

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

**INDIVIDUALIZAREA
ANTRENAMENTELOR ÎN BOX:
IMPACTUL TEHNOLOGIEI MODERNE**

Rezumatul tezei de doctorat

**Conducător de doctorat:
PROF. UNIV. DR. IACOB HANȚIU**

**Student-doctorand:
ARNĂUTU GABRIEL - COSTEL**

2022

Cuprins

Lista figurilor.....	V
Lista tabelelor.....	VIII
Lista abrevierilor.....	XI
Introducere.....	1
Importanța și actualitatea temei.....	3
Elemente de noutate și originalitate.....	4
Partea I. Stadiul cunoașterii cu privire la tema de cercetare.....	5
Capitolul 1. Particularitățile vârstei adolescenței.....	6
Capitolul 2. Antrenamentul sportiv.....	9
2.1. Selecția sportivilor.....	10
2.2. Periodizarea antrenamentului sportiv.....	17
2.3. Individualizarea antrenamentului sportiv.....	21
2.4. Corelarea pregătirii cu cerințele ramurii de sport.....	23
2.5. Biomecanica în box.....	24
2.5.1 Musculatura implicată în box.....	28
Capitolul 3. Modelul boxerului de performanță.....	32
3.1. Profilul somato-funcțional al boxerului.....	32
3.1.1 Somatotipul boxerilor.....	34
3.1.2 Ergogeneza efortului în box.....	36
3.1.3 Indicii de forță și putere din box.....	44
3.1.4 Compoziția corporală și consumul caloric.....	46
3.2. Profilul tehnic al boxerului.....	49
Capitolul 4. Mijloace tehnologice în sport.....	52
Capitolul 5. Concluzii referitoare la revizuirea literaturii de specialitate.....	55
Partea a II-a. Efectele antrenamentului combinat la boxerii juniori - Studiul pilot.....	59
Capitolul 6. Efectele antrenamentului combinat la boxerii juniori.....	60
6.1. Introducere.....	60
6.2. Subiecți și metode.....	61
6.3. Rezultate.....	66
6.4. Discuții.....	75
6.5. Concluzii studiu pilot.....	77
Partea a III-a.....	78
Cercetări personale cu privire la individualizarea antrenamentului la boxerii juniori.....	78

Capitolul 7. Studiul I. Utilizarea mijloacelor tehnologice în antrenamentul individualizat la boxeri.....	79
7.1 Introducere.....	79
7.2 Subiecți și metode.....	80
7.3 Rezultatele obținute.....	93
7.4 Discuții.....	109
7.5 Concluzii.....	115
Capitolul 8. Studiul II. Dezvoltarea unui sistem de monitorizare a antrenamentului în box.....	117
8.1 Introducere.....	117
8.2 Subiecți și metode.....	119
8.3 Rezultatele înregistrate.....	125
8.4 Discuții.....	138
8.5 Concluzii.....	143
Capitolul 9. Concluzii finale și direcții viitoare de cercetare.....	145
Bibliografie.....	148
Anexe.....	169

Cuvinte cheie: box, juniori, individualizare, feedback vizual, antrenament respirator, dispozitive tehnologice

Introducere

Sportul cu mănuși poate fi considerat la fel de vechi ca omenirea. Pornind de la primele dovezi din 2500 î. Hr., trecând la greci, care au creat o formă de arte marțiale mixte numită pancrațiu, mai târziu la primele reguli ale Marchizului de Queensbury și până în zilele noastre, boxul a fost mereu urmărit cu atenție (AIBA, 2011; Hickey, 1980). Scopul acestei discipline sportive este să lovești adversarul fără ca acesta să te atingă în zonele de contact permise de regulament (Hickey, 1980).

Boxul a apărut ca eveniment olimpic pentru prima dată în anul 688 î.Hr., la cea de-a 23-a ediție a Jocurilor Olimpice Antice, cu toate acestea, dovezi ale practicării acestei discipline au fost încă din mileniul trei înaintea erei noastre în Mesopotamia (Collins, 2020). Alte dovezi au fost descoperite, în aceeași perioadă, în Egiptul Antic, pe basoreliefurile vechilor edificii fiind reprezentați doi sportivi dezbrăcați care disputau o luptă în cinstea regelui („AIBA boxing history”, 2016).

Primele reguli ale acestei discipline sportive au apărut în Grecia Antică. Erau rudimentare și prevedeau doar modalitatea în care se putea finaliza meciul: prin abandonarea luptei sau incapacitatea adversarului de a continua lupta.

Romani au preluat de la greci lupta cu pumnii și au utilizat-o atât sub formă de antrenament pentru armatele lor, cât și pentru distracția maselor de oameni adunate în arenele cu gladiatori. Însă, odată cu apariția și dezvoltarea creștinismului, pugilatul a fost văzut ca un rău ce trebuia eliminat. Astfel, în următoarele secole această disciplină nu a mai fost practică sub formă competițională (Collins, 2020).

Prima ediție în care boxul a făcut parte din programul jocurilor a fost cea de la Saint Louis, America (1904), iar de atunci această disciplină nu a lipsit, cu excepția ediției de la Stockholm, Suedia (1912), boxul fiind interzis în această țară în acea perioadă („AIBA boxing history”, 2016). În 24 august 1920, la Jocurile Olimpice de la Anvers, Belgia, ia naștere, oficial, Federația Internațională de Box Amator acordând astfel șansa multor sportivi să participe la turnee prestigioase.

Importanța și actualitatea temei

O verigă importantă din cadrul pregătirii sportive este reprezentată de individualizarea antrenamentelor. Acest concept are ca scop modelarea pregătirii în funcție de abilitățile fiziologice și psihologice ale individului dirijând antrenamentul spre atingerea potențialului său maxim (Bompa, 2001a, p. 33).

Bompa și Haff (2014) propun analiza detaliată a mai multor parametri pentru a oferi antrenorului o mai bună perspectivă asupra capacității de muncă a sportivului, cum ar fi: vârsta biologică și cronologică, vârsta de antrenament (care reprezintă numărul de ani petrecuți practicând exerciții fizice regulate), istoricul de antrenament, starea de sănătate, stresul și viteza cu care sportivul se reface.

În cartea „Hai să vorbim despre box”, regretatul antrenor emerit Eustațiu Mărgărit menționa că, prin utilizarea principiului individualizării, antrenorul are ca scop adaptarea oricărui exercițiu, mijloc de perfecționare, element tehnic la caracteristicile indivizilor. Pe baza acestui principiu „se vor găsi mereu cele mai adecvate căi sau mijloace de acționare conform caracteristicilor specifice individului” (Eustațiu & Vîrtopeanu, 2009, p. 120). Cu toate, acestea prin individualizare nu ar trebui să se evite învățarea tehnicii în condiții ideale, dar se va avea grijă la înșiruirea exercițiilor sub o formă adaptată (Eustațiu & Vîrtopeanu, 2009, p. 122).

Și alte studii mai recente au arătat importanța individualizării pregătirii fizice în cazul antrenamentului sportiv modern în vederea maximizării performanțelor sportivilor indiferent de vârstă sau nivel de performanță (Boichuk et al., 2018; Kopchikova, 2014; Latyshev, 2013; Sukhwinder, 2016). În ultima perioadă, individualizarea antrenamentului sportiv a fost realizată și dirijată folosind dispozitive electronice cu ajutorul cărora se pot înregistra parametrii efortului, frecvența cardiacă, capacitatea respiratorie etc. În zilele noastre, tehnologia și sportul vizează deopotrivă asigurarea siguranței sportivilor, măsurarea performanței și, de asemenea, contribuirea la îmbunătățirea performanței (Müller & Glad, 2012).

Dispozitivele care monitorizează parametrii efortului fizic sunt tot mai des folosite atât de sportivii de performanță cât și de persoanele care practică activități fizice în timpul liber. Acestea sunt utilizate în vederea monitorizării stării de sănătate, activității fizice, evaluării performanței și monitorizării altor activități (Kamišalic, et al., 2018).

Elemente de noutate și originalitate

Elementul de noutate al acestei teze este reprezentat de integrarea în antrenamentul sportiv a dispozitivelor pentru monitorizarea parametrilor efortului și ai indicilor de performanță reușindu-se astfel o individualizare a planurilor de antrenament.

Originalitatea lucrării este dată de realizarea, în final, a unui sistem de monitorizare a antrenamentului de box compus din accelerometre și centuri pentru monitorizarea frecvenței cardiace, toate integrate într-un sistem unitar ce nu necesită purtarea a mai multor dispozitive în același timp. Acest sistem poate fi utilizat simultan de mai mulți sportivi, performanțele lor fiind

înregistrate în timp real și stocate pentru analiză. Menționez că, la momentul actual, un astfel de echipament poate oferi antrenorilor informații precise despre starea de pregătire a sportivilor evitând astfel, eventualele accidentări sau chiar supraantrenamentul. Substratul tehnologic al acestui echipament este reprezentat de instalarea unui microcalculator Raspberry pi3 care este conectat la un accelerometru pe trei axe cu giroscop, tip ADXL345. Acesta din urmă este introdus în sacul de box, putându-se înregistra diferiți parametri din timpul lovirii. La același microcalculator am reușit să conectăm - prin intermediul interfaței bluetooth - un monitor al frecvenței cardiace, model HD H603B. Datele care sunt recepționate de accelerometru sunt procesate în două faze: (1) cu ajutorul microcalculatorului prin intermediul unui algoritmul rudimentar care măsoară efectiv vârfurile din graficul accelerației compuse din accelerația celor 3 axe (radicalul sumei pătratelor lor) ajungând să le izoleze, (2) într-un spațiu de stocare on-line în care rulează un algoritmul de „machine learning” care prin antrenarea rețelei neuronale ar putea învăța să recunoască loviturile pe măsură ce este utilizat.

Revizuirea articolelor științifice selectate care abordează tematica noastră ne-a oferit un puternic fundament teoretic reprezentând punctul de origine al studiilor realizate în această lucrare. Totodată, prin sintetizarea acestora s-a realizat o actualizare a informațiilor cu privire la anumiți parametri somatici, fiziologici și motrici ai boxerilor, concentrând rezultatele cercetărilor din literatura de specialitate într-o singură lucrare.

Lucrarea de față este compusă din introducere cu un scurt istoric al disciplinei, importanța și actualitatea temei și elementele de noutate și originalitate urmată de cele trei părți.

Partea I a acestei lucrări este compusă din cinci capitole: particularitățile vârstei adolescenței, antrenamentul sportiv, modelul boxerului de performanță, mijloace tehnologice în sport și concluzii referitoare la revizuirea literaturii de specialitate.

Partea a II-a este prezentat studiul pilot în care s-a efectuat verificarea echipamentului utilizat în cercetare și a programului de intervenție.

Partea a III-a include două studii cu privire la individualizarea antrenamentului la boxerii juniori și dezvoltarea unui sistem de monitorizare a antrenamentului specific de box.

Sinteza capitolului 1. Particularitățile vârstei adolescenței

Înțelegerea procesului de creștere este necesar pentru a putea aprecia eventualele schimbări care apar în timpul practicării activităților fizice. Factorii determinanți ai performanței sportive sunt în strânsă legătură cu creșterea somatică. Perioada de creștere, care începe de la naștere și se finalizează undeva în jurul vârstei de 17-18 ani, reprezintă durata de timp în care organismul trece prin toate procesele biologice de maturizare (Rowland, 2005a).

Creșterea, dezvoltarea și maturizarea au evoluat, uneori ca procese discrete, dar mai des ca o serie integrată de evenimente biologice. Antropologii și biologii umani au fost mult timp interesați de modul în care creșterea umană, dezvoltarea și îmbătrânirea diferă de procesele corespunzătoare ale altor primat (Bogin, 2015).

Momentul și viteza de creștere în pubertate variază foarte mult, chiar și în rândul copiilor sănătoși. Pentru a reuși să se determine caracteristicile corespunzătoare unei anumite viteze de creștere este foarte important să se ia în considerare maturitatea biologică a copilului (Rogol, Clark, & Roemmich, 2000).

Pe măsură ce înainteză în vârstă femeile ating în medie 38% grăsime corporală și 60% masă musculară, iar bărbații în medie 22% grăsime corporală și 71% masa musculară (Borrund et al., 2010).

Creșterea fizică reprezintă cel mai important factor în observarea modificărilor apărute în timpul exercițiilor fizice pe perioada copilăriei. Între 6 și 16 ani plămânii băieților cresc de la o capacitate de 1937 de mililitri până la 5685 de mililitri, iar greutatea inimii de la 95 de grame la 258 de grame. Aceste creșteri sunt manifestări ale dezvoltării ritmului ventilator maximal într-un minut și a volumului de sânge pompat de inimă.

Practicarea activității fizice este necesară tuturor tinerilor în vederea îmbunătățirii duranței aerobe, puterii musculare, creșterii densității mineral osoase, dar și a stării de bine. Almeida-Neto et al. (2020) au observat că sportivii de gen masculin aflați la vârsta pubertății înregistrează niveluri mai ridicate de testosteron care sunt asociate cu o forță musculară mai mare comparativ cu sportivii de gen feminin.

Sinteza capitolului 2. Antrenamentul sportiv

Antrenamentul sportiv reprezintă un proces instructiv educativ bilateral, desfășurat sistematic și continuu, gradat, de adaptare a organismului la eforturi fizice și psihice intense, în scopul obținerii de rezultate înalte într-una din formele de practicare competitivă a exercițiilor fizice (Alexe, 1974).

Principala scop al antrenamentului este acela de a maximiza capacitatea de performanță a sportivilor și totodată de a crea trăsături psihologice puternice. Este necesar ca antrenamentul să fie dirijat după criterii științifice bine stabilite, iar obiectivele instructiv-educative să fie atinse prin planificarea minuțioasă a planurilor de pregătire de scurtă, medie și lungă durată (Muraru, 2004).

În box, efortul este determinat de o serie de factori care creează un complex de solicitări fizice și neurofuncționale specifice. O caracteristică importantă a efortului specific în box este dată de complexitatea mișcărilor, determinate de marea varietate a situațiilor și de elementele tehnico-

tactice. Această complexitate se manifestă atât prin participarea în execuția mișcărilor a tuturor segmentelor și a multor grupe musculare, cât și prin asimetria acestor mișcări.

Importanța descoperirii tinerelor talente, a dezvoltării sportive și ghidarea acestuia până la înalta performanță, a captat atenția multor autori de specialitate în vederea evitării atingerii unui sindrom de "burn out" precoce, sau evitarea accidentărilor ce pot apărea în urma antrenamentelor mult prea dure și inadecvate vârstei sportivilor.

Gagné (1999) vorbește de talent și dotarea superioară sau înzestrarea indivizilor cu o serie de aptitudini („*giftedness*”). Acesta a realizat un model prin care se pot diferenția cele două noțiuni. În acest model, aptitudinile individului reprezintă un element din componența talentului; astfel, pentru ca un individ să fie considerat talentat acesta trebuie să dețină, în primul rând, un set de abilități peste nivelul mediu al populației.

Platonov (2015) descrie cinci etape ale selecției ce se derulează pe parcursul intrării individului:

1. Selecția primară: determinarea posibilităților de a practica o anumită ramură de sport;
2. Selecția preliminară: evaluarea aptitudinilor în vederea performării într-o ramură de sport;
3. Selecția intermediară: evaluarea posibilității atingerii unei măiestri sportive;
4. Selecția de bază: evaluarea capacității sportivului de a atinge rezultate notabile;
5. Selecția finală: evaluarea abilității sportivului de a continua practicarea ramurii de sport și de a performa la competiții de anvergură.

Periodizarea antrenamentului sportiv nu reprezintă un termen nou apărut sau o descoperire a ultimilor decenii. Apariția noțiunii de periodizare a antrenamentului a apărut o dată cu lansarea cărții lui Matveev din 1964 (Platonov, 2015). Cu toate acestea, această problemă legată de adaptarea sportivilor la eforturi intense și planificarea rațională a antrenamentelor a fost dezbătută și de alți specialiști înaintea lui Matveev, cum ar fi Ozolin în cartea „*Antrenamentul atleților de categorie ușoară*” în 1949 sau A. N. Krestovnikov în „*Fiziologia sportului*” din 1939, care propunea împărțirea pregătirii anuale în trei părți: perioada pregătitoare, perioada de bază și perioada de tranziție.

Rezultatele cercetărilor prezentate anterior nu ne pot demonstra faptul că există un singur model de periodizare valabil pentru toți sportivii. Efectele implementării acestor planuri pot fi influențate de o serie de factori cum ar particularitățile indivizilor cuprinși în cercetare, durata anterioară de pregătire a subiecților, succesiunea zilelor de antrenament și numărul acestora sau exercițiile folosite în timpul antrenamentului. În ceea ce privește opinia specialiștilor din domeniu, periodizarea liniară reprezintă un model care poate aduce efecte benefice în pregătirea sportivilor,

dar durata necesară atingerii formei sportive, păstrarea acesteia, perioada de ieșire din formă și reintrare în aceasta este una mult prea mare, acest lucru reducând posibilitățile atingerii acesteia la o singură competiție majoră pe macrociclu (Bartolomei et al. 2016, Rhea și Alvar, 2002, Apel, Lacy și Kell, 2011).

În multe sporturi (gimnastică, atletism, box, judo), planificarea individualizată a antrenamentului este singura cale de a pregăti sportivii. Scopul antrenamentului individualizat este acela de a mări capacitățile sportivului, să îmbunătățească pregătirea fizică specifică și generală, pregătirea tehnico-tactică, pregătirea psihologică și, nu în cele din urmă, are ca scop fundamental pregătirea sportivului în funcție de aptitudinile sale.

Se cunoaște faptul că, pentru a avea sportivi bine pregătiți, primul pas pe care trebuie să-l faci este planificarea. Punerea în practică a planificării este bazată pe o serie de principii printre care și principiul individualizării.

Realizarea principiului individualizării în box implică procese de corectare a antrenamentului sportiv, având în vedere specificitatea tehnico-tactică și calitățile speciale ale boxerilor. Interpretare eronată a acestui principiu a dus la utilizarea sa doar ca noțiune declarativă, informațiile existente facând referire la boxerii profesioniști și mai puțin la cei amatori (Saulea, 2015).

În studiul lui Băițel și Deliu (2014), s-a analizat cinematica execuției unei lovituri directe cu brațul dominant și s-a putut observa o activare a deltoidului anterior din momentul inițierii mișcării până la momentul contactului pumnului cu ținta, moment în care începe activitatea deltoidului posterior. Analizând mai multe lovituri transmise de subiecți aceștia concluzionează faptul că valoarea maximă a forței de lovire este dată de coordonarea inter- și intra-musculară și mai puțin de masa și viteza pumnului. Diferența dintre lovitura cea mai puternică și lovitura cea mai rapidă a fost făcută de implicarea mușchiului vast medial (mai mare în cazul loviturilor puternice) și o activare mai rapidă a bicepsului brahial, încă de la începutul contactului cu ținta, pentru lovitura rapidă (Băițel & Deliu, 2014).

Lenetsky (2018) a analizat activitatea musculaturii care este implicată în timpul execuției loviturilor directe și laterale pentru ambele brațe cu ajutorul unor electrozi amplasați bilateral pe anumite grupe musculare (triceps brahial, marele dorsal, dreptul abdominal, dreptul femural). În cazul loviturii directe cu brațul nedominant, în faza de inițiere a mișcării s-a putut observa o activare a întregii musculaturi. Mușchiul drept femural al membrului inferior opus brațului executant atinge vârful de activare la începutul fazei, iar spre finalul acesteia apare activarea mușchiului drept abdominal. În faza de execuție, activarea mușchiului drept abdominal este ridicată, urmând o scădere înaintea impactului.

Sinteza capitolului 3. Modelul boxerului de performanță

Boxul este o disciplină sportivă de contact, iar sportivii acestei discipline sunt repartizați pe mai multe categorii de greutate astfel încât meciurile se desfășoară cu adversari cu caracteristici asemănătoare, atât din punct de vedere somatic, cât și al vârstei. Astfel, pregătirea boxerilor trebuie modelată în funcție de capacitățile individului și de specificul fiecărei categorii de greutate. În literatura de specialitate, există numeroase studii care determină caracteristicile corporale, fiziologice sau fizice ale boxerilor, dar numărul publicațiilor care abordează întregul spectru necesar unui pugilist de a atinge performanțele maxime este redus.

Capacitățile biomotrice reprezintă o verigă importantă din întreg lanțul necesar dezvoltării unui sportiv. Atingerea marilor performanțe în box, ca de altfel în orice altă ramură sportivă, reprezintă un subiect important în selectarea tinerilor sportivi. Antrenorul trebuie să dețină cunoștințe atât din sfera ramurii sportive specifice precum periodizarea antrenamentului, periodizarea etapelor de refacere, cât și din domenii precum fiziologie, anatomie, biomecanică etc.

Studiul comparativ efectuat de Anilkumar (2013) arată ca dintre luptători, judocani și boxeri, cei din urmă dețin nivele de viteză, forță și agilitate mai ridicate față de ceilalți. În ceea ce privește flexibilitatea, boxerii sunt foarte rigizi. Acest lucru poate fi explicat și prin lipsa antrenamentului pentru flexibilitate.

Constituția corporală poate reprezenta un avantaj în timpul unei lupte. Cele mai uzuale metode de a determina constituția unui individ din punct de vedere morfologic sunt legate de greutate, cantitate de țesut adipos sau dimensiuni ale sistemului osos (Platonov, 2018).

Boxul este asociat cu mișcările aciclice și o varietate de elemente tehnice, acestea fiind spuse pentru îndeplinirea sarcinilor din timpul meciurilor sunt necesare acțiuni executate cu intensitate maximală și supramaximală (Hubner-Wozniak, Kosmol, & Blachnio, 2011). Acest fapt este întărit și de concentrația de acid lactic din mușchi după un meci de box.

Arseneau (2010), a reușit să analizeze numeroase studii referitoare la nivelul consumului maxim de oxigen la boxeri. Spre deosebire de datele restrânse care au fost culese anterior de alți specialiști, rezultatele cercetărilor lui au evidențiat că VO_{2max} la boxeri are o valoare medie de $57,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ pentru testele efectuate pe banda de alergat și $54,9 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ pentru testele la bicicletă.

Un alt studiu comparativ între boxerii seniori și juniori efectuat în Anglia de Smith (2006) a constatat că valorile consumului de oxigen sunt semnificativ mai mici la juniori față de seniori $63,9$, $AS = 4,8$ respectiv $49,8$, $AS = 3,3 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$. Autorul menționează că această diferență poate fi influențată de vârsta subiecților, de lungimea reprizelor sau nivelul de pregătire. Se cunoaște faptul că valoarea consumului maxim de oxigen scade odată cu înaintarea în vârstă și

creșterea în greutate, indiferent dacă sportivii continuă programul de pregătire sau nu. De aici putem deduce că diferența semnificativă în cazul rezultatelor menționate mai sus se poate explica prin decalajul nivelului de pregătire al sportivilor, deoarece toți participanții experimentului au avut aceeași greutate.

Forța reprezintă una din calitățile motrice dominante în box. În vederea atingerii performanțelor sportive maxime și executarea cu eficiență a procedeelor tehnice din timpul luptei este necesară dezvoltarea acesteia (Guidetti et al., 2002; Loturco et al., 2015; Rimkus, Satkunskiene, Kamandulis, & Bruzas, 2019). Capacitatea de a lovi cu putere și de a finaliza meciul înainte de limită reprezintă o caracteristică a performanței în box. În literatura de specialitate sunt prezentate mai multe categorii de aparate utilizate în măsurarea indicilor din timpul execuției unei lovituri; acestea sunt senzori de mișcare și camere video, accelerometrele cu giroscop, senzorii de presiune sau impact, sau piezoelectrozi.

Valorile înregistrate în timpul loviturilor depinde de metoda de măsurare, abilitățile sportivilor sau tipul de lovitură executat (Pilewska, Busko, & Pantelis, 2017). Autorii din domeniu au determinat valori ale forței brațului dominant egale cu 4800 ± 227 N pentru sportivi de elită, 3722 ± 133 N pentru sportivi de nivel intermediar, respectiv 2381 ± 116 N pentru sportivi novici. În același timp, valorile forței brațului nedominant, variază de la o clasă de sportivi la alta astfel: 2847 ± 225 N sportivi de elită, 2283 ± 126 sportivi de nivel intermediar, 1604 ± 97 pentru sportivi novici (M. S. Smith, Dyson, & Janaway, 2000).

Analizând datele culese din studiile de specialitate, putem observa că numărul de lovituri variază de la o repriză la alta și de la o categorie de boxeri la alta. Putem observa că sportivii câștigători dintr-un meci de box transmit un număr mai mare de lovituri decât cei învinși indiferent de repriza în care se află (Davis, Wittekind, & Beneke, 2013). La ediția Jocurilor Olimpice de la Londra, din 2012, autorii unui studiu au putut observa, analizând 29 de meciuri că la acest nivel se transmit în medie între 61 (20,5) și 70,8 lovituri (23,5) într-o repriză de trei minute. Invingătorii din meciurile analizate au înregistrat o medie a loviturilor care și-au atins ținta de $13,0 \pm 7,2$ în prima repriză, $15,9 \pm 7,7$ în repriza a doua, respectiv $14,8 \pm 7,2$ în ultima repriză, în comparație cu cei învinși $9,6 \pm 6,0$ în prima repriză, $12,3 \pm 8,7$ în repriza a doua, respectiv $11,3 \pm 5,4$ în ultima repriză (Davis, Benson, Pitty, Connorton, & Waldock, 2015). Cu toate că se poate observa o tendință de creștere a numărului total de lovituri în cea de-a doua repriză (Davis et al., 2015; Rimkus et al., 2019) aceste rezultate nu sunt regăsite și în celelalte studii menționate anterior. Inconstanța rezultatelor poate fi datorată situațiilor diverse întâlnite în timpul meciului cum ar fi: adversari pasivi sau agresivi, niveluri asemănătoare ale pregătirii sportivilor etc.

Sinteza capitolului 4. Mijloace tehnologice în sport

Tehnologia are un rol important în sport. În zilele noastre există numeroase sisteme care ne oferă informații despre diverși parametri din antrenamentul sportiv sau competiții. Aceste mijloace tehnologice ne pot oferi o serie de informații pornind de la componentele cantitative până la cele calitative (Fulton et al., 2020; Kimm & Thiel, 2015; Lintmeijer, Robbers, Hofmijster, & Beek, 2019; Pilewska et al., 2017). Dezvoltarea mijloacelor tehnologice a dus la apariția unor produse de mici dimensiuni, care nu obstrucționează sportivul în timp ce le poartă, măsurând astfel mișcările sportivilor atât în condiții de laborator cât și pe teren (Worsey, Espinosa, Shepherd, & Thiel, 2019). Tehnologia din momentul actual devine tot mai exactă în ceea ce privește colectarea datelor despre rezultatele atinse de sportivi (Worsey, Espinosa, Shepherd, & Thiel, 2020).

Performanța în sporturile de contact este susținută prin (sau dobândirea de abilități) atingerea de nivele înalte de pregătire fizică tehnică și psihologică. Monitorizarea continuă a antrenamentului poate reduce riscurile de accidente, evita supraantrenament poate determina eficiența programului de antrenament, aspecte care duc la creșterea performanțelor sportive.

Jovanovski și Stappenbelt (2020) au reușit să dezvolte un sistem de măsurare a forței cu ajutorul a două dispozitive: unul static programat să înregistreze forța maximă a unei lovituri din momentul impactului, iar al doilea dispozitiv introdus în mână care poate înregistra accelerația pumnului din momentul impactului. Potrivit acestora, sistemele care înglobează piezoelectrozi au o limitare în ceea ce privește posibilitățile de amplasare. Deși sunt de dimensiuni mici, nu pot fi atașați corespunzător astfel încât să ofere informații despre valorile înregistrate în timpul efectuării diferitelor tipuri lovituri.

Sinteza capitolului 5. Concluzii referitoare la revizuirea literaturii de specialitate

Revizuirea literaturii de specialitate care este în conexiune cu tema abordată ne oferă informații diverse și detaliate despre modelul boxerului ideal. Posibilitatea colectării datelor pe durata antrenamentelor cu ajutorul mijloacelor tehnologice ne oferă șansa de a afla informații în timp real despre solicitările motrice ale sportivilor. Pe baza acestor informații se pot face analize în timp real și se pot trage concluzii despre capacitatea fizică și posibilitățile motrice ale sportivului. Informațiile furnizate în timpul antrenamentului pot fi corelate ulterior cu modelul ideal al boxerului și se pot face reglaje metodice necesare pentru optimizarea pregătirii. Spre exemplu, cu ajutorul acestor instrumente, antrenamentul poate fi dirijat cu precizie mai mare, astfel

încât pierderile de masă musculară și implicit de forță să fie diminuate la maximum, atunci când sportivul trebuie să atingă greutatea optimă de concurs.

Posibilitățile motrice ale boxerului pe durata unei competiții sunt în strânsă legătură cu nivelul capacității aerobe a acestuia. Capacitatea aerobă, așa cum este descrisă în literatura de specialitate, este determinată de nivelul de consum maxim de oxigen (VO_{2max}). O valoare mare a consumului maxim de oxigen poate fi asociată cu accelerarea refacerii și ajută la menținerea cerințelor metabolice din meci. Prin îmbunătățirea parametrilor ventilometrici sportivul poate inhala o cantitate mai mare de aer, acest lucru influențează în mod direct oxigenarea sanguină și prin aceasta musculatura implicată în activitatea fizică. Prin creșterea debitelor respiratorii se poate asigura un schimb de gaze eficient, ajutând astfel sportivul să adapteze intensitatea efortului la cerințele competiției.

Unii autori au constatat că boxerii ating valorile maxime ale forței în prima repriză. Odată cu apariția oboselii sau a altor cauze subiective, în următoarele runde valorile forței și consumul energetic se diminuează (Čepulėnas, Bružas, Mockus, & Subačius, 2011; Hristovski, Davids, Araújo, & Button, 2006). Forța mare de lovire este dată de sinergia acțiunii întregului corp începând de la membrele inferioare, spre trunchi și apoi spre brațe.

Având în vedere multitudinea de factori care condiționează performanța sportivă în box, considerăm că toate variabilele descrise mai sus sunt interdependente, de aceea importanța lor în pregătirea sportivilor au valori sensibil egale. Conform teoriei și metodicii antrenamentului sportiv, aceste variabile trebuie abordate în pregătire în funcție de anumiți factori (vârstă, experiență sportivă, perioadă competițională), astfel încât să se evite deriva din pregătirea sportivilor.

Sinteza capitolului 6. Efectele antrenamentului combinat la boxerii juniori

Dezvoltarea calităților fizice este corelată cu individualizarea planurilor de antrenament, în funcție de obiectivele urmărite (Kačar, Ljubisavljević, Crnjaa, & Gavrilović, 2012). Individualizarea trebuie privită atât din punct de vedere fiziologic, morfologic, cât și psihologic.

Capacitatea de a obține performanțe sportive este condiționată de numeroși factori, pregătirea fizică reprezentând unul dintre aceștia. Diferența din ringul de box este făcută atât de calitățile dobândite de fiecare sportiv în parte, cât și de către determinarea pe care aceștia o arată în timpul luptei. Antrenamentul efectuat regulat și cu o dozare optimă poate împinge boxerul spre atingerea maximumului variabilelor sale funcționale (Nasr, 2012). Sportul cu mânuși face parte din disciplinele sportive de combat care necesită un nivel ridicat de dezvoltare a calităților motrice și

abilităților psihologice. De asemenea, este bine cunoscut faptul că pentru a realiza rezultate notabile pe plan mondial este necesar ca variabilele efortului să fie dozate corespunzător pentru a optimiza planul de pregătire, atât în ceea ce privește etapele de pregătire, cât și cele de refacere (Muric & Kahrovic, 2008). Pentru atingerea potențialului maxim de performanță, un sportiv trebuie să dețină anumite calități, însă o pondere importantă este datorată posibilităților biologice moștenite (Martsiv, 2013).

Scopul cercetării a fost investigarea efectului antrenamentului respirator asupra parametrilor spirometriei, verificarea echipamentului care va fi utilizat în cercetare, precum și verificarea programului de intervenție propus. Această cercetare a avut următoarele obiective:

- Măsurarea valorilor parametrilor efortului fizic pentru fiecare sportiv;
- Identificarea indicilor specifici ce necesită a fi îmbunătățiți;
- Verificarea programului de intervenție;
- Verificarea echipamentului utilizat în cercetare.

În această cercetare s-a plecat de la următoarele presupuneri: 1) folosirea antrenamentului respirator la boxerii juniori va avea drept consecință îmbunătățirea parametrilor spirometrici; 2) antrenamentele de dezvoltare a calităților motrice vor influența creșterea parametrilor de viteză, forță și putere.

Pentru efectuarea acestui studiu, au participat voluntar 22 de sportivi de gen masculin, din cadrul a trei cluburi de box din municipiul Timișoara. Colectivul a fost împărțit în două grupe: grupa experiment (GE), N = 7, respectiv grupa de control (GC), N = 15. Au fost incluși în studiu doar acei sportivi care practicau boxul de minimum un an și participau la competiții de nivel național sau internațional. Cercetarea s-a desfășurat pe durata a cinci luni din data de 06.02.2017 până la data de 09.06.2017. Testarea inițială s-a efectuat în perioada 06-09.02.2017, iar cea finală în perioada 07-09.06.2017. Toți subiecții au fost supuși aceluiași testări folosind aceleași materiale, în condiții similare. Toți subiecții și părinții sau tutorii legali ai acestora și-au exprimat acordul de a participa la acest studiu. De asemenea, și-au dat acordul scris și antrenorii sportivilor și conducerea cluburilor din care făceau parte subiecții.

În vederea evaluării parametrilor spirometrici, s-a utilizat un spirometru portabil, SpiroTube Primary produs de Thor Laboratories, Ungaria. Evaluarea a fost efectuată folosind criteriile European Respiratory Society/American Thoracic Society, fiind introduse în sistem informații privind înălțimea, greutate, vârsta și dacă subiectul este fumător sau nu. Ulterior introducerii datelor personale, fiecare sportiv a efectuat proba spirometrică de trei ori, fiind înregistrată cea încercare care a avut parametrul Capacitate Vitală Forțată (FVC) cel mai mare. Parametri măsurați

în această testare au fost: capacitate vitală forțată (FVC), volumul expirator într-o secundă (FEV1), debitul expirator maxim de vârf (PEF).

Protocolul de evaluare a capacității respiratorii a fost efectuat conform procedurilor sugerate de Miller et al., 2005; Tudorache & Oancea, 2008, subiecții fiind rugați să execute un număr de minimum trei cicluri de inspir și expir forțat. Au fost luate în calcul doar acele expirații a căror control automat al calității a fost întrunit conform European Respiratory Society/American Thoracic Society (Chung et al., 2017). Astfel, acele respirații care nu au întrunit controlul calității nu au fost luate în considerare, iar subiectul a trebuit să repete procedura. Metoda de predicție utilizată de softul spirometrului a fost cea propusă de European Respiratory Society și Kudson (Temmeling, 1993). Testarea capacității respiratorii a fost efectuată utilizând un spirometru portabil, SpiroTube Primary produs de Thor Laboratories, Ungaria.

Pentru testarea parametrilor calităților motrice (forță, viteză, putere a membrelor inferioare și superioare) s-a folosit aparatul Myotest PRO, Power Analyzer, Elveția. Pentru această testare au fost utilizate două protocoale:

- Genuflexiune cu săritură (Squat Jump - Sj);
- Lovituri directe din culcat dorsal cu fiecare braț.

Protocolul utilizat pentru Squat Jump a fost respectat conform adaptărilor aduse de către Sheppard și Doyle (2008) și Păunescu, Pițigoi, Nicolae, Pricop și Păunescu (2012).

Parametri măsurați în această testare au fost: puterea (P), puterea maximă (Pmax), forța (F), viteza (V).

Protocolul utilizat pentru proba Squat Jump a fost respectat conform adaptărilor aduse de către Păunescu et al., 2012. Înainte de începerea protocolului aparatul emite un prim semnal sonor care este asociat cu tripla flexie a articulațiilor membrelor inferioare, subiectul coborând în poziție de genuflexiuni cu genunchii flexați la 90°, menținând această poziție până la următorul semnal când trebuie să execute o extensie rapidă, urmată de o desprindere de la sol cu genunchii în extensie. Aparatul folosit emite al doilea semnal sonor doar atunci când senzorul integrat nu înregistrează altă mișcare în ax longitudinal. Fiabilitatea acestui aparat a fost validată de Păunescu et al., (2012). Fiecare subiect a efectuat un număr de cinci repetări fiind înregistrată execuția ce a avut cea mai mare valoare a puterii maxime.

Asupra programului de pregătire al GE s-a intervenit prin introducerea antrenamentelor destinate mușchilor respiratori și pentru dezvoltarea calităților motrice specifice. Planul săptămânal a fost compus din cinci sesiuni de antrenament de aproximativ 90 de minute. Fiecare subiect a efectuat programele propuse de noi de trei ori pe durata unui ciclu săptămânal (Anexa 3). Propunerile noastre au fost înglobate în planurile sportivilor astfel încât pregătirea și evoluția acestora în cadrul competițiilor să nu fie afectată. Încărcătura de lucru pentru dezvoltarea calităților

motrice (forță, putere) a fost calculată în funcție de valoarea 1 RM a fiecărui sportiv, cunoscută de aceștia la momentul inițial.

În planurile de antrenament care au fost implementate s-a dorit și creșterea capacității respiratorii. Astfel, s-a introdus antrenamentul mușchilor respiratori cu ajutorul aparatului TrainAir, cu o frecvență de minimum trei antrenamente pe săptămână. Aparatul este compus dintr-o piesă bucală ce preia informațiile din momentul inspirului și le redă printr-un port serial în aplicația instalată pe calculator.

Statistica descriptivă ne arată faptul că cele două grupe sunt relativ apropiate în ceea ce privește mediile de vârstă, greutate și înălțime, având aproximativ aceeași deviație standard.

Realizând testul de distribuție a datelor, acesta ne arată faptul că valorile celor două grupe sunt orientate central față de axa mediană.

Premergător analizării datelor, s-a realizat testul Shapiro-Wilk pentru a observa distribuția datelor pentru parametri spirometrici. În ceea ce privește acest aspect, am putut observa, că datele sunt distribuite normal.

Comparând rezultatele obținute la testarea spirometrică a celor două grupe, am putut observa că nu există diferențe semnificative la momentul testării inițiale – T1

În ceea ce privește valorile FVC, putem observa că media grupei de control este mai mare decât cea a grupei experiment. Valorile medii ale parametrilor FEV₁ și PEF, la testarea, inițială au fost mai mari pentru grupa experiment față de grupa de control.

Analizând datele colectate la probele BP și SJ, am putut observa că la momentul testării inițiale, au fost observate diferențe semnificative doar în cazul parametrului F_{drp} respectiv F_{stg}. Media GE pentru parametrul F_{drp} a fost 154 N (41,11), iar media GC 225.60 N (83,42) ($t = -2.69$, $df = 19.83$, p bidirecțional 0.14). Media GE pentru parametrul F_{stg} a fost 145.42 N (± 35.07), iar media GC a fost 221.86 N (84.92) ($t = -2.98$, $df = 19.90$, p bidirecțional 0.007).

Utilizând testul Shapiro-Wilk s-a constatat că parametrul Pmax_{stg} al grupei experiment, respectiv parametrul V_{stg} al grupei de control nu au avut distribuția normală. Astfel, pentru determinarea diferențelor dintre cele două medii s-a utilizat testul Mann-Whitney U. Testul Mann-Whitney U pentru parametrul Pmax_{stg} ne arată că nu există diferențe semnificative între cele două grupe ($U = 38,5$, $N_{GE} = 7$, $N_{GC} = 12$, $p = 0,323$). De asemenea, rezultatele pentru parametrul V_{stg} ne-au arătat că nu există diferențe semnificative între mediile celor două grupe ($U = 39,5$, $N_{GE} = 7$, $N_{GC} = 12$, $p = 0,359$).

Volum capacității vitale forțate (FVC) înregistrat la testarea inițială $M = 4,85$ (0,54) L și cel de la testarea finală $M = 5,57$ (0,92) L diferă semnificativ ($t = -6,13$, $df = 6$, p bidirecțional = 0,001). Același fenomen s-a putut observa și în cazul celorlalți doi parametri: Volumul expirator forțat într-o secundă (FEV₁) la testarea inițială $M = 4,16$, $AS = 0,54$ L și testarea finală $M = 5,16$ (0,90)

L, $t = -5,59$, $df = 6$, p bidirecțional 0,001, respectiv debitul expirator maxim de vârf (PEF) testare inițială $M = 7,16$ (0,84) L/min, iar la testarea finală $M = 8,50$ (0,96) L/min, $t = -6,32$, $df = 9$, p bidirecțional 0,001. De asemenea, s-a verificat distribuția datelor puterii, forței și vitezei din cadrul testărilor efectuate cu aparatul Myotest. Analiza datelor ne-a arătat că distribuția datelor este una normală pentru majoritatea parametrilor, mai puțin pentru P_{max_stg} , respectiv P_{drp} . Astfel, pentru interpretarea lor statistică s-a utilizat testul Wilcoxon și testul t pe eșantioane pereche.

Prin aplicarea testului t pentru eșantioane pereche am putut observa că diferențele dintre cele două momente de testare au fost semnificativ îmbunătățite pentru toți parametrii trenului superior: P_{max_drp} , F_{drp} , V_{drp} , P_{stg} , F_{stg} , V_{stg} .

Cercetătorii din domeniul științei sportului au analizat importanța respirației și efectele acesteia asupra performanțelor sportive (McConnell, A., 2009). Antrenamentul mușchilor respiratori produce îmbunătățiri în tolerarea efortului din timpul exercițiului fizic prin două mecanisme: atenuarea efortului perceput de către individ (exercițiile sunt mai ușor de efectuat după acest tip de antrenament) și evitarea reducerii volumului de sânge direcționat spre membre în cazul apariției oboselii mușchilor respiratori (McConnell, 2011). Antrenamentul respirator poate oferi un ajutor în cazul antrenamentelor prin reducerea extracției de oxigen de către musculatura implicată în activitate și modificarea transportării de oxigen către membre (Turner et al., 2016).

Comparând valorile obținute în acest studiu cu rezultate ale altor discipline de contact, putem observa faptul că luptătorii și kickboxerii au niveluri mai ridicate ale capacității vitale forțate ($FVC = 5,17$, $AS = 0,7$, $FEV_1 = 5,14$, $AS = 0,6$ L, respectiv $FVC = 5,34$, $AS = 0,9$ L, $FEV_1 = 5,21$, $AS = 1$ L).

Prin realizarea acestei cercetări am reușit să verificăm echipamentul utilizat atât în cazul măsurătorilor cât și în cazul antrenamentului respirator. De asemenea, în urma intervenției propuse s-au putut concluziona următoarele aspecte.

În cazul ambelor grupe am putut observa o creștere a valorilor parametrilor umăriți în cercetare. Cu toate acestea valorile medii ale GE au fost semnificativ îmbunătățite la momentul testării finale pentru parametri spirometrici și cei din cadrul probei BP, față de valorile medii ale GC. Am putut observa, de asemenea, diferențe semnificative între cele două grupe la testarea finală pentru opt parametri analizați (FVC , FEV_1 , PEF , P_{max_stg} , P_{max_sj} , F_{sj} , V_{sj}). Având în vedere că diferențelor mediilor parametrilor spirometrici au fost semnificativ îmbunătățite ne oferă premisa să concluzionăm că ipoteza noastră este acceptată. Antrenamentul respirator a îmbunătățit semnificativ parametrii spirometrici analizați în cercetare.

În urma analizei noastre am putut identifica o serie de parametri ce ar trebui analizați în vederea îmbunătățirii performanțelor sportivilor. S-a putut observa faptul că antrenamentul destinat dezvoltării calităților motrice nu a fost suficient de bine planificat astfel încât să

influențeze îmbunătățirea indicilor de forță, putere și viteză. Am putut observa faptul că utilizând acest plan de antrenament a fost dificil să monitorizăm parametri efortului, astfel nu am putut urmări cu exactitate felul în care acestea au fost realizate. De asemenea, am observat faptul că sportivii nu au efectuat evaluarea personală la capacitate maximă, astfel antrenamentul respirator nu era realizat la parametri optimi.

De aceea ne dorim să completăm pregătirea sportivilor cu antrenamente specifice mușchilor respiratori având ca scop îmbunătățirea parametrilor spirometrici statici și dinamici, dar și introducerea în antrenament a mijloacelor moderne de monitorizare a parametrilor efortului.

Sinteza capitolului 7. Utilizarea mijloacelor tehnologice în antrenamentul individualizat la boxeri

Această parte a lucrării cuprinde două cercetări personale în vederea observării efectelor individualizării planurilor de antrenament la boxeri. Totodată, ne propunem să monitorizăm parametri efortului cu ajutorul aparaturii tehnologice care ne poate oferi informații precise în timp real.

În vederea monitorizării stării de sănătate, în activitățile fizice și evaluarea în performanței sunt utilizate cu regularitate diverse dispozitive portabile (Kamišalic, Fister, Turkanovic, & Karakatic, 2018). Pot fi folosiți și senzori modulari care sunt conectați cu ușurință la orice dispozitiv (telefon, calculator etc.) pentru a putea utiliza datele culese (Kamišalic et al., 2018).

Acest studiu a avut ca scop scop investigarea efectului antrenamentului respirator asupra parametrilor spirometriei, utilizând mijloace tehnologice moderne și feedbackul vizual, analizarea efectelor introducerii dispozitivelor tehnologice în programul de pregătire asupra antrenamentului sportiv, dar și analiza programului de intervenție propus. Această cercetare a avut următoarele obiective:

- Utilizarea mijloacelor tehnologice în vederea realizării sarcinilor antrenamentului sportiv;
- Dezvoltarea calităților motrice specifice ramurii sportive box;
- Individualizarea planurilor de antrenament pentru sportivii grupei experiment;
- Analiza efectului antrenamentului asupra compoziției corporale în vederea încadrării în categoria de greutate.

În prezentul studiu s-a plecat de la următoarele ipoteze:

1. Introducerea antrenamentului respirator în planurile de pregătire ale sportivilor va duce la îmbunătățirea parametrilor spirometrici;

2. Programul de antrenament individualizat bazat pe metoda VBT, propus de noi va duce la creșterea indicilor de putere la nivelul membrelor superioare și inferioare;

3. Dirijarea antrenamentului sportiv cu ajutorul mijloacelor tehnologice care oferă feedback în timp real va duce la creșterea randamentului în timpul meciurilor de box.

În vederea realizării cercetării au fost selectați 32 de sportivi, practicanți de box de minimum doi ani și care se pregăteau de cel puțin un an în vederea participării la competiții interne și internaționale. Acești sportivi au fost selectați din șase secții de box din cadrul cluburilor din Timișoara, Lugoj, Sănnicolau Mare și Arad. Toți sportivii participanți fac parte din cluburi afiliate la Federația Română de Box, sunt legitimați la cluburile de proveniență și aveau controlul medical efectuat periodic.

Eșantionul a fost împărțit în două grupe în funcție de opțiunea fiecărui subiect: a) grupa de experiment (GE) N = 12, media vârstei M = 15,5 ani, AS = 0,67 ani; înălțime M = 171,25 cm, AS = 7,18 cm; greutate M = 71,04 kg, AS = 11,38); b) grupa de control (GC) compusă din 20 de sportivi, vârsta M = 15,4, AS = 0,68 ani; înălțime M = 172,45 cm, AS = 7,59 cm; greutate M = 68,97 kg, AS = 11,22 kg.

Pentru un mai bun management al antrenamentului și implicat a experimentului nostru, sportivii grupei experiment au fost repartizați pe grupe de greutate corporală, după cum urmează:

- sportivii cu greutatea corporală cuprinsă între 50 – 60 kg – categoria semiușoară;
- sportivii cu greutatea corporală cuprinsă între 60 – 70 kg – categoria ușoară;
- sportivii cu greutatea corporală cuprinsă între 70 – 80 kg – categoria mijlocie;
- sportivii cu greutatea corporală peste 80 kg – categoria grea.

Această repartiție a facilitat realizarea și organizarea planurilor de antrenament individualizate și monitorizarea reală a evoluției sportivilor.

Cercetarea a fost structurată pe trei etape: (1) testarea inițială, (2) aplicarea programului de intervenție și (3) testarea finală.

Testarea inițială (T1) a avut loc în perioada 08/01/2018 – 13/01/2018, sportivii aflându-se la începutul pregătirii pentru noul sezon competițional, recent întorși după o perioadă de pauză de aproximativ două săptămâni. Testarea finală (T2) s-a realizat în perioada 22/10/2018 - 27/10/2018 după ultima competiție oficială de importanță majoră din sezonul competițional.

Testarea subiecților a urmărit evaluarea parametrilor somatici, spirometrici, puterea maximă, numărul maxim de lovituri transmise în zece secunde, dar și analiza unui meci disputat:

1. Compoziției corporale cu ajutorul cântarului cu bioimpedanță – greutate corporală, țesut adipos, masă slabă;
2. Capacității respiratorii cu ajutorul spirometrului – capacitate vitală forțată (FVC), volumul expirator într-o secundă (FEV1), debitul expirator maxim de vârf (PEF);

3. Puterea maximă din timpul extensiei brațului din culcat dorsal, unilateral – Puterea maximă a brațului stâng (BP-stg), puterea maximă a brațului drept (BP-drp);
4. Puterea maximă din timpul genuflexiunii cu săritură (SJ);
5. Viteza de repetiție pe durata a zece secunde – număr maxim de lovituri (L10sec) și viteza medie de deplasare a brațului – viteza medie a brațului drept (V-drp), viteza medie a brațului stâng (V-stg) ;
6. Analiza meciului – prin care s-a înregistrat în fiecare repriză (repriza 1 – R1, repriza 2 –R2, repriza 3 – R3) următorii parametrii: numărul de lovituri directe cu brațul drept (D-drp), lovituri directe cu brațul stâng (D-stg), lovituri de croșeu cu brațul drept (C-drp), lovituri de croșeu cu brațul stâng (C-stg), lovituri upercut cu brațul drept (U-drp), lovituri upercut cu brațul stâng (U-stg), blocaje (Bloc), eschive (Esc), numărul total de lovituri (L-total), numărul de lovituri care au atins ținta (L-țintă). Planurile de antrenament care au fost propuse GE au fost implementate în urma analizei datelor colectate de la testarea inițială. Astfel, pentru GE s-au realizat planuri de antrenament individualizate și au fost introduse în antrenament mijloacele tehnologice necesare dirijării și monitorizării acestuia. Toți subiecții au respectat același plan anual de pregătire în ceea ce privește periodizarea calităților motrice. Diferențele, în ceea ce privește individualizarea planurilor de antrenament, au fost implementate la nivelul lecțiilor de antrenament și microcicluri (Anexa 4).

În vederea monitorizării volumului și intensității părții specifice din antrenament (antrenamentul desfășurat la sacul de box sau cu antrenorul) sportivii au utilizat dispozitive de înregistrare a numărului de lovituri și a vitezei de repetiție din timpul execuțiilor. Sezonarii detectează și înregistrează loviturile catalogându-le drept lovituri directe sau lovituri de putere (croșee și upercuturi), dar și viteza cu care s-a executat lovitura.

În ceea ce privește antrenamentul pentru dezvoltarea calității motrice de forță și a formelor de manifestare ale acesteia, pentru GE, s-a utilizat metoda Velocity Based training (VBT). Această metodă alternativă de dezvoltare a calității motrice de forță și a formelor de manifestare ale acesteia propusă inițial de Gonzalez-Badilo, J., J., și Sanchez-Medina, L., (2010) se bazează pe monitorizarea vitezei de deplasare a încărcăturii raportată la procentajul din 1RM.

În ceea ce privește valorile capacității respiratorii, putem observa că nu există diferențe semnificative între cele două grupe incluse în această cercetare la momentul testării inițiale. Pentru parametrul FEV₁, testul Mann-Whitney U ne arată, de asemenea, că nu există diferențe semnificative între cele două grupe ($U = 98,0$ $N_{GE} = 12$, $N_{GC} = 20$, $p = 0,392$). Aceste date ne indică că la începutul cercetării cele două grupe au fost omogene din punctul de vedere a variabilelor

analizate. Testul Mann-Whitney U pentru parametrul SJ arată că nu există diferențe semnificative între cele două grupe ($U = 70,5$, $N_{GE} = 12$, $N_{GC} = 20$, $p = 0,053$).

Numărul total de lovituri transmise în timpul meciurilor a fost analizat în vederea observării diferențelor dintre grupe. Au fost realizate testele de distribuție a datele și s-a putut observa faptul că datele sunt distribuite normal în cazul ambelor grupe, astfel s-a aplicat testul „t” pentru eșantioane independente. Analizând statistic datele obținute nu s-au observat diferențe semnificative în cazul numărului total de lovituri transmise în meci între cele două grupe: GE, $M = 128,67$ ($\pm 18,95$) față de GC $M = 123,15$ ($\pm 6,61$) $t = 0,97$, $12,62$, $p = 0,24$. De asemenea, pentru numărul total de lovituri care și-au atins ținta nu s-au putut observa diferențe semnificative GE: $M = 32,00$ ($\pm 4,30$) față de GC $31,65$ ($\pm 5,11$) $t = 0,198$, $df = 30$, $p = 0,84$. Cu toate acestea media numărului total de lovituri transmise în meci pentru GE a fost cu aproximativ opt lovituri mai mare față de cea a GC.

Numărul loviturilor care și-au atins ținta păstrează același model de creștere de la R1 la R2, respectiv o scădere a mediei la R3. Mediile fiind GE: $R1 = 10,25$ ($AS = 2,26$), $R2 = 10,91$ ($AS = 2,3$), $R3 = 10,83$ ($AS = 2,03$). În cazul GC s-a putut observa o creștere a mediei cu aproximativ cinci lovituri în R2 ($M = 12,00$, $AS = 4,19$) față de R1 ($M = 7,25$, $AS = 2,35$), iar această tendință de creștere s-a păstrat și în cazul R3 ($M = 12,40 \pm 2,43$). Comparând mediile din cadrul R1 s-a putut constata că media GE ($M = 10,25$, $AS = 2,26$) a fost semnificativ mai mare față de media GC ($M = 7,25$, $AS = 2,35$) unde $U = 48,50$, $N_{GE} = 12$, $N_{GC} = 20$, $p < 0,004$. Analizând mediile procedeele executate, din timpul reprizelor, putem observa că loviturile D-stg sunt cele mai frecvent utilizate, urmând loviturile D-drp. Pe de altă parte cele mai puțin utilizate procedee sunt C-drp și U-drp.

Comparând rezultatele testării finale am putut observa că parametri spirometrici ai GE au înregistrat valori mai ridicate față de GC. Cu toate acestea, valorile nu au fost semnificativ diferite pentru toți parametri urmăriți. Pentru FVC și FEV_1 nu au fost observate diferențe semnificative între cele două grupe.

În ceea ce privește PEF, media GE ($M = 9,63$ L/min, $AS = 1,05$) a fost semnificativ mai mare față de media GC ($M = 8,23$ L/min, $AS = 0,74$) $t = 4,40$, $df = 30$, $p < 0,001$.

Media parametrului L-total în meci pentru grupa experiment, la testarea finală, a fost semnificativ mai mare decât cea a grupei de control [$M_{GE} = 154,58$, $AS = 14,54$ în comparație cu $M_{GC} = 135,80$, $AS = 8,81$ ($t = 4,569$, $df = 30$, $p < 0,001$)].

Diferențele dintre cele două eșantioane la momentul testării finale au fost semnificativ diferite în cazul numărului de lovituri transmise în R1, R3, respectiv L-total transmise pe întreaga durată a meciului. Pentru R1 media grupei experiment a fost de 50 lovituri ($\pm 5,47$) față de media grupei de control de 45 lovituri ($AS = 3,64$), $t = 3,109$, $p = 0,004$. Diferențele din R3 au fost după

cum urmează: media grupei experiment 52,83 lovituri (AS = 6,96) față de media grupei de control 43,5 lovituri ($\pm 4,48$), $t = 4,62$, $p < 0,001$. În ceea ce privește L-total transmise în meci, grupa experiment a înregistrat o medie de 154,58 lovituri (AS = 14.54) față de grupa de control 135,80 lovituri (AS = 8,81), $t = 4,56$, $p < 0,001$.

Media capacității vitale forțate la testarea finală (M = 5,21 litri, AS = 0,55) a fost semnificativ îmbunătățită față de media testării inițiale (M = 4,56 litri, AS = 0,62) $t = -8,08$, $df = 11$, $p < 0,001$. Volumul expirat forțat în prima secundă la testarea inițială a fost 4,09 ($\pm 0,47$) față de testarea finală 4,55 ($\pm 0,52$), $t = -2,67$, $df = 11$, $p = 0,02$, iar debitul maxim expirator valoarea mediei testării inițiale a fost 6,58 litri/minut ($\pm 1,18$), iar media grupei la testarea finală 9,63 litri/minut ($\pm 1,05$), $t = -13,12$, $df = 11$, $p < 0,001$. În ceea ce privește rezultatele puterii maxime din cadrul probelor SJ și BP au fost observate diferențe semnificative între cele două momente de testare. Diferențele la T2 au fost mai mari cu 16,6 W, 87,50 W și 86,00 W față de T1.

Creșterea pentru grupa experiment a fost de aproximativ 15 % pentru brațul drept, respectiv 17% pentru brațul stâng. Diferența de putere dintre cele două membre ale sportivilor din grupa experiment de la testarea inițială (9%) a fost diminuată la momentul testării finale (7%).

Studiul de față și-a propus să observe efectul utilizării aparaturii moderne în antrenamentul sportiv. Totodată, ne-am dorit să realizăm individualizarea planurilor de antrenament și dirijarea acestora utilizând aceste mijloace. Folosind aparatele care ne oferă un feedback constant asupra indicilor antrenamentului am putut observa îmbunătățiri în ceea ce privește capacitatea respiratorie, creșterea parametrilor de putere analizați, creșterea numărului de lovituri transmise în timpul mecurilor și modificări ale somatotipurilor.

Rezultatele testării finale au arătat faptul că diferențele dintre cele două grupe nu au fost semnificativ diferite pentru toți parametri analizați. Cu toate acestea, comparând rezultatele celor două testări am putut observa faptul că subiecții grupei experiment, în urma antrenamentului respirator au înregistrat creșteri semnificative pentru cei trei parametri analizați. Astfel, ipoteza noastră conform căreia introducerea antrenamentului respirator în planurile de pregătire ale sportivilor este confirmată.

În urma parcurgerii programului de antrenament individualizat propus, am putut observa la testarea finală că sportivii GE au înregistrat valori semnificativ mai mari la probele BP-drp, BP-stg și SJ față de testarea inițială, în timp ce mediile GC au înregistrat o creștere mult diminuată. De asemenea, diferențele dintre cele două grupe de la momentul testării finale au fost semnificativ diferite pentru toți parametri analizați. Astfel, ipoteza noastră conform căreia prin introducerea unui program de antrenament individualizat bazat pe metoda VBT va duce la creșterea indicilor de putere la nivelul membrelor superioare și inferioare se confirmă.

Analizând meciurile de la testarea finală am putut observa o creștere a numărului total de lovituri în cazul ambelor grupe. GE a transmis în medie cu 18 lovituri mai mult față GC, diferențele dintre cele două grupe fiind semnificativ diferite. De asemenea, s-a putut observa o creștere a numărului de lovituri de la o repriză la alta pentru GE, în timp ce GC înregistrează creștere în R2, iar în R3 o descreștere. În ceea ce privește numărul de lovituri care au atins ținta GE a înregistrat o creștere semnificativă la testarea finală pentru ambele grupe. Cu toate acestea, GE a înregistrat o creștere în medie cu 25,91 a numărului de lovituri transmise în meci și cu 17,66 mai multe lovituri care și-au atins ținta, în timp ce valorile GC au crescut în medie cu 12,65, respectiv 6,45 lovituri. Diferența dintre cele două testări a procentajului de reușită (lovituri transmise/lovituri la țintă) a fost de 7,29% pentru GE (T1 = 24,84%, T2 = 32,13%), față de 2,35% pentru GC (T1 = 25,7%, T2 = 28,05%).

Limitele acestui studiu, în ceea ce privește idicele de putere a fost că evaluarea acesteia s-a realizat prin utilizarea de metode nespecifice boxului, cum ar fi împins din culcat dorsal și genuflexiunea cu săritură. Aceste evaluări ne-au ajutat în realizarea unui profil al puterii, însă nu ne oferă o privire asupra contribuției fiecărui segment în lanțul cinetic al loviturilor. În plus, informațiile obținute nu pot fi generalizate cu strictețe având în vedere particularitățile fiecărui sportiv, tipul de luptă pe care îl adoptă, poziția de gardă sau alte variabile.

O altă limitare a studiului este redată de numărul limitat de dispozitive menite să monitorizeze performanțele sportivilor. Acest aspect a dus la o monitorizare inconstată a antrenamentelor putând limita efectele dorite de noi. Lipsa informațiilor detaliate legate de metodele de antrenament utilizate de sportivii grupei de control, ne împiedică să putem afirma că metoda utilizată în această cercetare produce diferențe mai mari în pregătire, în comparație cu metoda clasică. Cu toate acestea, din analiza literaturii de specialitate și rezultatele obținute în studiul nostru, putem afirma că prin implementarea planurilor de antrenament individualizate cu ajutorul profilului bazat pe relația dintre încărcătură și viteză, sportivii pot înregistra progrese semnificative în ceea ce privește valorile puterii.

Sinteza capitolului 8. Dezvoltarea unui sistem de monitorizare a antrenamentului în box

Studiul de față își propune să observe efectele produse de feedbackul vizual, oferit în timp real participanților, și introducerea unor elemente de ludificare asupra volumului și intensității antrenamentului de box.

Ludificarea sau gamificarea (eng. gamification) reprezintă introducerea de elemente de joc în cadrul altor activități sau programe. Dicționarul Merriam-Webster descrie termenul de

„gamification” ca fiind procesul prin care se adaugă jocul sau elemente specifice jocului la anumite acțiuni/sarcini cu scopul de a încuraja participarea activă a celor implicați (Christians, 2018).

Adolescenții din ziua de azi fac parte din generația care este strâns legată de dispozitivele mobile (telefon, tabletă), având o capacitate de atenție scăzută; astfel, sunt necesare noi metode de a-i face activi și implicați în activitățile fizice (Elmore, 2010).

Consultând literatura de specialitate, putem constata că introducerea elementelor de gamificare în activitatea fizică duce la implicare activă și un grad ridicat de motivare a participanților. Cu toate acestea, este foarte important ca în momentul introducerii elementelor de gamificare să se acorde o atenție sporită asupra designului experienței și teoriei fluxului (Matallaoui, Koivisto, Hamari, & Zarnekov, 2017).

Acest studiu a urmărit investigarea următoarelor aspecte:

1. introducerea dispozitivelor de monitorizare a antrenamentului specific la boxeri (număr de lovituri transmise în sacul de box, greutatea, a procentului de țesut adipos, frecvenței cardiace);
2. transmiterea feedbackului vizual sportivilor, (posibilitatea de a putea vedea în orice moment numărul de lovituri transmise în sacul de box);
3. introducerea elementelor de gamificare în antrenament (realizare de profile ale sportivilor și acordarea de puncte).

În acest studiu s-a plecat de la următoarele ipoteze:

1. Introducerea feedbackului vizual va duce la creșterea volumului de lovituri transmise în sacul de box.
2. Aplicarea unor elemente de gamificare (profilul virtual al participantului, acumularea de puncte, clasament) va duce la creșterea intensității antrenamentului.

Pentru realizarea acestei cercetări s-au selectat 27 de subiecți de pe raza orașului Timișoara, practicanți de box de cel puțin un an, activând la LPS Banatul Timișoara, CSM Timișoara și CS Viitorul Timișoara. Având în vedere contextul pandemic la data inițierii studiului, sportivii nu se aflau în pregătire la cluburile la care sunt legitimați. Eșantionul selectat pentru cercetare a fost repartizat în două grupe în funcție de posibilitatea acestora de a participa la orele de antrenament: grupa experiment – GE (N = 13, vârsta M = 15,61 ani, AS = 0,31 ani, înălțime M = 176,01 cm, AS = 2,23 cm, greutate M = 69,73 kg, AS = 2,53), grupa de control GC (N = 14, vârsta M = 15,28 ani, AS = 0,35, înălțime M = 172,22 cm, AS = 2,18 cm, greutate M = 69,83 kg, AS = 2,68 kg).

Cercetarea s-a desfășurat în perioada 19/04/2021 – 24/05/2021. În această perioadă sportivii nu se aflau în pregătire, fiind limitat accesul acestora în sălile de antrenament, în cadrul cluburilor sportive se pregăteau doar acei sportivi care urmau să participe la competiții oficiale prevăzute în calendarul competițional. Testarea inițială a avut loc în 19/04/2021, iar testarea finală

s-a realizat în 24/05/2021. Subiecții au participat la cinci antrenamente pe săptămână, durata unui antrenament fiind cuprinsă între 90 și 120 de minute.

Evaluările la care au fost supuși subiecții, în cazul celor două testări, au fost următoarele:

- Compoziția corporală (măsurată cu ajutorul cântarului Tanita DC 360 și softul Gmon for Tanita);
- Frecvența cardiacă de repaus;
- Viteza de repetiție: număr de lovituri transmise în sacul de box pe durata a 30 sec. (înregistrate cu ajutorul senzorilor Hykso).

Intervenția propusă

- S-a propus același program de antrenament pentru ambele grupe, în ceea ce privește durata orelor de antrenament, intensitatea de antrenament și complexitatea seriilor de lovituri;
- Grupa experiment va avea în permanență posibilitatea de a viziona numărul de lovituri transmise la sac în fiecare repriză pe un monitor aflat în sală, pe când grupa de control nu va avea această posibilitate, dar datele au fost înregistrate de sistem. De asemenea, antrenamentele s-au desfășurat la ore diferite.
- Subiecții din grupa de control au fost rugați să evalueze subiectiv numărul de lovituri transmise la sac după fiecare serie, pentru a observa capacitatea acestora de autoevaluare.

Programul de antrenament propus sportivilor a fost realizat pe durata unui mezciclu de cinci săptămâni. Aceștia au avut o frecvență de cinci antrenamente pe săptămână, însumând un total de de 169 de reprize de lucru la sacul de box. Pentru fiecare sesiune de antrenament a fost înregistrat numărul total de lovituri transmise la sac și frecvența cardiacă medie pentru fiecare sportiv. Ambele grupe supuse cercetării au efectuat antrenamentele în sala de box și fitness Legend din Timișoara. Administratorul sălii de box și fitness fiind cel care a suportat din punct de vedere financiar realizarea, dezvoltarea și implementarea sistemului de monitorizare.

Monitorizarea acestor antrenamente a fost efectuată cu ajutorul unui sistem (Arnăutu et al., 2020), compus din:

- un accelerometru poziționat în interiorul sacului la apoximativ 25 cm depărtare de baza acestuia;
- un senzor de monitorizare a frecvenței cardiace care este purtat de către subiect; Acesta transmite cu ajutorul conectivității bluetooth informații către un microcalculator.
- microcalculator RaspberryPi, care preia datele transmise de accelerometru și realizarea procesarea primară, după care transmite informațiile la API. Acest sistem a fost creat cu ajutorul unei echipe care a efectuat partea de scriere de cod și aplicație. Acest sistem a fost finanțat parțial

pintr-un program Smart StartUp: „Proiectul Susținerea și Motivarea Antreprenorilor Responsabili și talentați – SMART Start Up” și de grupul de firme Balvia SRL.

În vederea determinării diferențelor și a pragurilor lor de semnificație dintre cele două eșantioane supuse cercetării s-a utilizat testul t pentru eșantioane independente. Astfel, am putut observa că în cazul greutății corporale nu s-au înregistrat diferențe semnificative între cele două eșantioane indiferent de momentul testării. Media grupei GE la TI a fost de 69,74 kg (AS=9,13) față de GC 69,83 kg (AS=10,04) unde $t = -0.02$, $df = 25$, $p = 0.98$, iar în cazul TF media GE fost de 69,61 kg (AS=9,15) față de GC 70,17 kg (AS=9,84) unde $t = -0.15$, $df = 25$, $p = 0.88$.

Diferența mediilor dintre cele două grupe la proba număr maxim de lovituri transmise în 30 de secunde, la testarea inițială a fost de 14,74 lovituri, astfel media GC, $M = 106,50$ lovituri (AS = 17,99) a fost semnificativ mai mare decât a GE, $M = 91,76$ lovituri (AS=8,99), $t = -2,65$, $df = 25$, $p = 0,01$, mărimea efectului fiind de 0,46.

Diferența mediilor dintre cele două eșantioane la testarea finală a fost de 19,25 lovituri în favoarea grupei experiment, rezultând astfel diferențe semnificative între cele două grupe ($M_{GE} = 127,46$ (AS = 8,26) în timp ce $M_{GC} = 108,21$ (AS = 11,46), $t = 4,97$, $df = 25$, $p < 0.001$) mărimea efectului fiind de 0,69.

Următoarea etapă a fost compararea rezultatelor efective realizate de grupa de control și estimările pe care aceștia le-au efectuat.

Comparând numărul de lovituri transmise de sportivii grupei de control cu autoevaluarea efectuată de aceștia am putut observa că întreg colectivul grupei și-a supraevaluat efortul depus. O apreciere mai apropiată de situația reală se poate observa în ultima săptămâna de antrenament.

Cu toate că valorile estimărilor subiecților s-au apropiat de numărul de lovituri realizate în ultima săptămână, suma loviturilor transmise în sacul de box pe durata tuturor reprizelor a fost semnificativ mai mică față de estimarea făcută de sportivii grupei de control (17826,28, AS = 221,82 față de 19905,71, AS = 279,59) $t = -26,24$, $df = 13$, $p < 0,001$.

În urma finalizării antrenamentelor am putut constata că subiectul 9 a transmis cele mai multe lovituri în cele cinci săptămâni de antrenament 20399 lovituri, subiectul 3 20398 de lovituri, iar subiectul 11 20357 de lovituri. Cu toate acestea subiectul 11 a ocupat poziția întâi în clasamentul generat de punctajul calculat obținând 88 de puncte. Pe poziția a doua s-au clasat subiectul 9 și subiectul 3 cu un punctaj egal de 80 de puncte.

Utilizând testul t pentru eșantioane pereche am putut observa diferențe semnificative între cele două testări la un singur parametru monitorizat.

Media greutății corporale a grupei experiment din momentul testării inițiale (TI) a fost de 69,74 kg (AS=2,53) și o medie a țesutului adipos de 13,04 kg (0,57). Testarea finală (TF) a acestui

parametru nu a prezentat diferențe majore, media greutateii corporale fiind de 69,61 kg (AS=2,54), iar media țesutului adipos de 12,95 kg (AS=0,55).

Valoarea medie a frecvenței cardiace de repaus, pentru grupa experiment, din momentul testării inițiale este de 63,38 (AS = 2,50) bătăi pe minut, iar în momentul testării finale este de 62,76 (AS=2,58) bătăi pe minut. Se poate observa o scădere a frecvenței cardiace de repaus dintre cele două momente de testare este 0,62 bătăi pe minut. Intervalul de încredere de 95% variază între -0,74 la 1,97. Din moment ce intervalul de încredere trece prin 0,00 diferența dintre cele două momente de testare nu este semnificativă la un prag de semnificație de 0,05 ($t = 0,98$, $df = 12$, $p = 0.34$). Valoarea medie a numărului maxim de lovituri transmise în 30 de secunde din cadrul testării inițiale a fost de 91,76 (AS=8,99), iar la testarea finală 127,46 (AS=8,26) lovituri. Comparând rezultatele grupei experiment la testarea inițială cu cea finală am putut observa că diferențele apărute în urma antrenamentului au fost semnificativ diferite. Intervalul de încredere de 95% variază între -42,89 și -28,48 astfel, diferențele dintre cele două momente de testare fiind semnificativ diferite ($t = -10,79$, $df = 12$, $p < 0.001$). Totodată, s-au putut observa că toți subiecții grupei experiment au înregistrat creșteri ale numărului de lovituri transmise în 30 de secunde. La testarea inițială media vitezei de repetiție în 30 de secunde a fost de 106,50 (AS=17,99) lovituri, iar la testarea finală de 108,21 (AS=11,46) lovituri. Media probei la testarea finală fiind cu 1,71 lovituri mai mare decât cea de la testarea inițială., diferențele dintre acestea nefiind semnificativ diferite. Intervalul de încredere de 95% variază între -13,25 și 9,8 astfel, diferențele dintre cele două momente nefiind semnificative ($t = -0,32$, $df = 13$, $p = 0,75$). Totodată, s-au putut observa creșteri ale valorilor probei la testarea finală doar în cazul a 7 subiecți.

Cercetarea realizată pe un eșantion de 27 de sportivi ne-a permis să concluzionăm următoarele:

1. Utilizarea unor mijloace care oferă feedback vizual pot crește volumul de lucru al sportivilor. Sunt necesare, totuși, câteva precizări, astfel încât acestea să nu interfereze cu pregătirea acestora. O precizare ar fi ca ecranele pe care sunt redată informațiile să nu distragă atenția acestora. Aceste date pot fi transmise fie pe ecrane mici, ferite de privirea sportivilor în timpul exercițiilor, fie pe anumite dispozitive la care doar antrenorul să aibă acces în timp real. Un alt aspect important este că utilizarea acestui tip feedback trebuie însoțit de monitorizarea frecvenței cardiace, astfel existând un control asupra intensității de lucru menținând sportivul în zona de efort dorită.

2. Inserarea de elemente de joc și realizarea de clasamente poate oferi un plus de atractivitate antrenamentului. Acest lucru poate dezvolta strategii de antrenament care să ducă spre atingerea obiectivelor. Implementarea unui astfel de sistem poate facilita individualizarea planurilor de antrenament prin permanenta monitorizare a parametrilor efortului.

3. Comparând rezultatele de la testarea inițială cu cele de la testarea finală s-a putut observa o creștere a mediei loviturilor de 35,7 lovituri în 30 de secunde pentru grupa experiment și de numai 1,71 lovituri pentru grupa de control. Diferențele în cazul grupei experiment fiind semnificative la un prag $p < 0,05$. De asemenea, diferența dintre cele două grupe s-a modificat. În cazul testării inițiale, valoarea medie a grupei de control a fost semnificativ mai mare decât cea a grupei experiment, în schimb la testarea finală grupa experiment a înregistrat un progres mai mare făcând astfel ca diferențele să fie semnificative în favoarea acesteia ($p < 0,05$), având mărimea efectului medie 0,69.

4. Nu au fost observate diferențe semnificative în cazul greutateii corporale, a cantității de țesut adipos sau frecvență cardiacă de repaus. Acest lucru poate fi datorat perioadei foarte scurte de antrenament la care subiecții au luat parte.

Rezultatele acestui experiment ar putea determina antrenorii să apeleze cu mai multă încredere la mijloacele tehnologice astfel încât să atragă tinerii în practicarea activităților fizice. Deși asemenea sisteme sunt relativ costisitoare, există suficiente dispozitive la prețuri accesibile care pot oferi pe de o parte pot oferi informații despre sportiv, iar pe de altă parte să-i creeze o stare de competitivitate cu colegii acestuia.

Limitele cercetării

Cercetarea prezentată anterior prezintă o serie de limite:

1. Introducerea unui astfel de sistem într-o sală specifică de box este dificil de realizat datorită infrastructurii necesare;
2. Perioada insuficient de lungă de aplicare a metodei pentru a observa dacă aceste rezultate pot fi atinse și în cazul altor grupe de sportivi;
3. Perioada pandemică ce nu ne-a oferit posibilitatea de a desfășura în condiții ideale și pe o lungă perioadă de timp tehnologia.

Sinteza capitolului 9. Concluzii finale și direcții viitoare de cercetare

Performanțele boxerilor români din ultimii ani au creat premisele realizării acestei cercetări. Credem că performanțele scăzute ale acestora nu sunt suficient abordate în cercetările științifice, iar astfel informațiile cu privire la îmbunătățirea procesului de antrenament lipsesc din literatura de specialitate din România. În urma cercetării noastre am dorit să identificăm unele structuri sau metode de antrenament, astfel încât să putem elabora argumente metodice care ar putea contribui la ameliorarea pregătirii sportive și implicit a performanței.

Datele monitorizate și înregistrate în timp real au ca efect identificarea, conștientizarea și creșterea posibilităților de ameliorare pe durata antrenamentului. Efectele introducerii

feedbackului vizual au fost observate în creșterea numărului de lovituri transmise în sacul de box, având un efect motivațional în rândul sportivilor.

Considerăm că este necesară o nouă viziune asupra antrenamentului sportiv, la boxeri, începând cu vârsta junioratului, astfel încât aceștia să poată fi direcționați spre performanță. Specialiștii din domeniu ar trebui să-și orienteze atenția spre mijloacele tehnologice moderne care au posibilitatea de a transmite informații exacte despre activitatea sportivilor, în timp real, antrenorului.

Propunem unele reconsiderări în ceea ce privește abordarea antrenamentului sportiv:

- a. Realizarea unui profil al sportivului de la începutul activității sale astfel încât rezultatele din cadrul antrenamentelor și competițiilor să poată fi analizate periodic;
- b. Introducerea în practica recurentă a antrenamentului sportiv a mijloacelor tehnologice de monitorizare a parametrilor efortului; acest lucru fiind greu de realizat fără acestea, fiind influențat de subiectivitatea antrenorului;
- c. Introducerea antrenamentului respirator în planurile de antrenament în vederea îmbunătățirii parametrilor spirometrici;
- d. Implementarea mijloacelor de redare a feedbackului vizual astfel încât el să constituie un element motivațional orientat spre menținerea intensității și volumului efortului necesar optimizării posibilităților sportive;
- e. Introducerea elementelor de gamificare în antrenament astfel încât să crească gradul de implicare al sportivilor determinându-i să concureze pentru a-și depăși limitele.

Limitele cercetării

Limitele cercetării realizate sunt următoarele:

Literatura de specialitate, din străinătate, care abordează această temă este amplă, oferindu-ne acces la numeroase informații necesare realizării studiilor cuprinse în lucrare. Cu toate acestea, numărul de publicații științifice din România care au analizat problematica temei noastre este redus. Astfel, nu putem compara rezultatele cercetărilor noastre cu alte studii realizate pe subiecți români.

Resursele umane și numărul scăzut de participanți au reprezentat o altă limitare a cercetării. Eșantionul scăzut se datorează pe de o parte numărului mic de boxeri legitimați la cluburile sportive, dar și criteriilor de includere utilizate în cercetare.

Lipsa informațiilor complete legate de antrenamentul grupelor de control nu ne-au permis să observăm în detaliu diferențele din punct de vedere metodic.

Resursele financiare limitate nu ne-au permis continuarea cercetării și dezvoltarea sistemului din ultimul studiu astfel încât să poată fi folosit atât în antrenamentul la sacul de box cât și în antrenamentul pentru dezvoltarea calităților motrice.

Direcțiile viitoare de cercetare ar putea fi orientate spre:

- realizarea unui sistem integrat de monitorizare a antrenamentului specific de box (număr de lovituri transmise la sac, frecvența cardiacă, consum caloric);
- posibilitatea de a determina și înregistra tipul de lovitură transmis (lovitură directă, croșeu, upercut);
- determinarea intervalelor dintre lovituri, dar și tipul de acțiune petrecut în timpul acesta (deplasare în jurul sacului sau efectuarea eschivelor);
- monitorizarea și analiza capacității boxerilor de a înlănțui serii de lovituri complexe.

Realizarea unui astfel de sistem ar putea oferi o situație precisă asupra activității sportivilor din timpul antrenamentului prin determinarea intensității de lucru, volumului dar și a densității.

Originalitatea acestei lucrări constă în primul rând prin realizarea unei revizuirii a literaturii de specialitate care abordează din perspective diferite ramura sportivă box. Astfel, s-a reușit, în prima parte a acestei lucrări, selectarea acelor articole care oferă informații de actualitate din boxul modern, atât din perspectiva metodicii antrenamentului cât și indicilor somatici, fiziologici și motrici ai boxerilor. Din cele cunoscute nouă, în momentul realizării acestei teze, în literatura de specialitate din România nu mai există o lucrare care să ofere o vedere de ansamblu asupra modelului boxerului de performanță atingând atât problematica profilului somato-funcțional cât și al profilului tehnic.

Un alt punct de originalitate este dat de sistemul de monitorizare al antrenamentului în box care a fost orientat spre dirijarea sportivilor în antrenament și totodată simplificarea muncii antrenorului. Sistemul realizat reprezintă primii pași în realizarea unui ecosistem de antrenament în care ar putea fi integrat profilul sportivilor, parcursul acestora în testările periodice, dar și întregul plan calendaristic.

Menționăm că pe parcursul cercetării noastre sportive grupelor experiment au reușit să câștige 15 medalii la competițiile de anvergură din România (Cupa României și Campionatul Național).

Bibliografie

- Aandstad, A., Holtberget, K., Hageberg, R., Holme, I., & Anderssen, S. A. (2017). Validity and reliability of bioelectrical impedance analysis and skinfold thickness in predicting body fat in military personnes. *Military Medicine*, 179(2), 208 - 217.
- Abbiss, C. R., & Laursen, P. B. (2008). Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Medicine*, 38(3), 239 - 252. doi:0112-1642/08/0003-0239
- Abidin, M. A. H., Ooi, F. K., & Chen, C. K. (2018). Physiological profiles and bone health status of Malay adolescent male boxing, muay thai and silat athletes. *Sport Science for Health*. doi:10.1007/s11332-018-0492-8
- Adams, K. J., & Sevens, P. (2014). Preliminary section: Background materials. In S. P. Nagelkirk (Ed.), *ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription*. Philadelphia: American College of Sports Medicine.
- Aggerholm, K. (2015). To be, or to have talent, that is the question *Talent development, existential philosophy and sport on becoming an elite athlete* (pp. 27-33). Abingdon, Anglia: Routledge.
- Ahlawat, R. P. (2014). A comparative study of kinanthropometric measurement of boxing and judo players. *International Journal of Engineering Research and Sports Science*, 1(11), 1-4.
- AIBA. (2011). *Coaches manual*. Becancour, Canada.
- AIBA boxing history. (2016). Retrieved from <https://www.aiba.org/aiba-boxing-history2/>
- Alexe, N. (1974). *Terminologia Educației Fizice și Sportului*. București: Stadion.
- Almeida-Neto, P. F. d., Matos, D. G. d., Pinto, V. C. M., Dantas, P. M. S., Cesário, T. d. M., Silva, L. F. d., . . . Cabral, B. G. d. A. T. (2020). Can the neuromuscular performance of young athletes be influenced by hormone levels and different stages of puberty? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5637). doi:10.3390/ijerph17165637
- Álvarez-Herms, J., Julià-Sánchez, S., Corbi, F., Odriozola-Martínez, A., & Burtscher, M. (2019). Putative role of respiratory muscle training to improve endurance performance in hypoxia: A review. *Front Physiology*, 9. doi:10.3389/fphys.2018.01970
- Amatori, S., Barley, O. R., Gobbi, E., Vergoni, D., Carraro, A., Baldari, C., . . . Sisti, D. (2020). Factors influencing weight loss practices in Italian boxers: A cluster analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8727). doi:10.3390/ijerph17238727
- Anilkumar, N. (2013). Comparative study of selected physical components of male boxers, wrestlers and judokas. *International Journal of Physical Education, Fitness and Sports*, 2(4), 46-48.
- Apel, J. M., Lacy, R. M., & Kell, R. T. (2011). A comparison of traditional and weekly undulating periodized strength training programs with total volume and intensity equated. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(3), 694-703.
- Arseneau, E., Mekary, S., & Leger, L. A. (2011). VO2 requirements of boxing exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(2), 348-359.
- Bădescu, M., Dumitru, I., & Tabără, O. (1998). *Orientare metodică*. București: Federația Română de Box.
- Băițel, I., & Deliu, D. (2014). Kinematic analysis of the cross punch applied in the full-contact system using inertial navigation technology and surface electromyography. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 117, 335-340. doi:10.1016/j.sbspro.2014.02.223
- Baker, J., Schorer, J., & Wattie, N. (2018). Compromising talent: issues in identifying and selecting talent in sport. *Quest*, 70(1), 48-63. doi:10.1080/00336297.2017.1333438
- Bal, E., Bulgan, C., Bingul, B. M., & Tan, H. (2021). Determining the somato-type characteristics of Turkish male national boxers. *International Journal of Curriculum and Instruction*, 13(1), 400-410.
- Balyi, I., Way, R., & Higgs, C. (2013). *Long-term Athlete Development*. Statele Unite ale Americii: Human Kinetics.
- Bănciulescu, V. (1965). *Ghidul spectatorului de box*. București: Editura Uniunii de cultură fizică și sport.
- Banyard, H., Nosaka, K., & Haff, G. (2016). Reliability and validity of the load-velocity relationship to predict the 1RM back squat. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(7). doi:10.1519/JSC.0000000000001657
- Banyard, H. G., Nosaka, K., Vernon, A., & Haff, G. G. (2017). The Reliability of Individualized Load-Velocity Profiles. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(6), 1-22. doi:10.1123/ijspp.2017-0610

- Banyard, H. G., Tufano, J. J., & Delgado, J., Thompson. (2019). Comparison of velocity-based and traditional 1RM-percent based prescription on acute kinetic and kinematic variables. *International Journal of Sports physiology and performance*, 14(2), 246-255. doi:10.1123/ijsp.2018-0147
- Baranauskas, M., Tubelis, L., Stukas, R., Švedas, E., Samsonienė, L., & Karanauskienė, D. (2014). Nutritional status and physical development of high-performance combat athletes in Lithuania. *Education, Physical training, sport*, 3(94), 2-9.
- Blazevich, A. (2007). *Sports biomechanics. The basics: Optimising human performance*. Marea Britanie: A&C Black.
- Bogin, B. (2015). Human growth and development. In M. Meuhlenbein (Ed.), *Basics in human evolution* (pp. 285-293). Londra: Academic Press.
- Boichuk, R., Iermakov, S., Kovtsun, V., Pasichnyk, V., Melnyk, V., Lazarenko, M., & Troyanovska, M. (2018). Individualization of basketball players (girls) coordination preparation at the stage of preparation for the highest achievements. *Journal of Physical Education and Sport*, 18(3), 1722-1730. doi:10.7752/jpes.2018.03251
- Bompa, T. (2001a). *Periodizarea: Teoria și metodologia antrenamentului*. București: Ex Ponto.
- Bompa, T. (2001b). *Teoria și metodologia antrenamentului* (CNFPA, Trans. Ediția a IV-a ed.). București: Editura Tana.
- Bompa, T., & Carrera, M. (2005). *Periodization training for sports* (Ediția a II-a ed.). Statele Unite ale Americii: Human Kinetics.
- Bompa, T., & Haff, G. (2014). *Periodizarea: Teoria și metodologia antrenamentului*. București: Ad point Promo.
- Borrund, L., G., Flegal, K., M., Looker, A., C., Everhart, J., E., Harris, T., B., & Shepherd, J., A., (2010). Body composition data for individuals 8 years and older: U.S. population, 1999-2004. *Vital and health statistics. Data from the National Health Survey*, 11, 1-87.
- Bosch, P. R., Poloni, J., Thornton, A., & Lynskey, J. V. (2012). The heart rate response to nintendo Wii boxing in young adults. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*, 23(2), 13 - 29.
- Boxing. (2014, 2020). Retrieved from <https://www.caasn.com/boxing.html>
- Brooks, G., A., (2012). Bioenergetics of exercising humans. *Comprehensive physiology*, 2(1), 537-562. doi:10.1002/cphy.c110007
- Bružas, V., Kamandulis, S., Venckūnas, T., Sniečkus, A., & Mockus, P. (2015). Effects of plyometric exercise training with external weights on punching ability of experienced amateur boxers. *Archives of Budo Science of martial arts and extreme sports*, 11, 81 - 88.
- Bružas, V., Stasiulis, A., Cepulenas, A., Mockus, P., Statkeviciene, B., & Subacius, V. (2014). Aerobic capacity is correlated with the ranking of boxers. *Perceptual and Motor Skills*, 119(1), 50-58.
- Budiu, M. (2000). Discuri micro-electro-mecanice. Retrieved from <http://www.cs.cmu.edu/~mihaib/>
- Buško, K. (2019). Biomechanical characteristics of amateur boxers. *Archives of Budo*, 15, 23-31.
- Buško, K., Staniak, Z., Szark-Eckardt, M., Nikolaidis, P. T., Mazur-Różycka, J., Łach, P., . . . Jan Gajewski, M. G. (2016). Measuring the force of punches and kicks among combat sport athletes using a modified punching bag with an embedded accelerometer. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 18(1). doi:10.5277/ABB-00304-2015-02
- Carter, J. E. L., & Ackland, T. R. (2009). Somatotype in sports. In T. R. Ackland, B. C. Elliot, & J. Bloomfield (Eds.), *Applied Anatomy and Biomechanics in Sport* (pp. 47-66). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Čepulėnas, A., Bružas, V., Mockus, P., & Subacius, V. (2011). Impact of physical training mesocycle on athletic and specific fitness of elite boxers. *Archives of Budo*, 7(1), 33 - 39.
- Chaabene, H., Tabben, M., Mkaouer, B., Franchini, E., Negra, Y., Hammami, M., . . . Hachana, Y. (2015). Amateur boxing: physical and physiological attributes. *Sports Medicine*, 45, 337-352. doi:10.1007/s40279-014-0274-7
- Chadli, S., Ababoua, N., & Ababoua, A. (2014). A new instrument for punch analysis in boxing. *Procedia Engineering*, 74, 411-416.
- Ciosici, D. (2010). *Teoria antrenamentului sportiv*. Timișoara: Mirton.
- Collins, N. (2020). Boxing. Retrieved from <https://www.britannica.com/sports/boxing>
- Cross, N. (2002). *Coaching performance swimmers: The individualization of training programmes in Great Britain*. Marea Britanie.
- Danai, G., & Pantelis, T. N. (2012). Differences in force-velocity characteristics of upper and lower limbs of non-competitive male boxers. *International Journal of Exercise Science*, 5(2), 106-113.

- Davis, P., Benson, P. R., Pitty, J. D., Connorton, A. J., & Waldock, R. (2015). The activity profile of elite male amateur boxing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *10*, 53-57. doi:10.1123/ijsp.2013-0474
- Davis, P., & Connorton, A. (2017). A comparison of amateur boxing before and after the 2013 rules change and the impact on boxers safety. *British Journal of Sports Medicine*. doi:10.1136/bjsports-2017-097667
- Davis, P., Leithäuser, R. M., & Beneke, R. (2014). The Energetics of Semicontact 3 x 2-min Amateur Boxing. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *9*, 233-239. doi:10.1123/IJSP.2013-0006
- Davis, P., Wittekind, A., & Beneke, R. (2013). Amateur Boxing: Activity Profile of Winners and Losers. *International Journal of Sports physiology and performance*, *8*, 84-91.
- Deochand, N., Costello, M. S., & Fuqua, R. W. (2020). Real-time contingent feedback to enhance punching performance. *The Psychological Record*, *70*(1), 33-45.
- Dhawan, M., Shenoy, S., & Sandhu, J. S. (2012). Physiological, biochemical and strength profile of indian cyclists and boxers - a comparative study. *International Journal of Science and Research*, *3*(12), 98-101.
- Dick, F. (2007). *Sports training principles* (Ediția a 5-a ed.). Londra: A&C Black.
- Dinu, D., Millot, B., Slawinski, J., & Louis, J. (2020). An examination of the biomechanics of the cross, hook and uppercut between two elite boxing groups. *Proceedings*, *49*(61). doi:10.3390/proceedings2020049061
- Dorrell, H. F., Smith, M. F., & Gee, T. I. (2020). Comparison of velocity-based and traditional percentage-based loading methods on maximal strength and power adaptations. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *34*(1), 46-53. doi:10.1519/JSC.0000000000003089
- Durmic, T., Lazovic, B., Djelic, M., Lazic, J. S., Zikic, D., Zugic, V., . . . Mazic, S. (2015). Sport-specific influences on respiratory patterns in elite athletes. *J Bras Pneumol*, *41*(6), 516 - 522. doi:10.1590/S1806-37562015000000050
- Durmic, T., Popovic, B. L., Svenda, M. Z., Djelic, M., Zugic, V., Gavrilovic, T., . . . Leischik, R. (2017). The training type influence on male elite athletes' ventilatory function. *BMJ Open Sport Exerc Med*, *2*. doi:10.1136/bmjsem-2017-000240
- Eisenmann, J. (2018). LTAD Part 1: Definition and History. Retrieved from <https://blog.voltathletics.com/home/2018/3/19/ltad-part-1-definition-and-history>
- El-Ashker, S., Chaabane, H., Negra, Y., Prieske, O., & Granacher, U. (2018). Cardio-respiratory endurance responses following a simulated 3 3 minutes amateur boxing contest in elite level boxers. *Sports*, *6*(119). doi:10.3390/sports6040119
- Eriksson, M., Halvorsen, K. A., & Gullstrand, L. (2018). Immediate effect of visual and auditory feedback to control te running mechanics of well-trained athletes. *Journal of Sports Sciences*, *29*(3), 253 - 262. doi:10.1080/02640414.2010.523088
- Ermış, E., Yılmaz, A. K., & Mayda, M. H. (2018). Analysis of respiratory functions and respiratory muscle strength of martial arts athletes. *International Journal of Applied Exercise Phyhology*, *8*(1), 10 - 17. doi:10.30472/ijaep.v8i1.328
- Eustațiu, M., & Vîrtopeanu, N. C. (2009). *Hai să vorbim despre box...* București: Matrix Rom.
- Finlay, M. J., Greig, M., & Page, R. M. (2018). Quantifying the physical response to a contemporary amateur boxing simulation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *32*(4), 1005-1012. doi:10.1519/JSC.0000000000001926
- Fleck, S. (2011). Non-linear periodization for general fitness & athletes. *Journal of Human Kinetics Special Issue*, 41-45. doi:10.2478/v10078-011-0057-2
- Franchini, E., Brito, C. J., & Artioli, G. G. (2012). Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *9*(52).
- French, D. (2016). Adaptation to anaerobic training programs. In G. Haff & T. Triplett (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (4th Edition ed.): Human kinetics.
- Fulton, T. J., Baranuskas, M. N., Paris, H. L., Koceja, D. M., Mickleborough, T. D., & Chapman, R. F. (2020). Respiratory Muscle Fatigue Alters Cycling Performance and Locomotor Muscle Fatigue. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *52*(11), 2380 - 2389. doi:10.1249/MSS.0000000000002399
- Gagné, F. (1999). Gagne's differentiated model of giftedness and talent (DMGT). *Journal for the Education of the gifted*, *22*(2), 230-234. doi:10.1177/016235329902200209
- Gagné, F. (2013). The DMGT: Changes within, beneath and beyond. *Talent development & excellence*, *5*(1), 5 - 19.

- Gonzalez-Badilo, J., J., și Sanchez-Medina, L., (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of sports and medicine*, 31 (347-352). doi:10.1055/s-0030-1248333
- Gu, Y., Popik, S., & Dobrovolskiy, S. (2018). Hand punch movement kinematics of boxers with different qualification levels. *International Journal of Biomedical Engineering and Technology*, 28(4), 366 - 376. doi:10.1504/ijbet.2018.095984
- Guerriero, A., Varalda, C., & Piacentini, M. F. (2018). The role of velocity based training in the strength periodization for modern athletes. *Journal of Functional Morphology nad Kinesiology*, 3(55). doi:10.3390/jfmk3040055
- Guidetti, L., Musulin, A., & Baldari, C. (2002). Physiological factors in middleweight boxing performance. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 42(3), 309-314.
- Hammermeister, J., & Burton, D. (2004). Gender differences in coping with endurance sports: Are men from Mars and women from Venus. *Journal of Applied Sport Psychology*, 27, 148 - 164.
- Hanifa, S., Zulkhairi, A., Nadiah, D., Norasrudin, S., Muhammad, N. M., Nurul, N. S., & Wan, M. N. (2015). Comparison of body fat percentages and power among male boxers based on winner and non-winner. In I. I. Shariman, S. Norasrudin, & A. Rahmat (Eds.), *Proceedings of the 2nd International Colloquium on Sports Science, Exercise, Engineering and Technology (ICoSSEET 2015)* (pp. 301-308). Londra: Springer.
- Havlucu, H., Coskun, A., & Ozcan, O. (2021). Tactowel: A subtle sports performance display for giving real-time performance feedback in tennis. *Sensors*, 21(13). doi:10.3390/s21134594
- Hickey, K. (1980). *Boxing - The amateur boxing association - Coaching manual*. Londra: Fakenham Press Limited.
- Hoffman, J. (2014). *Physiological aspects of Sports training and performance*. Florida: Human Kinetics.
- Hristovski, R., Davids, K., Araújo, D., & Button, C. (2006). How boxers decide to punch a target: Emergent behaviour in nonlinear dynamical movement systems. *Journal of Sport Science and Medicine*, 60 - 73.
- Hubner-Wozniak, E., Kosmol, A., & Blachnio, D. (2011). Anaerobic capacity of upper and lower limbs muscles in combat sports contestants. *Journal of Combat Sports and Martial Arts*, 2(2), 91-94.
- Hurst, P. R. V., Walsh, D. C. I., Conlon, C. A., Ingram, M., Kruger, R., & Stonehouse, W. (2016). Validity and reliability of bioelectrical impedance analysis to estimate body fat percentage against air displacement plethysmography and dual-energy X-ray absorptiometry. *Nutrition & dietetics Journal of the Dietitians Association of Australia*, 73(2), 197 - 204.
- Inbar, O., Weiner, P., Azgad, Y., Rotstein, A., & Weinstein, Y. (2000). Specific inspiratory muscle training in well-trained endurance athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(7), 1233 - 1237. doi:10.1097/00005768-200007000-00008
- Ishac, K., & Eager, D. (2021). Evaluating martial arts punching kinematics using a vision and inertial sensing system. *Sensors*, 21(1948). doi:10.3390/s21061948
- Issurin, V. (2008). *Block periodization - breakthrough in sport training*. Michigan: Ultimate athlete Concepts.
- Istoria sportului românesc: Box. (2017). Retrieved from <https://video.agerpres.ro/flux-documentare/2017/05/05/istoria-sportului-romanesc-box-10-52-50>
- Janz, K. F., Gilmore, J. M., & Burns, T. L. (2006). Physical activity augments bone mineral accrual in young children: The Iowa Bone Development study. *Journal of Pediatrics*, 148(6), 93-99.
- Jidovtseff, B., Harris, N. K., Crielaard, J.-M., & Cronin, J. B. (2011). Using the load-velocity relationship for 1RM prediction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 267-270. doi:10.1519/JSC.0b013e3181b62c5f
- Jimenez-Reyes, P., Castano-Zambudio, A., Cuadrado-Penafiel, V., Gonzalez-Hernandez, J. M., Capelo-Ramirez, F., Martinez-Aranda, L. M., & Gonzalez-Badillo, J. J. (2021). Differences between adjusted vs. non-adjusted loads in velocity-based training: consequences for strength training control and programming. *PeerJ*. doi:10.7717/peerj.10942
- Jovanovski, A., & Stappenbelt, B. (2020). Measuring the boxing punch: Development and calibration of a non-embedded in-glove piezo-resistive sensor. *Proceedings*, 49(13), 1 - 7. doi:10.3390/proceedings2020049013
- Kačar, T., Ljubisavljević, M., Crnjaa, D., & Gavrilović, D. (2012). Analysis of most often results in the boxing by categories (light, medium, heavy) and age (cadet, junior, senior). *Journal of Sport Science*, 5, 102-109.
- Kamišalic, A., Fister, I., Turkanovic, M., & Karakatic, S. (2018). Sensors and functionalities of non-invasive wrist-wearable devices: A review. *Sensors*, 18.
- Katsikas, C., Argeitaki, P., & Smirniotou, A. (2009). Performance strategies of greek track and field athletes: gender and level differences. *Biology of exercise*, 5(1), 29 - 38. doi:10.4127/jbe.2009.0023

- Khanna, G. L., & Manna, I. (2006). Study of physiological profile of indian boxers. *Journal of sports science and medicine*, 5, 90-98.
- Koba, V. D. (2016). Organizational-methodical peculiarities of children selection for striking combats used in sports schools. *The Russian Journal of Physical Education and Sport (Pedagogical-Psychological and Medico-Biological Problems of Physical Culture and Sports)*, 11(1), 18-21. doi:DOI 10.14526/01_1111_100
- Lara, O. D., & Labrador, M. A. (2013). A survey on human activity recognition using wearable sensors. *IEEE communications surveys & tutorials*, 15(3), 1192 - 1209. doi:10.1109/SURV.2012.110112.00192
- Latyshev, S., V.. (2013). Individualization program training in freestyle wrestling. *Physical education of students*, 6(33-37). doi:10.6084/m9.figshare.840500
- Lauber, B., & Keller, M. (2014). Improving motor performance: Selected aspects of augmented feedback in exercise and health. *European Journal of Sport Science*, 14(1), 36 - 43. doi:10.1080/17461391.2012.725104
- Lazovic, B., Mazic, S., Suzic-Lazic, J., Djelic, M., Djordjevic-Saranovic, S., Durmic, T., . . . , & Zugic, V. (2015). Respiratory adaptations in different types of sport. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 19(2269-2274).
- Lehnert, M., Croix, M. D. S., Svoboda, Z., Elfmark, M., Sikora, O., & Stastny, P. (2020). Gender and age related differences in leg stiffness and reactive strength in adolescent team sports players. *Journal of Human Kinetics*, 74, 119 - 129. doi:10.2478/hukin-2020-0020
- Lenetsky, S. (2018). *Biomechanical assessment and determinants of punching in boxers*. (Doctor of Philosophy), Auckland. (0955658)
- Lenetsky, S., Brughelli, M., Nates, R. J., Neville, J. G., Cross, M. R., & Lormier, A. V. (2020). Defining the phases of boxing punches: A mixed-method approach. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(4).
- Levai, I. K., Hull, J. H., Loosemore, M., Greenwell, J., Whyte5, G., & Dickinson, J. W. (2016). Environmental influence on the prevalence and pattern of airway dysfunction in elite athletes. *Official Journal of the Asian Pacific Society of Respiratory*. doi:10.1111/resp.12859
- Lintmeijer, L. L., Robbers, F. S., Hofmijster, M. J., & Beek, P. J. (2019). Real-time feedback on mechanical power output: facilitating crew rowers' compliance with prescribed training intensity. *International Journal of Sports physiology and performance*, 14(3), 303 - 309.
- Loria, T., de Grosbois, J., & Tremblay, L. (2016). Can you hear that peak? Utilization of auditory and visual feedback at peak limb velocity. *Research quarterly for Exercise and Sport*, 84(3), 254 - 261. doi:10.1080/02701367.2016.1196810
- Loturco, I., Artioli, G. G., Kobal, R., Gil, S., & Franchini, E. (2014). Predicting punching acceleration from selected strength and power variables in elite karate athletes: A multiple regression analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(7), 1826-1832.
- Loturco, I., Nakamura, F. Y., Artioli, G. G., Kobal, R., Kitamura, K., Abad, E. C. C., . . . Franchini, E. (2015). Strength and power qualities are highly associated with punching impact in elite amateur boxers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 109 - 116.
- Mack, J., Stojših, S., Sherman, D., Dau, N., & Bir, C. (2010). *Amateur boxer biomechanics and punch force*. Paper presented at the 28 International Conference on Biomechanics in Sports, Marquette, Michigan.
- Martsiv, V. P. (2013). Dynamics of psychophysiological state of the boxers influenced by the standard of specialized demands of specialized basic training. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 9, 43-49.
- Matallaoui, A., Koivisto, J., Hamari, J., & Zarnekov, R. (2017). How effective is "exergamification"? A systematic review on the effectiveness of gamification features in exergames. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, 3316 - 3325. doi:10.24251/HICSS.2017.402
- Mazic, S., Lazovic, B., Djelic, M., Suzic-Lazic, J., Djordjevic-Saranovic, S., Durmic, T., . . . , & Zugic, V. (2014). Respiratory parameters in elite athletes - does sport have an influence? *Revista portuguesa de pneumologia*, 21(4), 192-197.
- McConnell, A. (2009). Respiratory muscle training as an ergogenic aid. *Journal of exercise science and fitness*, 7(2). doi:10.1016/S1728-869X(09)60019-8
- McConnell, A. H. K. (2011). *Breathe strong perform better*. Marea Britanie: Human Kinetics.
- McGinnis, P. (2013). *Biomechanics of sport and exercise* (Ediția a III-a ed.). New York: Human Kinetics.
- Murić, B., Kahrović, I., & Mujanović, R. (2012). Conative characteristics structure of promising boxers. *Research in Kinesiology*, 40(2), 155-159.
- Murnu, G. (1999). *Iliada lui Homer* București: Editura Universitas.

- Nascimento, V. C. d., Teixeira, R. d. C., Sousa, E. C. d., Gomes, E. L. d. F. D., & Costa, D. (2018). Effect of resistance training on physical performance and functional respiratory capacity of elderly women. *Journal of Physical Education*, 29(2943). doi:10.4025/jphyseduc.v29i1.2943
- Nasr, M. M. A. (2012). Effect of endurance compounds on the cardio-pulmonary fitness and the effectiveness of the skill performance of boxers. *World Journal of Sport Sciences*, 6(1), 06-13.
- Nassib, S., Ha Mmoudi-Nassib, S., Chtara, M., Mkaouer, B., Maaouia, G., Ti-Benayed, I. B., & Mari, K. C. (2017). Energetics demands and physiological responses to boxing match and subsequent recovery. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 57(1-2), 8-17. doi:10.23736/S0022-4707.16.05958-2
- Pao, C. (2018). What is an IMU Sensor? Retrieved from <https://www.ceva-dsp.com/ourblog/what-is-an-imu-sensor/>
- Pareja-Blanco, F., Rodriguez-Rosell, D., Saanchez-Medina, L., Fernando-Moysi, J., Dorado, C., Mora-Custodio, R., . . . Gonzalez-Badillo, J. J. (2016). Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains, and muscle adaptations. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. doi:10.1111/sms.12678
- Parr, D. Y. (2018). *Strength and conditioning for combat sports*. Ramsbury, Marlborough: The Crowood Press.
- Patel, S., Park, H., Bonato, P., Chan, L., & Rodgers, M. (2012). A review of wearable sensors and systems with application in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 9(21). doi:10.1186/1743-0003-9-21
- Păunescu, C., Pițigoi, G., Nicolae, E., Pricop, A., & Păunescu, M. (2012). Fiabilitatea utilizării device-ului myotest pro în măsurarea detentei. *Discobolul - Physical Education, Sport and Kinetotherapy Journal*, 30(4).
- Pettersson, S., & Berg, C. M. (2014). Dietary intake at competition in elite olympic combat sports. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 24, 98-109. doi:10.1123/ijsnem.2013-0041
- Phillips, E., Farrow, D., Ball, K., & Helmer, R. (2013). Harnessing and understanding feedback technology in applied settings. *Sports Medicine*, 43(10), 919 - 925.
- Pierce, J. D., Reinbold, K. A., Lyngard, B. C., Goldman, R. J., & Pastore, C. M. (2006). Direct measurement of punch force during six professional boxing matches. *Journal of Quantitative Analysis in Sports*, 2(2). doi:10.2202/1559-0410.1004
- Pilewska, W., Busko, K., & Pantelis, T. N. (2017). Measuring the force of punches using an accelerometric punching bag - relationship between force of punches and power of jump *Proceedings of the International conference of Computational Methods in Science and Engineering*. doi:10.1063/1.5012456
- Platonov, V. N. (2015). *Periodizarea antrenamentului sportiv. Teorie generală și aplicațiile ei practice* (S. Teodorescu, A. Bota, & A. D. Popescu, Trans.). București: Editura Discobolul.
- Platonov, V. N. (2018). Theoretical and methodological background for sports selection and orientation in modern elite sports. *Science in Olympic Sport*, 3, 24-51. doi:10.32652/olympic2018.3_3
- Plisk, S. S. (2008). Speed, Agility and speed-endurance development. In G. Haff & R. Earle (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (Ediția a 3-a ed., pp. 457-486). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Ratamess, N. (2008). Adaptations to anaerobic training programs. In T. Baechle; & R. Earle (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning: Human Kinetics*.
- Ratamess, N. (2012). Principles of strength training and conditioning. In N. Ratamess (Ed.), *ACSM's Foundations of strength training and conditioning*. Indianapolis, Indiana: Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins.
- Ratamess, N., Kraemer, W., Volek, J., French, D., Rubin, M., Ana Gomez, . . . Maresh, C. (2007). The effects of ten weeks of resistance and combined plyometric/sprint training with the meridian elite athletic shoe on muscular performance in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(3), 882-887.
- Reale, R., Burke, L. M., Cox, G. R., & Slater, G. (2019). Body composition of elite Olympic combat sport athletes. *European Journal of Sport Science*. doi:10.1080/17461391.2019.1616826
- Reed, S. (2009). *Essential physiological biochemistry: An organ-based approach*
- Reljic, D., Hassler, E., Jost, J., & Friedmann-Bette, B. (2013). Rapid weight loss and the body fluid balance and hemoglobin mass of elite amateur boxers. *Journal of Athletic Training*, 48(1), 109 - 117. doi:10.4085/1062-6050-48.1.05
- Rogol, A., D., Clark, P., A., & Roemmich, J., N., . (2000). Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. *American journal of Clinical Nutrition*, 72, 521-528.
- Rowland, W., T. (2005a). Growth and puberty. In T. Rowland W. (Ed.), *Children's exercise physiology* (a II-a ed.). Statele Unite ale Americii: Human Kinetics.
- Rowland, W., T. (2005b). The impact of puberty. In T. Rowland W. (Ed.), *Children's exercise physiology* (a II-a ed.). Statele Unite ale Americii: Human Kinetics.

- Sands, W. A., Wurth, J. J., & Hewitt, J. K. (2012). Basics of strength and conditioning manual. In N. S. a. C. Association (Ed.).
- Saponara, S. (2017). Wearable biometric performance measurement system for combat sports. *IEEE transactions on instrumentation and measurement*, 66(10). doi:10.1109/TIM.2017.2677679
- Saulea, G. D. (2015). Methodical aspects and content aspects of the instructive-educational process of boxing nowadays. *Annals of Dunărea de Jos University - Galați*, 15, 45-47.
- Secomb, J. L., Nimphius, S., Farley, O. R. L., Lundgren, L. E., Tran, T. T., & Sheppard, J. M. (2015). Relationships between lower-body muscle structure and, lower-body strength, explosiveness and eccentric leg stiffness in adolescent athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*, 14(691-697). 14, 691-697.
- Sharkey, B., & Kaskill, S. (2006). *Sport Physiology for coaches*. United States of America: Human Kinetics.
- Sheppard, J. M., & Doyle, T. L. A. (2008). Increasing compliance to instructions in the squat jump. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(2), 648-651.
- Slimani, M., Chaabene, H., Davis, P., Franchini, E., Cheour, F., & Chamari, K. (2016). Performance aspects and physiological responses in male amateur boxing competitions: A brief review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(4), 1132-1141.
- Smith, M. S. (2006). Physiological profile of senior and junior England international amateur boxers. *Journal of sports science and medicine*, 74-89.
- Smith, M. S., Dyson, R. J., & Janaway, L. (2000). Development of a boxing dynamometer and its punch force discrimination efficacy. *Journal of Sports Sciences*, 18(6), 445 - 450. doi:10.1080/02640410050074377
- Sonetti, D. A., Wetter, T. J., Pegelow, D. F., & Dempsey, J. A. (2001). Effects of respiratory muscle training versus placebo on endurance exercise performance. *Respiration Physiology*, 127, 185 - 199. doi:S0034-5687(01)00250-X
- Sorokowski, P., Sabiniewicz, A., & Waciewicz, S. (2014). The influence of the boxing stance on performance in professional boxers. *Anthropological Review*, 77(3), 347 - 353. doi:10.2478/anre-2014-0025
- Stastny, P., Tufano, J. J., Kregl, J., Petr, M., Blazek, D., Stefl, M., . . . Zmijewski, P. (2018). The role of visual feedback on power output during intermittent wingate testing in ice hockey players. *Sports*, 6(2). doi:10.3390/sports6020032
- Statista. (2014). Forecast market value wearable devices worldwide 2012-2018. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/302482/wearable-device-market-value/>
- Thomas, P., Murphy, S., & Hardy, L. (1999). Test of performance strategies: Development and preliminary validation of a comprehensive measure of athletes' psychological skills. *Journal of Sport Sciences*, 17, 697-711.
- Triplett, T. (2016). Structure and function of body systems. In G. Haff & T. Triplett (Eds.), *Essentials of strength training and conditioning* (4th edition ed.): Human Kinetics.
- Tucker, R. (2009). The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. *British Journal of Sports Medicine*, 43, 392 - 400. doi:10.1136/bjism.2008.050799
- Verkhoshansky, Y., & Siff, M. C. (2009). Organisation of training *Supertraining* (Ediția a 6-a ed., pp. 313-335): Verkhoshansky.com.
- Watkins, J. (2007). *An introduction to biomechanics of sport and exercise*. Marea Britanie: Elsevier.
- Weakly, J., Mann, B., Banyard, H., McLaren, S., Scott, T., & Garcia-Ramos, A. (2020). Velocity-based training: From theory to application. *Strength and Conditioning Journal*, 60(00), 2-20.
- Williams, A. M., & Reilly, T. (2000). Talent identification and development in soccer. *Journal of Sport Science*, 18(9), 657-667. doi:10.1080/02640410050120041
- Wilson, D. C., Ruddock, A. D., Ranchordas, M. K., Thompson, S. W., & Drogerson, D. (2020). Physical profile of junior and senior amateur boxers. *Journal of Physical Education and Sport*, 20(6), 3452-3459. doi:10.7752/jpes.2020.06466
- Worsey, M. T. O., Espinosa, H. G., Shepherd, J. B., & Thiel, D. V. (2020). An evaluation of wearable inertial sensor configuration and supervised machine learning models for automatic punch classification in boxing. *Internet of Things*, 360-381. doi:10.3390/iot1020021
- Yoon, D. H., & Kim, K. J. (2019). Core strength characteristics of Korean national amateur male boxers: a comparison with anaerobic power maximal strength. *Exercise science*, 28(2), 175-181. doi:10.15857/ksep.2019.28.2.175

Zhu, B., Kaber, D., Zahabi, M., & Ma, J. (2017). *Effect of feedback type and modality on human motivation*. Paper presented at the IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics Conference Proceedings, Banff, Canada.