

REZUMAT TEZĂ DE DOCTORAT

---

# CAPACITATEA DE EFORT FIZIC LA JUCĂTORII DE RUGBY

Doctorand **Radu Sergiu Cîrjoescu**

---

Conducător de doctorat **Prof. Dr. Simona Tache**

---

---



**UMF**  
UNIVERSITATEA DE  
MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
IULIU HAȚIEGANU  
CLUJ-NAPOCA

# CUPRINS

<b>ABREVIERI UTILIZATE IN TEXT</b> .....	9
<b>INTRODUCERE</b> .....	11
<b>STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII</b> .....	13
<b>1. Considerații generale asupra jocului de rugby</b> .....	15
1.1. Tipul de efort fizic în jocul de rugby .....	15
1.2. Caracteristicile antropometrice ale jucătorilor .....	16
1.3. Calitățile biomotrice .....	17
1.4. Capacitatea de efort .....	19
<b>2. Modificări adaptative specifice jucătorilor de rugby</b> .....	21
2.1. Aparatul locomotor .....	21
2.2. Oboseala musculară .....	22
2.3. Sistemul cardiovascular .....	23
2.4. Sistemul respirator .....	24
2.5. Sistemul endocrin .....	24
2.6. Sistemul nervos și analizatorii .....	25
2.7. Metabolismul.....	26
2.8. Imunitatea .....	27
<b>CONTRIBUȚIA PERSONALĂ</b> .....	29
<b>1. Obiective</b> .....	31
<b>2. Studiul 1. Indicatorii antropometrici la jucătorii de rugby tineri</b> .....	33
2.1. Introducere .....	33
2.2. Obiective .....	34
2.3. Material și metode .....	34
2.4. Rezultate .....	36
2.5. Discuții .....	53
2.6. Concluzii .....	54
<b>3. Studiul 2. Capacitatea aerobă de efort la jucătorii de rugby tineri</b> .....	55
3.1. Introducere .....	55
3.2. Obiective .....	55
3.3. Material și metode .....	55
3.4. Rezultate .....	57
3.5. Discuții .....	67
3.6. Concluzii .....	68
<b>4. Studiul 3. Suplimentarea cu aminoacizi cu catenă ramificată asupra capacității de efort fizic – studiu experimental</b> .....	71
4.1. Introducere .....	71
4.2. Obiective .....	72
4.3. Material și metodă .....	72
4.4. Rezultate.....	74
4.5. Discuții .....	85
4.6. Concluzii .....	88
<b>5. Studiul 4. Efectul suplimentării cu aminoacizi cu catenă ramificată și curcumină asupra capacității de efort fizic – studiu experimental</b> .....	91
5.1. Introducere .....	91
5.2. Obiective .....	91
5.3. Material și metodă .....	92
5.4. Rezultate.....	92
5.5. Discuții .....	112
5.6. Concluzii .....	114
<b>6. Concluzii generale</b> .....	117
<b>7. Originalitatea și contribuțiile inovative ale tezei</b> .....	119
<b>REFERINȚE</b> .....	121

## **Introducere.**

Efortul fizic este o solicitare complexă a organismului sub multiple aspecte: neuromuscular, endocrinometabolic, cardiorespirator, biochimic și psihoemoțional, care poate avea efecte favorabile – eustresante sau nefavorabile – distresante asupra organismului și capacității de efort.

Jocul de rugby este un sport cu caracter combativ, de mare complexitate, un joc de echipă în 15 jucători, în care efortul fizic mixt alternează cu faze statice și dinamice.

Importanța jocului de rugby ca disciplină sportivă pe plan național și internațional, activitatea personală în acest sport și în prezent, ca și kinetoterapeut cu experiență în patologia posttraumatică locomotorie întâlnită în rugby, m-au determinat să studiez pe subiecți umani – jucători de rugby tineri: indicatorii antropometrici și capacitatea de efort fizic.

Experimental s-a studiat influența suplimentării cu un complex de aminoacizi esențiali – BCAA și de aminoacizi – BCAA și curcumină asupra: capacității de efort fizic, balanței oxidanți/antioxidanți la nivel seric și tisular și metabolismul glucidic și lipidic.

Am urmărit aceste obiective având în vedere:

- pregătirea specifică a tinerilor jucători de rugby pentru selecția terțiară;
- necesitatea îmbunătățirii performanțelor fizice pe baza suplimentării cu preparate nenuționale, folosite în activitatea sportivă.

## **Cercetări personale**

**Obiectivele generale** ale tezei vizează îmbunătățirea capacității de efort la sportivii tineri și efectul administrării unor complexe nenuționale la sportivi, în vederea creșterii capacității de efort, a menținerii homeostaziei redox, cu scăderea stresului oxidativ.

**Obiectivele specifice** ale tezei cuprind:

Pentru studiile pe subiecți umani tineri

- Determinarea indicatorilor antropometrici în funcție de vârstă, pregătirea fizică generală la nesportivi și cea specifică, la sportivi jucători de rugby;
- Determinarea capacității de efort fizic în funcție de vârstă și pregătirea fizică generală la nesportivi și cea specifică la sportivi jucători de rugby.

Pentru studiile experimentale pe șobolani

- Efectul suplimentării cu un complex de aminoacizi cu catenă ramificată – BCAA asupra capacității de efort, balanței oxidanți/antioxidanți la nivel seric și tisular (muscular și hepatic) și nivelului seric al glicemiei, colesterolemiei și trigliceridemiei;
- Efectul suplimentării cu un complex de aminoacizi – BCAA + curcumină asupra capacității de efort fizic, balanței oxidanți/antioxidanți la nivel seric și tisular (muscular și hepatic) și nivelului seric al glicemiei, colesterolemiei și trigliceridemiei;

- Influența suplimentării de BCAA și complexului BCAA+Curcumină asupra capacității de efort fizic de diferite intensități.

### **Studiul I Indicatorii antropometrici la jucătorii de rugby tineri**

Obiective. S-a studiat influența pregătirii fizice specifice asupra caracteristicilor antropometrice la tinerii rugbiști, comparativ cu tinerii de aceeași vârstă 18-20 ani cu pregătire fizică generală.

Am urmărit:

- indicatorii antropometrici statici: lungimea corporală, diametrele și perimetrele;
- indicatorii antropometrici dinamici nonlocomotorii: dinamometrii

Loturi. Determinările au fost efectuate pe 6 loturi (n=10 subiecți/lot):

- 3 loturi martor MI (18ani), MII (19ani), MIII (20ani), cu pregătire fizică generală 1-2 ore/săptămână
- 3 loturi sportivi SIV (18ani), SV (19ani),SVI (20ani), cu pregătire fizică specifică 2 ore/zi, 5 zile pe săptămână

Teste aplicate. Evaluarea antropometrică cantitativă s-a făcut pe baza unor indicatori utilizați în antropometria sportivă; indicatorii antropometrici s-au explorat direct și indirect.

**Direct** s-au determinat: masa corporală (MC) exprimată în kg, înălțimea (H) măsurată în cm, anvergura(A) exprimată în cm, perimetrul toracic în inspir(PT-IF) și expir forțat(PT-EF), exprimat în cm, perimetrul abdominal(PA) exprimat în cm, diametrul biacromial(DBA) exprimat în cm, măsurat cu compasul antropometric,diametrul bitrohanterian(DBT) exprimat în cm, forța flexorilor palmari pentru mâna dreaptă(FFP-MD) și mâna stângă(FFP-MS), exprimată în kgf.

**Indirect** s-au determinat: indicele de masă corporală (IMC) exprimat în ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), elasticitatea toracelui (ET), calculată prin diferența între perimetrul toracic în inspir profund și perimetrul toracic în expir forțat, exprimată în cm.

Prelucrarea statistică. Au fost calculate elemente de statistică descriptivă, datele fiind prezentate utilizând indicatori de centralitate, localizare și distribuție.

Analiza statistică comparativă și de corelație s-au efectuat utilizând testele: Shapiro-Wilk, t (Student), Mann-Whitney, ANOVA, Kruskal-Wallis, coeficientul de corelație Pearson (r), coeficientul de corelație al rangurilor Spearman ( $\rho$ ) și regula lui Colton.

Rezultate.

1.S-au constatat creșteri semnificative ale MC, IMC, A și FFP la loturile de sportivi comparativ cu loturile martor, excepție făcând loturile de 18 ani privind masa corporală.

2.Pentru loturile de sportivi, după perioada de un an (momentul  $T_2$ ) au fost observate creșteri semnificative ale MC (pentru loturile de 19 și 20 ani), a H (pentru loturile de 18 și 19 ani), IMC (pentru loturile de 20 ani), A (pentru toate loturile)

3. Modificările indicatorilor antropometrici la jucătorii de rugby pot apărea ca o consecință adaptativă, față de specificitatea solicitărilor fizice la care este expus sportivul, prin practicarea acestui sport și poate fi influențată de antrenament. Aceste particularități, precum și modificarea lor în decursul timpului trebuie luate în considerare în vederea selecției terțiare a jucătorilor.

### **Studiul II Capacitatea aerobă de efort la jucătorii de rugby tineri**

Obiective. S-a studiat influența pregătirii fizice specifice asupra indicatorilor capacității aerobe de efort la tinerii rugbiști, comparativ cu tinerii de aceeași vârstă 18-20 ani, cu pregătire fizică generală.

Loturi. Determinările au fost efectuate pe 6 loturi (n=10 subiecți/lot):

- 3 loturi martor MI (18ani), MII (19ani), MIII (20ani), cu pregătire fizică generală 1-2 ore/săptămână
- 3 loturi sportivi SIV (18ani), SV (19ani), SVI (20ani), cu pregătire fizică specifică 2 ore/zi, 5 zile pe săptămână

Teste aplicate. Capacitatea aeroba de efort (CAE) a fost explorată indirect, după metoda Åstrand-Ryhming

Indicatorii capacității aerobe de efort au fost determinați

**Direct:** frecvența cardiacă în ciclul/min (FC), determinată imediat după efort.

**Indirect:** frecvența cardiacă maximă ideală în ciclul/min ( $FC_{max}$ ), consumul maxim de  $O_2$  în ml. ( $VO_2max$ ), puterea maximă aerobă în ml/kg,  $VO_2max$  ideal, capacitatea aeroba de efort exprimată în procente și raportată la  $VO_2max$  ideal:  $CAE=PMA/VO_2max$  ideal, consumul de  $O_2$  corespunzător fiecărei contracții cardiac ( $VO_2max/FC$ ),  $VO_2max$  în funcție de vârstă.

Rezultate.

1. În perioada postpubertală, la tinerii cu pregătire fizică generală se constată creșterea  $VO_2max$ , în funcție de vârstă.

2. Pregătirea fizică specifică în perioada postpubertală la jucătorii de rugby tineri determină îmbunătățirea  $VO_2max$ , CAE și PMA.

3. Îmbunătățirea indicatorilor capacității de efort poate fi considerată ca o modificare adaptativă determinată de pregătirea fizică specifică la jucătorii de rugby tineri.

4. Modificările adaptative ale indicatorilor capacității de efort la jucătorii de rugby tineri trebuie luate în considerare pentru selecția terțiară, în vederea formării jucătorilor de elită.

### **Studiul III Suplimentarea cu aminoacizi cu catenă ramificată asupra capacității de efort fizic – studiu experimental**

Obiective. S-a studiat experimental: efectul suplimentării cu BCAA asupra capacității aerobe de efort și profilul biochimic redox și metabolic.

Cercetările au fost efectuate pe 6 loturi de animale (șobolani rasa Wistar masculi)

Loturi (n=10 animale/lot)

- Lot I – martori

- Lot II – martori + efort fizic (încărcare 5%)
- Lot III – martori + efort fizic (încărcare 10%)
- Lot IV – suplimentate cu BCAA
- Lot V – suplimentate cu BCAA + efort fizic (încărcare 5%)
- Lot VI – suplimentate cu BCAA + efort fizic (încărcare 10%)

Determinări. Capacitatea aerobă de efort (CAE) s-a determinat prin proba de înot. Intensitatea efortului a fost modificată prin încărcarea animalelor cu greutateți diferite, de 5 % și 10 % din greutatea animalului, în varianta de încărcare liniară-standard

S-a explorat balanța O/AO în sânge și țesuturi (ficat și mușchi), determinarea trigliceridelor (TG), colesterolului (COL) și a glicemiei (GLI) în sânge și determinarea greutateții animalelor exprimată în grame.

Rezultate.

1. Suplimentarea cu BCAA determină creșterea capacității de efort și masei corporale la animale, față de martorii nesuplimentați și față de valorile inițiale.

2. Suplimentarea cu BCAA determină creșterea semnificativă a apărării AO la nivel seric la animalele sedentare și scăderea apărării AO la nivel hepatic.

3. Suplimentarea cu BCAA determină creșterea semnificativă a apărării AO la nivel seric la animalele antrenate la efort și scăderea semnificativă a apărării AO la nivel hepatic și muscular.

4. Balanța oxidanți/antioxidanți nu prezintă modificări serice și tisulare la animalele suplimentate cu BCAA supuse efortului de diferite intensități.

5. Suplimentarea cu BCAA și efortul fizic determină creșterea glicemiei și trigliceridelor, față de animalele nesuplimentate supuse efortului.

#### **Studiul IV Efectul suplimentării cu aminoacizi cu catenă ramificată și curcumină asupra capacității de efort fizic – studiu experimental**

Obiective. S-a studiat experimental efectul suplimentării cu un complex BCAA + CCR asupra: capacității aere de efort, greutateții, balanței oxidanți/antioxidanți la nivel seric și tisular în mușchi și ficat, indicatorilor serici ai metabolismului glucidic și lipidic.

Cercetările au fost efectuate pe un număr de 7 loturi de animale (șobolani rasa Wistar masculi)

Lot I – martori

Lot II – martori + efort (încărcare 5%)

Lot III – martori + efort (încărcare 10%)

Lot VII – suplimentate cu curcumina

Lot VIII – suplimentate cu curcumina + BCAA

Lot IX – suplimentate cu curcumina + BCAA + efort (încărcare 5%)

Lot X – suplimentate cu curcumina + BCAA + efort (încărcare 10%)

Determinări. Capacitatea aerobă de efort (CAE) s-a determinat prin proba de înot. Intensitatea efortului a fost modificată prin încărcarea animalelor cu greutateți diferite, de 5 % și 10 % din greutatea animalului, în varianta de încărcare liniară-standard

Explorarea balanței O/AO în sânge și țesuturi (ficat și mușchi), determinarea trigliceridelor (TG), colesterolului (COL) și a glicemiei (GLI) în sânge și determinarea greutății animalelor exprimată în grame.

Rezultate.

1. Complexul BCAA+CCR determină la animalele antrenate la efort creșterea CAE și a masei corporale.
2. Suplimentarea cu BCAA+CCR la animalele sedentare are efecte modulatorie asupra balanței O/AO cu creșterea SO la nivel seric și muscular, stimularea apărării AO la nivel seric și scăderea apărării AO la nivel muscular și hepatic.
3. Suplimentarea cu BCAA+CCR la animalele antrenate la efort determină la animalele cu încărcare 5% scăderea SO la nivel seric și hepatic și creșterea SO și apărării AO la nivel muscular iar la animalele cu încărcare de 10% scăderea SO la nivel muscular și creșterea SO la nivel hepatic.
4. Suplimentarea cu BCAA+CCR la animalele antrenate la efort nu determină modificări ale glicemiei, dar determină creșteri ale TG, față de animalele sedentare.
5. Complexul BCAA+CCR are efecte ergotrope, trofotrope și de atenuare a SO la animalele antrenate la efort fizic.

### **Concluzii generale**

1. Pregătirea fizică specifică la jucătorii de rugby tineri cu vârsta de 18-20 ani determină îmbunătățirea semnificativă ai unor indicatori antropometrici statici și dinamici pe perioada de 1 an, față de martorii de aceeași vârstă.
2. Pregătirea fizică specifică la rugbyștii tineri determină creșteri semnificative ale valorilor consumului maximal de O<sub>2</sub> și puterii maxime aerobe; capacitatea aerobă de efort crește semnificativ mai ales la grupa de 18 ani, față de martori.
3. Îmbunătățirea indicatorilor antropometrici, a valorilor consumului maximal de O<sub>2</sub> și puterii maxime aerobe la jucătorii de rugby tineri de 18-20 ani, ca urmare a pregătirii fizice specifice și antrenamentului oferă posibilitatea implementării acestor date în vederea selecției terțiare și pentru creșterea performanțelor.
4. Suplimentarea cu aminoacizi cu catenă ramificată BCAA determină la 28 de zile, la animale antrenate la efort cu diferite intensități, creșterea capacității de efort, a apărării antioxidante, a glicemiei și trigliceridelor, față de animalele martor.
5. Suplimentarea cu un complex de aminoacizi cu catenă ramificată și curcumină determină la animalele antrenate la efort creșterea capacității de efort, scăderea stresului oxidativ la nivel seric și creșteri ale trigliceridelor.

6. Complexul de aminoacizi cu catenă ramificată și curcumină are efecte ergotrope, trofotrope și antioxidante la animalele antrenate la efort.

7. Cercetările noastre experimentale arată că efectele paradoxale ale efortului fizic asupra homeostaziei redox sunt dependente de intensitatea efortului, modificată prin încărcare și sunt influențate favorabil de administrarea unor suplimente nenutriționale antioxidante.

8. Pregătirea fizică generală, pregătirea tehnico-tactică și psihologică, asociată cu o nutriție adecvată și administrarea controlată de suplimente nenutriționale, poate contribui la o formă sportivă optimă și obținerea performanțelor sportive.

#### Bibliografie

6. Bompa P, Claro F. Periodization in rugby. Ed. Meyer&Meyer sport UK 2009 23-24; 207-210.
9. Waldron M, Twist C, Highton J, Worsfold P, Daniels M Movement and physiological match demands of elite rugby league using portable global positioning systems. *J Sports Sci.* 2011; 29(11):1223-1230.
25. Roberts SP, Stokes KA, Trewartha G, Hogben P, Doyle J, Thompson D Effect of combined carbohydrate-protein ingestion on markers of recovery after simulated rugby union match-play. *J Sports Sci.* 2011; 29(12):1253-1262.
30. Sedeaud A, Marc A, Schipman J, Tafflet M, Hager JP, Toussaint JF. How they won Rugby World Cup through height, mass and collective experience. *Br J Sports Med.* 2012;46(8):580-584.
34. Fontana FY, Colosio A, De Roia GF, Da Lozzo G, Pogliaghi S. Anthropometrics of Italian Senior Male Rugby Union Players: From Elite to Second Division. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015;10(6):674-680.
35. Till K, Cogley S, O'Hara J, Chapman C, Cooke C. A longitudinal evaluation of anthropometric and fitness characteristics in junior rugby league players considering playing position and selection level. *J Sci Med Sport.* 2013; 16(5):438-443.
- 51 Barr MJ, Sheppard JM, Gabbett TJ, Newton RU. Long-term training-induced changes in sprinting speed and sprint momentum in elite rugby union players. *J Strength Cond Res.* 2014 Oct;28(10):2724-2731.
55. Swaby R, Jones PA, Comfort PJ. Relationship between Maximum Aerobic Speed Performance and Distance Covered in Rugby Union Games. *Strength Cond Res.* 2016 Feb 12.
72. Dudgeon WD, Kelley EP, Scheett TP. In a single-blind, matched group design: branched-chain amino acid supplementation and resistance training maintains lean body mass during a caloric restricted diet. *J Int Soc Sports Nutr.* 2016 Jan 5;13:21.
87. He Y, Yue Y, Zheng X, Zhang K, Chen S, Du Z. Curcumin, inflammation, and chronic diseases: how are they linked. *Molecules.* 2015 May 20;20(5):9183-9213.
90. Shabana MH, Shahy EM, Taha MM, Mahdy GM, Mahmoud MH. Phytoconstituents of *Curcuma longa* L aqueous ethan extract and its immunomodulatory effect on diabetic infected rats. *Egyptian Pharm J.* 2015 Apr;14:36-43.



ABSTRACT OF THE DOCTORAL THESIS

---

# PHYSICAL EXERCISE CAPACITY IN RUGBY PLAYERS

Doctoral candidate **Radu Sergiu Cîrjoescu**

---

Doctoral supervisor **Prof. Dr. Simona Tache**

---



**UMF**  
UNIVERSITATEA DE  
MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
IULIU HAȚIEGANU  
CLUJ-NAPOCA

# CONTENTS

<b>ABBREVIATIONS USED IN THE TEXT</b> .....	9
<b>INTRODUCTION</b> .....	11
<b>CURRENT STATE OF KNOWLEDGE</b> .....	13
<b>1. General considerations on the rugby game</b> .....	15
1.1 Types of physical effort in the rugby game.....	15
1.2 Anthropometric characteristics of players .....	16
1.3 Biomotor skills .....	17
1.4 Exercise capacity .....	19
<b>2. Adaptive changes specific to rugby players</b> .....	21
2.1 The locomotor system.....	21
2.2 Muscle fatigue.....	22
2.3 The cardiovascular system.....	23
2.4 The respiratory system.....	24
2.5 The endocrine system.....	24
2.6 The nervous system and analyzers.....	25
2.7 Metabolism.....	26
2.8 Immunity .....	27
<b>PERSONAL CONTRIBUTION</b> .....	29
<b>1. Objectives</b> .....	31
<b>2. Study 1. Anthropometric parameters in young rugby players</b> .....	33
2.1 Introduction .....	33
2.2 Objectives .....	34
2.3 Material and methods.....	34
2.4 Results .....	36
2.5 Discussions.....	53
2.6 Conclusions.....	54
<b>3. Study 2. Aerobic exercise capacity in young rugby players</b> .....	55
3.1 Introduction .....	55
3.2 Objectives .....	55
3.3 Material and methods .....	55
3.4 Results .....	57
3.5 Discussions .....	67
3.6 Conclusions .....	68
<b>4. Study 3. The effect of branched-chain amino acid supplementation on physical exercise capacity – an experimental study</b> .....	71
4.1 Introduction .....	71
4.2 Objectives .....	72
4.3 Material and methods .....	72
4.4 Results.....	74
4.5 Discussions .....	85
4.6 Conclusions .....	88
<b>5. Study 4. The effect of branched-chain amino acid and curcumin supplementation on physical exercise capacity – an experimental study</b> .....	91
5.1 Introduction.....	91
5.2 Objectives .....	91
5.3 Material and methods .....	92
5.4 Results.....	92
5.5 Discussions .....	112
5.6 Conclusions.....	114
<b>6. General conclusions</b> .....	117
<b>7. Originality and innovative contributions of the thesis</b> .....	119
<b>REFERENCES</b> .....	121

## **Introduction**

Physical exercise represents complex strain on the body regarding many aspects: neuromuscular, endocrine-metabolic, cardiorespiratory, biochemical and psychoemotional, which may have favorable, eustressing effects or unfavorable, distressing effects on the body and exercise capacity.

The rugby game is a highly complex contact team sport, a game between two teams of 15 players, in which mixed physical exercise alternates with static and dynamic phases.

The importance of rugby as a sports discipline at national and international level, my personal activity in this sport, as well as my current activity as a kinesiologist with experience in post-traumatic locomotor disorders related to rugby, led me to study in human subjects – young rugby players: anthropometric parameters and physical exercise capacity.

The influence of supplementation with a complex of essential amino acids – BCAA and a combination of amino acids – BCAA and curcumin on physical exercise capacity, serum and tissue oxidant/antioxidant balance, and carbohydrate and lipid metabolism was experimentally studied.

We pursued these objectives taking into consideration:

- the specific training of young rugby players with a view to tertiary selection;
- the need to improve physical performance based on supplementation with non-nutritional preparations, used in sports activity.

## **Personal research**

**The general objectives** of the thesis are to improve exercise capacity in young athletes and to assess the effect of administration of non-nutritional supplements in athletes, in order to increase exercise capacity and maintain redox homeostasis, while decreasing oxidative stress.

**The specific objectives** of the thesis include:

For studies in young human subjects

- Determination of anthropometric parameters depending on age and general physical training in non-athletes and specific physical training in rugby players;
- Determination of exercise capacity depending on age and general physical training in non-athletes and specific physical training in rugby players.

For experimental studies in rats

- Effect of supplementation with a complex of branched-chain amino acids – BCAA on exercise capacity, oxidant/antioxidant balance in the serum, muscle and liver tissues, and serum glycemia, cholesterolemia and triglyceridemia values;
- Effect of supplementation with a combination of branched-chain amino acids – BCAA + curcumin on exercise capacity, oxidant/antioxidant balance in the serum, muscle and liver tissues, and serum glycemia, cholesterolemia and triglyceridemia values;
- Influence of supplementation with BCAA and BCAA+curcumin on physical exercise capacity depending on different exercise intensities.

## Study I Anthropometric parameters in young rugby players

Objectives. The influence of specific physical training on the anthropometric characteristics of young rugby players aged 18-20 years compared to subjects of the same age with general physical training was studied.

The following were assessed:

- static anthropometric parameters: body length, diameters and circumferences;
- dynamic non-locomotor anthropometric parameters: dynamometric grip strength.

Groups. Determinations were performed in 6 groups (n=10 subjects/group):

- 3 control groups CI (18 years), CII (19 years), CIII (20 years), with general physical training for 1-2 hours/week
- 3 groups of athletes AIV (18 years), AV (19 years), AVI (20 years), with specific physical training for 2 hours/day, 5 days per week

Tests applied. Quantitative anthropometric assessment was performed based on measurements used in sports anthropometry; anthropometric parameters were determined directly and indirectly.

The following parameters were determined **directly**: body mass (BM) expressed in kg, height (H) measured in cm, arm span (AS) expressed in cm, chest circumference during forced inspiration (CCFI) and forced expiration (CCFE), expressed in cm, abdominal circumference (AC) expressed in cm, biacromial diameter (BAD) expressed in cm, measured with an anthropometric compass, bitrochanteric diameter (BTD) expressed in cm, right hand grip strength (RHGS) and left hand grip strength (LHGS), expressed in kgf.

The following parameters were determined **indirectly**: body mass index (BMI) expressed in ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ), chest elasticity (CE), calculated as the difference between chest circumference during forced inspiration and chest circumference during forced expiration, expressed in cm.

Statistical processing. Descriptive statistics elements were calculated, and data were presented using centrality, location and distribution indicators.

Comparative and correlation statistical analysis was performed using the Shapiro-Wilk, Student t, Mann-Whitney, ANOVA, Kruskal-Wallis tests, Pearson's correlation coefficient (r), Spearman's rank correlation coefficient ( $\rho$ ) and Colton's rule.

### Results

4. Significant increases in BM, BMI, AS and HGS were found in the groups of athletes compared to the control groups, except for the 18-year-old groups regarding body mass.

5. After one year, (time T<sub>2</sub>) in the groups of athletes, there were significant increases in BM (for the 19 and 20-year-old groups), H (for the 18 and 19-year-old groups), BMI (for the 20-year-old groups), and AS (for all groups).

6. Anthropometric parameter changes in rugby players may occur as an adaptive response to specific physical strain athletes are subjected to during this sport, and can be influenced by training. These

particularities, as well as their modification with time should be considered for the tertiary selection of players.

### **Study II Aerobic exercise capacity in young rugby players**

**Objectives.** The influence of specific physical training on aerobic exercise capacity indicators in young rugby players aged 18-20 years compared to young subjects of the same age with general physical training was studied.

**Groups.** Determinations were performed in 6 groups (n=10 subjects/group):

- 3 control groups CI (18 years), CII (19 years), CIII (20 years), with general physical training for 1-2 hours/week
- 3 groups of athletes AIV (18 years), AV (19 years), AVI (20 years), with specific physical training for 2 hours/day, 5 days per week

**Tests applied.** Aerobic exercise capacity (AEC) was assessed indirectly, using the Åstrand-Ryhming method.

Aerobic exercise capacity indicators were determined:

**Directly:** heart rate in cycles/min (HR), determined immediately after effort.

**Indirectly:** ideal maximum heart rate in cycles/min ( $HR_{max}$ ), maximal  $O_2$  consumption in ml ( $VO_{2max}$ ), maximal aerobic power in ml/kg, ideal  $VO_{2max}$ , aerobic exercise capacity expressed in percentage in relation to ideal  $VO_{2max}$ :  $AEC = MAP / ideal\ VO_{2max}$ ,  $O_2$  consumption corresponding to each cardiac contraction ( $VO_{2max}/HR$ ),  $VO_{2max}$  depending on age.

### **Results**

5. In the post-pubertal period, in young subjects with general physical training, an increase in  $VO_{2max}$  depending on age was observed.

6. Specific physical training of young rugby players during the post-pubertal period led to an improvement of  $VO_{2max}$ , AEC and MAP.

7. The improvement of exercise capacity indicators can be considered an adaptive change induced by specific physical training in young rugby players.

8. Adaptive changes in exercise capacity indicators in young rugby players should be taken into consideration for tertiary selection, with a view to training elite players.

### **Study III The effect of branched-chain amino acid supplementation on physical exercise capacity – an experimental study**

**Objectives.** The effect of BCAA supplementation on aerobic exercise capacity, as well as on biochemical redox and metabolic profile was experimentally studied.

The research was performed in 6 groups of animals (male Wistar rats).

Groups (n=10 animals/group)

- Group I – controls

- Group II – controls + physical exercise (5% load)
- Group III – controls + physical exercise (10% load)
- Group IV – supplemented with BCAA
- Group V – supplemented with BCAA + physical exercise (5% load)
- Group VI – supplemented with BCAA + physical exercise (10% load)

Determinations. Aerobic exercise capacity (AEC) was determined by the swimming test. Exercise intensity was modified by loading the animals with different weights, 5% and 10% of the animal's weight, using the standard linear loading variant.

The O/AO balance in blood and in liver and muscle tissues was assessed, blood triglyceride (TG), cholesterol (CHOL) and glycemia (GLY) levels were measured, and the animals' weight expressed in grams was determined.

#### Results

6. BCAA supplementation induces an increase in the exercise capacity and body mass of animals, compared to unsupplemented controls and initial values.

7. BCAA supplementation induces a significant increase of AO defense in the serum of sedentary animals, and a decrease of AO defense in liver tissues.

8. BCAA supplementation induces a significant increase of AO defense in the serum of exercise trained animals, and a significant decrease of AO defense in liver and muscle tissues.

9. The oxidant/antioxidant balance shows no serum or tissue changes in animals supplemented with BCAA and subjected to exercise of different intensities.

10. BCAA supplementation and physical exercise induce an increase of glycemia and triglyceride values compared to unsupplemented animals subjected to exercise.

#### **Study IV The effect of branched-chain amino acid and curcumin supplementation on physical exercise capacity – an experimental study**

Objectives. The effect of supplementation with a BCAA + CCR complex on aerobic exercise capacity, weight, oxidant/antioxidant balance in the serum, muscle and liver tissues, and serum carbohydrate and lipid metabolism indicators was experimentally studied.

The research was conducted in 7 groups of animals (male Wistar rats).

Group I – controls

Group II – controls + exercise (5% load)

Group III – controls + exercise (10% load)

Group VII – supplemented with curcumin

Group VIII – supplemented with curcumin + BCAA

Group IX – supplemented with curcumin + BCAA + exercise (5% load)

Group X – supplemented with curcumin + BCAA + exercise (10% load)

Determinations. Aerobic exercise capacity (AEC) was determined by the swimming test. Exercise intensity was modified by loading the animals with different weights, 5% and 10% of the animal's weight, using the standard linear loading variant.

The O/AO balance in the blood and in liver and muscle tissues was assessed, blood triglyceride (TG), cholesterol (CHOL) and glycemia (GLY) levels were measured, and the animals' weight expressed in grams was determined.

### Results

1. The BCAA+CCR complex induces an increase of AEC and body mass in exercise trained animals.
2. BCAA+CCR supplementation in sedentary animals has modulating effects on O/AO balance, with an increase of serum and muscle OS, a stimulation of serum AO defense, and a decrease of AO defense in muscle and liver tissues.
3. BCAA+CCR supplementation in exercise trained animals induces in animals with a 5% load a reduction in serum and liver OS and an increase in muscle OS and AO defense, while in animals with a 10% load, it leads to a decrease in muscle OS and an increase in liver OS.
4. BCAA+CCR supplementation in exercise trained animals does not induce glycemia changes, but results in an increase of TG levels compared to sedentary animals.
5. The BCAA+CCR complex has ergotropic, trophotropic and OS-reducing effects in exercise trained animals.

### General conclusions

1. Specific physical training in young rugby players aged 18-20 years determines a significant improvement in some static and dynamic anthropometric parameters over a one-year period, compared to controls of the same age.
2. Specific physical training in young rugby players causes a significant increase in maximal O<sub>2</sub> consumption and maximal aerobic power values; aerobic exercise capacity significantly increases, particularly in the 18-year-old group compared to controls.
3. The improvement of anthropometric parameters, maximal O<sub>2</sub> consumption and maximal aerobic power values in young rugby players aged 18-20 years, as a result of specific physical training, allows to implement these data with a view to tertiary selection and performance improvement.
4. Supplementation with branched-chain amino acids BCAA in animals trained to exercise of different intensities determines an increase in exercise capacity, antioxidant defense, glycemia and triglyceride levels at 28 days, compared to control animals.
5. Supplementation with a complex of branched-chain amino acids and curcumin in exercise trained animals induces an increase of exercise capacity, a reduction of serum oxidative stress and an increase of triglyceride levels.

6. The complex of branched-chain amino acids and curcumin has ergotropic, trophotropic and antioxidant effects in exercise trained animals.

7. Our experimental studies show that the paradoxical effects of physical exercise on redox homeostasis depend on exercise intensity, modified by loading, and are favorably influenced by the administration of antioxidant non-nutritional supplements.

8. General physical training, technical-tactical and psychological training, associated with adequate nutrition and controlled administration of non-nutritional supplements, can contribute to optimal physical fitness and to achieving sports performance.

### Bibliography

6. Bompa P, Claro F. Periodization in rugby. Ed. Meyer&Meyer sport UK 2009 23-24; 207-210.
9. Waldron M, Twist C, Highton J, Worsfold P, Daniels M Movement and physiological match demands of elite rugby league using portable global positioning systems. *J Sports Sci.* 2011; 29(11):1223-1230.
25. Roberts SP, Stokes KA, Trewartha G, Hogben P, Doyle J, Thompson D Effect of combined carbohydrate-protein ingestion on markers of recovery after simulated rugby union match-play. *J Sports Sci.* 2011; 29(12):1253-1262.
30. Sedeaud A, Marc A, Schipman J, Tafflet M, Hager JP, Toussaint JF. How they won Rugby World Cup through height, mass and collective experience. *Br J Sports Med.* 2012;46(8):580-584.
34. Fontana FY, Colosio A, De Roia GF, Da Lozzo G, Pogliaghi S. Anthropometrics of Italian Senior Male Rugby Union Players: From Elite to Second Division. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015;10(6):674-680.
35. Till K, Cogley S, O'Hara J, Chapman C, Cooke C. A longitudinal evaluation of anthropometric and fitness characteristics in junior rugby league players considering playing position and selection level. *J Sci Med Sport.* 2013; 16(5):438-443.
- 51 Barr MJ, Sheppard JM, Gabbett TJ, Newton RU. Long-term training-induced changes in sprinting speed and sprint momentum in elite rugby union players. *J Strength Cond Res.* 2014 Oct;28(10):2724-2731.
55. Swaby R, Jones PA, Comfort PJ. Relationship between Maximum Aerobic Speed Performance and Distance Covered in Rugby Union Games. *Strength Cond Res.* 2016 Feb 12.
72. Dudgeon WD, Kelley EP, Scheett TP. In a single-blind, matched group design: branched-chain amino acid supplementation and resistance training maintains lean body mass during a caloric restricted diet. *J Int Soc Sports Nutr.* 2016 Jan 5;13:21.
87. He Y, Yue Y, Zheng X, Zhang K, Chen S, Du Z. Curcumin, inflammation, and chronic diseases: how are they linked. *Molecules.* 2015 May 20;20(5):9183-9213.
90. Shabana MH, Shahy EM, Taha MM, Mahdy GM, Mahmoud MH. Phytoconstituents of *Curcuma longa* L aqueous ethan extract and its immunomodulatory effect on diabetic infected rats. *Egyptian Pharm J.* 2015 Apr;14:36-43.