

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE  
“IULIU HAȚIEGANU” CLUJ-NAPOCA  
FACULTATEA DE MEDICINĂ**

**Rezumatul tezei de doctorat pentru obținerea titlului științific de doctor în domeniul  
fundamental ȘTIINȚE MEDICALE, domeniul MEDICINĂ**

**INFLUENȚA ADMINISTRĂRII DE CUPRU, ZINC,  
MAGNEZIU ASUPRA CAPACITĂȚII DE EFORT ȘI  
IMPLICAȚIA ÎN STRESUL OXIDATIV**

**Conducător științific  
Prof. Dr. SIMONA TACHE**

**Doctorand  
CORNELIA POPOVICI**

**Cluj-Napoca  
2009**

## CUPRINS

**Introducere / 1**

**Index alfabetic de abrevieri / 3**

**CUPRINS / 3**

**PARTEA TEORETICĂ / 5**

**CAPITOLUL 1**

**IMPLICAȚII FIZIOLOGICE ALE CUPRULUI, ZINCULUI ȘI MAGNEZIULUI ÎN ORGANISM / 6**

**1.1. CUPRUL / 6**

- 1.1.1. Considerații generale / 6
- 1.1.2. Distribuția cuprului în organism / 6
- 1.1.3. Sursele și necesarul de cupru / 8
- 1.1.4. Circuitul cuprului în organism / 8
- 1.1.5. Rolurile cuprului în organism / 9

**1.2. ZINCUL / 10**

- 1.2.1. Considerații generale / 10
- 1.2.2. Distribuția zincului în organism / 10
- 1.2.3. Sursele și necesarul de zinc / 11
- 1.2.4. Circuitul zincului în organism / 12
- 1.2.5. Rolurile zincului în organism / 13

**1.3. MAGNEZIUL / 15**

- 1.3.1. Considerații generale / 15
- 1.3.2. Distribuția magneziului în organism / 15
- 1.3.3. Sursele și necesarul de magneziu / 16
- 1.3.4. Circuitul magneziului în organism / 16
- 1.3.5. Rolurile magneziului în organism / 18

**CAPITOLUL 2 / 19**

**STRESUL OXINITROZATIV / 19**

**2.1. Considerații generale / 19**

**2.2. Speciile reactive ale oxigenului și azotului / 19**

**2.3. Apărarea antioxidantă / 20**

**2.4. Stresul oxinitrozativ la altitudine și efort / 23**

- 2.4.1. Considerații generale privind hipoxia / 23
- 2.4.2. Hipoxia hipobară / 23
  - 2.4.2.1. Reactivitatea organismului la hipoxie / 24
  - 2.4.2.2. Stresul oxinitrozativ la altitudine / 25
    - 2.4.2.2. a Mecanisme / 25
    - 2.4.2.2. b Modificări induse de stresul oxinitrozativ la altitudine / 25
- 2.4.3. Stresul oxinitrozativ în efort / 26
  - 2.4.3.a Mecanisme prooxidante ale efortului / 26
  - 2.4.3.b Mecanismele antioxidante ale efortului / 28

**CERCETĂRI PERSONALE / 30**

**CAPITOLUL 3 / 31**

**METODELE DE CERCETARE / 31**

**3.1. Metode / 31**

- 3.1.1. Expunerea la hipoxie hipobară / 31
- 3.1.2. Explorarea capacității de efort la animale / 31
- 3.1.3. Explorarea capacității de efort la om / 31
- 3.1.4. Explorarea balanței oxidanți/antioxidanți din sânge, urină și salivă / 32
  - a. Indicatori pentru stresul oxidativ / 32
  - b. Indicatori pentru apărarea antioxidantă / 32

**3.2. Prelucrarea statistică a rezultatelor/ 33**

**CAPITOLUL 4 / 34**

**CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND IMPLICAȚIA CUPRULUI ASUPRA  
CAPACITĂȚII DE EFORT ȘI STRESULUI OXIDATIV / 34**

**4.1. Obiective / 34**

**4.2. Material și metode / 34**

4.2.1. Condiții / 34

4.2.2. Loturi / 34

4.2.3. Metode / 35

4.2.4. Programele de lucru / 36

4.2.5. Prelucrarea statistică / 36

**4.3. Rezultate / 37**

4.3.1. Capacitatea de efort – expunere acută la hipoxie hipobară/37

4.3.2. Capacitatea de efort – expunere cronică la hipoxie hipobară / 41

4.3.3. Balanța oxidanți/antioxidanți – expunere acută la hipoxie hipobară /47

4.3.4. Balanța oxidanți/antioxidanți – expunere cronică la hipoxie hipobară / 57

**4.4. Discuții / 67**

**4.5. Concluzii / 80**

**CAPITOLUL 5 / 81**

**CERCETĂRI EXPERIMENTALE ȘI PE SUBIEȚI UMANI PRIVIND IMPLICAȚIA  
ZINCULUI ASUPRA CAPACITĂȚII DE EFORT ȘI STRESULUI OXIDATIV /81**

**5.1. Obiective / 81**

**5.2. Material și metode / 81**

5.2.1. Condiții /82

5.2.2. Loturi /82

5.2.2.1. Loturi experimentale /82

5.2.2.2. Loturi de subiecți umani /82

5.2.3. Metode /83

5.2.4. Programele experimentale de lucru /83

5.2.5. Prelucrarea statistică /84

**5.3. Rezultate /84**

5.3.1. Capacitatea de efort – expunere acută la hipoxie hipobară /84

5.3.2. Capacitatea de efort – expunere cronică la hipoxie hipobară /88

5.3.3. Balanța oxidanți/antioxidanți – expunere acută la hipoxie hipobară /94

5.3.4. Balanța oxidanți/antioxidanți – expunere cronică la hipoxie hipobară /104

5.3.5. Capacitatea de efort – la subiecți umani / 114

5.3.6. Balanța oxidanți/antioxidanți – la subiecți umani /119

**5.4. Discuții / 125**

**5.5. Concluzii / 141**

**CAPITOLUL 6 /142**

**CERCETĂRI EXPERIMENTALE ȘI PE SUBIEȚI UMANI PRIVIND IMPLICAȚIA  
MAGNEZIULUI ASUPRA CAPACITĂȚII DE EFORT ȘI STRESULUI OXIDATIV / 142**

**6.1. Obiective / 142**

**6.2. Material și metode / 142**

6.2.1. Condiții / 142

6.2.2. Loturi / 143

6.2.2.1. Loturi experimentale / 143

6.2.2.2. Loturi de subiecți umani /143

6.2.3. Metode / 144

6.2.4. Programele de lucru / 144

6.2.5. Prelucrarea statistică / 145

### **6.3. Rezultate / 145**

- 6.3.1. Capacitatea de efort – expunere acută la hipoxie hipobară / 145
- 6.3.2. Capacitatea de efort – expunere cronică la hipoxie hipobară / 149
- 6.3.3. Balanța oxidanți/antioxidanți – expunere acută la hipoxie hipobară / 155
- 6.3.4. Balanța oxidanți/antioxidanți – expunere cronică la hipoxie hipobară /165
- 6.3.5. Capacitatea de efort – la subiecți umani / 175
- 6.3.6. Balanța oxidanți/antioxidanți – la subiecți umani /180

### **6.4. Discuții / 186**

### **6.5. Concluzii / 201**

## **CAPITOLUL 7 / 202**

## **CONCLUZII GENERALE /202**

### **Bibliografie / 203**

**Cuvinte cheie:** efort fizic, stres oxidativ, capacitate aerobă de efort, capacitate anaerobă de efort, hipoxie hipobară, oxidanți, antioxidanți, cupru, zinc, magneziu.

### **Partea a II-a. Cercetări personale**

S-a studiat pe animale și subiecți umani capacitatea de efort și balanța oxidanți/antioxidanți și influența unor oligoelemente (cupru, zinc, magneziu) asupra acestora.

Capacitatea aerobă de efort s-a determinat la animale – șobolani – pe baza probei de alergare și la subiecți umani – jucători de fotbal – pe baza testului Åstrand-Ryhming, pentru capacitatea aerobă și după metoda utilizată de Centrul de Medicină Sportivă București pentru capacitatea anaerobă [159].

Parametrii biochimici determinați din ser au fost malondialdehida (MDA) (metoda de dozare prin fluorescență, după [61]) și proteinele carbonilate (PC) (metoda de dozare după [62]); iar pentru indicatorii pentru apărarea antioxidantă: capacitatea de donator de hidrogen (DH) (metoda de dozare după [63]) și ceruloplasmina (CP) (metoda de dozare după [64]) și neinvaziv MDA și DH pentru sportivi în salivă și urină după aceleași metode.

Prelucrarea statistică a rezultatelor a fost efectuată cu ajutorul aplicațiilor SPSS 13.0, Statistica 7.0 și Microsoft EXCEL.

## **Capitolul 4**

### **Cercetări experimentale privind implicația Cuprului asupra capacității de efort și stresului oxidativ**

Pentru cercetările experimentale au fost formulate următoarele obiective:

1. Influența hipoxiei hipobare acute și cronice corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m cu și fără suplimentare de Cu asupra capacității aerobe de efort în condiții de normoxie normobară la animale;
2. Influența hipoxiei hipobare acute și cronice corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m cu și fără suplimentare de Cu și efortului fizic în condiții de normoxie normobară asupra balanței O/AO la animale.

Cercetările experimentale au fost efectuate pe 12 loturi a câte 10 șobolani/lot, 6 loturi pentru expunere acută la hipoxie hipobară : Lotul I – normoxie normobară (363 m) 48 de ore și efort fizic acut; Lotul II – normoxie normobară (363 m), 48 de ore, efort fizic acut și administrare de Cu; Lotul III – hipoxie hipobară acută 1500 m (pO<sub>2</sub> în aer – 132 mm Hg), 48 de ore și efort fizic acut; Lotul IV - hipoxie hipobară acută 1500 m (pO<sub>2</sub> în aer – 132 mm Hg), 48 de ore, efort fizic acut și administrare de Cu; Lotul V - hipoxie hipobară acută 2500 m (pO<sub>2</sub> în aer – 117 mm Hg), 48 de ore și efort fizic acut; Lotul VI - hipoxie hipobară acută 2500 m (pO<sub>2</sub> în aer – 117 mm Hg), 48 de ore, efort fizic acut și administrare de Cu și 6 loturi pentru expunere cronică la hipoxie hipobară: Lotul I – normoxie normobară (363 m) 28 de zile și antrenament zilnic; Lotul II

– normoxie normobară (363 m), 28 de zile, antrenament zilnic și administrare de Cu; Lotul III – hipoxie hipobară cronică 1500 m ( $pO_2$  în aer – 132 mm Hg), 28 zile și antrenament zilnic; Lotul IV - hipoxie hipobară cronică 1500 m ( $pO_2$  în aer – 132 mm Hg), 28 zile, antrenament zilnic și administrare de Cu; Lotul V - hipoxie hipobară cronică 2500 m ( $pO_2$  în aer – 117 mm Hg), 28 zile și antrenament zilnic; Lotul VI - hipoxie hipobară cronică 2500 m ( $pO_2$  în aer – 117 mm Hg), 28 zile, antrenament zilnic administrare de Cu.

S-a administrat Cu, prin gavaj bucofaringian, sub formă de lactat de Cu preparat la Facultatea de Chimie, Cluj-Napoca, doza zilnică fiind de 0.02 mg/100g/animal.

Lipsa unui preparat farmaceutic de Cu ne-a determinat să nu mai studiem pe subiecți umani efectele suplimentării acestui oligoelement.

#### 4.5. Concluzii

##### La animale:

1. Capacitatea aerobă de efort nu prezintă modificări semnificative în condiții de normoxie normobară corespunzătoare altitudinii de 363 m, după suplimentare cu Cu.

2. Capacitatea aerobă de efort scade după expunere acută la hipoxie hipobară corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m.

3. Capacitatea aerobă de efort crește în condiții de normoxie normobară corespunzătoare altitudinii de 363 m și antrenament cu și fără suplimentare cu Cu. Creșterile sunt semnificative la lotul nesuplimentat.

4. Capacitatea aerobă de efort scade după suplimentare cu Cu și expunere cronică la hipoxie hipobară corespunzătoare altitudinii de 1500 m, 2500 m și antrenament, comparativ cu loturile fără suplimentare.

5. Expunerea la hipoxie hipobară acută corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m, urmată de efort fizic acut determină scăderea PC și creșterea DH, efectele fiind mai exprimate la 2500 m.

6. Suplimentarea de Cu urmată de expunerea la hipoxie hipobară acută și efortul determină scăderea MDA și scăderea DH.

7. Expunerea la hipoxie hipobară cronică corespunzătoare altitudinii de 2500 m, urmată de efort, determină scăderea MDA și PC simultan cu scăderea DH și CP.

8. Suplimentarea de Cu, expunerea la hipoxie hipobară cronică și antrenamentul determină creșterea indicatorilor MDA și PC simultan cu creșterea DH și CP.

#### Capitolul 5

##### Cercetări experimentale □i pe subiec□i umani privind implica□ia Zincului asupra capacită□ii de efort □i stresului oxidativ

Pentru cercetările experimentale □i pe subiec□i umani au fost formulate următoarele obiective:

1. Influența hipoxiei hipobare acute și cronice corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m cu și fără suplimentare de Zn asupra capacității aerobe de efort în condiții de normoxie normobară la animale;

2. Influența hipoxiei hipobare acute și cronice corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m cu și fără suplimentare de Zn și efortului fizic în condiții de normoxie normobară asupra balanței O/AO la animale;

3. Influența suplimentării de Zn și antrenamentului asupra capacității aerobe și anaerobe de efort la subiecți umani;

4. Influența suplimentării de Zn și antrenamentului asupra balanței O/AO la subiecți umani.

Cercetările experimentale au fost efectuate pe 12 loturi a câte 10 șobolani/lot, 6 loturi pentru expunere acută la hipoxie hipobară: Lotul I – normoxie normobară (363 m) 48 de ore și

efort fizic acut; Lotul II – normoxie normobară (363 m), 48 de ore, efort fizic acut și administrare de Zn; Lotul III – hipoxie hipobară acută 1500 m ( $pO_2$  în aer – 132 mm Hg), 48 de ore și efort fizic acut; Lotul IV - hipoxie hipobară acută 1500 m ( $pO_2$  în aer – 132 mm Hg), 48 de ore, efort fizic acut și administrare de Zn; Lotul V - hipoxie hipobară acută 2500 m ( $pO_2$  în aer – 117 mm Hg), 48 de ore și efort fizic acut; Lotul VI - hipoxie hipobară acută 2500 m ( $pO_2$  în aer – 117 mm Hg), 48 de ore, efort fizic acut și administrare de Zn □i 6 loturi pentru expunere cronică la hipoxie hipobară: Lotul I– normoxie normobară (363 m), 28 de zile și antrenament zilnic; Lotul II – normoxie normobară (363 m), 28 de zile, antrenament zilnic și administrare de Zn; Lotul III – hipoxie hipobară cronică 1500 m ( $pO_2$  în aer – 132 mm Hg), 28 zile și antrenament zilnic; Lotul IV - hipoxie hipobară cronică 1500 m ( $pO_2$  în aer – 132 mm Hg), 28 zile, antrenament și administrare de Zn; Lotul V- hipoxie hipobară cronică 2500 m ( $pO_2$  în aer – 117 mm Hg), 28 zile și antrenament zilnic; Lotul VI - hipoxie hipobară cronică 2500 m ( $pO_2$  în aer – 117 mm Hg), 28 zile, antrenament zilnic și administrare de Zn.

S-a administrat Zn, produs Walmark, prin gavaj bucofaringian, doza zilnică fiind de 0.01mg/100g/animal.

Cercetările pe subiecți umani au fost efectuate pe membrii echipei de fotbal "F.C. Universitatea Cluj". Subiecții au fost supuși unui antrenament moderat specific jocului de fotbal și li s-a administrat Zn –preparat Walmark, 1 tabletă (10,0 mg) pe zi înainte de antrenament timp de 21 de zile.

## 5.5. Concluzii

### La animale:

1. Capacitatea aerobă de efort crește în condiții de normoxie normobară corespunzătoare altitudinii de 363 m și antrenament cu și fără suplimentare de Zn.
2. Capacitatea aerobă de efort crește după expunere acută la hipoxie hipobară corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m.
3. Capacitatea aerobă de efort în condiții de normoxie normobară corespunzătoare altitudinii de 363 m, și antrenament crește după expunere cronică la hipoxie hipobară corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m. Creșterile sunt semnificative la loturile antrenate fără suplimentare, comparativ cu celelalte loturi.
4. Expunerea acută la hipoxie hipobară corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m, urmată de efort determină scăderea PC, DH și CP.
5. Suplimentarea cu Zn, expunerea la hipoxie hipobară acută și efortul determină scăderea DH și CP simultan cu creșterea MDA și scăderea PC.
6. Expunerea la hipoxie hipobară cronică și efortul determină creșterea MDA și scăderea DH și CP.
7. Suplimentarea cu Zn, expunerea la hipoxie hipobară cronică și antrenamentul determină creșterea MDA și scăderea PC, simultan cu creșterea DH.

### La sportivi:

8. Suplimentarea cu Zn determină creșterea capacității aerobe și anaerobe de efort la loturile de sportivi.
9. Antrenamentul moderat cu și fără suplimentare de Zn determină scăderea MDA în urină și creșterea MDA în salivă și scăderea DH în urină și în salivă.

## Capitolul 6

### Cercetări experimentale și pe subiecți umani privind implicația Magneziului asupra capacității de efort și stresului oxidativ

Pentru cercetările experimentale și pe subiecți umani au fost formulate următoarele obiective:

1. Influența hipoxiei hipobare acute și cronice corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m cu și fără suplimentare de Mg asupra capacității aerobe de efort în condiții de normoxie normobară la animale;

2. Influența hipoxiei hipobare acute și cronice corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m cu și fără suplimentare de Mg și efortului fizic în condiții de normoxie normobară asupra balanței O/AO la animale;

3. Influența suplimentării de Mg și antrenamentului asupra capacității aerobe și anaerobe de efort la subiecți umani;

4. Influența suplimentării de Mg și antrenamentului asupra balanței O/AO la subiecți umani.

Cercetările experimentale au fost efectuate pe 12 loturi a câte 10 șobolani/lot, 6 loturi pentru expunere acută la hipoxie hipobară: Lotul I – normoxie normobară (363 m) 48 de ore și efort fizic acut; Lotul II – normoxie normobară (363 m), 48 de ore, efort fizic acut și administrare de Mg; Lotul III – hipoxie hipobară acută 1500 m ( $pO_2$  în aer – 132 mm Hg), 48 de ore și efort fizic acut; Lotul IV - hipoxie hipobară acută 1500 m ( $pO_2$  în aer – 132 mm Hg), 48 de ore, efort fizic acut și administrare de Mg; Lotul V - hipoxie hipobară acută 2500 m ( $pO_2$  în aer – 117 mm Hg), 48 de ore și efort fizic acut; Lotul VI - hipoxie hipobară acută 2500 m ( $pO_2$  în aer – 117 mm Hg), 48 de ore, efort fizic acut și administrare de Mg și 6 loturi pentru expunere cronică la hipoxie hipobară: Lotul I – normoxie normobară (363 m), 28 zile și antrenament; Lotul II – normoxie normobară (363 m), 28 zile, antrenament zilnic și administrare de Mg; Lotul III – hipoxie hipobară cronică 1500 m ( $pO_2$  în aer – 132 mm Hg), 28 zile și antrenament zilnic; Lotul IV - hipoxie hipobară cronică 1500 m ( $pO_2$  în aer – 132 mm Hg), 28 zile, antrenament zilnic și administrare de Mg; Lotul V - hipoxie hipobară cronică 2500 m ( $pO_2$  în aer – 117 mm Hg), 28 zile și antrenament zilnic; Lotul VI - hipoxie hipobară cronică 2500 m ( $pO_2$  în aer – 117 mm Hg), 28 zile, antrenament zilnic și administrare de Mg.

S-a administrat Mg, sub formă de sulfat de magneziu, Magnesii sulfas – 10%, intramuscular, doza zilnică fiind de 0.01ml/animal.

Cercetările pe subiecți umani au fost efectuate pe membrii echipei de fotbal "F.C. Universitatea Cluj". Subiecții au fost supuși unui antrenament moderat specific jocului de fotbal, și li s-a administrat Mg – preparat Walmark, 1 tabletă (200mg) zilnic timp de 21 de zile, înainte de antrenament.

## 6.5. Concluzii

### La animale:

1. Capacitatea aerobă de efort crește în condiții de normoxie normobară și antrenament cu și fără suplimentare de Mg.
2. Capacitatea aerobă de efort crește după expunerea acută la hipoxie hipobară corespunzătoare altitudinii de 1500 m și scade după expunerea acută la hipoxie hipobară corespunzătoare altitudinii de 2500 m.
3. Capacitatea aerobă de efort crește după suplimentarea cu Mg și expunere cronică la hipoxie hipobară corespunzătoare altitudinii de 1500 m, 2500 m. Creșterile sunt semnificative la loturile fără suplimentare și fără expunere, comparativ cu celelalte loturi.
4. Expunerea la hipoxie hipobară acută, corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m și efort, determină creșterea MDA și scăderea PC, simultan cu creșterea DH și scăderea CP.
5. Suplimentarea cu Mg, expunerea la hipoxie hipobară acută și efortul determină creșterea MDA și scăderea PC și CP.
6. Expunerea la hipoxie hipobară cronică, corespunzătoare altitudinii de 1500 m și 2500 m și antrenamentul determină creșterea MDA și scăderea PC simultan cu creșterea DH și scăderea CP.
7. Suplimentarea cu Mg și expunerea la hipoxie hipobară cronică și antrenamentul determină creșterea MDA și scăderea PC simultan cu creșterea DH și scăderea CP.

### **La sportivi:**

8. Suplimentarea de Mg determină creșterea capacității aerobe și anaerobe de efort .
9. Antrenamentul moderat cu și fără suplimentare cu Mg determină scăderi ale MDA și DH în urină și creșteri ale MDA în salivă și scăderi ale DH.

### **CONCLUZII GENERALE**

1. Expunerea la hipoxie hipobară acută și cronică și efortul fizic constituie situații fiziologice în care balanța O/AO este afectată.
2. Stresul oxidativ experimental produs prin hipoxie hipobară și efort fizic produce modificări adaptative ale organismului, cu perturbarea balanței O/AO.
3. Cercetările experimentale au arătat că suplimentarea de Cu nu determină modificări semnificative ale capacității aerobe de efort în condiții de normoxie normobară și produce scăderi semnificative ale acesteia postexpunere la hipoxie hipobară acută și cronică.
4. Suplimentarea de Cu la animale, preexpunere acută la hipoxie hipobară și efortul determină scăderea SO pe seama MDA și a consumului de DH.
5. Suplimentarea de Cu la animale, preexpunere cronică la hipoxie hipobară și antrenamentul determină creșterea SO pe seama MDA și PC, simultan cu creșterea apărării AO pe seama DH și CP.
6. Cercetările experimentale au arătat că suplimentarea de Zn și Mg determină creșteri semnificative ale capacității aerobe de efort în condiții de normoxie normobară și postexpunere la hipoxie hipobară acută și cronică.
7. Creșterea capacității aerobe de efort la animale este influențată favorabil de antrenament, expunerea la hipoxie hipobară acută și cronică și suplimentarea cu Zn și Mg.
8. Cercetările pe subiecți umani au arătat că suplimentarea cu Zn și Mg determină creșteri semnificative ale capacității aerobe și anaerobe de efort.
9. Suplimentarea cu Zn și Mg la animale, preexpunere acută și cronică la hipoxie hipobară urmată de efort, respectiv antrenament determină creșterea SO pe seama MDA, simultan cu creșterea capacității AO pe seama DH, postexpunere cronică.
10. Cercetările pe sportivi antrenați moderat la efort fizic și cu suplimentare de Zn și Mg indică modificări generale ale balanței O/AO cu scăderea MDA, simultan cu scăderea DH în urină. Modificările salivare constatate din cavitatea orală, cu creșterea MDA și scăderea DH pot fi atribuite modificărilor locale ale balanței O/AO.
11. Controlul neinvaziv al balanței O/AO la sportivi poate da indicații privind nivelul SO postefort și creșterea capacității de apărare AO prin administrarea de antioxidanți, oligoelemente (Zn, Mg) în vederea creșterii performanțelor.

### **Bibliografie selectivă**

5. Giurgea N, Constantinescu MI, Stanciu R, Suci S, Muresan A: Ceruloplasmin - acute-phase reactant or endogenous antioxidant? The case of cardiovascular disease. *Med Sci Monit* 2005;11(2):RA48-51.

10. Tache S: Antioxidanți endogeni; Capacitatea antioxidantă a organismului; Stresul oxidativ și antioxidanți în efortul fizic; În Dejica D (sub red). *Antioxidanți și terapie antioxidantă*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2001, cap 1, 23-67; cap 2, 72-73, 81-82; cap 6, 198-236.

17. Maret W, Sandstead HH. Zinc requirements and the risks and benefits of zinc supplementation. *J Trace Elem Med Biol* 2006;20(1):3-18.

34. Wintergerst ES, Maggini S, Hornig DH. Contribution of selected vitamins and trace elements to immune function. *Ann Nutr Metab* 2007;51(4):301-323.

50. Ji LL: Modulation of skeletal muscle antioxidant defense by exercise: Role of redox signaling. *Free Radic Biol Med* 2008;44(2):142-152.



60. Dragan I (sub red): *Medicina Sportivă*. Ed. Medicală, București;2002:416-418.
65. Popovici C., Tache S: Cuprul și performanța fizică. *Palestrica Mileniului III-Civilizație și Sport*, vol IX, nr.3 (33), 2008; 205-209.
68. Savas S, Senel O, Celikkan H, et al: Effect of six weeks aerobic training upon blood trace metals levels. *Neuro Endocrinol Lett* 2006;27(6):822-827.
77. Popovici C., Tache S: Zincul și performanța fizică. *Palestrica Mileniului III-Civilizație și Sport*, vol IX, nr.4 (34), 2008; 287-291.
88. Hagobian TA, Jacobs KA, Subudhi AW, et al: Cytokine responses at high altitude: effects of exercise and antioxidants at 4300 m. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(2): 276-285.
89. Monea C., Tache S: Implicația magneziului în efortul fizic. *Palestrica Mileniului III-Civilizație și Sport*, vol IX, nr.1 (31), 2008; 17-20.
94. Cinar V, Nizamlioglu M, Mogulkoc R, Baltaci AK: Effects of magnesium supplementation on blood parameters of athletes at rest and exercise. *Biol Trace Elem Res* 2007; 115(3): 205-212.

## CURRICULUM VITAE

**Nume:** POPOVICI

**Prenume:** CORNELIA

**Data nașterii:** 16.02.1980

**Locul nașterii :** Campia-Turzii

**Naționalitatea:** română

**Adresa :** Zaharia Stancu, nr.11-13, apt 18, Cluj-Napoca

**Starea civilă:** necăsătorită

**Carnet de conducere:** categoria B, din 2002;

**Cunoștințe de operare PC,** Word, Excel;

**Limbi străine:** engleză, franceză.

### STUDII

#### Romania

1986 – 1994 - Școala Primară “Mihai Viteazu” Câmpia-Turzii

1994 – 1998 - Liceul “Pavel Dan” Câmpia Turzii, diplomă bacalaureat ( 9.40)

1998 – 2002 - UBB - FEFS, Cluj-Napoca (9.75), specializare Tenis de câmp

2002 – 2003 – masterat UBB – FEFS, “Știința Sportului” - diplomă masterat (10).

2005 – prezent: Înscrișă la Doctorat, Universitatea de Medicină și Farmacie Iuliu Hațieganu, Cluj-Napoca, domeniul Medicină

#### Belgia

2000 – 2001, semestrul VI: Katho-Katholieke Hogeshool Zuid-West-Vlaanderen, Departament Reno- Belgia, în cadrul programului Socrates și am studiat următoarele discipline: Methodology of Research, Physiology of effort, Athletics, Sport specialisation - tennis, Sport psychology, Teaching placement, Observation and Teaching, Recreation sports (especially frisbee), Intensive Dutch, English conversation, Computer course for education, International classrooms and visits, Nature sports – practice.

### CALIFICĂRI

- Profesor de educație fizică și sport;
- Antrenor de tenis, categoria a III-a;
- Asistent Drd. UMF Iuliu Hațieganu.

### PROIECTE DE CERCETARE

2006 - Membru grant CNCSIS 1407– „Educația fizică și sportul școlar, universitar și pentru toți, parte integrantă a asistenței primare a stării de sănătate”;

2007 - Director grant TD 277 – Influența administrării de Cupru, Zinc, Magneziu asupra capacității de efort și implicația în stresul oxidativ”.

## CONFERINȚE ORGANIZATE ȘI SUSȚINUTE

2005, 7 decembrie: Memento aniversar Veteranii sportului clujean;  
2006, 30 martie: De la “Suplimentul de Medicină Sportivă”, la “Palestrica Mileniului III”;  
2006, Tutunul, alcoolul și sportul – Nu viciului, da sportului!;  
2006, 29 iunie: Rolul informației în performanța sportivă;  
2006, 5 octombrie: Dopajul clasic și dopajul genetic în sportul de performanță;  
2006, 7 decembrie: Nutriția și efortul fizic.

## PARTICIPĂRI LA MANIFESTĂRI ȘTIINȚIFICE INTERNE ȘI INTERNAȚIONALE

2002, 6-8 decembrie: Congres internațional de comunicări științifice „Perspective ale educației fizice și sportului la început de mileniu”, Facultatea de Educație Fizică și Sport, Cluj-Napoca;  
2004, 3-5 decembrie: Congres internațional de comunicări științifice „Mișcarea – puntea de legătură între gândire și acțiune”, Facultatea de Educație Fizică și Sport, Cluj-Napoca;  
2005, 21-24 aprilie: Masa rotundă „Obiective instructiv-educative și sistemul de evaluare la educație fizică”. S-au acordat Certificate cu 6,2 ore EMC;  
2006, 8-10 mai: Simpozionul internațional „Actualități în activitatea de educație fizică și sport din învățământul superior”;  
2007, 28 aprilie: Simpozionul internațional ”Rolul și locul activității fizice în dezvoltarea și menținerea stării de sănătate a studenților”. S-au acordat Certificate cu 6,2 ore EMC;  
2008, 7-10 mai: Simpozionul internațional ”In memoriam Gheorghe Moceanu – primul profesor de gimnastică român (1838-2008)”.

### Publicații

#### Coautor la cărți

Neța, G., Popovici C.A., **Popovici C.** Fotbal 2000. Ed. JRC 2003.

#### Articole în reviste

**Popovici C.**, Popovici C., Monea D. Principalele dificultăți pe care le conștientizează antrenorul în activitatea de antrenorat. Revista Studia, 2004; 1:7-12.

**Popovici C.**, Monea D., Popovici C. Nutrition in Sport, Revista Studia, 2005; 2:79-82.

**Popovici C.** Dinamica efortului în tenisul de câmp. Revista de Informare Olimpică Educație Fizică și Sport, Brașov 2005; 2:69-72.

**Popovici C.** Modificări bio-psiho-sociale caracteristice vârstei a III-a. Revista de Informare Olimpică Educație Fizică și Sport, Brașov 2005; 2:65-68.

Monea D., Popovici C., **Monea C.** Resistance's development in 15-16 years trough specific tests, Rev. Studia, 2006; 1:83-93.

Monea Gh., **Monea C.**, Monea D. Altitude – Favorable medium factor in long distance races, Rev. Studia, 2007; 1.

Bocu T., **Monea C.**, Kiss M., Lupu I. Posibilități de evaluare a activităților de educație fizică și sport pentru facultățile cu profil nesportiv. Palestrica mileniului III-Civilizație și sport 2007; 2 (28): 98-103.

**Monea C.**, Moldovan R., Decea N. Magneziul și capacitatea de efort. *Palestrica Mileniului III*, 2007; 2 (28):113-117.

**Monea C.**, Tache S. Implicația magneziului în efortul fizic. *Palestrica Mileniului III*, 2008; 1 (31):17-20.

**Popovici C.**, Tache S. Cuprul și performanța fizică. *Palestrica Mileniului III- Civilizație și Sport*, vol IX, nr.3 (33), 2008; 205-209.

**Popovici C.**, Tache S. Zincul și performanța fizică. *Palestrica Mileniului III- Civilizație și Sport*, vol IX, nr.4 (34), 2008; 287-291.

#### **Articole în volumele unor conferințe interne și internaționale**

**Popovici C.**, Monea D. Particularitățile psiho-sociale ale vârstei de 15-16 ani, în Vol. Sesiunea de Comunicări Științifice, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2002:278-286.

**Popovici C.** Tratatamentul și profilaxia trombozei venoase acute, în Vol. Al doilea Congres Internațional de Educație Fizică și Sport, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2004:298-301.

**Popovici C.** Comunicarea – condiție de baza în atingerea performanțelor didactice, în Vol. Al doilea Congres Internațional de Educație Fizică și Sport, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2004:362-364.

**UNIVERSITY OF MEDICINE AND PHARMACY  
“IULIU HAȚIEGANU” CLUJ-NAPOCA  
FACULTY OF MEDICINE**

**Abstract of the PhD Thesis in order to obtain the scientific title of PhD in the main  
field of MEDICAL SCIENCES, domain MEDICINE**

**THE IMPACT OF COPPER, ZINC, MAGNESIUM INTAKE  
ON THE EFFORT CAPACITY AND OXIDATIVE STRESS**

**Scientific coordinator**

**Professor SIMONA TACHE MD, PhD**

**PhD Student**

**CORNELIA POPOVICI**

**Cluj-Napoca  
2009**

## Contents:

Introduction / 1

Alphabetical index for abbreviations/ 3

Content / 3

### THEORETICAL CONTENT /5

#### CHAPTER1/6

#### PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF COOPER, ZINC AND MAGNESIUM ON THE HUMAN BODY / 6

##### 1.1. COPPER / 6

- 1.1.1. General considerations / 6
- 1.1.2. Cooper's distribution in the human body / 6
- 1.1.3. Sources of cooper and daily requirements / 8
- 1.1.4. Cooper's cycle in the human body / 8
- 1.1.5. Cooper's roles in the human body / 9

##### 1.2. ZINC / 10

- 1.2.1. General considerations / 10
- 1.2.2. Zinc's distribution in the human body/ 10
- 1.2.3. Sources of zinc and daily requirements / 11
- 1.2.4. Zinc's cycle in the human body / 12
- 1.2.5. Zinc's roles in the human body/ 13

##### 1.3. MAGNEZIUM / 15

- 1.3.1. General considerations / 15
- 1.3.2. Magnesium's distribution in the human body / 15
- 1.3.3. Sources of magnesium and daily requirements / 16
- 1.3.4. Magnesium's cycle in the human body / 16
- 1.3.5. Magnesium's roles in the human body/ 18

#### CHAPTER 2 / 19

#### OXINITROZATIVE STRESS/ 19

##### 2.1. Generale considerations/ 19

##### 2.2. Reactive species of Oxygen and Nitrogen / 19

##### 2.3. Antioxidant defence / 20

##### 2.4. Oxinitrozative stress in altitude and effort/ 23

- 2.4.1. General consideration regarding hypoxia / 23
- 2.4.2. Hypobaric Hypoxia/ 23
  - 2.4.2.1. Human body's response to hypoxia / 24
  - 2.4.2.2. Oxinitrozative stress in altitude / 25
    - 2.4.2.2. a Mecanics / 25
    - 2.4.2.2. b Changes caused by the oxinitrozative stress in altitude / 25
  - 2.4.3. Oxinitrozative stress and the effort / 26
    - 2.4.3.a Pro-oxidant mecanics of the effort / 26
    - 2.4.3.b Antioxidant mecanics of the effort /28

### PERSONAL RESEARCH /31

#### 3.1. Methods / 31

- 3.1.1. The exposure to hypobaric hypoxia / 31
- 3.1.2. Testing the effort capacity in animals / 31
- 3.1.3. Testing the effort capacity in humans / 31
- 3.1.4. Identifying the balance of oxidants/ antioxidants in blood, urine and saliva /32
  - a. Markers for oxidative stress / 32
  - b. Markers for antioxidant defence/ 32

#### 3.2. Statistic results / 33

#### CHAPTER 4 / 34

## **EXPERIMENTAL RESEARCH REGARDING THE COOPER'S IMPACT ON THE EFFORT CAPACITY AND OXIDATIVE STRESS / 34**

### **4.2. Material and methods / 34**

- 4.2.1. Conditions / 34
- 4.2.2. Lots / 34
- 4.2.3. Methods / 35
- 4.2.4. Working programme / 36
- 4.2.5. Statistics / 36

### **4.3. Results / 37**

- 4.3.1. Effort capacity – acute exposure to hypobaric hypoxia/ 37
- 4.3.2. Effort capacity – cronical exposure to hypobaric hypoxia/ 41
- 4.3.3. Oxidants/ antioxidants balance –acute exposure to hypobaric hypoxia / 47
- 4.3.4. Oxidants/antioxidants balance – cronical exposure to hypobaric hypoxia / 57

### **4.4. Debate / 67**

### **4.5. Conclusions / 80**

## **CHAPTER 5 / 81**

## **EXPERIMENTAL RESEARCH AND ON HUMANS REGARDING THE ZINC'S IMPACT ON THE EFFORT CAPACITY AND OXIDATIVE STRESS / 81**

- 5.2.1. Conditions / 82
- 5.2.2. Lots/ 82
  - 5.2.2.1. Experimental lots / 82
  - 5.2.2.2. Human lots / 82
- 5.2.3. Methods / 83
- 5.2.4. Working programme / 83
- 5.2.5. Statistics /84

### **5.3. Results /84**

- 5.3.1. Effort capacity- acute exposure to hypobaric hypoxia / 84
- 5.3.2. Effort capacity- cronical exposure to hypobaric hypoxia / 88
- 5.3.3. Oxidants/antioxidants balance – acute exposure to hypobaric hypoxia / 94
- 5.3.4. Oxidants/antioxidants balance - cronical exposure to hypobaric hypoxia / 104
- 5.3.5. Effort capacity – humans / 114
- 5.3.6. Oxidants/ antioxidants balance- humans / 119

### **5.4. Debate / 125**

### **5.5. Conclusions / 141**

## **CHAPTER 6 / 142**

## **EXPERIMENTAL RESEARCH AND ON HUMANS REGARDING THE MAGNESIUM'S IMPACT ON THE EFFORT CAPACITY AND OXIDATIVE STRESS / 142**

### **6.1. Objectives / 142**

### **6.2. Material and methods / 142**

- 6.2.1. Conditions / 142
- 6.2.2. Lots / 143
  - 6.2.2.1. Experimental lots / 143
  - 6.2.2.2. Human lots /143
- 6.2.3. Methods / 144
- 6.2.4. Working programme / 144
- 6.2.5. Statistics / 145

### **6.3. Results/ 145**

- 6.3.1. Effort capacity- acute exposure to hypobaric hypoxia / 145
- 6.3.2. Effort capacity – cronical exposure to hypobaric hypoxia / 149
- 6.3.3. Oxidants/ antioxidants balance- acute exposure to hypobaric hypoxia / 155
- 6.3.4. Oxidants/antioxidants balance – cronical exposure to hypobaric hypoxia / 165

6.3.5. Effort capacity – humans / 175

6.3.6. Oxidants/antioxidants balance- humans /180

**6.4. Debate / 186**

**6.5. Conclusions / 201**

**CHAPTER 7 / 202**

**FINDINGS / 202**

**References / 203**

**Key words:** physical effort, oxidative stress, aerobic effort capacity, anaerobic effort capacity, hypobaric hypoxia, oxidants, antioxidants, copper, zinc, magnesium.

### **Personal research –part II**

A research has been undertaken on animals and humans to look at the effort capacity and the oxidants/antioxidants balance as well as looking at the impact of copper, zinc and magnesium on these.

We have tested the aerobic effort capacity on animals – rats- using the running tests and on humans – football players- for aerobic effort capacity the Astrand – Ryhming test. To look at the aerobic effort capacity we used the same method as the Bucharest medical centre for sports and medicine [159].

The identified biochemical markers in ser were as follows: malondialdehyde (MDA), (see [61]) and carbonyl proteins (PC) (see [62]); and the identified antioxidant defense markers were: donor hydrogen capacity (DH) (see [63]) and ceruloplasmin (CP) (see [64]) and the non invasive markers for humans were: MDA and DH from saliva and urine using the same methods.

The statistics were produced by using the following applications: SPSS 13.0, Statistics 7.0 and Microsoft EXCEL.

## **Chapter 4**

### **Experimental research regarding the impact of Copper on the effort capacity and oxidative stress**

Objectives of the research:

1. Establishing the impact of the acute and chronic hypobaric hypoxia at 1500 m and 2500 m altitude – with and without intake of copper on effort capacity on animals;
2. Establishing the impact of the acute and chronic hypobaric hypoxia at 1500 m and 2500 m altitude – with and without intake of copper on effort capacity on O/AO balance on animals.

12 lots of 10 rats / lot were used , 6 for the acute exposure: Lot I- normobaric normoxia (363 m), 48 hours and acute physical effort; Lot II – normobaric normoxia (363 m), 48 hours acute physical effort and with intake of Cu; Lot III – acute hypobaric hypoxia at 1500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 48 hours and acute physical effort; Lot IV- acute hypobaric hypoxia at 1500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 48 hours and acute physical effort and intake of Cu; Lot V - acute hypobaric hypoxia at 2500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 48 hours and acute physical effort; Lot VI - acute hypobaric hypoxia at 2500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 48 hours and acute physical effort and intake of Cu; and 6 lots of rats were used for the chronic exposure: Lot I- normobaric normoxia (363 m), 28 days and daily training ; Lot II – normobaric normoxia (363 m), 28 day, daily training and with intake of Cu; Lot III – chronic hypobaric hypoxia at 1500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 28 days and daily training; Lot IV- chronic hypobaric hypoxia at 1500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 28 days, daily training and intake of Cu; Lot V - chronic hypobaric hypoxia at 2500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 28 days and daily training; Lot VI - chronic hypobaric hypoxia at 2500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 28 days, daily training and intake of Cu.

The rats were given Cu, buccopharyngeal administration – lactate copper prepared in the labs of the Faculty of Chemistry, Cluj Napoca – daily intake of 0.02 mg/100g/animal.



The absence of the Cu standard pharmaceutical product had an impact on our research; therefore we have not tested this on humans.

#### **4.5. Conclusions**

##### **Re: animals:**

1. The aerobic effort capacity does not present significant changes in normobaric normoxia conditions related to 363 m, and intake of Cu.

2. The aerobic effort capacity decreases after acute exposure to hypobaric hypoxia at 1500 m, 2500 m.

3. The aerobic effort capacity increases in normobaric normoxia conditions related to 363m and training with or without Cu intake. The increase appears much more significant in relation to the lot that were not administered Cu.

4. The aerobic effort capacity decreases after Cu intake and chronic exposure to hypobaric hypoxia at 1500 m, 2500 m and training compared to the lots that did not use Cu.

5. The exposure to acute hypobaric hypoxia at 1500 m, 2500 m followed by acute physical effort decreases PC and increases DH, with significant changes at 2500 m.

6. The intake of Cu followed by exposure to acute hypobaric hypoxia and effort decreases MDA and DH.

7. The exposure to chronic hypobaric hypoxia at 2500 m followed by effort decreases MDA and PC, and at the same time decreases DH and CP.

8. The intake of Cu, exposure to chronic hypobaric hypoxia and training increases MDA and PC simultaneously with the increase of DH and CP.

#### **Chapter 5**

##### **Experimental research and on humans regarding the impact of Zinc on the effort capacity and oxidative stress**

Objectives of the research:

1. Establishing the impact of the acute and chronic hypobaric hypoxia at 1500 m and 2500 m altitude – with and without intake of zinc on effort capacity on animals;

2. Establishing the impact of the acute and chronic hypobaric hypoxia at 1500 m and 2500 m altitude – with and without intake of zinc on effort capacity on O/AO balance on animals;

3. Establishing the influence of zinc intake and training on aerobic and anaerobic effort capacity on humans;

4. Establishing the influence of zinc intake and training on O/AO balance on humans.

12 lots of 10 rats / lot were used, 6 for the acute exposure: Lot I- normobaric normoxia (363 m), 48 hours and acute physical effort; Lot II – normobaric normoxia (363 m), 48 hours acute physical effort and with intake of Zn; Lot III – acute hypobaric hypoxia at 1500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 48 hours and acute physical effort; Lot IV- acute hypobaric hypoxia at 1500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 48 hours and acute physical effort and intake of Zn; Lot V - acute hypobaric hypoxia at 2500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 48 hours and acute physical effort; Lot VI - acute hypobaric hypoxia at 2500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 48 hours and acute physical effort and intake of Zn; and 6 lots of rats were used for the chronic exposure: Lot I- normobaric normoxia (363 m), 28 days and daily training; Lot II – normobaric normoxia (363 m), 28 day, daily training and with intake of Zn; Lot III – chronic hypobaric hypoxia at 1500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 28 days and daily training; Lot IV- chronic hypobaric hypoxia at 1500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 28 days, daily training and intake of Zn; Lot V - chronic hypobaric hypoxia at 2500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 28 days and daily training; Lot VI - chronic hypobaric hypoxia at 2500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 28 days, daily training and intake of Zn.

The rats were given Zn, buccopharyngeal administration – Walmark product – daily intake of 0.01 mg/100g/animal.

The researches on humans were conducted on footballers from F. C. Universitatea Cluj. The footballers were following routine football training on a daily basis and they were given Zn, Walmark product, daily intake 1 tablet (10.0 mg) before training for 21 consecutive days.

## **5.5. Conclusions**

### **Re: animals:**

1. The aerobic effort capacity increases in normobaric normoxia conditions at 363 m and training with or without Zn intake.
2. The aerobic effort capacity increases after acute exposure to hypobaric hypoxia at 1500 m, 2500 m.
3. The aerobic effort capacity in normobaric normoxia conditions at 363 m and training increases after chronic exposure to hypobaric hypoxia at 1500 m, 2500 m. The increase is significant in trained lots with no Zn intake compared to the other lots.
4. The acute exposure to hypobaric hypoxia at 1500 m, 2500 m followed by effort decreases PC, DH and CP.
5. The intake of Zn, exposure to acute hypobaric hypoxia and effort decreases DH and CP simultaneously with the decrease of PC and increase of MDA.
6. The exposure to chronic hypobaric hypoxia and effort increases MDA and decreases DH and CP.
7. The intake of Zn, exposure to chronic hypobaric hypoxia and training increases MDA and decreases PC simultaneous with the increase of DH.

### **Re: humans:**

1. The intake of Zn increases the aerobic and anaerobic effort capacity in humans.
2. Moderate training with and without Zn intake decreases MDA in urine and increases MDA in saliva simultaneously with the decrease of DH in urine and saliva.

## **Chapter 6**

### **Experimental research and on humans regarding the impact of Magnesium on the effort capacity and oxidative stress**

Objectives of the research:

1. Establishing the impact of the acute and chronic hypobaric hypoxia at 1500 m and 2500 m altitude – with and without intake of Mg on effort capacity on animals;
2. Establishing the impact of the acute and chronic hypobaric hypoxia at 1500 m and 2500 m altitude – with and without intake of Mg on effort capacity on O/AO balance on animals;
3. Establishing the influence of Mg intake and training on aerobic and anaerobic effort capacity on humans;
4. Establishing the influence of Mg intake and training on O/AO balance on humans.

12 lots of 10 rats / lot were used, 6 for the acute exposure: Lot I- normobaric normoxia (363 m), 48 hours and acute physical effort; Lot II – normobaric normoxia (363 m), 48 hours acute physical effort and with intake of Mg; Lot III – acute hypobaric hypoxia at 1500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 48 hours and acute physical effort; Lot IV- acute hypobaric hypoxia at 1500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 48 hours and acute physical effort and intake of Mg; Lot V - acute hypobaric hypoxia at 2500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 48 hours and acute physical effort; Lot VI - acute hypobaric hypoxia at 2500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 48 hours and acute physical effort and intake of Mg; and 6 lots of rats were used for the chronic exposure: Lot I- normobaric normoxia (363 m), 28 days and daily training; Lot II – normobaric normoxia (363 m), 28 day,

daily training and with intake of Mg; Lot III – chronic hypobaric hypoxia at 1500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 28 days and daily training; Lot IV- chronic hypobaric hypoxia at 1500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 28 days, daily training and intake of Mg; Lot V - chronic hypobaric hypoxia at 2500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 28 days and daily training; Lot VI - chronic hypobaric hypoxia at 2500 m (pO<sub>2</sub> in air – 132 mm Hg), 28 days, daily training and intake of Mg.

The rats were given Mg, – Magnesii sulfas product –10%, and intramuscular, daily intake of 0.01 mg/100g /animal.

The researches on humans were conducted on footballers from F. C. Universitatea Cluj. The footballers were following routine football training on a daily basis and they were given Mg, Walmark product, daily intake 1 tablet (200 mg) before training for 21 consecutive days.

## **6.5. Conclusions**

### **Re: animals:**

1. The aerobe effort capacity increases in normobaric normoxia conditions and training with or without Mg intake.
2. The aerobe effort capacity increases after acute exposure to hypobaric hypoxia in 1500 m and decreases after acute exposure to hypobaric hypoxia in 2500 m.
3. The aerobe effort increases after Mg intake and chronic exposure to hypobaric hypoxia at 1500-2500 m. The increase is significant in lots without Mg intake and no exposure compared to the other lots.
4. The exposure to acute hypobaric hypoxia at 1500 m, 2500 m and effort increases MDA and decreases PC simultaneously with the increase of DH and decrease of CP.
5. Mg intake, exposure to acute hypobaric hypoxia and effort increases MDA and decreases PC and CP.
6. The expose to chronic hypobaric hypoxia at 1500 m, 2500 m and training increases MDA and decreases PC simultaneously with the increase of DH and decrease of CP.
7. Mg intake, exposure to chronic hypobaric hypoxia and training increases MDA and decreases PC simultaneously with increase of DH and decrease of CP.

### **Re: humans:**

1. Mg intake increases the aerobe and anaerobe effort capacity.
2. Moderate training with or without Mg intake decreases MDA and DH in urine and increases MDA in saliva and decreases DH.

## **FINDINGS:**

1. The exposure to acute and chronic hypobaric hypoxia and effort has a knock on effect on the O/AO balance.
2. The oxidative stress produced by hypobaric hypoxia and effort leads to adaptive changes of the human body affecting the O/AO balance.
3. The outcomes of the research have shown that the Cu intake does not influence in a significant way the aerobe effort capacity in normobaric normoxia conditions however produces significant decreases of the effort capacity after exposure to acute and chronic hypobaric hypoxia.
4. The intake of Cu in animals, acute pre- exposure to hypobaric hypoxia and effort decreases SO, on the basis of MDA and consume of DH.
5. Cu intake in animals, chronic pre-exposure to hypobaric hypoxia and training increases SO due to MDA and PC simultaneously with the increase of AO defense due to DH and CP.
6. The experimental research has shown that Zn and Mg intake have a significant impact increasing the aerobe effort capacity in normobaric normoxia conditions and post exposure to acute and chronic hypobaric hypoxia.
7. The increase of the aerobe effort capacity in animals is positive influenced by training, exposure to acute and chronic hypobaric hypoxia and Zn and Mg intake.

8. Research on humans suggests that Zn and Mg intake contribute to significant increase of aerobic and anaerobic effort capacity.
9. Zn and Mg intake in animals, acute and chronic pre-exposure to hypobaric hypoxia followed by effort, training increase the SO due to MDA simultaneously with the increase of AO capacity due to DH, chronic post exposure.
10. Studies on moderate trained humans combined with Mg and Zn intake suggest general changes in O/AO balance with the decrease of MDA, simultaneously with the decrease of DH in urine. Changes in the saliva's composition, with the increase of MDA and decrease of DH can be attributed to the local changes in the O/AO balance.
11. The non invasive control of O/AO balance in humans can offer clues regarding the SO post effort and the increase of AO defense capacity through Zn and Mg intake –regarding performance increase.

#### **References:**

5. Giurgea N, Constantinescu MI, Stanciu R, Suciuc S, Muresan A: Ceruloplasmin - acute-phase reactant or endogenous antioxidant? The case of cardiovascular disease. *Med Sci Monit* 2005;11(2):RA48-51.
10. Tache S: Antioxidanți endogeni; Capacitatea antioxidantă a organismului; Stresul oxidativ și antioxidanți în efortul fizic; În Dejica D (sub red). *Antioxidanți și terapie antioxidantă*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2001, cap 1, 23-67; cap 2, 72-73, 81-82; cap 6, 198-236.
17. Maret W, Sandstead HH. Zinc requirements and the risks and benefits of zinc supplementation. *J Trace Elem Med Biol* 2006;20(1):3-18.
34. Wintergerst ES, Maggini S, Hornig DH. Contribution of selected vitamins and trace elements to immune function. *Ann Nutr Metab* 2007;51(4):301-323.
50. Ji LL: Modulation of skeletal muscle antioxidant defense by exercise: Role of redox signaling. *Free Radic Biol Med* 2008;44(2):142-152.
60. Dragan I (sub red): *Medicina Sportivă*. Ed. Medicală, București;2002:416-418.
65. Popovici C., Tache S: Cuprul și performanța fizică. *Palestrica Mileniului III-Civilizație și Sport*, vol IX, nr.3 (33), 2008; 205-209.
68. Savas S, Senel O, Celikkan H, et al: Effect of six weeks aerobic training upon blood trace metals levels. *Neuro Endocrinol Lett* 2006;27(6):822-827.
77. Popovici C., Tache S: Zincul și performanța fizică. *Palestrica Mileniului III-Civilizație și Sport*, vol IX, nr.4 (34), 2008; 287-291.
88. Hagobian TA, Jacobs KA, Subudhi AW, et al: Cytokine responses at high altitude: effects of exercise and antioxidants at 4300 m. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38(2): 276-285.
89. Monea C., Tache S: Implicația magneziului în efortul fizic. *Palestrica Mileniului III-Civilizație și Sport*, vol IX, nr.1 (31), 2008; 17-20.
94. Cinar V, Nizamlioglu M, Mogulkoc R, Baltaci AK: Effects of magnesium supplementation on blood parameters of athletes at rest and exercise. *Biol Trace Elem Res* 2007; 115(3): 205-212.

## CURRICULUM VITAE

**Name:** POPOVICI

**Surname:** CORNELIA

**Date of birth:** 16.02.1980

**Place of birth:** Campia-Turzii

**Nationality:** Romanian

**Address:** Zaharia Stancu street, no: 11-13, apt 18, Cluj-Napoca

**Civil status:** single

**Driver's license:** since 2002

**Computer skills:** Word, Excel, PowerPoint, Internet etc.

**Languages:** English, French

### EDUCATION:

#### Romania:

1986 – 1994 – Primary school “Mihai Viteazu” Câmpia-Turzii;

1994 – 1998 – “Pavel Dan” High School, Câmpia Turzii, diploma ( 9.40% out of 10.00)

1998 – 2002 – Babes Bolyai University, Cluj-Napoca, Faculty of Physical Education and Sports, 9.75 out of 10; B.A Hons in Tennis;

2002 – 2003 - Post Qualifying training programme in sports science, Babes Bolyai University, Cluj-Napoca, Faculty of Physical Education and Sports, Post qualification Award, (10 out of 10);

2005 – present: University of Medicine and Pharmacy, “Iuliu Hațieganu”, Cluj-Napoca, PhD student.

#### Belgium:

2000-2001- Katho-Katholieke Hogeschool Zuid-West-Vlaanderen, Socrates Programme, Courses: Methodology of Research, Physiology of effort, Athletics, Sport specialization - tennis, Sport psychology, Teaching placement, Observation and Teaching, Recreation sports (especially Frisbee), Intensive Dutch, English conversation, Computer course for education, International classrooms and visits, Nature sports – practice.

### QUALIFICATIONS:

- Physical education and sports teacher;
- Tennis Trainer Cat. III;
- Professor Assistant Drd. UMF “Iuliu Hațieganu”., Cluj-Napoca.

### RESEARCH PROJECTS:

2006 – GRANT Member CNCSIS 1407– „Physical education and sports in schools and universities and for all others- an integrated part of everyone’s well being”;

2007 – GRANT Director TD 277 – “The impact of Copper, Zinc, Magnesium intake on the effort capacity and the oxidative stress”.

## CONFERENCES/ PROFESSIONAL EVENTS

### NATIONAL EVENTS:

- 2005, December the 5: Remembering the old days Cluj-Napoca sportsmen;  
2006, March the 30: From the „Supplement of sports medicine”, to “Palestrica of the third Millennium”;  
2006, Smoking drinking and sports- Say yes to sports and No to vices!;  
2006, June the 29: Link between information and performance in sport;  
2006, October 5: Classic and genetical dopping in achieving performance in sports;  
2006, December 7: Nutrition and physical effort.

### INTERNATIONAL EVENTS:

- 2002, International conference: „Physical education and sports- perspectives linked to the new Millennium”, Cluj-Napoca;  
2004, International conference: „Physical exercise- bridge between thinking and action, Cluj-Napoca;  
2005, April 21-24: International debate: „Educational targets and Assessments methods in physical education and sports”, Cluj-Napoca;  
2006, May 8-10: International conference: „News related to teaching physical education and sports in universities”, Cluj-Napoca;  
2007, April 28, International conference:”The role and the importance of physical education and sports in maintaining the students well being”, Chisinau, Moldavia;  
2008, May 7-10: International conference: ”In memoriam Gheorghe Moceanu – the first Romanian gymnastics teacher (1838-2008)”, Cluj-Napoca.

### PUBLICATIONS:

#### Co-Author:

Neța, G., Popovici C.A., **Popovici C.** Fotbal 2000. Ed. JRC 2003.

#### Scientific Journal publication:

- Popovici C.**, Popovici C., Monea D. Principalele dificultăți pe care le conștientizează antrenorul în activitatea de antrenorat. Revista Studia, 2004; 1:7-12.  
**Popovici C.**, Monea D., Popovici C. Nutrition in Sport, Revista Studia, 2005; 2:79-82.  
**Popovici C.** Dinamica efortului în tenisul de câmp. Revista de Informare Olimpică Educație Fizică și Sport, Brașov 2005; 2:69-72.  
**Popovici C.** Modificări bio-psiho-sociale caracteristice vârstei a III-a. Revista de Informare Olimpică Educație Fizică și Sport, Brașov 2005; 2:65-68.  
Monea D., Popovici C., **Monea C.** Resistance’s development in 15-16 years trough specific tests, Rev. Studia, 2006; 1:83-93.  
Monea Gh., **Monea C.**, Monea D. Altitude – Favorable medium factor in long distance races, Rev. Studia, 2007; 1.  
Bocu T., **Monea C.**, Kiss M., Lupu I. Posibilități de evaluare a activităților de educație fizică și sport pentru facultățile cu profil nesportiv. Palestrica mileniului III-Civilizație și sport 2007; 2 (28): 98-103.

**Monea C.**, Moldovan R., Decea N. Magneziul și capacitatea de efort. *Palestrica Mileniului III*, 2007; 2 (28):113-117.

**Monea C.**, Tache S. Implicația magneziului în efortul fizic. *Palestrica Mileniului III*, 2008; 1 (31):17-20.

**Popovici C.**, Tache S. Cuprul și performanța fizică. *Palestrica Mileniului III- Civilizație și Sport*, vol IX, nr.3 (33), 2008; 205-209.

**Popovici C.**, Tache S. Zincul și performanța fizică. *Palestrica Mileniului III- Civilizație și Sport*, vol IX, nr.4 (34), 2008; 287-291.

**Published scientific articles in national and international conferences**

**Popovici C.**, Monea D. Particularitățile psiho-sociale ale vârstei de 15-16 ani, în Vol. Sesiunea de Comunicări Științifice, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2002:278-286.

**Popovici C.** Tratatamentul și profilaxia trombozei venoase acute, în Vol. Al doilea Congres Internațional de Educație Fizică și Sport, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2004:298-301.

**Popovici C.** Comunicarea – condiție de baza în atingerea performanțelor didactice, in Vol. Al doilea Congres Internațional de Educație Fizică și Sport, Ed. Risoprint, Cluj-Napoca, 2004:362-364.