

ȘCOALA DOCTORALĂ INTERDISCIPLINARĂ

Facultatea de Educație Fizică și Sporturi Montane

Drd. Iulia Găinariu

Dezvoltarea capacității de efort a alergătorilor montani prin intermediul tehnologiei noninvazive și invazive de actualitate

Developing mountain runners effort capacity through invasive and noninvasive modern technologies

REZUMAT

Conducător științific

Prof. Univ. Dr. Răzvan Sandu Enoiu

BRAȘOV, 2023

Teza respectă indicațiile metodologice specifice domeniului de doctorat, fiind structurată pe trei părți. Prima parte a lucrării tratează fundamentarea teoretică a acesteia, pe baza referințelor bibliografice identificate și studiate. În cea de a doua parte a tezei este abordată cercetarea preliminară, fiind prezentate premisele, obiectivele, scopul, sarcinile și ipotezele cercetării preliminare. Partea a treia a tezei conține demersul metodologic al cercetării finale, pornind de la premisele, obiectivele, scopul, sarcinile și ipotezele acesteia. Bateria de probe de control utilizată în cercetare este structurată pe două categorii, incluzând probe de evaluare noninvazive și probe pentru evaluare invazivă.

În introducere s-a abordat descrierea disciplinei atletism și a probei de alergare montană. S-a observat că atletismul reprezintă una dintre cele mai vechi discipline olimpice, disciplină sportivă menționată încă din antichitate, care se bucură de o mare spectaculozitate și atractivitate, prin particularitățile specifice probelor sale. Alergările de lungă distanță au evoluat de la cele clasice (10.000m , maraton) la cele moderne, precum alergările de lungă distanță pe soșea, alergările montane sau chiar ultraalergarea. Alergarea montană, cu toate că este o disciplină relativ tânără, se bucură de o mare popularitate, atât în rândul atleților consacrați, cât și în cel al sportivilor amatori. Primul Campionat Național de alergare montană organizat de Federația Română de Atletism a fost la Piatra Arsă, Munții Bucegi, în anul 2008. Atleții nefiind consacrați pe această probă, s-a permis participarea atleților din toate probele, cu condiția ca aceștia să fie legitimați la un club sportiv afiliat la Federația Română de Atletism. La prima ediție a Campionatelor Naționale de Alergare Montană au participat 76 de atleți, competiția având o evoluție favorabilă, deoarece numărul acestora a crescut semnificativ ulterior. În prezent, cursele de alergare montană din România sunt numeroase, bucurându-se de un public generos cu interes pentru mișcare, sport în aer liber, munte și natură. România reușește să obțină rezultate internaționale la competiții de renume și chiar deține o medalie de aur la Campionatele Mondiale de Alergare Montană de lungă distanță din Argentina și trei medalii de bronz obținute de echipa națională a fetelor la Campionatul Mondial de Alergare Montană de lungă distanță din Italia 2017, Polonia 2018 și respectiv Argentina 2019.

Dezvoltarea continuă a probei de alergare montană pe plan internațional, lipsa specialiștilor în domeniu la nivel național dar și performanțele notabile ale României la această disciplină, impune inițierea unui studiu preliminar prin intermediul căruia să se evidențieze influențele pe care o corectă abordare și dirijare a pregătirii sportive, corelată cu un studiu medical fezabil al indicatorilor fiziologici, cardiologici, biochimici și neuromotori, pot avea asupra performanței sportive.

Premisele acestei cercetării constau în identificarea și selectarea unui set de teste noninvazive și invazive și implicit aplicarea acestora asupra lotului de subiecți. Din aceste considerente, lotul de subiecți abordat în cercetarea preliminară constă în atleți de înaltă performanță de sex masculin aflați la vârsta senioratului, cu rezultate deosebite la nivel

național și internațional. Fiind abordată vârsta senioratului, aportul cercetării constă în îmbunătățirea continuă a performanțelor sportive prin intermediul dirijării optime a antrenamentelor sportive în funcție de parametrii biochimici, cardiologici, biochimici și neuromotori obținuți.

Saltul calitativ privind această cercetare constă în introducerea în pregătirea sportivă a atleților consacrați a unui set de teste noninvazive și invazive care să reflecte starea de sănătate a atleților, statusul biochimic al organismului și dinamica funcționării marilor sisteme: cardiologic, renal sau neurologic, aceasta fiind o abordare puțin utilizată pe plan național și cu atât mai puțin pentru alergătorii montani.

Un alt aspect important este cunoașterea multidimensională a subiecților cercetării, deoarece aspecte precum: vârsta, nivelul de pregătire fizică, capacitatea de concentrare, tehnica însușită, îndemânarea dar și rezistența fizică generală și psihică sunt elemente cheie care dictează performențele sportive ce ar putea fi atinse.

În ceea ce privește stadiul actual al pregătirii la vârsta senioratului, următoarele caracteristici de bază sunt deosebit de importante:

- perfecționarea perpetuă a tehnicii de alergare montană, cu îmbunătățirea tehnicii de coborâre și facilitarea procesului de respirație în timpul urcărilor;
- perfecționarea biomecanicii alergării pe plat cu scopul de a crește viteza pe porțiunile fără diferență de nivel din cadrul competițiilor de specialitate;
- utilizarea mijloacelor moderne pentru înregistrarea parametrilor efortului fizic;
- utilizarea tehnologiei noninvazive și invazive corelată cu antrenamentul sportiv în scopul creșterii performanței sportive;
- motivarea atleților și menținerea atitudinii de seriozitate atât pentru desfășurarea cercetării preliminare, cât și pentru dezvoltarea carierei lor sportive și obținerea de performanțe superioare la competițiile de specialitate.

Cea mai importantă componentă a acestei cercetări este efectuarea de teste noninvazive și invazive pe subiecții cercetării, orientarea programului de antrenament în strânsă colaborare cu antrenorul lor pe baza datelor obținute și participarea la competițiile de specialitate unde se poate certifica cu exactitate dacă performanța subiecților crește.

O mare parte din tehnologia invazivă și noninvazivă abordată în această cercetare are o largă aplicabilitate medicală, fiind utilizată pentru screeningul și diagnosticul a multiple afecțiuni. Integrarea acestora în proba de alergare montană se presupune a fi o abordare nouă care poate aduce informații deosebit de importante despre starea generală a atleților și maximiza performanțele sportive ale acestora pe plan național și internațional.

Pentru realizarea obiectivelor și sarcinilor probei de alergare montană, antrenamentul necesită o corectă periodizare și planificare fundamentate pe baza unor principii științifice bine stabilite. Din aceste considerente, această lucrare de doctorat dorește să evidențieze importanța metodologiei antrenamentului sportiv de specialitate susținut de teste invazive și noninvazive medicale și nonmedicale, cu scopul creșterii performanței sportive. Pe plan

național, toate testele invazive și noninvazive folosite în cercetarea de față se folosesc la scară largă pentru investigarea stării de sănătate a pacienților ce ajung în instituțiile medicale, totuși, acestea nu s-au folosit niciodată grupate, pentru a cuprinde o serie cât mai complexă de parametri ce pot releva nivelul real de pregătire al atleților de performanță și prezice prin calcule precise performanțele ce pot fi atinse de către aceștia. Pentru parcurgerea tuturor etapelor acestei cercetări, s-au studiat o serie de publicații de specialitate în vederea fundamentării solide a temei abordate. În urma tuturor studiilor abordate, toate informațiile cu caracter valoros pentru cercetarea de față au fost prelevate și interpretate cu scopul de a crea o fundamentare teoretică coerentă în specificul lucrării, de a stabili o strategie de realizare și aplicare a cercetării preliminare și pentru a desfășura eficient și precis experimentul final.

În ceea ce privește antrenamentul de alergare montană, stabilirea obiectivelor principale se face în funcție de mai mulți factori. Printre acești factori, în cazul sportivilor consacrați, cei mai importanți sunt păstrarea unei poziții în echipa lotului național, calificarea și participarea la competiții internaționale, obținerea de locuri pe podium la competiții și implicit, menținerea contractelor de colaborare cu clubul sportiv angajator și cu sponsorii. Pentru a putea realiza aceste obiective, pregătirea fizică specifică trebuie să prezinte elemente cheie precum rezistență în regim de viteză sau forță în regim de rezistență. Sportivii de înaltă performanță dețin o considerabilă îndemânare a procedurilor tehnice specifice probelor la care participă, dețin abilități tactice, au o pregătire psihologică continuă și suficientă, se interesează în mod constant de propria sănătate participând la controalele medicale periodice și abordează o pregătire teoretică continuă cu scopul de a lărgi baza de cunoștințe teoretice despre fundamentele fiziologice, anatomice și biochimice ale organismului uman în raport cu antrenamentul sportiv. În perioada de pregătire a probei de alergare montană, timp de 1-3 luni, se educă rezistența oxidativă prin intermediul exercițiilor cu intensitate moderată, precum alergările pe distanțe mari în ritm ușor-moderat. Dezvoltând rezistența aerobă, sportivii beneficiază de o serie de avantaje cardiorespiratorii, precum creșterea capacității maxime aerobe ($VO_2\max$) sau musculoscheletale, creșterea cantității de fibre musculare tip I și a rezistenței musculare. Aceste adaptări din perioada pregătitoare au ca scop creșterea rezistenței aerobe ca răspuns la încărcătura de antrenament efectuată. În perioada pregătitoare specifică se educă rezistența în regim de viteză și forța în regim de rezistență prin intermediul exercițiilor specifice probei de alergare montană. Perioada competițională se referă la participarea în cadrul competițiilor de specialitate setate drept obiectiv, etapă care are ca scop pe lângă îndeplinirea obiectivelor propuse, să întrețină forța, rezistența și viteza dobândite în etapele anterioare. Perioada de tranziție este o perioadă de relaxare, activ-pasivă, în care se pot efectua sporturi complementare pentru menținerea activă a tonusului muscular, cu condiția ca acestea să fie practicate în scop recreativ. Pentru a asigura atingerea obiectivelor propuse în cadrul sezonului competițional, este necesar un plan de antrenament eficient conceput, un antrenor cu experiență și un sportiv motivat.

Totuşi, pentru a putea maximiza şi eficientiza tot procesul de antrenament, o bună strategie cunoscută atât de sportivi, cât şi de întreaga sa echipă de monitorizare şi suport este deosebit de importantă. Principalele mijloace de pregătire specifică în alergarea montană sunt: alergarea în rampă, alergarea în pantă şi alergarea pe teren accidentat. În cadrul perioadei pregătitoare, antrenorul trebuie să integreze pe lângă alergările clasice fără diferenţă de nivel, alergări specifice probei de alergare montană. Astfel, antrenorul şi sportivul vor avea de monitorizat pe lângă parametrii clasici ai alergărilor: distanţă, viteză şi durată, inclusiv elevaţia.

Elevaţia reprezintă diferenţa de nivel pozitivă pe care sportivii o acumulează la antrenamentele specifice de alergare montană, când alergarea se desfăşoară pe teren accidentat, în zone muntoase sau de dealuri. Perfecţionarea acestor tehnici este deosebit de importantă, deoarece terenul accidentat din proba de alergare montană creează un avantaj major pentru sportivii care deţin o tehnică foarte bună de urcare şi coborâre. Capacitatea de rezistenţă a alergătorilor montani este determinată de diferite aspecte esenţiale, precum sistemul pulmonar, puterea aerobă, debitul cardiac, capacitatea de transport a oxigenului, muşchii scheletici, densitatea mitocondrială şi capilară, pragul lactic şi economia mişcării.

Consecinţa faptului că debitul cardiac creşte intens în timpul activităţilor fizice maxime, este micşorarea timpului de saturare a sângelui cu oxigen, motiv pentru care apare desaturarea oxigenului şi limitarea performanţei sportive. Aceste limitări similare pot fi observate inclusiv în cadrul antrenamentelor desfăşurate la altitudini moderate. Datorită schimbului de gaze limitat, această limitare produce o scădere a valorii VO_2 max. Puterea aerobă este reprezentată de viteza maximă cu care O_2 este preluat şi utilizat de organism în timpul exerciţiilor fizice maxime, fiind privit de către mulţi autori un element cheie pentru reuşita în sporturile de rezistenţă. Ca răspuns la efortul aerob de lungă durată din proba de alergare montană, alergătorii montani tind să aibă un procent mai mare de fibre musculare de tip I, fibre ce se caracterizează printr-o capacitate oxidativă superioară celor de tip II, prezentând de asemenea şi un număr mai mare de capilare care înconjoară aceste fibre. Efortul fizic stimulează biogeneza mitocondrială a musculaturii scheletice, motiv pentru care densitatea mitocondrială va creşte. De asemenea, enzimele mitocondriale vor creşte la rândul lor rezistenţa la efort printr-un mecanism complex care scade producţia de lactat şi favorizează oxidarea grăsimilor, economisind astfel glucoza şi glicogenul muscular.

Fundamentarea teoretică a lucrării s-a axat pe conspectarea aspectelor fiziologice şi biochimice principale implicate în efortul fizic intens. Astfel, având în vedere faptul că fiziologia umană se ocupă cu studiul factorilor de origine fizică sau chimică, responsabili de geneza, dezvoltarea şi evoluţia vieţii, deoarece fiecare fiinţă umană este o entitate cu totul unică, cu caracteristici complet individuale, scopul acesteia a fost de a explica aceste caracteristici şi mecanismele specifice care definesc organismul uman în esenţa acestuia. Totuşi, fiziologia umană se ocupă de studiul tuturor acestor parametri în condiţii obişnuite de viaţă, studiile fiind făcute din prisma metabolismului bazal şi al efortului normal. În ceea ce priveşte efortul fizic intens, mulţi dintre aceşti parametri sunt intens modificaţi, organismul uman dobândind

mecanisme cu totul perfectibile pentru a face față modificărilor care apar. Efortul fizic intens reprezintă un stres extrem la adresa organismului uman. Se consideră că eforturile fizice extreme continue pot fi letale. Aşadar, ştiinţa care se ocupă de studiul modificărilor ce apar în efortul fizic intens, este fiziologia efortului. Aceasta studiază limitele maxime la care anumite mecanisme şi caracteristici ale corpului uman pot fi împinse. Spre exemplu, diferenţa de metabolism corporal între un bărbat sedentar şi unul antrenat în proba de maraton, este cu până la 2000% în plus, în favoarea celui antrenat, pe când în febră, metabolismul corporal creşte cu doar maxim 100%. Abordate în studiul de faţă, au fost aspectele legate de compartimentul locomotor, de funcţia respiratorie, de funcţia cardiacă şi renală.

Compartimentul locomotor face referire la totalitatea structurilor, mecanismelor şi funcţiilor care au ca produs final locomoţia. Printre structurile anatomice deosebit de importante, amintim următoarele: oasele, articulaţiile şi muşchii striaţi. Cele mai importante calităţi ale materialului din care este structurat osul sunt posibilitatea de remodelare osoasă şi structura puternică, uşor flexibilă. Recuperarea după o accidentare este posibilă tocmai datorită faptului că osul este alcătuit din celule specializate şi din fibre de proteine, fiind un ţesut viu şi mobil, care se află în permanentă distrugere şi regenerare. Matricea organică a osului este alcătuită din 90-95% fibre de colagen şi 5% substanţă fundamentală. Articulaţiile sunt reprezentate de locul în care două oase vin în contact, adică locul unde se îmbină. În urma clasificării lor, acestea sunt de mai multe tipuri, cele mai importante fiind articulaţiile sinoviale. Acestea deţin cel mai mare grad de flexibilitate, fiind reprezentate de o articulaţie complexă formată din capsulă articulară, membrană sinovială şi lichid sinovial. Un procent de aproximativ 40% din masa corporală este destinat musculaturii scheletice. Muşchiul scheletic deţine o serie de caracteristici şi proprietăţi specifice, iar contracţia muşchiului scheletic este un mecanism deosebit de important. Muşchiul striat este alcătuit dintr-o multitudine de fibre musculare, iar la rândul lor, fibrele musculare sunt alcătuite dintr-o multitudine de subunităţi succesive progresiv diminuate în volum. Majoritatea muşchilor scheletici au fibrele musculare întinse pe aproape întreaga lungime a muşchiului, iar fibrele musculare sunt generic inervate de o terminaţie nervoasă unică localizată în porţiunea centrală a fibrei. Unul dintre factorii esenţiali care condiţionează reuşita competiţională este performanţa muşchilor scheletici. Performanţa muşchilor scheletici poate fi clasificată prin forţa pe care o produc; puterea la care pot ajunge în timpul efortului fizic şi durata. Rezistenţa este un parametru al efortului foarte important în sporturile de anduranţă. Acest parametru depinde în cea mai mare parte de suportul nutritiv al muşchiului: glicogen şi carbohidraţii din dietă. O persoană cu o dietă bogată în carbohidraţi, stochează în muşchi o cantitate mai mare de glicogen. Sistemele metabolice ale muşchiului scheletic în condiţii de efortului fizic intens sunt: Sistemul fosfo-creatină; Sistemul glicogen-acid lactic şi Sistemul aerob. Important pentru studiul de faţă şi relevant, este sistemul aerob. Acesta reprezintă oxidarea principiilor alimentare la nivel mitocondrial, având ca finalitate producerea de energie. Sistemul aerob produce energie nelimitat, spre deosebire de celelalte două sisteme energetice, cu condiţia să existe rezerve

nutritive. În efortul de durată de aproximativ 4-5 ore asemănător curselor de alergare montană de lungă distanță, rezervele de glicogen sunt aproximativ complet consumate, iar utilitatea acestora în contracția musculară este nesemnificativă. De aceea, suplimentarea prin soluții glucidice folosite de sportiv în timpul efortului de anduranță acoperă aproximativ 30-40% din necesarul energetic al efortului fizic, necesar energetic susținut prin intermediul glucozei sanguine și al glicogenului muscular. Respirația este un proces fiziologic, fundamental prin intermediul căruia organismele realizează schimbul de gaze respiratorii: O_2 și CO_2 cu mediul înconjurător.

Fiziologia respirației studiază schimbul de gaze respiratorii și mecanismele de producere a acestui schimb. În sportul de rezistență, eficiența funcției respiratorii este deosebit de importantă pentru obținerea performanțelor sportive superioare. Relația dintre consumul de O_2 și ventilația pulmonară totală este o relație de tip liniar, care crește de 20 de ori în intervalul creat între starea de repaus și efortul de intensitate maximă. Capacitatea respiratorie maximală crește cu aproximativ 50% mai mult decât ventilația pulmonară în timpul efectuării de efort maximal, fiind un element de siguranță și de maximizare a performanțelor sportive, deoarece asigură un surplus de ventilație ce poate fi util în condiții de efort fizic la temperaturi crescute, la altitudini crescute sau de anomalii ale Sistemului Respirator. VO_{2max} reprezintă rata consumului de O_2 în condiții de metabolism aerob maximal, fiind un parametru asupra căruia antrenamentul sportiv are efect direct. VO_{2max} -ul unui maratonist este cu 45% mai mare față de o persoană neantrenată, fapt condiționat de asemenea inclusiv genetic. În timpul efortului, necesarul de O_2 poate depăși de 20 ori valoarea normală. Deoarece debitul cardiac crește, durata circulației sângelui prin capilarul pulmonar scade sub jumătate și cu toate acestea, sângele rămâne saturat cu O_2 în proporție de aproape 100%. Valoarea pO_2 din Hb sanguină este de 15-40 mmHg și asigură schimbul automat al O_2 către țesuturi. Transportul O_2 se face legat de hemoglobină în proporție de 97% și restul dizolvat fizic în H_2O din plasmă și hematii.

La altitudine, diferența de presiune atmosferică este semnificativă spre deosebire de cea de la nivelul mării. Presiunea atmosferică la altitudine scade deoarece, la propriu, deasupra se află mai puțină atmosferă. Scăderea presiunii atmosferice vine cu o serie de consecințe, precum scăderea temperaturii mediului ambiental sau alte modificări la nivelul organismului uman. Printre aceste modificări sunt identificate creșterea presiunii arteriale pulmonare, dimensiunii cordului drept, al numărului de hematii și al hematocritul. Hipoxia este un prim semn care apare la altitudine, iar în funcție de adaptarea fiecărui organism la noile condiții, aceasta putând declanșa la rândul ei apariția altor simptome. Scăderea capacității musculare este unul din efectele adverse ale hipoxiei, iar instalarea depresiei poate surveni de asemenea.

Inima este organul principal al aparatului cardiovascular. Alcătuirea anatomică specifică a cordului asigură buna funcționare a circulației sângelui și a limfei în organism. Fără această funcție, distribuirea oxigenului și a substanțelor nutritive celulelor din organism sau

colectarea produşilor de excreţie nu ar putea fi posibilă. Activitatea electrică a inimii constă în generarea de potenţiale de acţiune, funcţionând ca generator cardiac de impulsuri (pacemaker). Musculatura ventriculilor şi a atriilor se poate contracta spontan datorită sistemul excitoconductor al miocardului. Ciclul cardiac reprezintă suma unei sistole şi a unei diastole. La un ritm de 75 bătăi/minut ciclul cardiac durează 0,8 secunde. Ciclul cardiac este însoţit de manifestări acustice precum zgomotul sistolic şi diastolic; electrice, reprezentate de variaţiile biocurenţilor de depolarizare şi repolarizare a miocardului ce pot fi înregistrate sub forma electrocardiogramei (ECG) şi mecanice, reprezentate de pulsul arterial.

Rinichii au rol esenţial în menţinerea homeostaziei organismului, îndeplinind multiple roluri, precum: reglarea echilibrului hidric şi electrolitic; excreţia produşilor finali de metabolism sau a unor substanţe exogene; reglează osmolaritatea; reglează presiunea arterială; menţin echilibrul acido-bazic; secretă şi excretă hormoni etc. Reglarea hidrică participă la menţinerea homeostaziei organismului prin realizarea unui echilibru între aportul şi excreţia de H_2O şi electroliţi. În cazul în care pentru o anumită substanţă aportul este mai mare decât eliminarea, acea substanţă se va acumula putând determina dezechilibre severe în organism. O suplimentare a unor anumiţi electroliţi determină rinichii să crească excreţia aceluşi produs până la atingerea echilibrului. Totalitatea substanţelor chimice exogene, a medicamentelor şi a produşilor finali de metabolism se excretă prin intermediul rinichilor. Urina se formează prin intermediul filtrării glomerulare. Membrana glomerulară este formată din trei straturi reprezentate de endoteliul capilar, membrana bazală şi un strat unicelular de podocite (celule epiteliale). Această structură alcătuieşte bariera de filtrare fiind deosebită de membranele altor capilare prin faptul că aceasta conţine trei straturi şi nu două. Aceasta are permeabilitate crescută pentru H_2O şi solvaţi, dar este în mod normal impermeabilă pentru proteine. Fenestraţiile de la nivelul endoteliului capilar conţin sarcini electrice negative care se opun pasajului proteinelor plasmatiche. La nivelul membranei bazale există o reţea de collagen şi proteoglicani care permit filtrarea unei cantităţi crescute de H_2O iar existenţa porilor, spaţii între podocite, reprezintă o a treia barieră pentru filtratul glomerular datorită încărcării cu sarcini electrice negative. Datorită proceselor de reabsorbţie şi excreţie din tubul contort proximal, Ansa Henle, tubul contort distal sau tubii colectori, rata de excreţie urinară este formată din rata de filtrare împreună cu rata de secreţie, din care se scade rata de produşi reabsorbiţi. Iniţial, se formează filtratul primar care constă în trecerea unei cantităţi mari de lichid prin capsula Bowman spre tubul contort proximal. În urina primară sunt filtrate aproape integral toate substanţele din plasmă, cu excepţia proteinelor. În urma proceselor de secreţie şi reabsorbţie, compoziţia filtratului se va modifica rezultând apoi urina finală, cea care va fi în final eliminată.

Al doilea aspect studiat în cercetarea de faţă a fost legat de procesele biochimice implicate în menţinerea homeostaziei organismelor sportivilor de performanţă. Biochimia este o disciplină ce studiază totalitatea substanţelor chimice care participă la formarea organismului uman şi care întreţin procesele de biosinteză şi degradare a acestora. Pentru ca

aceste mecanisme să existe și să funcționeze, au nevoie de numeroși compuși de natură organică sau anorganică. Acești compuși îndeplinesc roluri distincte, precum participarea la materialul necesar supraviețurii sau al proceselor pentru asigurarea energiei metabolice. Prin cunoașterea structurii și proprietății substanțelor chimice organice, putem astfel înțelege mai bine reacțiile metabolice la nivelul organismului uman și influența echilibrul acestora în avantajul nostru. Apa din organismul uman este în procent de aproximativ 43-75%. Apa are un rol complex datorită structurii sale, proprietățile ei deosebite determinând intensitatea unor procese metabolice. Necesarul zilnic de apă al unui adult este în medie de 30 ml/kg corp, fiind influențat în mod direct de factori externi, precum efortul fizic, temperatura ambientală sau diverse stări patologice. Sportivii de performanță practicanți ai sportului de duranță prezintă un consum lichidian intens. Pentru a menține un raport optim, acești sportivi trebuie să echilibreze foarte bine cantitatea de lichide ingerate cu cele eliminate, deoarece hidratarea excesivă nu va avea un rol benefic în procesul de hidratare, ci dimpotrivă, poate duce la hiponatremie de efort care va scădea implicit performanțele sportive. Așadar, important este ca substanțele ingerate să fie în cantități limitate, în raport cu necesitățile organismului și al gradului de efort. pH-ul este exponentul de hidrogen și este definit matematic ca fiind logaritm zecimal cu semn schimbat al concentrației ionilor de H^+ . Astfel, prin pH putem exprima alcalinitatea sau aciditatea unui mediu. Perturbarea echilibrului acido-bazic indus de efort și acumularea de potasiu extracelular provoacă oboseală. Exercițiile fizice în condiții hipoxice pot spori modificările induse de exerciții ale acestor doi factori în comparație cu exercițiile fizice în condiții de normoxie. În condiții de hipoxie, concentrația lactatului din sânge crește semnificativ. De asemenea, concentrațiile ionilor de bicarbonat și pH-ul din sânge în timpul perioadelor de efort și post-exercițiu sunt semnificativ mai mici în condiții de normoxie. Reglarea echilibrului acido-bazic se face prin două mecanisme fiziologice: sistemele tampon fiziologice care acționează în termen foarte scurt, dar care au o capacitate limitată de concentrațiile diferiților compuși din sânge și reglarea fiziologică, inițial pulmonară, apoi renală, ce are un mecanism de declanșare mai lent, dar cu o eficiență superioară. Dezechilibrele acido-bazice apar prin modificarea pH-ului din sânge și au patru forme de manifestare:

- Acidoza metabolică presupune acumularea de acizi în exces sau a pierderii drastice de baze. Aceasta poate fi regăsită în cazul eforturilor intense de scurtă durată sub forma acidozei lactice sau în cazul unui efort muscular intens tipic sportivilor.
- Acidoza respiratorie constă în scăderea pH-ului prin scăderea eliminării de CO_2 . În cazul sportivilor poate apărea în cazul oboselii excesive datorate efortului de lungă durată prin abolirea mișcărilor cutiei toracice.
- Alcaloza metabolică este rară și se datorează unui exces de bicarbonați sau în cazul unei pierderi masive de ioni de hidrogen. Poate fi întâlnită în cazul sportivilor ce au depus eforturi prea intense care au determinat episoade prelungite de vărsături.

- Alcaloza respiratorie survine datorită scăderii $p\text{CO}_2$, survenind în caz de hiperventilație sau stări de anxietate precum febra de start sau factorul psihologic puțin antrenat.

Sărurile minerale nu reprezintă o sursă de energie pentru organism, însă ele constituie 4% din greutatea corpului fiind indispensabile efortului fizic. Organismul uman necesită un aport zilnic de săruri minerale prin intermediul alimentației, deoarece acestea sunt eliminate zilnic, în special prin urină. Acestea au roluri deosebit de importante în organism, printre care:

- Participarea la procesele de morfogeneză ale țesutului osos, țesutului conjunctiv, cartilajinos etc.;
- Inhibitori sau activatori ai anumitor reacții enzimatic;
- Participă la formarea sistemelor tampon fiziologice;
- Mențin starea fizico-chimică a coloizilor din organism și a presiunii coloid osmotice;
- Intră în compoziția unor efectori chimici precum iodul în sinteza hormonilor tiroidieni etc.

O alimentație echilibrată și atent concepută asigură necesarul zilnic de elemente minerale. De aceea, cunoașterea rolurilor acestora și a surselor alimentare este o informație extrem de valoroasă ce asigură aportul necesar esențial pentru o bună funcționare a organismului sportivilor și obținerea performanțelor propuse în cadrul planului anual de pregătire.

Un aspect biochimic important studiat în cercetarea de față este metabolismul glucidic, proteic și lipidic. Metabolismul este ansamblul tuturor transformărilor chimice care au loc în organismul viu, de la nivel de celulă, la țesut și organ. Cele două procese esențiale ale metabolismului sunt: producerea de energie, respectiv, producerea de ATP și sinteza de macromolecule necesare organismului, respectiv consumul de ATP. Practic, toate reacțiile care eliberează energie sunt reacții de degradare, procesul fiind numit catabolism, iar reacțiile ce consumă energie, sunt reacții de biosinteză, participând astfel la procesul de anabolism. Eliberarea de energie prin intermediul reacțiilor catabolice se desfășoară prin degradarea moleculelor, provenite din alimentație sau din rezervele organismului, în molecule și mai mici, care pot fi utilizate în mod direct în reacțiile biochimice. Etapa mitocondrială a producerii de energie are loc doar în celulele prevăzute cu mitocondrii, intens vascularizate, ca spre exemplu fibra musculară striată, deoarece, mitocondria deține rolul fundamental în metabolismul energetic. La nivelul acesteia, intermediarii metabolici sunt degradați până la molecula numită acetil-CoA (acetil coezima A). Prin intermediul lanțului respirator mitocondrial și al Ciclului Krebs, rezultă energie, Hidrogen sub formă de apă și carbon eliminat sub formă de CO_2 . Mitocondriile regenerează peste 90 % din necesarul de ATP. Metabolismul glucidelor începe cu digestia și absorbția intestinală, rolul principal în acest proces fiind al ficatului. Digestia glucidelor începe în cavitatea bucală, sub acțiunea alfa-amilazei și continuă la nivelul stomacului, unde este stopată datorită acidității gastrice. Procesul continuă la nivelul

duodenului sub acţiunea alfa amilazei pancreatice, glucidele fiind hidrolizate până la stadiul de monoglucide, care apoi sunt absorbite în circulaţie din intestin. Lipidele sunt substanţe puternic hidrofobe şi insolubile în apă, de aceea, acestea nu pot fi transportate în circulaţie sub formă liberă. Cantitatea de lipide consumată zilnic variază între 60 g şi 100g pe zi. Despecificarea acestor constituenţi alimentari până la compuşi absorbabili de tipul acizilor graşi liberi (AGL), glicerol, monogliceride şi colesterol liber, are loc la mai multe niveluri de-a lungul tubului digestiv sub acţiunea lipazelor (enzime hidrolitice care facilitează dezesterificarea lipidelor). Proteinele au o valoare energetică de 4 kcal/mol şi reprezintă 10-15% din aportul caloric necesar organismului pentru menţinerea unei diete sănătoase şi echilibrate. Digestia proteinelor începe în stomac sub acţiunea acidului gastric şi al pepsinogenului. La nivelul intestinului, procesul de digestie continuă sub acţiunea enzimelor din sucul pancreatic, mai precis chimotripsina, tripsina şi elastaza. Finalitatea acestui proces de digestie este despecificarea proteinelor până la aminoacizi. Antrenamentul de rezistenţă stimulează recircularea proteinelor din întregul corp prin procesele de sinteză şi degradare, deşi încă nu se cunoaşte exact dacă acest lucru se traduce printr-o oxidare netă crescută a proteinelor sau o necesitate nutritivă de proteine. Muşchiul scheletic este consumatorul principal de energie în timpul exerciţiilor fizice, iar oxidarea aminoacizilor cu lanţ ramificat (BCAA) este crescută de mai multe ori, sugerând o cerinţă crescută de combustibil.

Cercetarea preliminară prezintă obiective care vizează două direcţii principale: utilizarea unui sistem complex de tehnici noninvazive şi invazive prin intermediul cărora să se optimizeze pregătirea fizică a alergătorilor montani seniori şi analiza parametrilor de specialitate şi controlul eficient al mijloacelor de antrenament pentru determinarea unui model de screening optim probei de alergare montană. Scopul cercetării preliminare este reprezentat de studiul tehnicilor moderne invazive şi noninvazive şi aplicarea acestora în corelaţie cu antrenamentul sportiv, cu scopul dirijării superioare a pregătirii fizice, obţinerii de rezultate superioare la competiţiile de specialitate şi realizării unui model optim şi eficient de screening al performanţei sportive la alergătorii montani seniori. Astfel, presupunem că prin intermediul utilizării tehnicilor invazive şi noninvazive, putem selecta o categorie de probe care să evalueze subiecţii din punct de vedere fizic, funcţional, biochimic, cardiologic şi cognitiv cu scopul de a dezvolta un mijloc eficient de monitorizare şi intervenţie care să crească performanţele sportive ale acestora şi de asemenea; presupunem că prin intermediul utilizării tehnicilor invazive şi noninvazive selectate, se poate crea un protocol de screening şi monitorizare individuală a subiecţilor cercetării, cu scopul de a preveni principalele afecţiuni care pot fi provocate pe baza nivelului crescut de stres pe care sportul de performanţă îl exercită asupra organismului acestora.

Cercetarea preliminară a constat în testarea lotului naţional de alergare montană pe parcursul anului 2021. Subiecţii implicaţi în cercetare sunt o parte din componenţii lotului naţional masculin de alergare montană din perioada 2020 -2021 şi rezervele acestora, cu vârsta de peste 20 de ani. Cercetarea preliminară a constat în testarea iniţială la incipitul

perioadei cercetării preliminare cu rolul de a determina nivelul inițial de performanță al subiecților și testarea finală, la sfârșitul cercetării preliminare cu scopul de a evidenția evoluția parametrilor studiați, în situația în care aceasta a existat. În perioada mijlocie a cercetării preliminare, respectiv pregătirea specifică, precompetițională și competițională a planului anual de pregătire, au fost efectuate două macrocicluri de pregătire concepute de către antrenorul subiecților conform indicațiilor noastre medicale, prin intermediul cărora s-a putut interpreta eficiența tehnicilor invazive și noninvazive aplicate în cercetare. Probele sportive s-au desfășurat în cadrul competițiilor naționale de alergare montană organizate la Câmpulung Moldovenesc de către Federația Română de Atletism, pe când testările invazive și noninvazive s-au desfășurat la Institutul Național de Cercetare pentru Sport din București, la laboratoarele private de analiză biochimică a sângelui și la cabinetul privat de cardiologie. Prin intermediul metodei experimentului științific s-a putut realiza succesiunea evenimentelor propuse pentru realizarea cercetării.

Din punct de vedere practic, experimentul științific a constatat în aplicarea unei testări inițiale și finale, fiecare dintre acestea compusă dintr-un grup de testări specifice și atent selecționate. Prin intermediul acestor teste s-a putut aprecia calitatea metodei de antrenament și eficacitatea metodelor de monitorizare asupra statusului fiziologic, biochimic și cognitiv al atleților. Toate probele utilizate în cercetarea preliminară sunt teste larg folosite de către societatea medicală pentru efectuarea de investigații cu scop preventiv sau de diagnostic și teste sportive desfășurate conform regulamentului în vigoare al Asociației Internaționale al Federațiilor de Atletism. Practic, testarea inițială a avut loc la începutul programului experimental al cercetării preliminare iar testarea finală a avut loc după ultima probă sportivă, pentru a putea aprecia dinamica performanței sportive individuale și de grup a subiecților aflați în cercetare. Metoda măsurătorilor prin teste de control a cuprins: evaluarea fizică (proba sportivă specifică de alergare montană de scurtă distanță și proba sportivă pentru determinarea valorilor $VO_2\max$); evaluarea cardiologică care a constat din efectuarea electrocardiograamei și a ecografiei cardiace; testarea biochimică a urinei, a sângelui capilar prin metoda MicroAstrup; analiza hematologică a sângelui; determinarea concentrației de lactat și evaluarea cognitivă prin intermediul Neurotracker.

În cadrul experimentului preliminar au fost investigate mai multe categorii de parametrii, clasificați pe grupe, după cum urmează:

- a. Parametrii specifici antrenamentului sportiv: Viteză, Volum și Elevație;
- b. Parametrii medicali grupați în două subcategorii:
 - b.1. Parametrii obținuți prin metode noninvazive: ECG, ECO, $VO_2\max$, Neurotracker, Sumar de urină;
 - b.2. Parametrii obținuți prin metode invazive: Astrup, Hematologie, Concentrație de lactat;

Cercetarea a vizat rezultatele obținute în urma aplicării metodelor de investigație asupra subiecților din proba de alergare montană, din punctul de vedere al parametrilor selectați în cadrul experimentului preliminar. Discuțiile privind interpretarea datelor medicale

constă în faptul că strângerea de informații medicale în urma testelor efectuate devine un proces facil atunci când între clinician, sportiv și antrenor se stabilește o relație strânsă de comunicare. Cu toate acestea, pentru a putea interpreta și oferi opinii medicale, clinicianul trebuie să aibă o pregătire medicală specifică și un minim de informații, pe care să aibă capacitatea să le interconecteze între ele, cu scopul de a stabili un diagnostic și o metodă de tratament. Cu toate că în general sportivii de performanță sunt persoane sănătoase, prevenția este extrem de importantă în cazul lor, deoarece, în lipsa acesteia, stresul intens produs de efort poate declanșa afecțiuni care nu doar să afecteze performanța sportivă a acestora, ci și să le pună viața în pericol. Din aceste considerente, Societatea Americană de Cardiologie recomandă spre exemplu să se efectueze cel puțin anual teste cardiologice la sportivii de performanță. În plus, Academia Americană a Medicilor de Familie recomandă să se ia în considerare ECG, ECO și trimiterea la un cardiolog pentru pacienții sportivi de performanță care prezintă istoric cardiac anormal sau constatări anormale la examinarea fizică, fie o combinație a acestora. Prevenția primară are ca scop intervenția înainte de apariția leziunii sau a bolii prin intermediul unor programe de screening, ca spre exemplu programe neuromusculare pentru prevenirea leziunilor la genunchi; prevenirea secundară se concentrează pe intervenția imediat după ce a apărut o leziune sau boală, făcând referire la tratamentul precoce cu scopul de încetini boala; iar prevenția terțiară se concentrează pe îmbunătățirea rezultatelor pentru cei cu leziuni sau boli pe termen lung (de exemplu, osteoartrita la genunchi sau gleznă dezvoltată la foștii sportivi de înaltă performanță cu vârste peste medie). De multe ori, în ciuda eforturilor de a preveni accidentările, această situație devine inevitabilă pentru orice atlet la un moment dat. Două treimi dintre sportivii de performanță din disciplina atletism suferă cel puțin o accidentare în timpul unui sezon competițional și aproape toți sportivii s-au accidentat cel puțin o dată în timpul anilor de practică sportivă. O accidentare are consecințe directe negative asupra antrenamentului sportiv și a participării la competiții, reducând capacitatea de a performa optim. În timpul evenimentelor sportive majore, s-a constatat că sportivii prezintă un risc crescut de infecții simptomatice cauzate în special de viruși din populația generală. Simptomele sunt de obicei ușoare și autolimitante, motiv pentru care mulți dintre acești sportivi concurează în timp ce au o infecție virală respiratorie. Cu toate acestea, printre cele mai comune afecțiuni asociate cu antrenamentul sportiv și competițiile de anduranță, exceptând infecțiile de tract respirator, se numără leziunile neuromusculare ale tendoanelor și oaselor, deshidratarea, leziunile renale acute, problemele gastrointestinale, rabdomioliza, leziunile epiteliale, leziunile cardiovasculare, modificări ale funcției hepatice și colapsul asociat exercițiului fizic deosebit de intens. Principalele zone predispuse la accidentări sunt extremitățile inferioare, majoritatea având loc în timpul antrenamentului. Într-un studiu efectuat pe atleți, cea mai des întâlnită accidentare a avut ca simptom crampa musculară, cauza principală fiind suprasolicitarea. Având în vedere faptul că practica sporturilor de anduranță devine din ce în ce mai populară, trebuie luat în considerare faptul că acestea pot provoca injurii sau chiar efecte adverse

majore. Pe lângă mult cunoscutele efecte benefice ale practicării sporturilor de anduranță pe termen lung asupra sănătății, în special pentru sistemul cardiovascular, pulmonar și musculo-scheletar, trebuie luate în calcul și principalele afecțiuni apărute la acești alergători precum: tendinopatia achileană, fasciita plantară, tendinopatia patelară, fractura tiabială de stres, tendinopatia ischiogambierilor sau Sindromul bandei iliotibiale. Principalele tulburări ale homeostaziei identificate prin intermediul tehnicilor noninvazive constau în proteinurie și modificări pe traseul ECG, pe când tulburările homeostaziei identificate prin intermediul tehnicilor invazive constau în tulburărilor concentrației potasiului, magneziului, calciului; acidoza cu gap anionic și acidoza respiratorie. Concluziile formulate în urma cercetării preliminare constau în faptul că utilizarea tehnologiei medicale moderne, precum a analizorului automat de gaze din sânge Radiometer, a analizatorului hematologic Medonic M-Series, a analizatorului de lactat Lactate Pro-2 este o procedură ușoară și eficientă, care oferă valori reale ale celor mai semnificativi parametrii biochimici. Utilizarea acestor mijloace au ca scop oferirea unei imagini de ansamblu asupra statusului biochimic al organismului fiecărui sportiv și care, la rândul lor, oferă oportunitatea de a modifica programul de antrenament în funcție de valorile identificate. În ciuda faptului că această tehnologie ar putea fi costisitoare și necesită o persoană pregătită din punct de vedere medical pentru a efectua testele și pentru a le interpreta, ele reprezintă fără îndoială cea mai semnificativă contribuție care poate fi adusă pentru îmbunătățirea rezultatelor sportive, a stării de sănătate a sportivilor și pentru a preveni principalele injurii care pot apărea în practicarea sportului de înaltă performanță. Efectuarea Testului T Pereche a demonstrat că rezultatele obținute în cadrul testării finale sunt semnificative din punct de vedere statistic, spre deosebire de cele obținute în cadrul celei inițiale, concluzia fiind că subiecții și-au îmbunătățit rezultatele pe parcursul planului anual de pregătire obținând performanțele sportive superioare. Datorită intervenției cercetătorilor și a strânsei colaborări cu antrenorul acestora, rezultatele înregistrate în cadrul tuturor probelor au fost superioare în testarea finală comparativ cu cea inițială, această afirmație fiind confirmată de valorile înregistrate în cadrul Tf pentru principalii parametrii: VO_2max , LDH, CPK, SpO_2 , proteinuria, Neurotracker și cel mai important, durata de finalizarea a probei sportive din Tf. Electrocardiograma a surprins o activitate electrică a inimii normală, cu o adaptare superioară a miocardului la condiții de efort iar ecografia de repaus a evidențiat toți parametrii inimii în limite normale, cu o minimă hipertrofie de ventricul stâng pentru toți sportivii. Această HVS nu reprezintă altceva decât adaptarea miocardului la efort datorită creșterii în grosime a peretelui ventricular stâng, implicit a capacității de excito-conducere și a forței de pompare. Antrenamentul cu Neurotracker demonstrează că abilitățile perceptual-cognitive sunt perfect antrenabile și poate îmbunătăți performanța sportivă prin dezvoltarea atenției și a capacității de concentrare.

În cercetarea experimentală finală, s-a pornit de la premisa că procesul de pregătire al alergătorilor montani poate fi optimizat prin intermediul raportării la rezultatele obținute prin aplicarea tehnicilor noninvazive și invazive de cercetare selectate, cu scopul de a crește

performanţele sportive în sezonul competiţional 2022. Aplicarea timpurie şi corectă a unor categorii de tehnici noninvazive şi invazive permite corectarea dezechilibrelor hidro-electrolitice şi a acidozei lactice, corectarea carenţelor vitaminice şi efectuarea de efort fizic controlat cu scopul prevenţiei principalelor afecţiuni sportive ce pot apărea. Astfel, o a doua premisă importantă a cercetării este faptul că intervenţia promptă în programul de pregătire al subiecţilor pe baza protocolului stabilit, menţinerea unei foarte bune comunicări cu antrenorul acestora şi efectuarea periodică de teste noninvazive şi invazive, determină în mod automat creşterea performanţelor sportive ale acestora prin simplul fapt că subiecţii nu ajung să se accidenteze sau să prezinte carenţe drastice care să le afecteze pregătirea sportivă. Obiectivul principal al cercetării experimentale finale este reprezentat de utilizarea tehnicilor noninvazive şi invazive pentru dezvoltarea potenţialului fizic al alergătorilor montani şi de identificare a unui protocol de intervenţie pentru reglarea principalelor dezechilibre ale homeostaziei organismului sportivilor iar scopul cercetării este reprezentat de confirmarea eficienţei metodelor de cercetare utilizate în cercetarea experimentală preliminară, reaplicarea acestora şi evidenţierea rezultatelor. Ipotezele cercetării experimentale finale sunt reprezentate de ideea că prin utilizarea unui set de teste medicale invazive şi noninvazive în pregătirea alergătorilor montani, se poate determina obţinerea de performanţe sportive superioare concretizate în rezultate favorabile la competiţiile de specialitate, realizând astfel un protocol eficient de screening al performanţei sportive şi de asemenea, că prin utilizarea testelor invazive şi noninvazive selectate şi aplicate în procesul de pregătire sportivă, precum şi prin utilizarea acestui protocol de screening în cadrul programelor experimentale de antrenament, presupunem că vom obţine creşterea performanţelor sportive, valori superioare ale indicilor fizici, biochimici, cardiologici şi cognitivi cu scopul de a monitoriza, evalua şi atinge potenţialului maxim al subiecţilor aflaţi în cercetare. Cercetarea finală a fost iniţiată în luna aprilie 2022 şi s-a încheiat în luna octombrie 2022. Subiecţii implicaţi în cercetare sunt identici cu subiecţii implicaţi în cercetarea experimentală preliminară, toţi cei 7 subiecţi fiind supuşi tuturor probelor selectate, datele prelevate fiind interpretate în scopul confirmării ipotezelor cercetării finale. În cercetarea experimentală finală metoda experimentului ştiinţific a constat în aplicarea testelor selectate pe lotul de subiecţi. Rezultatele obţinute au fost utile pentru realizarea unui protocol de screening eficient care a putut dirija şi orienta planul de pregătire al subiecţilor din sezonul competiţional 2022, astfel încât obiectivele propuse să fie atinse.

Experimentul ştiinţific final s-a desfăşurat în 3 etape:

- Ti — reprezentată de participarea subiecţilor la prima etapă a Campionatului Naţional de Alergare Montană de scurtă distanţă şi selecţia pentru CEAMLD din cadrul unei competiţii de alergare montană de lungă distanţă.
- Tint — reprezentată de simularea PSSD în cadrul cantonamentului de pregătire din centrul naţional Piatra Arsă şi participarea subiecţilor calificaţi la CEAMLD
- Tf — reprezentată de etapa finală a Campionatului Naţional de alergare montană de scurtă distanţă şi a Campionatului Naţional de alergare montană de lungă distanţă.

Metoda măsurătorilor prin teste de control din cercetarea experimentală finală a evaluat suplimentar comparativ cu cercetarea experimentală preliminară la evaluarea fizică, testarea sportivă prin intermediul probei de alergare montană de lungă distanță; testarea prin intermediul pulsoximetriei și metoda chestionarului în care s-a evaluat opiniile specialiștilor din domeniul atletismului privind importanța tehnicilor medicale noninvazive și invazive privind eficiența screeningului asupra stării de sănătate a atleților și a monitorizării performanțelor sportive ale acestora. Chestionarul este compus din 30 de întrebări a câte patru variante de răspuns fiecare, exceptând întrebarea numărul 1, care se referă la naționalitatea pe care persoane care completează chestionarul o deține. Pentru a exista răspunsuri obiective, completarea chestionarului a fost anonimă iar singurele date personale cerute au fost naționalitatea și vârsta. Chestionarul a fost formulat atât în limba română cât și în limba engleză fiind aplicat antrenorilor prin intermediul platformei SURVIO. Rezultatele înregistrate la toate categoriile de teste efectuate au fost analizate și interpretate (fiecare subiect a fost analizat din punct de vedere individual, asupra fiecărui subiect s-a intervenit în mod individual), iar în urma acestora s-au putut elabora concluziile finale și protocoalele de screening ale sănătății sportivilor și de intervenție în antrenamentul sportiv .

Principalele intervenții la nivelul sportivilor din lotul de cercetare sunt reprezentate de suplimentarea cu complexe de vitamine; consumul zilnic suplimentar de băuturi izotonice pentru prevenirea deshidratării și a dezechilibrelor de cauză acidă în urma efortului susținut; creșterea parametrului specific în alergarea montană, și anume elevația; pentru creșterea volumului de efort, s-au recomandat antrenamentele complementare de bicicletă în detrimentul efortului specific (alergarea); utilizarea de micronutrienți, coenzima Q-10 și L-carnitină pentru susținerea metabolismului energetic; utilizarea de enzime din drojdie de bere pentru a ajuta refacerea sportivă și reducerea valorilor CPK iar pentru a susține funcția creierului și a celulelor nervoase, s-a recomandat un preparat pe bază de B12 sub formă de fiole buvabile, utilizate timp de două săptămâni înainte de competițiile obiectiv.

În ceea ce privește analiza individuală a subiecților, s-a constatat că post efort există variații ale echilibrul electrolitic; sumarele de urină efectuate au surprins proteinurie; refacere respiratorie necorespunzătoare; relație de invers proporționalitate între $VO_2\max$ și poziția ocupată în clasamentul general al competițiilor de specialitate și s-au decelat de asemenea modificări singulare în ceea ce privește anumite enzime precum: TGO, TGP, CPK, LDH etc. ca răspuns la efortul fizic intens.

Prin utilizarea tehnicilor noninvazive și invazive, au fost identificate principalele dezechilibre ale organismelor sportivilor, pe baza cărora am realizat o serie de protocoale de intervenție pentru reechilibrarea echilibrului homeostazic al acestora. Utilizarea acestor protocoale este simplă, urmărirea strictă a indicațiilor din cadrul acestora de către antrenor fiind o etapă extrem de importantă pentru obținerea rezultatelor așteptate. În situația în care antrenorul aplică protocolul specific pentru dezechilibrul identificat și respectă cu strictețe etapele indicate, însă rezultatele nu sunt favorabile, o afecțiune complementară poate fi

prezentă motiv pentru care cea mai bună indicație este vizita la un medic sportiv specialist sau de medicină de familie. De asemenea, recomandăm aplicarea acestor protocoale inclusiv în cazul altor discipline sportive, ai căror sportivi prezintă indici biochimici, cardiologici și funcționali modificați față de valorile fiziologice. S-au realizat astfel protocoale de screening pentru: monitorizarea și creșterea valorilor $VO_2\max$; de testare cardiologică și interpretare a datelor obținute; de diagnostic de laborator nespecific asociat infecțiilor; de diagnostic și tratament al principalelor anemii; de interpretare, tratament și screening al principalelor dezechilibre biochimice întâlnite la alergătorii montani; de calcul, evaluare și screening al ratei concentrației de lactat și de screening, interpretare și diagnostic al principalelor afecțiuni renale.

În ceea ce privește concluziile experimentului final, s-a constatat că un $VO_2\max$ superior nu determină în mod automat obținerea unei poziții superioare în clasamentul general al unei competiții de alergare montană, motiv pentru care se poate afirma că o serie de alți factori sunt determinanți pentru obținerea unui astfel de rezultat, precum pregătirea fizică, îndemânarea, suplețea sau atitudinea psihică în raport cu competiția. De asemenea, la altitudine se reduce pragul aerob maximal al atleților motiv pentru care determinarea valorilor $VO_2\max$ va fi mai mică comparativ cu valorile obținute la șes. În al doilea rând, s-a observat că SpO_2 scade în condiții de efort indiferent de zona în care este aplicată testarea: șes sau altitudine. Efectele hipoxiei asupra SpO_2 determină scăderea concentrației de O_2 de la nivel tisular la altitudine atât în condiții bazale, cât și de efort sau după refacere activă. După 15 minute de repaus activ, valorile SpO_2 revin la valori fiziologice indiferent de presiunea atmosferică. Totuși, fiecare organism este unic, motiv pentru care răspunsul la hipoxie diferă de la un individ la altul. În al treilea rând, nu s-au putut găsi corelații între producerea de lactat la altitudine comparativ cu șesul și de asemenea, s-a observat că altitudinea nu determină în cadrul efortului aerob maximal o rată mai mică de refacere a concentrației de lactat. De asemenea, rata de refacere a lactatului este doar un alt parametru care contribuie la creșterea performanțelor sportive, deoarece în cadrul acestei cercetări, s-a observat că o rată de refacere a lactatului mai bună condiționează atingerea unei performanțe superioare în competiția de specialitate. Nu în ultimul rând, s-a observat că o serie de valori au fost superioare în cadrul testării finale, motiv pentru care se poate concluziona că pentru a înregistra performanțe sportive superioare, efectuarea unui cantonament de pregătire la altitudine bine gândit și utilizarea tehnologiei sportive moderne duce la îndeplinirea obiectivului principal al alergătorilor montani.

Unul din principalele elemente de originalitate ale acestei cercetări, îl reprezintă introducerea unui set de teste noninvazive și invazive cu caracter de screening al performanței sportive și al stării de sănătate al subiecților, cu scopul maximizării performanțelor sportive și al prevenției accidentărilor. Originalitatea propriu-zisă a acestei lucrări o reprezintă intervenția în programul de pregătire al lotului de subiecți și utilizarea tehnologiei medicale noninvazive și invazive în proba de alergare montană din disciplina

atletism, cu scopul de a atinge scopul și obiectivele cercetării. Intervenția în cadrul programelor de pregătire s-a realizat prin strânsă colaborare cu antrenorul lotului de subiecți prin implicarea unei echipe multidisciplinare de specialiști în domeniul științei sportului și domeniul medical. Aceștia au prelevat și analizat informații și probe recoltate de la subiecții cercetării, prin intermediul aparaturii medicale de specialitate, precum Medonic M-series sau ABL Radiometer; aparaturii sportive de specialitate: Cosmed K5, Neurotracker, Garmin și a testelor sportive specifice probei de alergare montană: proba de scurtă și de lungă distanță. Analizând rezultatele obținute de către subiecții cercetării, printre care locul X în clasamentul general individual al Campionatului European de alergare montană de lungă distanță (CEAMLD) de către subiectul A1 sau locul IV cu echipa României la Campionatul Mondial de alergare montană de lungă distanță din Thailanda, considerăm că intervenția în cadrul programului de pregătire al subiecților a fost un element de noutate pentru proba de alergare montană de la nivel național. De asemenea, din totalitatea studiilor identificate cu privire la alergarea montană, nu s-a găsit nici unul care să privească această probă a atletismului dintr-un unghi atât de complex. Astfel, acest studiu conține o mulțime de elemente de noutate, de la noutatea probei în sine, la testarea medicală multidisciplinară corelată cu analiza performanței sportive.

Cercetarea desfășurată în cadrul experimentului pentru dezvoltarea capacității de efort a alergătorilor montani prin intermediul tehnologiei noninvazive și invazive de actualitate s-a concretizat prin realizarea și publicarea a trei articole științifice indexate în fluxul internațional.

În ceea ce privește limitele cercetării, s-a observat că deși totalitatea metodelor noninvazive și invazive utilizate în cadrul cercetării reprezintă mijloace moderne, utile și relevante pentru investigarea parametrilor utilizați în scopul dezvoltării capacității de efort a alergătorilor montani seniori; totuși, aceste tehnici necesită un echipament special care nu doar că poate fi costisitor, dar necesită inclusiv personal specializat care să poată analiza datele, să formuleze un diagnostic și să ofere recomandări. În urma chestionarului intitulat "Chestionar privind importanța tehnicilor medicale în evaluarea sportivilor de performanță" aplicat la nivel național și internațional, marea majoritate a specialiștilor din domeniu aplică aceste teste în general o singură dată pe an, motiv pentru care această atitudine în sine reprezintă o limitare a creșterii performanțelor sportive. Probele de alergare montană au un regulament stabilit de către IAAF destul de maleabil, în ceea ce privește aspectele tehnice ale traseului de alergare, atât a celui de scurtă, cât și a celui de lungă distanță. Din acest motiv, elevația poate să varieze de la o probă la alta, și de multe ori chiar și distanța. Chiar și în condițiile în care două probe de alergare montană ar avea exact aceeași distanță și elevație, specificul terenului tot le-ar distinge una de alta. Din acest considerent, pentru a măsura performanțele sportive ale subiecților, singurele modalități posibile sunt de a evalua poziția obținută în clasamentul general sau timpul obținut în cadrul unei competiții identice pe care o repetă. Pentru a putea interpreta o serie de parametrii medicali, este nevoie de o largă serie de cunoștințe în acest domeniu. Totuși, evaluarea trebuie raportată la caracteristicile

sportivilor de înaltă performanță, motiv pentru care trebuie să se acorde deosebită atenție modificărilor patologice de cele benigne regăsite în mod fiziologic la această categorie de subiecți. Personalul medical necesită astfel, atât cunoștințe în domeniul medical cât și sportiv, pentru a putea înțelege efortul fizic depus de către subiecți și a trata modificările survenite în raport cu acestea. Luând în considerare valoarea sportivă crescută a subiecților din lotul selecționat pentru experimentul pedagogic, o altă limită a cercetării este reprezentată de faptul că recomandările din această lucrare se adresează strict doar subiecților cu performanțe asemănătoare. Numărul redus al sportivilor de performanță de la nivel național din această disciplină a influențat selecționarea numerică redusă a subiecților cercetării, aceasta constituind o altă limită a cercetării. Costurile pentru efectuarea investigațiilor medicale și utilizarea aparaturii de ultimă generație utilizate în această lucrare științifică sunt semnificative, motiv pentru care aspectul financiar este o importantă limită a cercetării.

Contribuțiile personale ale autoarei lucrării sunt reprezentate de introducerea unui set de teste noninvazive și invazive cu caracter de screening al performanței sportive și al stării de sănătate al subiecților, cu scopul maximizării performanțelor sportive și al prevenției accidentărilor. Originalitatea propriu-zisă a acestei lucrări o reprezintă intervenția în programul de pregătire al lotului de subiecți și utilizarea tehnologiei medicale noninvazive și invazive în proba de alergare montană, cu scopul de a atinge dezideratele și obiectivele propuse în cercetare. Rezultatele cercetării au fost valorificate prin implementarea în practică a programului experimental de intervenție la nivelul componentelor lotului național de seniori de alergare montană. Analizând rezultatele obținute de către subiecții cercetării, printre care locul 10 în clasamentul general individual al CEAMLD obținut de subiectul A1 sau locul IV cu echipa României la Campionatul Mondial de alergare montană de lungă distanță din Thailanda, considerăm că intervenția în cadrul programului de pregătire al subiecților a fost un element de noutate favorizant pentru proba de alergare montană la nivel național.



Universitatea
Transilvania
din Braşov