțin importanța antrenamentului pentru echilibru pentru tinerii schiori, un domeniu care a fost reprezentat în mod inconstant în cercetările anterioare.

Rezultatele noastre, arată îmbunătățiri semnificative ale SKI IQ, echilibru, presiune și a variabilelor testate cu placa de presiune în grupul experimental care a urmat un program de antrenament pentru dezvoltarea echilibrului de 10 săptămâni, subliniază eficacitatea unei astfel de intervenții. Aceste rezultate au fost semnificative din punct de vedere statistic și se aliniază cu rezultatele altor lucrări existente care au studiat această abilitate și au avut un efect pozitiv.

În urma analizei datelor colectate, am ajuns la următoarele concluzii pentru obiectivele noastre de cercetare:

- ✓ În contextul ipotezei H1, analiza statistică a confirmat supoziția noastră conform căreia protocolul pentru dezvoltarea echilibrului are un efect pozitiv asupra valorilor echilibrului dinamic (**F=4.800; p=0.037;  $\eta^2=0.146$** ) și SKI IQ (**F=13.239, p=0.001,  $\eta^2=0.321$** )
- ✓ Referitor la ipoteza H2, analiza noastră statistică a relevat o corelație pozitivă semnificativă între echilibru dinamic și tehnică (SKI IQ) în schiul alpin (**r = 0.524, p = 0.003**).
- ✓ În ceea ce privește ipoteza H3, analiza datelor colectate prin tehnologia portabilă ne-a confirmat că aceasta poate, într-adevăr, oferi perspective distinctive asupra performanței și tehnicii a schiorilor alpini juniori.

- ✓ În ceea ce privește ipoteza H4(4.1), analiza noastră statistică a evidențiat rezultate semnificative pentru anumite variabile care reprezintă echilibrul static.
- ✓ În continuare, analiza noastră a confirmat ipoteza H4(4.2) cu privire la dezvoltarea stabilității trunchiului.
- ✓ Mai departe privind ipoteza H4(4.3), aceasta se confirmă, protocolul de dezvoltare al echilibrului prin diversele metode dezvoltă forța explozivă (**F=6.08, p=0.02**).
- ✓ În contradicție, observăm că variabila 'Agilitate' nu prezintă diferențe statistice semnificative.
- ✓ În final, ipoteza H5 nu se confirmă. Deși există o creștere a unghiului cantării de la pretest la posttest în GE, valorile nu sunt semnificative statistic.

### ***5.10 Limite și direcții viitoare de cercetare***

Studiul nostru aduce perspective valoroase privind performanța schiorilor alpini, dar există mai multe limitări care trebuie luate în considerare. Printre acestea se numără dimensiunea eșantionului, care este relativ mică, provocările tehnologiei portabile care pot introduce erori de măsurare, variabilitatea condițiilor de zăpadă și temperatură dintre teste, lipsa informațiilor despre activitățile grupului de control și potențialele variabile necontrolate care pot influența rezultatele. Cu toate acestea, pentru viitor, recomandăm integrarea continuă a tehnologiei portabile în antrenamente și testări, efectuarea de studii longitudinale, validarea testelor pe zăpadă, antrenamente pe uscat care simulează condițiile de pe pârtie și considerarea testării în centre de schi indoor pentru control mai strict asupra variabilelor.

### ***5.11 Contribuții proprii și limitele tezei de doctorat***

În timp ce cercetarea noastră a adus contribuții semnificative la literatura existentă este esențial să recunoaștem anumite limitări care pot influența interpretarea și aplicabilitatea rezultatelor.

Aici amintim *dimensiunea eșantionului*: Dimensiunea relativ mică a eșantionului pot limita generalizarea rezultatelor la populații mai extinse. Cu un eșantion mai mic, puterea statistică a testelor noastre este redusă, ceea ce înseamnă că există un risc mai mare de a nu detecta un efect real dacă acesta există (eroare de tip II) (Cohen, 1988). Astfel, rezultatele obținute dintr-un astfel de eșantion pot fi specifice doar grupului studiat și nu pot fi generalizate cu încredere la o populație mai largă (Babbie, 2010). De asemenea folosirea eșantioanelor de conveniență în ambele cercetări din prezenta

teza, pot introduce bias în rezultate, deoarece subiecții pot avea caracteristici specifice care nu sunt reprezentative pentru populația generală (Field, 2013).

Totodată amintim și absența unor metode standardizate de testare pe zăpadă. Testarea pe zăpadă, în absența unor metode standardizate, ridică îndoieli privind validitatea și reproductibilitatea rezultatelor. Fluctuațiile condițiilor de zăpadă și temperatură complică interpretarea datelor și evaluarea impactului intervenției.

În domeniul schiului alpin, unde antrenamentul pe zăpadă este adesea constrâns de factori externi, am identificat o nevoie imperativă de a optimiza antrenamentul pe uscat. Astfel, cercetarea noastră a avut ca obiectiv principal aprofundarea înțelegerii privind eficacitatea antrenamentului pe uscat, cu accent pe maximizarea performanței în absența condițiilor ideale de zăpadă.

Elementele de originalitate din teza prezentată aduc contribuții semnificative în domeniul schiului alpin și se evidențiază prin următoarele aspecte:

- ✓ Adoptarea tehnologiei wireless portabile pentru evaluarea performanței schiorilor pe zăpadă, marcând o evoluție față de metodele tradiționale.
- ✓ Dezvoltarea unui macrociclu inovator pentru îmbunătățirea echilibrului, care integrează diverse metode de antrenament, oferind o perspectivă holistică asupra schiului alpin.
- ✓ Focalizarea cercetării pe grupul de vârstă 9-11 ani, abordând astfel o lacună din literatura existentă și oferind strategii adaptate acestei categorii.
- ✓ Realizarea unei analize complexe a echilibrului, care cuprinde atât testarea echilibrului static, cât și cel dinamic, pentru o înțelegere aprofundată a echilibrului în schi.

## Bibliografie

- Abe, T., Kawakami, Y., Ikegawa, S., Kanehisa, H., & Fukunaga, T. (1992). Isometric and isokinetic knee joint performance in Japanese alpine ski racers. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 32(4), 353–357.
- Alejo, B.L.; Gil-Cabrera, J.; Montalvo-Pérez, A.; Barranco-Gil, D.; Hortal-Fondón, J.; Navandar, A. Performance Parameters in Competitive Alpine Skiing Disciplines of Slalom, Giant Slalom and Super-Giant Slalom. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2021, 18, 2628. <https://doi.org/10.3390/ijerph18052628>
- Andersen, R. E., & Montgomery, D. L. (1991). Physiologic monitoring of alpine ski racers. *Sports Medicine, Training and Rehabilitation*, 2(2), 141–147. <https://doi.org/10.1080/15438629109511910>
- Arazi, H., & Asadi, A. (2011). The effect of aquatic and land plyometric training on strength, sprint, and balance in young basketball players. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(1), 101–111. <https://doi.org/10.4100/jhse.2011.61.12>
- Babbie, E. (2010). *The practice of social research* (12th ed.). Belmont, CA: Wadsworth.
- Badau, D., Badau, A., Manolache, G., Ene, M. I., Neofit, A., Grosu, V. T., . . . Moraru, L. (2021). The Motor Impact of the Static Balance in the Up Plank Position on Three Different Balls in Physical Activities of Physical Education Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 2043. <https://doi.org/10.3390/ijerph18042043>
- Berg H.E., & Eiken O. (1999). Muscle control in elite alpine skiing. *Med Sci Sports Exerc* 31, 1065–1067.
- Bompa, T.O. (1999). *Periodization: Theory and methodology of training* (4th ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bompa, T.O., & Buzzichelli, C. (2015). *Periodization – Training for sports* (3rd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bosco, C., Cotelli, F., Bonomi, R. *et al.* Seasonal fluctuations of selected physiological characteristics of elite alpine skiers. *Europ. J. Appl. Physiol.* 69, 71–74 (1994). <https://doi.org/10.1007/BF00867930>
- Bottinelli, R., & Reggiani, C. (2000). Human skeletal muscle fibres: molecular and functional diversity. *Progress in biophysics and molecular biology*, 73(2-4), 195–262. [https://doi.org/10.1016/s0079-6107\(00\)00006-7](https://doi.org/10.1016/s0079-6107(00)00006-7)



- Brachman, A., Kamieniarz, A., Michalska, J., Pawłowski, M., Słomka, K. J., & Juras, G. (2017). Balance Training Programs in Athletes - a Systematic Review. *Journal of human kinetics*, 58, 45–64. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0088>
- Bressel, E., Yonker, J. C., Kras, J., & Heath, E. M. (2007). Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of athletic training*, 42(1), 42–46.
- BTS Bioengineering. *BTS G-Sensor2 Hardware Manual*; BTS S.p.A.: Milan, Italy, 2018.
- Çamlıgüney, A. F., Ramazanoğlu, N., Erkut, A. O., Yılmaz, S., & Uzun, S., (2012). The Effects of Intensive Ski Training on Postural Balance of Athletes. *International Journal of Humanities and Social Science* , vol.2, no.2, 71-79.
- Cigrovski, V., Franjko, I., Rupčić, T., Baković, M., & Matković, B. (2016). Correlation between balance, specific alpine skiing knowledge and situational efficiency in alpine skiing. *Acta Kinesiologica*, 10 Suppl., (1), 66–70.
- Čillík, I., & Rázusová, Z. (2014). Influence of a specialized training program on the changes in the level of balance abilities in 8–10 year old alpine skiers. *Acta Gymnica*, 44(1), 15–22.
- Cohen, B. H. (2008). *Explaining Psychological Statistics* (3rd edition). Wiley & Sons.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Davlin C. D. (2004). Dynamic balance in high level athletes. *Perceptual and motor skills*, 98(3 Pt 2), 1171–1176. <https://doi.org/10.2466/pms.98.3c.1171-1176>
- Epuran M., (1992). *Metodologia cercetării activităților corporale*, Editura ANEFS, București, pg.239
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage.
- Firlus, W. (2018). Effects of skiing training on selected parameters of postural balance among students of The Opole University of Technology. *Journal of Physical Education & Health*, 2018, vol. 7 (11), 39-49
- Gagea A., (2010). *Tratat de cercetare științifică în educație fizică și sport*. Editura Discobolul, București.
- Gilgien, M., Reid, R., Raschner, C., Supej, M., & Holmberg, H.-C. (2018). The Training of Olympic Alpine Ski Racers. *Frontiers in Physiology*, 9, 1772. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01772>
- Gonaus, C., & Müller, E. (2012). Using physiological data to predict future career progression in 14-

- to 17-year-old Austrian soccer academy players. *Journal of Sports Sciences*, 30(15), 1673–1682. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.713980>
- Grosu, E. F. (2009). *Psihomotricitate*. Colecția “Psihomotricitate”. ISBN 978 - 973 -88283 - 6-0. Copyright Editura G.M.I., Cluj-Napoca.
- Harre, D. (1982). *Principles of sports training: Introduction to theory and methods of training*. Berlin: Sportverlag.
- Haymes, E. M., & Dickinson, A. L. (1980). Characteristics of elite male and female ski racers. *Medicine and science in sports and exercise*, 12(3), 153–158.
- Hébert-Losier, K., Supej, M., & Holmberg, H.-C. (2014). Biomechanical Factors Influencing the Performance of Elite Alpine Ski Racers. *Sports Medicine*, 44(4), 519–533. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0132-z>
- Hewett, T. E., Lindenfeld, T. N., Riccobene, J. V., & Noyes, F. R. (1999). The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *The American journal of sports medicine*, 27(6), 699–706. <https://doi.org/10.1177/03635465990270060301>
- Howe, J. (1983). *Skiing Mechanics*. Laporte, CO: Poudre.
- Hyden, J. R., Volek, J. S., Maresh, C. M., Comstock, B. A., & Kraemer, W. J. (2013). Review of Strength and Conditioning for Alpine Ski Racing: *Strength and Conditioning Journal*, 35(1), 10–28. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31828238be>
- International Sports Federations. (2022, June 7). International Olympic Committee. <https://olympics.com/ioc/international-ski-federation>
- Supej, M., & Ogrin, J. (2019). Transmissibility of whole-body vibrations and injury risk in alpine skiing. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22, S71–S77. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.02.005>
- Klous, M., Müller, E., & Schwameder, H. (2010). Collecting kinematic data on a ski/snowboard track with panning, tilting, and zooming cameras: is there sufficient accuracy for a biomechanical analysis?. *Journal of sports sciences*, 28(12), 1345–1353. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.507253>
- Kornexl, E., Muller, E., Raschner, C., & Schwameder, H. (Eds.). (2003, September 2). *Science and Skiing*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1604/9780203476178>
- Kümmel, J., Kramer, A., Giboin, L. S., & Gruber, M. (2016). Specificity of Balance Training in Healthy Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland,*

- N.Z.), 46(9), 1261–1271. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0515-z>
- Krawczyk-Suszek, M., Martowska, B., & Sapuła, R. (2022). Analysis of the Stability of the Body in a Standing Position When Shooting at a Stationary Target-A Randomized Controlled Trial. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(1), 368. <https://doi.org/10.3390/s22010368>
- LeMaster, R. (2010). *Ultimate skiing*. Champaign: Human Kinetics.
- Levene, H. (1960). Robust tests for equality of variances. *Contributions to probability and statistics: Essays in honor of Harold Hotelling*, 2, 278-292.
- Lind, D. and Sanders, S.P. (1997). *The Physics of Skiing*. New York: Woodbury.
- Maffioletti, N. A., Impellizzeri, F., Rampinini, E., Bizzini, M., & Mognoni, P. (2006). Letter to the Editors - Is Aerobic Power Really Critical for Success in Alpine Skiing? *International Journal of Sports Medicine*, 27(2), 166–167. <https://doi.org/10.1055/s-2006-923854>
- Mahieu, N. N., Witvrouw, E., Van de Voorde, D., Michilsens, D., Arbyn, V., & Van den Broecke, W. (2006). Improving strength and postural control in young skiers: whole-body vibration versus equivalent resistance training. *Journal of athletic training*, 41(3), 286–293.
- Male, B., Franjko, I., & Kuna, D. (2013). Relations of Biomotor Structures and Performance of Technical Elements of Alpine Skiing in Croatian Ski Instructors. *Coll. Antropol.*, 6.
- Ferguson, R. A. (2010). Limitations to performance during alpine skiing: Limitations to performance during alpine skiing. *Experimental Physiology*, 95(3), 404–410. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2009.047563>
- Malliou, P., Amoutzas, K., Theodosiou, A., Gioftsidou, A., Mantis, K., Pylaniadis, T., & Kioumourtoglou, E. (2004). Proprioceptive training for learning downhill skiing. *Perceptual and motor skills*, 99(1), 149–154. <https://doi.org/10.2466/pms.99.1.149-154>
- Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., Kirkendall, D. T., & Garrett, W., Jr (2005). Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *The American journal of sports medicine*, 33(7), 1003–1010. <https://doi.org/10.1177/0363546504272261>
- Matveyev, L. (1981). *Fundamentals of sport training*. Moscow: Progress.
- Müller, E., & Schwameder, H. (2003). Biomechanical aspects of new techniques in alpine skiing and ski-jumping. *Journal of Sports Sciences*, 21(9), 679–692. <https://doi.org/10.1080/0264041031000140284>

- Müller, E., Gimpl, M., Kirchner, S., Kröll, J., Jahnel, R., Niebauer, J., Niederseer, D., & Scheiber, P. (2011). Salzburg Skiing for the Elderly Study: influence of alpine skiing on aerobic capacity, strength, power, and balance. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, *21 Suppl 1*, 9–22. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01337.x>
- Myer, G. D., Ford, K. R., Brent, J. L., & Hewett, T. E. (2006). The effects of plyometric vs. dynamic stabilization and balance training on power, balance, and landing force in female athletes. *Journal of strength and conditioning research*, *20*(2), 345–353. <https://doi.org/10.1519/R-17955.1>.
- Nakazato, K., Scheiber, P., & Müller, E. (2011). A Comparison of Ground Reaction Forces Determined by Portable Force-Plate and Pressure-Insole Systems in Alpine Skiing. *Journal of Sports Science & Medicine*, *10*(4), 754–762. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761512/>
- Nashner, L.M. *Practical biomechanics and physiology of balance*. In: Jacobson GP, Newman CW, Kartush JM, editors. Handbook of balance function testing. San Diego (CA): Singular Publishing Group, 1997: 261-79
- Noé, F., Amarantini, D., & Paillard, T. (2009). How experienced alpine-skiers cope with restrictions of ankle degrees-of-freedom when wearing ski-boots in postural exercises. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, *19*(2), 341–346. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.09.003>
- Nygaard, E., Andersen, P., Nilsson, P. *et al.* Glycogen depletion pattern and lactate accumulation in leg muscles during recreational downhill skiing. *Europ. J. Appl. Physiol.* **38**, 261–269 (1978). <https://doi.org/10.1007/BF00423108>
- Pallant, J. (2016). *SPSS Survival Manual: A Step By Step Guide to Data Analysis Using SPSS Program (6th ed.)*. London, UK: McGraw-Hill Education.
- Patterson, C., Raschner, C., & Platzer, H.-P. (2009). Power Variables and Bilateral Force Differences During Unloaded and Loaded Squat Jumps in High Performance Alpine Ski Racers: *Journal of Strength and Conditioning Research*, *23*(3), 779–787. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a2d7b3>
- Platzer, H.-P., Raschner, C., Patterson, C., & Lembert, S. (2009). Comparison of Physical Characteristics and Performance Among Elite Snowboarders. *Journal of Strength and*

- Conditioning Research*, 23(5), 1427–1432. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181aa1d9f>
- Plisk, S. (1988). Physiological training for competitive alpine skiing. *Natl Strength Cond Ass J*; 10: 30-33
- Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The proprioceptive senses: Their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological Reviews*, 92, 1651–1697.
- Raschner, C., Müller, L., Patterson, C., Platzer, H. P., Ebenbichler, C., Luchner, R., Lember, S., & Hildebrandt, C. (2013). Current performance testing trends in junior and elite Austrian alpine ski, snowboard and ski cross racers. *Sport-Orthopädie - Sport-Traumatologie - Sports Orthopaedics and Traumatology*, 29(3), 193–202. <https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2013.07.016>
- Raschner, C., Platzer, H.-P., Patterson, C., Werner, I., Huber, R., & Hildebrandt, C. (2012). The relationship between ACL injuries and physical fitness in young competitive ski racers: A 10-year longitudinal study. *British Journal of Sports Medicine*, 46(15), 1065–1071. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091050>
- Reid, R. (2010). *A kinematic and kinetic study of alpine skiing technique in slalom* (PhD 879 dissertation). Norwegian School of Sport Sciences.
- Ricotti, L. (2011). Static and dynamic balance in young athletes. *Journal of Human Sport and Exercise*, 6(4), 616–628. <https://doi.org/10.4100/jhse.2011.64.05>
- Ropret, R. (2016). LIMITING FACTORS FOR THE SUCCESS IN ALPINE SKIING. *Facta universitatis. Series physical education and sport*, 167-176.
- Schoenhuber, H., Panzeri, A., & Porcelli, S. (Eds.). (2018). Alpine Skiing Injuries. *Sports and Traumatology*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61355-0>
- Słomka, K. J., Pawłowski, M., Michalska, J., Kamieniarz, A., Brachman, A., & Juras, G. (2018). Effects of 8-Week Complex Balance Training in Young Alpine Skiers: A Pilot Study. *BioMed Research International*, 2018, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2018/6804534>
- Spörri, J., Kröll, J., Schwameder, H., & Müller, E. (2012). Turn Characteristics of a Top World Class Athlete in Giant Slalom: A Case Study Assessing Current Performance Prediction Concepts. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 7(4), 647–659. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.7.4.647>
- Sports Science & Performance - For Professionals | TANITA Europe*. (n.d.). Retrieved from <https://tanita.eu/>

- Stöggl, T., Kröll, J., Helmberger, R., Cudrigh, M., & Müller, E. (2018). Acute Effects of an Ergometer-Based Dryland Alpine Skiing Specific High Intensity Interval Training. *Frontiers in Physiology, 9*, 1485. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01485>
- Supej, M., & Holmberg, H. C. (2019). Recent Kinematic and Kinetic Advances in Olympic Alpine Skiing: Pyeongchang and Beyond. *Frontiers in physiology, 10*, 111. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00111>
- Supej, M., Spörri, J., & Holmberg, H.-C. (2020). Methodological and Practical Considerations Associated With Assessment of Alpine Skiing Performance Using Global Navigation Satellite Systems. *Frontiers in Sports and Active Living, 1*, 74. <https://doi.org/10.3389/fspor.2019.00074>
- Szmedra, L., Im, J., Nioka, S., Chance, B., & Rundell, K. W. (2001). Hemoglobin/myoglobin oxygen desaturation during Alpine skiing. *Medicine and science in sports and exercise, 33*(2), 232–236. <https://doi.org/10.1097/00005768-200102000-00010>
- Tecnobody SRL. (2015). Iso-Free / Iso-Lift / Iso-Shift - Clinical Manual.
- Tesch, P., Larsson, L., Eriksson, A., & Karlsson, J. (1978). Muscle glycogen depletion and lactate concentration during downhill skiing. *Medicine and science in sports, 10*(2), 85–90.
- Thorstensson, A., Larsson, L., Tesch, P., & Karlsson, J. (1977). Muscle strength and fiber composition in athletes and sedentary men. *Medicine and science in sports, 9*(1), 26–30.
- Turnbull, J. R., Kilding, A. E., & Keogh, J. W. L. (2009). Physiology of alpine skiing: Physiology and alpine skiing: a review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 19*(2), 146–155. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00901.x>
- Vaverka, F., Vodickova, S., & Elfmark, M. (2012). Kinetic Analysis of Ski Turns Based on Measured Ground Reaction Forces. *Journal of Applied Biomechanics, 28*(1), 41–47. <https://doi.org/10.1123/jab.28.1.41>
- Veicsteinas, A., Ferretti, G., Margonato, V., Rosa, G., & Tagliabue, D. (1984). *Energy cost of and energy sources for alpine skiing in top athletes. 4.*
- Vitale, J. A., La Torre, A., Banfi, G., & Bonato, M. (2018). Effects of an 8-Week Body-Weight Neuromuscular Training on Dynamic Balance and Vertical Jump Performances in Elite Junior Skiing Athletes: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Strength and Conditioning Research, 32*(4), 911–920. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002478>
- Volgemute, K., Krauksta, D. & Žermēna, V. (2016). VISUALIZATION EXERCISES IN ALPINE

SKIERS TRAINING PROCESS. *LASE JOURNAL OF SPORT SCIENCE*.

Zatsiorsky, V., & Kraemer, W. (2006). *Science and practice of strength training (2nd ed.)*. Champaign, IL: Human Kinetics.

Zazulak, B. T., Hewett, T. E., Reeves, N. P., Goldberg, B., & Cholewicki, J. (2007). Deficits in Neuromuscular Control of the Trunk Predict Knee Injury Risk: Prospective Biomechanical-Epidemiologic Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(7), 1123– 1130. <https://doi.org/10.1177/0363546507301585>