

**PALESTRICA OF THE THIRD MILLENNIUM  
CIVILIZATION AND SPORT**

**PALESTRICA MILENIULUI III  
CIVILIZAȚIE ȘI SPORT**

*A quarterly of multidisciplinary study and research*

© Published by The "Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy of Cluj-Napoca  
and  
The Romanian Medical Society of Physical Education and Sports  
in collaboration with  
The Cluj County School Inspectorate

A journal rated B+ by CNCSIS in the period 2007-2011 and  
certified by CMR since 2003

A journal with a multidisciplinary approach in the fields of biomedical science,  
health, physical exercise, social sciences applied to physical education and  
sports activities

A journal indexed in international databases:  
EBSCO, Academic Search Complete, USA and  
Index Copernicus, Journals Master List, Poland

**2**

Vol. 13, No. 2, April-June 2012

# Editorial Board

## Comitetul editorial

### Chief Editor Redactor șef

Traian Bocu (Cluj-Napoca, Romania)

### Deputy Chief Editor Redactor șef adjunct

Simona Tache (Cluj-Napoca, Romania)

Dan Riga (București, Romania)

### Bio-Medical, Health and Exercise Department Departamentul bio-medical, sănătate și efort fizic

Petru Derevenco (Cluj-Napoca, Romania)  
Adriana Albu (Cluj-Napoca, Romania)  
**Adrian Aron (Radford, VA, USA)**  
Taina Avramescu (Craiova, Romania)  
Cristian Bârsu (Cluj-Napoca, Romania)  
Gheorghe Benga (Cluj-Napoca, Romania)  
Victor Cristea (Cluj-Napoca, Romania)  
**Daniel Courteix (Clermont Ferrand, France)**  
Gheorghe Dumitru (Constanța, Romania)  
Adriana Filip (Cluj-Napoca, Romania)  
**Satoro Goto (Chiba, Japonia)**  
Smaranda Rodica Goția (Timișoara, Romania)  
Anca Ionescu (București, Romania)  
**Wolf Kirsten (Berlin, Germany)**  
**Gulshan Lal Khanna (Faridabad, India)**  
Valeria Laza (Cluj-Napoca, Romania)  
Manuela Mazilu (Cluj-Napoca, Romania)  
Daniela Motoc (Arad, Romania)  
Liviu Pop (Cluj-Napoca, Romania)  
**Zsolt Radak (Budapesta, Ungaria)**  
**Suresh Rattan (Aarhus, Denmark)**  
Sorin Riga (București, Romania)  
**Aurel Saulea (Chișinău, Republic of Moldavia)**  
Francisc Schneider (Arad, Romania)  
Șoimița Suci (Cluj-Napoca, Romania)  
Mirela Vasilescu (Craiova, Romania)  
Dan Vlăduțiu (Cluj-Napoca, Romania)  
**Robert M. Tanguay (Quebec, Canada)**  
Cezarin Todea (Cluj-Napoca, Romania)

### Social sciences and Physical Activities Department Departamentul științe sociale și activități fizice

Iustin Lupu (Cluj-Napoca, Romania)  
Dorin Almășan (Cluj-Napoca, Romania)  
Lorand Balint (Brașov, Romania)  
Vasile Bogdan (Cluj-Napoca, Romania)  
Ioan Căținaș (Turda, Romania)  
Melania Câmpeanu (Cluj-Napoca, Romania)  
Marius Crăciun (Cluj-Napoca, Romania)  
Mihai Cucu (Cluj-Napoca, Romania)  
Leon Gomboș (Cluj-Napoca, Romania)  
Emilia Grosu (Cluj-Napoca, Romania)  
**Vasile Guragata (Chișinău, Republic of Moldavia)**  
Iacob Hanțiu (Oradea, Romania)  
Eunice Lebre (Porto, Portugal)  
Sabina Macovei (București, Romania)  
Ștefan Maroti (Oradea, Romania)  
Ion Măcelaru (Cluj-Napoca, Romania)  
Bela Mihaly (Cluj-Napoca, Romania)  
Alexandru Mureșan (Cluj-Napoca, Romania)  
Ioan Mureșan (Cluj-Napoca, Romania)  
**Cătălin Nache (Nancy, France)**  
**Enrique Navarro (Madrid, Spania)**  
Ioan Pașcan (Cluj-Napoca, Romania)  
Constantin Pehoiu (Târgoviște, Romania)  
Rus Voichița (Cluj-Napoca, Romania)  
Demostene Șofron (Cluj-Napoca, Romania)  
Octavian Vidu (Cluj-Napoca, Romania)  
Alexandru V. Voicu (Cluj-Napoca, Romania)  
Ioan Zanc (Cluj-Napoca, Romania)

### Honorary Members

Univ. Prof. MD. Marius Bojiță ("Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy, Cluj-Napoca, Romania)  
Univ. Prof. MD. Mircea Grigorescu ("Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy, Cluj-Napoca, Romania)  
Univ. Prof. MD. Radu Munteanu (Technical University, Cluj-Napoca, Romania)  
Univ. Prof. MD. Liviu Vlad ("Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy, Cluj-Napoca, Romania)

### Editorial Office of the Journal of „Palestrica of the Third Millennium”

Civilization and Sport  
Street: Clinicilor no. 1  
400006, Cluj-Napoca  
Telephone: 0264-598575  
E-mail: palestrica@gmail.ro

### Editor for English Language

Sally Wood-Lamont  
Denisa Marineanu

### Computer publishing

Anne-Marie Constantin

pISSN 1582-1943  
eISSN 2247-7322  
ISSN-L 1582-1943  
www.pm3.ro

Website maintenance  
Transmondo

## Contents

### EDITORIAL

- About the tradition of events in sports**  
*Traian Bocu* ..... 85

### ORIGINAL STUDIES

- Histopathological changes in the brain and myocardium of trained animals supplemented with hemp oil**  
*Codruța Florina Bulduș, Pompei Bolfa, Gabriel Borza, Remus Moldovan, Simona Tache* ..... 86
- The effects of focused pulsed electromagnetic field therapy in patients with knee osteoarthritis. A randomised, placebo-controlled study**  
*Ionuț Moldovan, Ruxandra Diță, Liviu Pop* ..... 91
- The motor and emotional behavior of animals exposed to chronic anakinetic stress**  
*Mihaiela Petean, Alexandra Cristina Berghian, Iuliana Boros-Balint, Simona Tache, Remus Moldovan, Cosmina Bondor* ..... 96
- Heart rate and salivary cortisol changes in stress caused by intense short duration exercise in sedentary people**  
*Ramona Jurcău, Ioana Jurcău, Cristian Bodescu* ..... 101
- Influence of chronic hypobaric hypoxia exposure and lycopene administration on the tissue oxidant/antioxidant balance in physical exercise**  
*Ágnes Ugron, Simona Tache, Remus Moldovan, Nicoleta Decea* ..... 106
- Making serv action more efficient in female volley-ball through attentional training**  
*Eugen Roșca* ..... 112
- Original aspects regarding the relationship between motor proficiency age and chronological age in primary school students**  
*Bogdan Gozu, Paul-Alin Hancăș* ..... 118
- Lactate tolerance training in football increases performance**  
*Paul-Alin Hancăș, Bogdan Gozu* ..... 124
- The effects of exercise on rat sciatic nerve regeneration**  
*Anne-Marie Constantin, Cezar Login, Cosmina Bondor, Simona Tache, Remus Moldovan* ..... 130

### REVIEWS

- The protocol scheme for the rehabilitation of the painful dysfunctional syndromes of the wrist-hand-finger complex**  
*Consuela Monica Brăilescu, Rodica Gabriela Scarlet, Ioan Lascăr* ..... 135
- Architectural adaptation of bone to mechanical loading**  
*Dorina Ianc* ..... 143
- Oradea, a city with an old tradition and special results in the Romanian water polo**  
*Mihaela Goina, Ștefan Maroti* ..... 149

### RECENT PUBLICATIONS

- New Romanian publications in the field of sports**  
*Leon Gomboș* ..... 155
- Book reviews**  
Frank C. Mooren (editor). Encyclopedia of Exercise Medicine in Health and Disease  
*Gheorghe Dumitru* ..... 156

**SCIENTIFIC MANIFESTATIONS**

**"Sport for Health" Conference (2)**

*Traian Bocu* ..... 158

**The 3<sup>rd</sup> National Congress of School and University Medicine**

*Traian Bocu* ..... 159

**EVENTS**

**Memorial Cup and the International Symposium "Nicolae Testemițanu" – "Iuliu Hațieganu"**

*Traian Bocu* ..... 161

**FOR THE ATTENTION OF CONTRIBUTORS**

*The editors* ..... 165

## Cuprins

### EDITORIAL

- Despre tradiția evenimentelor în sport**  
*Traian Bocu* ..... 85

### ARTICOLE ORIGINALE

- Modificările histopatologice la nivelul encefalului și miocardului la animale antrenate la efort și suplimentate cu ulei de cânepă**  
*Codruța Florina Bulduș, Pompei Bolfa, Gabriel Borza, Remus Moldovan, Simona Tache* ..... 86
- Efectele terapiei cu câmp magnetic pulsatil focalizat la pacienții cu gonartroză, un studiu randomizat, controlat prin placebo**  
*Ionuț Moldovan, Ruxandra Diță, Liviu Pop* ..... 91
- Comportamentul motor și emoțional la animale supuse stresului anakinetic cronic**  
*Mihaiela Petean, Alexandra Cristina Berghian, Iuliana Boroș-Balint, Simona Tache, Remus Moldovan, Cosmina Bondor* ..... 96
- Modificările frecvenței cardiace și cortizolului salivar în stresul cauzat de efortul fizic intens și de scurtă durată, la persoane sedentare**  
*Ramona Jurcău, Ioana Jurcău, Cristian Bodescu* ..... 101
- Influența expunerii cronice la hipoxie hipobară și administrării de Licopin asupra balanței tisulare oxidanți/antioxidanți în efort fizic**  
*Ágnes Ugron, Simona Tache, Remus Moldovan, Nicoleta Decea* ..... 106
- Eficiențizarea finalizării acțiunilor de serviciu în jocul de volei feminin prin training atențional**  
*Eugen Roșca* ..... 112
- Aspecte originale referitoare la relația vârstă motrică - vârstă cronologică la elevii din ciclul primar**  
*Bogdan Gozu, Paul-Alin Hancăș* ..... 118
- Antrenamentul în zona de toleranță la lactat în jocul de fotbal îmbunătățește performanța**  
*Paul-Alin Hancăș, Bogdan Gozu* ..... 124
- Efectele efortului asupra regenerării nervului sciatic la șobolan**  
*Anne-Marie Constantin, Cezar Login, Cosmina Bondor, Simona Tache, Remus Moldovan* ..... 130

### ARTICOLE DE SINTEZĂ

- Schema de protocol pentru recuperarea sindroamelor algo-disfuncționale ale complexului pumn-mână-degete**  
*Consuela Monica Brăilescu, Rodica Gabriela Scarlet, Ioan Lascăr* ..... 135
- Adaptările arhitecturale ale osului la stimuli mecanici**  
*Dorina Ianc* ..... 143
- Oradea, un oraș cu vechi tradiții și rezultate deosebite în poloul românesc**  
*Mihaela Goina, Ștefan Maroti* ..... 149

### ACTUALITĂȚI EDITORIALE

- Publicații românești recente în domeniul sportului**  
*Leon Gomboș* ..... 155
- Recenzii cărți**  
Frank C. Mooren (editor). Enciclopedia medicinei efortului fizic în condiții de sănătate și boală  
*Gheorghe Dumitru* ..... 156

**MANIFESTĂRI ȘTIINȚIFICE**

**Conferința “Sport pentru Sănătate” (2)**

*Traian Bocu* ..... 158

**Al III-lea Congres Național de Medicină Școlară și Universitară**

*Traian Bocu* ..... 159

**EVENIMENTE**

**Cupa Memorială și Simpozionul Internațional “Iuliu Hațieganu” – “Nicolae Testemițanu”**

*Traian Bocu* ..... 161

**ÎN ATENȚIA COLABORATORILOR**

*Redacția* ..... 162

## EDITORIAL

# Medicina aplicată la educația fizică și sport Medicine applied to physical education and sport

**Traian Bocu**

*Universitatea de Medicină și Farmacie “Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca*  
*Redactor șef al revistei Palestrica Mileniului III*  
*traian\_bocu@yahoo.com*

În 2012, se împlinesc 75 de ani de la primul Curs de Medicină aplicată la Educația fizică și la Sport, care s-a ținut la Parcul Sportiv Regele Carol al II-lea din Cluj, între 24 mai - 19 iunie 1937.

Conferințele ținute cu ocazia Cursului din 1937 au fost editate în anul 1938, sub egida *Societății Medicale de Educație Fizică și Sport*, înființată în anul 1930 de Profesorul Iuliu Hațieganu. Astăzi, misiunea de reeditare a Cursurilor a revenit *Societății Medicale Române de Educație Fizică și Sport* (SMREFS), înființată în anul 2009, după modelul celei din 1930.

Cursul de Medicină aplicată, similar cursurilor postuniversitare de astăzi, s-a ținut pe durata unei luni (24 mai - 19 iunie) și a cuprins 20 de ședințe compuse dintr-un curs teoretic și un curs practic. Cursurile teoretice au fost editate sub îngrijirea directă a Profesorului Iuliu Hațieganu în anul 1938, iar astăzi se dorește reeditarea acestora, la 75 de ani distanță. Reeditarea va avea rolul de a rememora activitățile de pionierat din domeniile medicină sportivă și educație fizică, asupra cărora s-au aplecat medici iluștri din acea perioadă, precum Velluda, Benetato, Telia, Comșia, Daniello, Moga, Zapan, Prăgoiu, Hângănuț, Viciu și alții, într-o combinație inspirată și fericită cu profesori de educație fizică.

Cursurile de medicină sportivă aplicată reprezintă provocări adresate medicilor, cadre didactice de elită din generația de astăzi, de a se implica în aspectele specifice activităților de educație fizică din învățământul universitar și pentru toți. În același timp, reprezintă o provocare și pentru profesorii de educație fizică în colaborare cu medicii. Invitația se referă și la preluarea de către conducătorii Universității de Medicină și Farmacie de astăzi, în persoana Rectorilor, a unor sloganuri extrase din discursurile magistrale ale lui Iuliu Hațieganu din perioada interbelică, în vederea adaptării acestora la viața universitară cotidiană. De altfel există numeroase asemănări, care merg până la identificare, între situația de atunci și cea de astăzi din învățământul universitar.

Se constată numeroase similitudini între organizarea sistemului de educație și învățământ din perioada interbelică și reforma care se preconizează în zilele noastre. Astfel, Cursul de Medicină aplicată desfășurat în anul 1937, care a fost organizat de Societatea Medicală de Educație Fizică a vremii, este similar cu un curs postuniversitar din zilele noastre programat de Proectoratul Didactic al Universității de Medicină de astăzi. Un astfel de curs, cu acordarea de credite EMC, ar putea organiza SMREFS, organizație

profesională din care fac parte medici iluștri de astăzi, cu aplecare către medicina sportivă și activitățile fizice universitare, cu numeroase studii în domeniul efortului fizic precum: Marius Bojiță, Petru Adrian Mircea, Grigore Băciuț, Petru Derevenco, Vasile Negrean, Remus Orăsan, Victor Cristea și alții, care se numără printre membrii fondatori ai actualei societăți.

Subiectele abordate în cadrul ședințelor din trecut sunt și astăzi de interes pentru medicina sportivă. Amintim doar câteva titluri sugestive în acest sens: *Educația fizică a femeii* de Prof. Dr. Iuliu Hațieganu; *Frumosul anatomic* de Docent Dr. C. Velluda de la Institutul de Anatomie Descriptivă și Topografică; *Considerațiuni generale asupra fiziologiei efortului fizic și Efortul fizic și sistemul endoglandular* de Prof. Dr. Grigore Benetato; *Consultația medicală la sportivi* de Dr. Liviu Telia; *Diferențieri psihice între sportivi și nesportivi* de Gheorghe Zapan, Conferențiar la Facultatea de Filozofie și la Academia Națională de Educație Fizică – București; *Primul ajutor în sport* de Dr. Ioan Prăgoiu, Asistent la Clinica Chirurgicală–Cluj; *Considerații medicale asupra atleticeii ușoare, atleticeii grele, a skiului și turismului* de Dr. Emil Viciu, Dr. Tiberiu Pop și Dr. Ion Macavei.

Fiecare curs teoretic a fost însoțit de un curs practic, demonstrațiile fiind făcute de câte un profesor de educație fizică sau medic cu dublă specializare. Astfel, printre profesorii de educație fizică îl întâlnim pe dr. Onoriu Chețianu, cu demonstrații despre *Sistemele de gimnastică*; cu demonstrații de *Atletică ușoară* pe T. Faur, prof. ed. fizică, cu demonstrații de *Luptă, box, jiu-jitsu* pe I. Chiuhan, prof. de educație fizică; cu demonstrarea unor *Exerciții fizice pentru femei* pe D-șoara Zelma Precup, prof. de educație fizică; cu demonstrații de *Educația fizică la copii* pe D-na Suci, prof. de educație fizică.

Ciclul de Conferințe cuprinse în volumul tipărit în anul 1938 de către Tipografia „Cartea Românească” Cluj, sub egida *Societății Medicale de educație fizică și Sport* - 1930, a fost reeditat astăzi în ideea preluării și continuării acestor activități de către *Societatea Medicală Română de Educație Fizică și Sport* - 2009 și pentru a fi valorificate în revista *Palestrica Mileniului III - Civilizație și sport*, continuatoarea de tradiție a „*Suplimentului de Medicină sportivă*” din cadrul prestigioasei reviste „*Clujul Medical*”.

Prof. Dr. Traian Bocu  
Vicepreședintele *Societății Medicale Române de Educație Fizică și Sport*

**ORIGINAL STUDIES**  
**ARTICOLE ORIGINALE**

**Histopathological changes in the brain and myocardium of trained animals supplemented with hemp oil**  
**Modificările histopatologice la nivelul encefalului și miocardului la animale antrenate la efort și suplimentate cu ulei de cânepă**

**Codruța Florina Bulduș<sup>1</sup>, Pompei Bolfa<sup>2</sup>, Gabriel Borza<sup>2</sup>, Remus Moldovan<sup>3</sup>, Simona Tache<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Faculty of Physical Education and Sport, “Babeș-Bolyai” University, Cluj-Napoca*

<sup>2</sup>*University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine of Cluj-Napoca, Faculty of Veterinary Medicine*

<sup>3</sup>*“Iuliu Hatieganu” University of Medicine and Pharmacy, Cluj-Napoca*

**Abstract**

*Background.* Our previous research regarding the favorable effect of dietary supplementation with hemp (*Cannabis sativa*) oil on the aerobic capacity of rats led us to study the histological changes induced in tissues under the same conditions.

*Aims.* We studied the experimental effect of training at different intensities, with or without hemp seed oil supplementation, on the brain and myocardium of rats.

*Methods.* The research was conducted in four groups (n = 10 animals/group) of adult male Wistar rats, trained at different intensities. Groups I and III included animals supplemented with hemp oil. In all groups we studied the histological changes in the brain and myocardium. Exercise training was conducted for 28 days.

*Results.* Training with loading induced histological changes of necrosis/apoptosis in the brain and did not cause histological changes in the myocardium during the study.

*Conclusions.* Post-exercise neuronal changes of necrosis/apoptosis support the experimental hypothesis of brain neurogenesis and plasticity in the central nervous system. Hemp oil supplementation has a reduced neuroprotective effect in trained animals.

**Keywords:** rats, exercise, brain, heart, hemp oil.

**Rezumat**

*Premize.* Cercetările noastre anterioare pe șobolani privind efectul favorabil al suplimentării dietei cu ulei de cânepă asupra capacității aerobe de efort, ne-au determinat să studiem modificările histologice induse la nivelul unor țesuturi, în aceleași condiții.

*Obiective.* S-a urmărit experimental efectul antrenamentului de diferite intensități, cu și fără suplimentare cu ulei din semințe de cânepă, asupra encefalului și miocardului la șobolani.

*Metode.* Cercetările s-au efectuat pe patru loturi (n=10 animale/lot) de șobolani masculi, adulți, rasa Wistar, antrenați la efort cu intensitate diferită. Loturile I și III au cuprins animale suplimentate cu ulei de cânepă. La toate loturile s-au studiat modificările histologice la nivelul creierului și miocardului. Antrenamentul la efort s-a desfășurat timp de 28 de zile.

*Rezultate.* Antrenamentul cu încărcare determină modificări histologice de necroză/apoptoză la nivelul encefalului și nu determină modificări histologice la nivelul miocardului pe durata studiată.

*Concluzii.* Modificările neuronale de necroză/apoptoză postefort la nivelul encefalului susțin experimental ipoteza neurogenezei și plasticității în sistemul nervos central. Suplimentarea cu ulei de cânepă are efect neuroprotector redus la animalele antrenate la efort.

**Cuvinte cheie:** șobolani, efort fizic, encefal, inimă, ulei de cânepă.

---

**Introduction**

Biochemical oxidative stress caused by exercise and the antioxidant role of hemp oil administration, due to PUFA and vitamin E content, could influence the activity of organs whose O<sub>2</sub> consumption and regional blood flow

varies during exercise.

At rest, the brain is characterized by a circulatory blood flow of 14% of cardiac output, 18% of O<sub>2</sub> consumption and preferential glucose consumption. During exercise, there is no change in cerebral blood flow. Brain antioxidant capacity is generally low. At rest, the myocardium is

---

*Received:* 2012, April 2; *Accepted for publication:* 2012, May 2

*Address for correspondence:* Faculty of Physical Education and Sport, Babeș-Bolyai University, Cluj-Napoca, Pandurilor Str. No. 7

*E-mail:* codrutabulduș@yahoo.com

characterized by a blood flow rate of 5% of cardiac output, 10% of O<sub>2</sub> consumption, and glucose, lactic acid and fatty acid consumption. During exercise, increases in blood flow, which are proportional to the intensity of exercise, and an increase in O<sub>2</sub> utilization coefficient occur (Ganong, 2005).

### Hypothesis

Histological changes in the brain and myocardium after exercise, with or without hemp seed oil supplementation, were experimentally studied.

### Material and methods

The study was a longitudinal prospective study of experimental type, performed on animals.

The research was conducted at the Department of Physiology and Pharmacy of "Iuliu Hațieganu" UMPH, Cluj-Napoca, in the Laboratory of Experimental Physiology, in four groups (n = 10 animals/group) of male Wistar rats, aged 16 weeks, with an average weight of 200-300 g.

#### a) Groups

Groups I to IV comprised rats trained to intensive exercise with loading, with or without hemp seed oil supplementation. The animals were trained by swimming, daily, for 28 days.

The intensity of exercise was modified by loading the animals as follows: group I and II with 10% of weight, group III and IV with 20% of weight.

Groups I and III were supplemented with cold pressed hemp seed oil.

Oil supplementation was administered by oral gavage, using hemp seed oil in amounts of 0.1 ml per rat, calculated in relation to the oil dose recommended for human daily intake. The hemp oil product used, called Canah Hemp Oil, is manufactured by SC Canah International LLC and has the following characteristics for 14 g per serving: energy value: 126 Kcal/14g and chemical composition: 1.4 g saturated fatty acids (FA), polyunsaturated fatty acids (PUFA) 12.5 g, of which oleic acid 1.7 g, linoleic acid 7.7 g, gamma-linolenic acid 0.5 g, α-linolenic acid 2.5 g, stearidonic acid 0.1 g, vitamin E 1.35 mg (13.5% RDA).

#### b) Methods

*Sampling.* Samples were collected freshly from animals euthanized at the end of the experiment.

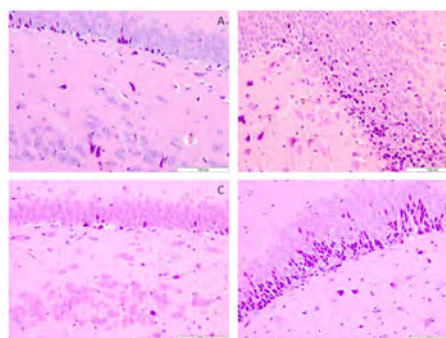
*Histopathology.* Histopathologic examination was performed at the Laboratory of Pathology, Necropsic Diagnostic and Forensic Medicine of the Faculty of Veterinary Medicine, Cluj-Napoca. For histological examination, tissue samples (myocardium and encephalon) were processed by the paraffin technique. Histological techniques included the following standard steps: fixation in 10% formalin for 24-48 hours, washing, inclusion in paraffin, sectioning, dewaxing, hydration of sections in baths of absolute alcohol 96%, followed by staining. Hematoxylin-eosin staining was used (H & E), which allows a good differentiation of cell types. The examination and processing of samples were performed using an Olympus BX51 microscope and an Olympus Cell B program for image acquisition and processing. Three areas of the encephalon were studied: the hippocampus (Ammon's horn) in the limbic system, the

thalamus in the diencephalon and the cortex in the neocortex. Longitudinal and transverse sections of the myocardium were taken from the median area, from the wall of the right and left ventricle, and the interventricular area.

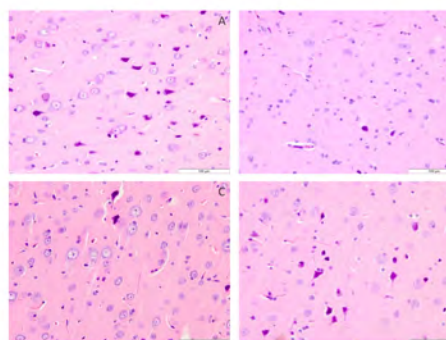
### Results

#### a) Histopathological study of the encephalon

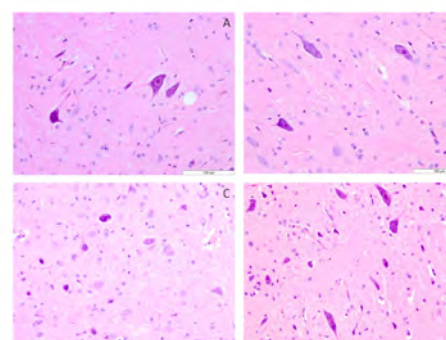
Lesions of necrosis/neuronal apoptosis were encountered in all 3 areas, in all groups (Fig. 1-3).



**Fig. 1** – Ammon's horn - neuronal necrosis (eosinophilic cytoplasm, pyknotic neurons). A - group I, B - group II, C - group III, D - group IV.



**Fig. 2** – Cortex - neuronal necrosis (eosinophilic cytoplasm, pyknotic neurons). A - group I, B - group II, C - group III, D - group IV.



**Fig. 3** – Thalamus - neuronal necrosis (eosinophilic cytoplasm, pyknotic neurons) A - group I, B - group II, C - group III, D - group IV.

Neuronal necrosis can be identified in optical microscopy through cytoplasm eosinophilia, karyopyknosis, karyolysis, karyorrhexis, or sometimes weak affinity for hemato-

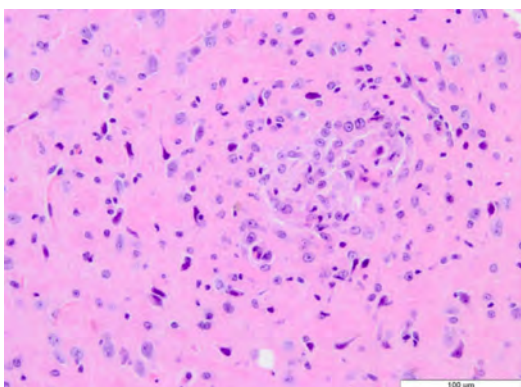
xylin, taking a “shadow cell” appearance. Quantification was performed by counting the actual total neurons and viable neurons from 10 fields with a 20X objective. The ratio of neurons in necrosis/apoptosis and the total number of neurons was expressed as a percentage (Table I).

**Table I**  
The percentage of neurons in necrosis/apoptosis from the three areas, in the studied groups.

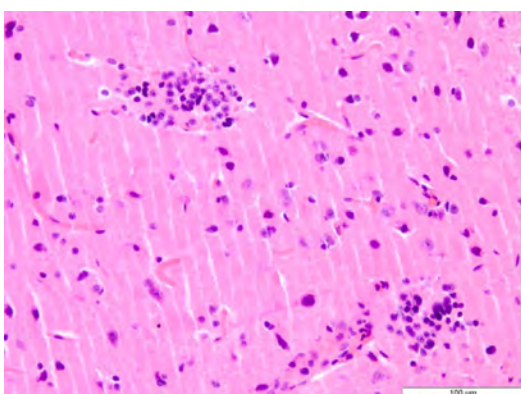
Group	Ammon’s horn	Thalamus	Cortex
Group I	20	36	45
Group II	24	39	61
Group III	31	18	39
Group IV	33	26	60

The percentage of neurons in necrosis/apoptosis was higher in groups II and IV compared with groups I and III supplemented with oil (Table I).

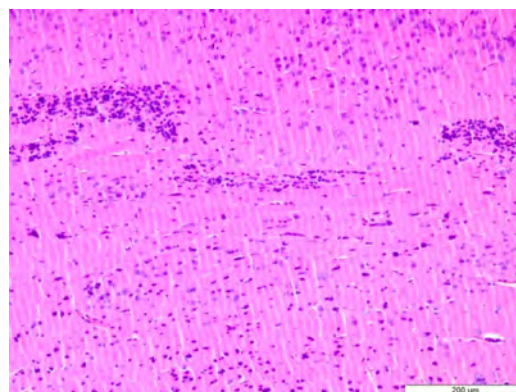
In addition, non-specific lesions: non-suppurative encephalitis (lympho-glial perivascularitis, glial nodules) (Fig. 4) and even large outbreaks of nervous substance malacia with inflammatory infiltrate composed of lymphohistiocytes and glial cells were found (Fig. 5-7).



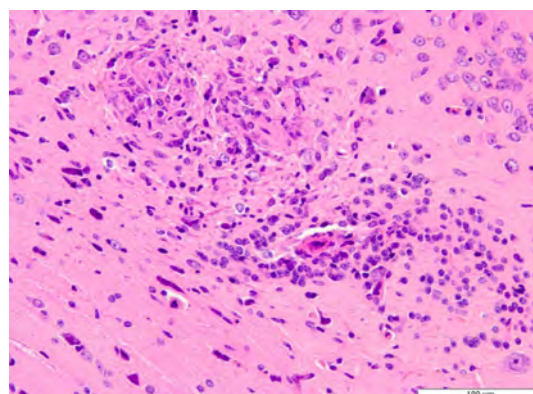
**Fig. 4** – Lymphohistiocytic perivascularitis, inflammatory infiltrate around blood vessels, HE X 200.



**Fig. 5** – Cortex - glial nodules, HE x 200.



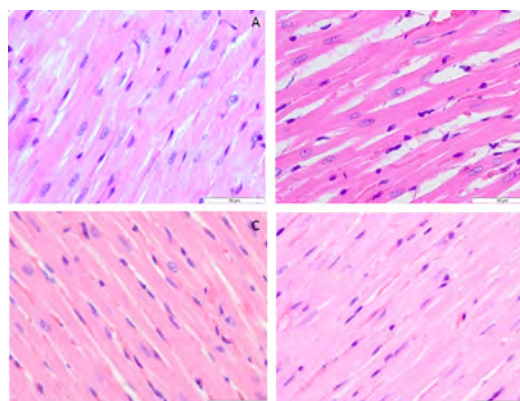
**Fig. 6** – Cortex - glial nodules, HE x 100.



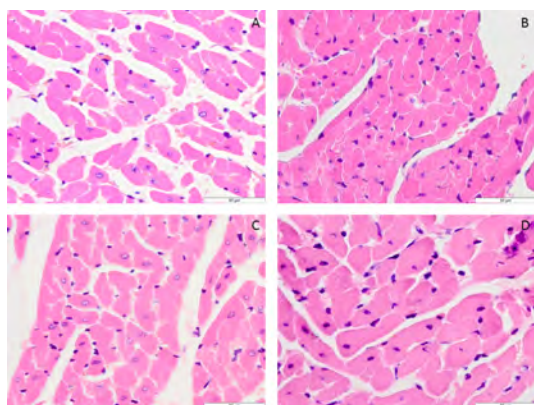
**Fig. 7** – Cortex - focal necrosis of the nervous substance with lympho-glial inflammatory infiltrate, HE x 200.

b) Histopathological study of the myocardium

For this study, fresh heart tissue samples were obtained immediately after the rats were sacrificed and they were processed by the paraffin inclusion technique. For the morphometric study, we used the technique of Aiello et al. (2004). Thus, sections of 5 mm thickness were measured both transversally (Fig. 8) and longitudinally (Fig. 9). To calculate the diameter (using an automated system for the quantification of images - Olympus Cell B), only round or oval cells with round visible nuclei were studied. A total of 50 cells in each section, from 10 different areas, were measured with a 40X objective.



**Fig. 8** – Myocardium of Wistar rats, HE staining, longitudinal section. No changes are observed in any animal of the four experimental groups.



**Fig. 9** – Myocardium of Wistar rats, HE staining, cross-sectional diameter for cardiomyocyte evaluation. Cardiac muscle cells have an uniform diameter in all the four groups.

The results of the measurement of the diameter of myocardial cells are found in Table II. It can be seen that no statistical differences appear in the cardiomyocyte diameter between the studied groups.

**Table II**

The cardiomyocyte diameter in the studied groups.

Statistical indicator	Group I	Group II	Group III	Group IV
Mean	17.25	15.95	16.80	16.95
Standard deviation	0.28	1.61	2.82	1.85

## Discussion

Oil obtained from non-genetically modified hemp seeds is a natural source that is very rich in polyunsaturated fatty acids (PUFA) omega 3 and omega 6. Omega 3 contains  $\alpha$  linolenic acid (ALA), eicosapentaenoic acid (EPA) and docosahexaenoic acid (DHA). The omega-6 family includes linoleic acid, cis-linoleic acid (LA) and gamma-linolenic acid (GLA). Modern Western diets typically have an omega-6/omega-3 ratio in excess of 10/1, some of them 30/1. The optimum ratio is considered to be 4/1 or less (Simopoulos 2002).

Dietary sources of GLA include: human milk, corn oil, rapeseed oil, “borage” seed oil and black gooseberry seed oil. The inhibitors of conversion are: age, stress, alcohol consumption, high-saturated fat diet, cholesterol, sugar, low magnesium and vitamin B6, trans fatty acids in margarine. EPA sources include: herring, salmon, tuna, shrimp, oil, eggs. The inhibitors of conversion are: smoking, environmental toxins, aging, increased intake of saturated fats, alcohol, drugs.

PUFA effects are multiple: protective antioxidant, anti-inflammatory, anticoagulant, painkilling, immune-modulator, vasodilator by modulating cytokines (TNF- $\alpha$  and IL1 $\beta$ ), eicosanoids (arachidonic acid, prostaglandins, prostacyclin, leukotrienes, thromboxanes), and resolvin, an inhibitor of nuclear transcription factor (NF-kB), they positively influence the release of neuromediators (serotonin, dopamine, acetylcholine), receptor number and synaptic functioning, they improve vascular endothelial function, increase cellular sensitivity to insulin receptors, reduce the effects of hyperinsulinaemia (lipogenesis and hyperandrogenism), reduce triglycerides, improve HDL

cholesterol levels, prevent the formation of VLDL in liver cells, maintain the concentration of phospholipids in the cell membrane of the retinal nerve and myelin, balancing male and female hormones (Lieberman & Brüning 2005).

Our previous experimental results (Bulduş et.al. 2012) regarding the increase of aerobic capacity by standard loading (10%, 15% and 20% of animal weight) showed significant increases in aerobic capacity after supplementation with hemp oil and standard charge.

The favorable effects of dietary supplementation with hemp oil may be due to: the presence of vitamin E in composition and its antioxidant role, increased omega 6 FA content and the optimal omega 6/omega 3 ratio of 3/1 in the preparation used.

In this study, the rats subjected to physical loading (10% or 20%) presented histological changes of necrosis in the central nervous system. Changes were lower in groups supplemented with hemp oil. Depending on the area, changes in the thalamus were the most expressed in all groups; changes occurred less in the lower cortex and hippocampus. Studies on adult animals exclude age-related changes of necrosis (Olinescu et al. 2004).

The vulnerability of the central nervous system, especially of the brain to oxidative stress (OS) is due to: increased rate of O<sub>2</sub> use and production of O<sub>2</sub><sup>•-</sup> and OH<sup>•</sup> radicals; high iron content in certain regions and prooxidant role of the Fe/ ascorbate complex in neuronal membranes; increased fatty acid concentration; low level of antioxidant enzymes (Perju-Dumbravă, 2001).

Our research only showed the appearance of obvious changes in the CNS. Also, as previous studies would suggest, it seems that due to its composition, hemp seed oil would have a reduced neuroprotective role (Callaway 2004).

ROS and RNS formation (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, O<sub>2</sub><sup>•-</sup>, OH<sup>•</sup>, NO) in exercise has neurotoxic effects, the primary molecular target being the PUFA network from the neurilemma structure (e.g. lipid peroxidation), by inducing alterations in free fatty acids. The neuroprotective role of hemp oil could be due to the protection of membrane phospholipids against peroxidation, provided by essential FA content, whose antioxidant effect occurs in organs rich in lipids.

Our experiment shows the role of exercise as a stressor agent, which biochemically induces a cascade of O<sub>2</sub> and N<sub>2</sub> metabolites and oxinitrosative stress (SON) with neuronal apoptosis.

The research data of our study are in agreement with those of other authors, who found rapid, immediate, transient changes in apoptosis in the hippocampus and cerebellum after exercise, followed by angiogenesis and neurogenesis (Bruel-Jungerman 2007, Van Praag 2008).

Our data show evidence of these plastic changes in the CNS. The early and immediate effects of exercise in the CNS have been less studied. Apoptosis is followed by angiogenesis, which provides metabolic support for neurogenesis. The regeneration of parts of the brain can be considered as an indirect positive effect of exercise on neuronal plasticity. Neural plasticity may ensure damage restoration by developing new synaptic connections or by compensating or strengthening the neighboring neural circuits (Hayward 1999, Goldman et al. 2009).

Exercise can be considered as a rapid inducer of neuronal plasticity in the CNS in the encephalon (Kerr & Swain 2011).

In the myocardium, our research showed no histological changes induced by exercise. With regard to non-specific myocardial lesions, we noted the presence of micro-outbreaks with degenerate myofibrils surrounded by more or fewer inflammatory cells, mononuclears (lymphohistiocytes) that indicate chronic progressive cardiomyopathy in the myocardium. This is an incidental lesion quite common in Wistar rats, especially in males (Tucker, 1997; Arceo et al., 1990).

Although several studies have shown induced myocardial hypertrophy and even cell proliferation (Kumar et al. 2010), the lack of changes in our study may be explained by the duration of the experiment and the amount of administered oil.

Earlier studies by Liu et al. (2000) drew attention to the different tissue responses to exercise depending on the organ and oxidant/antioxidant balance changes. The prooxidant effect of exercise occurs after intense exercise; however, the antioxidant effect occurs after a moderate intensity and duration of exercise (Tache et al., 2009). Neuronal necrosis lesions may be due to the prooxidant effect of intense physical exercise performed by animals.

## Conclusions

1. Training with loading induced histological changes of necrosis/apoptosis in the brain.
2. Training with loading caused no histological changes in the myocardium during the study.
3. Hemp oil supplementation had a reduced neuroprotective effect in trained animals.
4. Changes in neuronal necrosis/apoptosis after exercise support the hypothesis of brain neurogenesis and plasticity in the central nervous system.

## Conflicts of interest

There are no conflicts of interest.

## Acknowledgement

The paper is part of the first author's PhD thesis, carried out at "Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy.

## References

- Aiello EA, Villa-Abrille MC, Escudero EM, Portiansky EL, Pérez NG, de Hurtado MC, Cingolani HE. 2004. Myocardial hypertrophy of normotensive Wistar-Kyoto rats. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2004; 286(4):1229-1235.
- Arceo RJ, Bishop SR, Elwell MR, Kerns WD, Mesfin GM, Ruben Z, Sandusky GE, Van Vleet JF. Standard nomenclature of spontaneous pathological findings in the heart and vasculature of the laboratory rat. Initial Proposal Society of Toxicologic Pathology. In *Guides for Toxicological Pathology STP/ARP/AFIP*: Washington, DC. 1990
- Bruel-Jungerman E, Rampon C, Laroche S. Adult hippocampal neurogenesis, synaptic plasticity and memory: facts and hypotheses. *Rev Neurosci.* 2007;18(2):93-114.
- Bulduș C, Tache S, Moldovan R. The influence of hemp oil dietary supplementation on aerobic capacity in rats. *Studia Universitatis Babeș-Bolyai Educatio Artis Gymnasticae,* 2012;(1): 15-21
- Callaway JC. Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica.* 2004;140: 65-72
- Ganong WF. *Review of medical Physiology.* Lange 22-nd ed. Lange Medical Books/ Mc. Graw-Hill, 2005
- Goldman R, Klatz R, Berger L. *Exerciții pentru creier.* Ed. Curtea Veche, București, 2009
- Hayward S. *Biopsihologie.* Ed. Tehnică București, 1999;72-82
- Kerr AL, Swain RA. Rapid cellular genesis and apoptosis: effects of exercise in the adult rat. *Behav Neurosci.* 2011;125(1):1-9.
- Kumar V, Abbas AK, Fausto N, Aster J. *Pathologic Basis of Disease - 8th Edition.* Ed. Robbins (&) Cotran. Saunders Elsevier, Philadelphia, 2010
- Lieberman S, Brüning N. *Biblia vitaminelor și a mineralelor esențiale.* Paralela 45, 2005, 260-269.
- Liu J, Yeo HC, Overvik-Douki E, Hagen T, Doniger SJ, Chyu DW, Brooks GA, Ames BN, Chu DW. Chronically and acutely exercised rats: biomarkers of oxidative stress and endogenous antioxidants. *Appl. Physiol.* 2000;89, 21-28
- Olinescu R, Gruia N, Mihăiescu G. *De ce și cum îmbătrânim.* Ed. Cernaprint, București, 2004,115-119.
- Perju-Dumbravă L. *Stresul oxidativ și antioxidanții în bolile neurologice.* În Dejica D.(sub redacția), *Antioxidanți și terapie antioxidantă.* Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca 2001, 678-693
- Simopoulos AP. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed. & Pharmacol.* 2002; 56 (8): 365-379.
- Tache S, Bidian C, Ciocoi Pop D.R, Popovici C, Martoma A. *Paradoxul balanței oxidanți/antioxidanți în efort fizic,* *Palestrica Mileniului III,* 2009; 2 (36): 145-152.
- Tucker JM. *Diseases of the Wistar Rat.* Taylor & Francis Limited, 1 Gunpowder Square, London 1997, 97-101
- van Praag H. Neurogenesis and exercise: past and future directions. *Neuromolecular Med.* 2008;10(2):128-140.

## **The effects of focused pulsed electromagnetic field therapy in patients with knee osteoarthritis. A randomised, placebo-controlled study**

### **Efectele terapiei cu câmp magnetic pulsatil focalizat la pacienții cu gonartroză, un studiu randomizat, controlat prin placebo**

**Ionuț Moldovan<sup>1</sup>, Ruxandra Diță<sup>1</sup>, Liviu Pop<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>„Recumed-Alba” Rehabilitation Center, Alba-Iulia

<sup>2</sup>„Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy, Rehabilitation Hospital, Cluj-Napoca

#### **Abstract**

*Background.* Pulsed electromagnetic field therapy (PEMF) is a promising method for the treatment of knee osteoarthritis. An increasing number of placebo-controlled randomised clinical trials have demonstrated its antalgic and exercise capacity improvement effects in knee osteoarthritis patients. Still, there is no standardisation of the optimal frequency and intensity of the PEMF.

*Aims.* The aim of the trial was to study the effects of exposure to low frequency (1.5 Hz) medium intensity (30 mT) PEMF in patients with bilateral knee osteoarthritis, displaying a Kellgren-Lawrence radiologic score of  $\geq 1$  and a pain visual analogue scale of  $\geq 4$ , despite chronic use of nonsteroidal antiinflammatory and chondroprotective drugs.

*Methods.* 70 consecutive patients diagnosed with knee osteoarthritis were randomly divided into two groups: an active and a placebo group, at a 1:1 ratio. The placebo group was treated with local ultrasound therapy (0.5W/cm<sup>2</sup>), local peloidotherapy (Techirghiol mud) and a form of continuous magnetic field similar in intensity to the magnetic field of the Earth for 15 minutes a day. The active group was treated with local ultrasound therapy (0.5W/cm<sup>2</sup>), local peloidotherapy and a 1.5 Hz frequency and a 300 Gauss intensity (30 mT) focused pulsed electromagnetic field for 15 minutes a day. The total duration of treatment was 10 days.

*Results.* 65 of the 70 patients included finished the study (32 in the active group and 33 in the placebo group). At the end of the 10 days of treatment, there was a significant improvement in both groups in the pain visual analogue scale and the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis (WOMAC) score, compared to the initial evaluation ( $p \leq 0.05$ ). There was no overall statistically significant difference in the improvement of the two parameters in the active versus the placebo group. However, in a subgroup analysis, after having excluded the advanced knee osteoarthritis patients, with Kellgren-Lawrence scores of 3 and 4, the patients treated with PEMF had superior improvement of the pain visual analogue scale and of the WOMAC score ( $p \leq 0.05$ ).

*Conclusions.* Ultrasound and peloidotherapy are efficient in reducing pain and the WOMAC score in knee osteoarthritis patients displaying a radiologic Kellgren-Lawrence score of  $\geq 1$  and a visual analogue scale for pain of  $\geq 4$ , who had had an unsatisfactory response to nonsteroidal antiinflammatory and chondroprotective drugs. Low frequency (1.5 Hz) medium intensity (30 mT) PEMF added benefit to these therapies, by significantly reducing pain and the WOMAC score in patients with early and moderate knee osteoarthritis (radiologic Kellgren-Lawrence score of 1 and 2).

**Keywords:** pulsed electromagnetic field, knee osteoarthritis, exercise.

#### **Rezumat**

*Premize.* Terapia cu câmp magnetic pulsatil (CMP) este o metodă promițătoare în terapia gonartrozei. Un număr tot mai mare de studii clinice randomizate, controlate prin placebo, au demonstrat efectele sale antialgice și de creștere a capacității de efort fizic a pacienților cu gonartroză. Cu toate acestea nu există o standardizare a frecvenței și a intensității optime de tratament.

*Obiective.* Studiul de față își propune să studieze efectele câmpului magnetic pulsatil focalizat (CMPF) de joasă frecvență (1,5 Hz) și medie intensitate (30 mT) la pacienții cu gonartroză bilaterală primară, cu un scor radiologic Kellgren-Lawrence  $\geq 1$  și o scală analog vizuală a durerii  $\geq 4$ , în ciuda consumului cronic de antiinflamatoare nesteroidiene și condroprotectoare.

*Metode.* Un număr 70 de pacienți consecutivi diagnosticați cu gonartroză bilaterală primară au fost randomizați în două loturi: unul activ și unul placebo în raport de 1:1. Pacienții din lotul placebo au beneficiat de terapie locală cu ultrasunete (0,5W/cm<sup>2</sup>), peloidoterapie locală (nămol de Techirghiol) și o formă de câmp magnetic continuu similar ca intensitate cu câmpul magnetic terestru, timp de 15 minute pe zi. Lotul activ a beneficiat de tratament local cu ultrasunete (0,5W/cm<sup>2</sup>), peloidoterapie

---

*Received:* 2012, March 14; *Accepted for publication:* 2012, April 22

*Address for correspondence:* „Recumed-Alba” Rehabilitation Center, Moșilor Str. no. 158, Alba Iulia, CP 510065

*E-mail:* ionut\_mihai\_moldovan@yahoo.fr

locală și terapie cu câmp magnetic pulsatil focalizat la o frecvență de 1,5 Hz și o intensitate de 300 Gauss (30 mT) timp de 15 minute pe zi. Durata tratamentului în ambele loturi a fost de 10 zile.

**Rezultate.** Din totalul celor 70 de pacienți incluși, 65 au încheiat studiul (32 din lotul activ și 33 din lotul placebo). La finalul celor 10 zile de tratament, în ambele loturi s-a constatat o îmbunătățire semnificativă a scalei analog vizuale (SAV) a durerii și a scorului Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis (WOMAC), față de evaluarea inițială ( $p \leq 0,05$ ). Nu am constatat o îmbunătățire semnificativă statistic a celor doi parametri în lotul activ față de cel placebo ( $p \geq 0,05$ ). În schimb, la o analiză a subploturilor, după excluderea pacienților cu gonartroză avansată, cu scor radiologic Kellgren-Lawrence 3 și 4, pacienții care au beneficiat de tratament cu CMPF au avut o ameliorare superioară a SAV a durerii și a scorului WOMAC ( $p \leq 0,05$ ).

**Concluzii.** Fizioterapia cu ultrasunete și peloizi este eficientă în reducerea durerii și a scorului WOMAC la pacienții cu gonartroză, cu scor radiologic Kellgren-Lawrence  $\geq 1$ , cu o scală analog vizuală a durerii  $\geq 4$  și cu răspuns nesatisfăcător la terapia cu antiinflamatoare nesteroidiene și condroprotectoare. Terapia cu câmp magnetic pulsatil focalizat, de joasă frecvență (1,5 Hz) și medie intensitate (30 mT), aduce beneficii suplimentare față de aceste terapii, scăzând semnificativ durerea și scorul WOMAC la pacienții cu gonartroză incipientă și moderată (stadiul radiologic Kellgren-Lawrence 1 și 2).

**Cuvinte cheie:** câmp magnetic pulsatil, gonartroză, studiu clinic controlat placebo, efort fizic.

## Introduction

Knee osteoarthritis is one of the most frequent musculoskeletal disorders, with an important individual impact, resulting in pain and disability, and with a socioeconomic impact due to the high costs involved. The prevalence of osteoarthritis after the age of 50 is about 25%, defined based on radiological criteria (Duncan et al., 2011). There is a discrepancy between the clinical and the radiological manifestations of knee osteoarthritis, half of the patients with radiologically diagnosed knee osteoarthritis not having knee pain, and half of the patients presenting with chronic knee pain showing no radiological sign of osteoarthritis (Bedson et al., 2008). The prevalence of disability-associated knee osteoarthritis after the age of 55 is 10% (Peat et al., 2001). With the actual trend of increasing life expectancy and aging population, the World Health Organization estimates osteoarthritis to be the 4<sup>th</sup> cause of disability by the year 2020 (Woolf et al., 2003).

Despite recent therapeutic progress, osteoarthritis therapy is unsatisfactory, requiring new cost-effective therapeutic interventions.

Pulsed electromagnetic field therapy is a physical treatment method that fulfills a large part of the criteria required for a disease modifying treatment in osteoarthritis. There are preclinical studies showing that it inhibits chondrocyte replication, stimulates extracellular matrix synthesis (glycosaminoglycan synthesis), inhibits factors that stimulate cartilage degeneration ( $1\beta$  interleukin, type II collagenase and stromelysin) and produces an antiinflammatory effect by increasing the expression and function of the  $A_{2A}$  adenosine receptors (Li et al., 2011; Thomas et al., 2011; Varani et al., 2012; Ciombor et al., 2003; Ongaro et al., 2011).

Randomized clinical trials studying the effects of pulsed electromagnetic field in knee osteoarthritis patients led to conflicting results. Each of these studies used different devices, frequencies, intensities and durations of treatment.

## Objectives

The present study aims to study the effects of focused pulsed electromagnetic field therapy on pain and exercise capacity in knee osteoarthritis patients. The characteristics of the magnetic field used are similar to those of the EBI protocol (Ciombor et al., 2003) that were proven effective

in guinea pigs with aging-induced osteoarthritis.

## Material and methods

### a) Population

70 consecutive primary knee osteoarthritis patients diagnosed in the Recumed-Alba Rehabilitation Centre between March 2011 and March 2012 were randomly assigned to two groups: active and placebo, in a 1:1 ratio. The patients in the placebo group were treated with local ultrasound therapy with an intensity of  $0.5W/cm^2$  for 5 minutes, local peloidotherapy at a temperature of 37 degrees Celsius (Techirghiol mud, approved by the National Institute of Rehabilitation and Physical Medicine) for 30 minutes and a form of continuous magnetic field similar in intensity to the magnetic field of the Earth for 15 minutes a day. The active group was treated with local ultrasound therapy ( $0.5W/cm^2$ ) for 5 minutes, local peloidotherapy at a temperature of 37 degrees Celsius for 30 minutes and a 1.5 Hz frequency and a 300 Gauss intensity (30 mT) focalized pulsed electromagnetic field for 15 minutes a day, with a triangular current shape. The device we used was the BTL 5000 series magnetotherapy device and the applicators were 13/13 cm coil, ensuring a penetration of the magnetic field of up to 30 cm. The total duration of treatment was 10 days.

### b) Variables

The pain visual analogue scale (VAS, scored from 0 to 10) and the Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis (WOMAC) questionnaire (17 items about current physical activity, 5 about the intensity of pain at rest and during exercise and 2 items about joint stiffness, with a maximum score of 96) were registered before and after the 10 days of treatment. Patients were questioned about the adverse effects during or after treatment.

### c) Inclusion criteria

Patients with symptoms of bilateral primary knee osteoarthritis, according to the American College of Rheumatology, with radiological changes on the Kellgren-Lawrence scale and with a VAS score equal or superior to 4 were included.

### d) Exclusion criteria

Patients with secondary knee osteoarthritis, with metallic implants, pacemakers, local or general infections, tumors, recent hemorrhage and patients with heart, liver or renal failure were excluded.

e) Statistics

The chi-squared test was used to compare qualitative variables; the Wilcoxon test was used to compare the results before and after therapy for each group and the Mann Whitney test for the comparison between the two groups. The statistical significance threshold was chosen at a  $p \leq 0.05$ . Statistical analysis was done with the MedCalc 2012 programme.

The study was conducted with the approval of the Ethics Committee of the "Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy Cluj-Napoca.

Results

Of the 70 patients included, 5 patients (3 of the active group and 2 of the placebo group) did not complete the study, 4 of them because of the lack of compliance with the questionnaire completion and a patient from the active group who stopped the treatment because of superficial phlebitis in the popliteal area after 3 days of treatment. Thus, 65 patients completed the study, 32 in the active group and 33 in the placebo group.

As depicted in Table I, no statistically significant difference was found between the parameters of the 2 groups at the beginning of the study. The patients in the active group had a more advanced radiological score, a longer mean disease duration and a higher female percentage, but these differences were not statistically significant.

The patients included in the study had a high proportion of nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDS) and chondroprotective drugs, coming to the rehabilitation service because of the insufficient efficacy of the drug treatment. The patients were recommended to use the same treatment: NSAIDS (Aceclofenac 100 mg, bid) and chondroprotective drugs (Glucosamine 1500 mg/day).

At the end of the 10 treatment days, there was a significant improvement in the pain visual analogue scale, in the global WOMAC score and its subsets: WOMAC physical activity, WOMAC pain, WOMAC stiffness (Tables II and III). The pain VAS dropped from  $7.0 \pm 1.83$  to  $4.9 \pm 2.20$  in the active group and from  $6.6 \pm 1.80$  to  $4.7 \pm 2.04$  in the placebo group, and the global WOMAC score dropped from  $36.1 \pm 14.20$  to  $24.0 \pm 11.81$  in the active group and from  $31.6 \pm 13.73$  to  $21.3 \pm 13.99$  in the placebo group (Fig. 1).

There were no statistically significant differences in the improvement of pain VAS and in the reduction of the overall WOMAC score and its subsets at the end of treatment between the two groups. Nevertheless, there was a tendency to have higher reductions of the parameters in the active group (Table IV).

In the active group, there were 2 patients with a radiological degree on the Kellgren-Lawrence scale of 4, versus none in the placebo group. These patients had a poor therapeutic response that diminished the mean values of the reduction of the pain VAS and of the WOMAC score in the active group.

After excluding the patients with a radiological score of 3 and 4 from both groups, we found a statistically significant improvement of the pain VAS and of the overall WOMAC score in the active group versus the placebo group (Table V). The average improvement of the pain VAS was

$2.6 \pm 1.54$  in the active group compared to  $1.8 \pm 1.06$  in the placebo group. The average improvement in the WOMAC scale was  $13.8 \pm 9.41$  in the active group versus  $9.3 \pm 8.21$  in the placebo group. In the WOMAC score subsets, only the average improvement of the pain subset was significantly higher in the active group vs the placebo group ( $4.3 \pm 3.06$  versus  $2.6 \pm 2.42$ ).

Table I  
Characteristics of the studied groups.

Parameters	Active group	Placebo group	P
Number of pts.	32	33	-
Age (years)	$57.7 \pm 8.67$	$57.8 \pm 8.67$	0.9
Sex (% women)	75% (24/32)	70% (23/33)	0.6
Mean disease duration (years)	$4.0 \pm 3.44$	$3.7 \pm 3.28$	0.4
Kellgren -Lawrence radiological scale	$2.0 \pm 0.88$	$1.9 \pm 0.74$	0.5
Associated diseases			
Polydiscopathy	53% (17/32)	46% (5/33)	0.6
Hip osteoarthritis	9% (3/32)	15% (5/32)	0.5
Osteoporosis	9% (3/32)	9% (3/33)	0.9
Arterial hypertension	47% (15/32)	36% (12/33)	0.4
Diabetes	19% (6/32)	12% (4/33)	0.4
Medication			
Pain treatment Nonsteroidal	16% (5/32)	12% (4/32)	0.9
antiinflammatory drugs	96% (31/33)	91% (30/33)	0.3
Chondroprotective drugs	78% (25/32)	79% (26/33)	0.9
Adverse reactions			
Pain aggravation	6% (2/32)	6% (2/33)	0.9
Numbness	0% (0/32)	3% (1/33)	0.3
Local heat sensation	3% (1/32)	0% (0/33)	0.3

Table II  
Evolution of the studied parameters in the active group (mean±standard deviation).

Parameters	Initial	Final	P
Pain VAS	$7.0 \pm 1.83$	$4.9 \pm 2.20$	0.001
WOMAC overall	$36.1 \pm 14.20$	$24.0 \pm 11.81$	0.001
WOMAC physical activity	$23.5 \pm 10.45$	$15.9 \pm 8.45$	0.005
WOMAC pain	$9.3 \pm 3.50$	$5.7 \pm 3.29$	0.001
WOMAC stiffness	$3.3 \pm 1.81$	$2.4 \pm 1.31$	0.008

Table III  
Evolution of the studied parameters in the placebo group (mean±standard deviation).

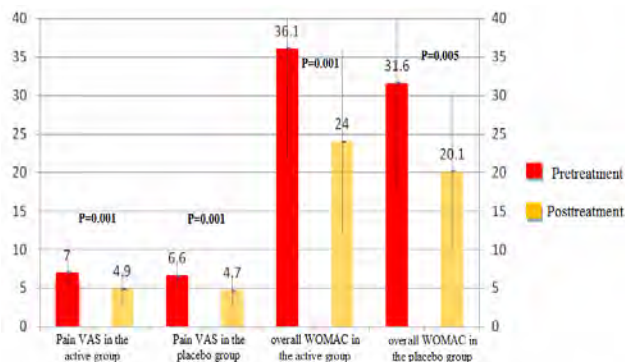
Parameters	Initial	Final	P
Pain VAS	$6.6 \pm 1.80$	$4.7 \pm 2.04$	0.001
WOMAC overall	$31.6 \pm 13.73$	$21.3 \pm 13.99$	0.005
WOMAC physical activity	$20.1 \pm 9.81$	$13.7 \pm 9.86$	0.001
WOMAC pain	$8.3 \pm 3.28$	$5.2 \pm 3.39$	0.005
WOMAC stiffness	$3.2 \pm 1.78$	$2.4 \pm 1.56$	0.023

Table IV  
Differences between the parameters (initial-final) in the 2 groups (mean±standard deviation).

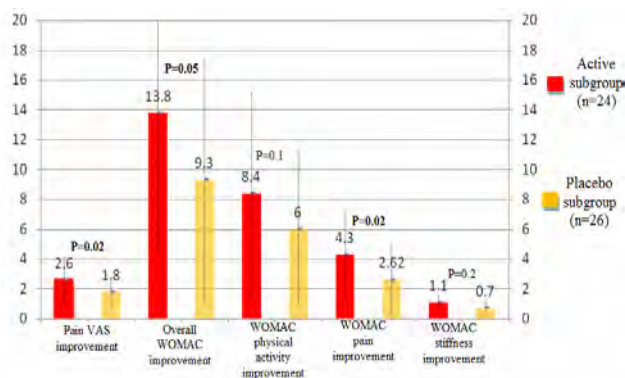
Parameters	Active group	Placebo group	P
Number of patients	32	33	-
Difference VAS initial-final	$2.2 \pm 1.54$	$2.0 \pm 1.06$	0.25
Difference WOMAC overall initial-final	$12.0 \pm 10.31$	$10.3 \pm 7.75$	0.25
Difference WOMAC physical activity initial-final	$7.6 \pm 7.45$	$6.4 \pm 5.59$	0.25
Difference WOMAC pain initial-final	$3.5 \pm 3.36$	$3.1 \pm 2.65$	0.3
Difference WOMAC stiffness initial-final	$0.9 \pm 1.43$	$0.8 \pm 1.75$	0.4

**Table V**  
Differences between the parameters (initial-final) in the 2 subgroups (mean±standard deviation).

Parameters	Active group	Placebo group	P
Number of patients	24	26	-
Difference VAS initial-final	2.6±1.54	1.8±1.06	0.02
Difference WOMAC overall initial-final	13.8±9.41	9.3±8.21	0.05
Difference WOMAC physical activity initial-final	8.4±6.95	6.0±6.17	0.1
Difference WOMAC pain initial-final	4.3±3.06	2.6±2.42	0.02
Difference WOMAC stiffness initial-final	1.1±1.53	0.7±1.57	0.2



**Fig. 1** – Evolution of the pain VAS and WOMAC score before and after treatment in the 2 groups.



**Fig. 2** – Comparative analysis of the improvement in the pain VAS scale and WOMAC score between the 2 subgroups (after exclusion of patients with Kellgren-Lawrence radiological score 3 and 4).

## Discussion

Knee osteoarthritis is a degenerative joint disorder, involving the progressive degradation of the joint cartilage and the deformity of the subchondral bone, inducing chronic knee pain, joint-related exercise capacity reduction, stiffness and disability in advanced stages. The first-line treatment in osteoarthritis is analgesic therapy with acetaminophen, followed by nonsteroidal antiinflammatory drugs and chondroprotectives. Although intraarticular administration of viscoelastic solutions is continuously developing, pain control in osteoarthritis is not satisfactory.

Pulsed magnetotherapy is a physical method of treatment with analgesic and chondroprotective properties, well tolerated and with minimal adverse reactions. Its analgesic

mechanisms are not fully understood. One effect of the low frequency low intensity magnetic field takes place in the cell membrane, where the transmembrane ion influx, especially calcium, is increased. This phenomenon could be explained by Liboff's resonance theory or by Faraday's electromagnetic induction law. In the latter model, the pulsed electromagnetic field generates low frequency microcurrents that alter the cell membrane potential and increase the transmembrane ion transport. At intracellular level, PEMF stimulates Ca<sup>2+</sup>-calmodulin complex (CaM) formation that leads to the augmentation of nitric oxide (NO<sup>-</sup>) release and to the reduction of interleukin 1beta synthesis (Rohde et al., 2012). Pain reduction after PEMF treatment could be explained by the release of nitric oxide with an immediate vasodilatory effect, decreasing the level of free radicals, and the reduction of the synthesis of interleukin beta, a molecule that is involved in tissue inflammation and destruction (Sim et al., 2012). The final effect of PEMF is on the cell nucleus, where DNA and mRNA synthesis is increased (Chen et al., 2010).

Apparently, the randomized clinical trials conducted so far have described conflicting results, explained by the different devices, frequencies, intensities and durations of treatment. Most of them have shown positive results in osteoarthritis treatment (Wolsko et al., 2004), but there are studies that have not found statistically significant improvements with PEMF (Ozgülü et al., 2010). Nevertheless, even negative studies have shown treatment efficacy in subgroup analysis, after the exclusion of advanced knee osteoarthritis patients, aged over 65 years (Thamsborg et al., 2005). A recent study shows rapid and substantial analgesic effects of PEMF in early knee osteoarthritis (Nelson et al., 2012).

Our results are concordant with the literature data. At the end of the study, the subjects in the active group had a superior improvement in the pain analogue scale and in the WOMAC score, but they did not reach statistical significance. There was a significant reduction of these parameters at the end versus the beginning of the study in both the placebo and active group ( $p \leq 0.05$ ). In a subgroup analysis, after the exclusion of advanced knee osteoarthritis patients, with a Kellgren-Lawrence radiological score of 3 or 4, PEMF proved to be effective in further reducing the visual analogue pain scale and the WOMAC score versus placebo.

As for adverse reactions, the opinion is unanimous. Magnetotherapy is a safe, well tolerated treatment method with minimal adverse effects. Contraindications are pacemakers and metallic implants. We found no statistically significant difference in adverse reactions between the two groups. Two patients (6%) from each group had a temporary increase in pain and a patient in the active group had a sensation of local heat during treatment. One patient in the active group interrupted treatment because of superficial phlebitis in the popliteal region.

## Conclusions

1. 1. Ultrasound and peloid therapy are effective in reducing pain and the WOMAC score in knee osteoarthritis, with a Kellgren-Lawrence score of  $\geq 1$ , with an analogue pain scale of  $\geq 4$  and with an unsatisfactory response to

nonsteroidal antiinflammatory and chondroprotective drugs.

2. Low frequency (1.5 Hz) medium intensity (30 mT) focused pulsed electromagnetic field therapy provides additional benefit to these treatments, reducing pain and the WOMAC score in patients with early and moderate osteoarthritis (Kelgren-Lawrence scores 1 and 2).

3. Low frequency (1.5 Hz) medium intensity (30 mT) focused pulsed electromagnetic field therapy is well tolerated and does not produce notable adverse effects.

### **Conflicts of interest**

There are no conflicts of interest.

### **Acknowledgement**

The paper is part of the first author's ongoing PhD thesis carried out at "Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy, Department of Physical Medicine and Rehabilitation.

### **References**

Bedson J, Croft PR. The discordance between clinical and radiographic knee osteoarthritis: a systematic search and summary of the literature. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008; 2;9:116-27.

Chen J, He HC, Xia QJ, Huang LQ, Hu YJ, He CQ. Effects of pulsed electromagnetic fields on the mRNA expression of RANK and CAII in ovariectomized rat osteoclast-like cell. *Connect Tissue Res.* 2010;51(1):1-7.

Ciombor DM, Aaron RK, Wang S, Simon B. Modification of osteoarthritis by pulsed electromagnetic field-a morphological study. *Osteoarthritis and Cartilage*, 2003; 11:455-462

Duncan R, Peat G, Thomas E, Hay EM, Croft P. Incidence, progression and sequence of development of radiographic knee osteoarthritis in a symptomatic population. *Ann Rheum Dis.*, 2011; 70(11): 1944-1948.

Li S, Luo Q, Huang L, Hu Y, Xia Q, He C. Effects of pulsed electromagnetic fields on cartilage apoptosis signalling pathways in ovariectomised rats. *Int. Orthop.*, 2011;35(12):1875-1882.

Nelson FR, Zvirbulis R, Pilla AA. Non-invasive electromagnetic field therapy produces rapid and substantial pain reduction in early knee osteoarthritis: a randomized double-blind pilot study. *Rheumatol Int.* 2012;32:1189-1195.

Ongaro A, Pellati A, Masieri FF, Caruso A, Setti S, Cadossi R, Biscione R, Massari L, Fini M, De Mattei M. Chondroprotective effects of pulsed electromagnetic fields on human cartilage explants. *Bioelectromagnetics*, 2011;32(7):543-551.

Ozguçlü E, Cetin A, Cetin M, Calp E. Additional effect of pulsed electromagnetic field therapy on knee osteoarthritis treatment: a randomized, placebo-controlled study. *Clin. Rheumatol.* 2010;29(8): 927-931.

Peat G, McCarney R, Croft P. Kneepain and osteoarthritis in older adults: a review of community burden and current use of primary health care. *Ann Rheum Dis.* 2001;60(2):91-97.

Rohde C, Chiang A, Adipoju O, Casper D, Pilla AA. Effects of Pulsed Electromagnetic Fields on IL-1beta and Post Operative Pain: A Double-Blind, Placebo-Controlled Pilot Study in Breast Reduction Patients. *Plast Reconstr Surg.* 2010;125(6):1620-1629 .

Sim YB, Park SH, Kang YJ, Jung JS, Ryu OH, Choi MG, Suh HW. Interleukin-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ) increases pain behavior and the blood glucose level: Possible involvement of sympathetic nervous system. *Pharmacol Biochem Behav.* 2012 R.

Thamsborg G, Florescu A, Oturai P, Fallentin E, Tritsarlis K, Dissing S. Treatment of knee osteoarthritis with pulsed electromagnetic fields: randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Osteoarthritis Cartilage*, 2005; 13(7):575-558.

Thomas CM, Fuller CJ, Whittles CE, Sharif M. Chondrocyte death by apoptosis is associated with the initiation and severity of articular cartilage degradation. *Int J Rheum Dis*, 2011; 14:191-198.

Varani K, Vincenzi F, Targa M, Corciulo C, Fini M, Setti S, Cadossi R, Borea PA. Effect of pulsed electromagnetic field exposure on adenosine receptors in rat brain. *Bioelectromagnetics*, 2012,33:279-287.

Wolsko PM, Eisenberg DM, Simon LS, Davis RB, Walleczek J, Mayo-Smith M, Kaptchuk TJ, Phillips RS. Double-blind placebo-controlled trial of static magnets for the treatment of osteoarthritis of the knee: results of a pilot study. *Altern Ther Health Med.*2004; 0(2):36-43.

Woolf AD, Pfleger B. Burden of major musculoskeletal conditions. *Bulletin of the World Health Organisation*, 2003; 81(9): 646-56.

# The motor and emotional behavior of animals exposed to chronic anakinetic stress

## Comportamentul motor și emoțional la animale supuse stresului anakinetic cronic

Mihaiela Petean<sup>1</sup>, Alexandra Cristina Berghian<sup>2</sup>, Iuliana Boroș-Balint<sup>3</sup>, Simona Tache<sup>2</sup>,  
Remus Moldovan<sup>2</sup>, Cosmina Bondor<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Kinesitherapy practice

<sup>2</sup>“Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy Cluj-Napoca

<sup>3</sup>“Babeș Bolyai” University Cluj-Napoca, Faculty of Physical Education and Sport

### Abstract

*Background.* Starting from existing studies on the influence of acute anakinetic stress on the motor and emotional behavior of rats, we studied the influence of chronic anakinetic stress on the same indicators.

*Aims.* The influence of experimental chronic anakinetic stress on aerobic exercise capacity, on spontaneous motility and emotional behavior was studied.

*Methods.* Groups (n = 10 animals/group): group I – exercise trained animals for 42 days; group II – training (21 days) preceded by anakinetic stress through immobilization (21 days); group III – training (21 days) preceded by anakinetic stress alternating with physical exercise (21 days). Anakinetic stress was induced by the immobilization of the rats for 3 hours/day. In order to determine exercise capacity, the running test was used. The monitored indicators were emotional behavior and motility. The time moments included in the study were T<sub>1</sub>, T<sub>21</sub>, and T<sub>42</sub>. Statistical calculations were performed using the SPSS 13.0, Statistica 8.0 and Microsoft Excel applications.

*Results.* Experimental immobilization contributes to the diminution of hyperkinetic stress controlled by exercise, as well as of involuntary motility and emotional behavior. Training determines significant increases in aerobic exercise capacity and significant decreases in the spontaneous motility and emotional behavior score, which might contribute to the improvement of physical performance in athletes.

*Conclusions.* Anakinetic stress followed by physical exercise has an unfavorable influence on aerobic exercise capacity, it increases the spontaneous motility score and decreases the emotional behavior score. Training preceded by alternating anakinetic and hyperkinetic stress determines significant increases in aerobic exercise capacity, insignificant decreases in the motility score, and significant decreases in the emotional behavior score.

**Keywords:** anakinetic stress, physical exercise, open field test, rats.

### Rezumat

*Premize.* Cercetările privind influența stresului anakinetic acut asupra motilității și emotivității la șobolani ne-au determinat să studiem influența stresului cronic anakinetic asupra aceluși indicatori.

*Obiective.* S-a urmărit influența stresului cronic anakinetic experimental asupra capacității aerobe de efort și asupra motilității spontane și emotivității.

*Metode.* Loturi (n = 10 animale/lot): Lot I – animale antrenate la efort fizic 42 zile; Lot II – antrenament (21 zile) precedat de stres anakinetic prin imobilizare (21 zile); Lot III – antrenament (21 zile) precedat de stres anakinetic alternant cu efort fizic (21 zile). Stresul anakinetic a fost provocat prin imobilizarea șobolanilor timp de 3 ore/zi. În vederea determinării capacității de efort s-a aplicat testul de alergare. Indicatorii urmăriți au fost emotivitatea și motilitatea. Momente luate în studiu au fost T<sub>1</sub>, T<sub>21</sub> și T<sub>42</sub>. Calculele statistice au fost efectuate cu ajutorul aplicațiilor SPSS 13.0, Statistica 8.0 și Microsoft EXCEL.

*Rezultate.* Imobilizarea experimentală contribuie la diminuarea stresului hiperkinetic controlat prin efort, cât și a motilității involuntare și a emotivității. Antrenamentul determină creșteri semnificative ale capacității aerobe de efort și scăderi semnificative ale scorului motilității spontane și emotivității, ceea ce ar putea contribui la îmbunătățirea performanțelor fizice la sportivi.

*Concluzii.* Stresul anakinetic urmat de efortul fizic influențează nefavorabil capacitatea aerobă de efort, determină creșterea scorului motilității spontane și scăderea scorului emotivității. Antrenamentul precedat de stres alternant anakinetic și hiperkinetic determină creșteri semnificative ale capacității aerobe de efort, modificări nesemnificative ale scorului motilității și scăderi semnificative ale scorului emotivității.

**Cuvinte cheie:** stres anakinetic, efort fizic, Open Field, șobolani.

---

Received: 2012, February 16; Accepted for publication: 2012, March 28

Address for correspondence: “Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy Cluj-Napoca, Clinicilor str. no.1

E-mail: mihaiela@gmail.com

## Introduction

Stress is a response of the body to unpredictable strain from the environment, a desirable or undesirable response that induces positive adaptation or adaptation disorders.

Physical exercise is complex stress that can be found under the conditions of environmental, gravitational, urban, hyperbaric, sports stress, over- and understrain. The complexity of stress induced by physical exercise is given by hyperkinetic neuromuscular stress; endocrine metabolic stress, with the activation of the symphatho-adrenal and hypothalamic-pituitary-adrenocortical axes; psychoemotional stress, with the activation of cognitive, volitional and emotional processes; and oxidative stress, biochemically (Boroş-Balint, 2012).

One of the experimental procedures for inducing stress in the laboratory is acute or chronic immobilization.

We found relatively few literature data on this procedure. In animals, immobilization stress induces a reduction in locomotor activity and an increase in severe anxiety behavior (Boroş-Balint, 2009; Kumar et al., 2010). High intensity emotional stress such as immobilization stress causes changes in the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and behavioral changes, which occur in time (days or weeks) (Armario et al., 2008). The decrease in spontaneous locomotor behavior under the action of experimental acute anakinetic stress is accompanied by a reduction of maximal exercise capacity (Boroş-Balint, 2009).

Starting from researches on the influence of acute anakinetic stress on the motor and emotional behavior in rats (Boroş-Balint & Tache 2009; Berghian et al., 2011), we studied the influence of chronic anakinetic stress on the same indicators.

## Hypothesis

The influence of experimental chronic anakinetic stress on aerobic exercise capacity, on spontaneous motility and emotional behavior was studied.

## Material and methods

The research was performed in the Experimental Research Laboratory of the Department of Physiology, "Iuliu Hațieganu" UMPH, Cluj-Napoca.

### a) Groups (n = 10 animals/group)

- group I – exercise trained animals for 42 days
- group II – training (21 days) preceded by anakinetic stress through immobilization (21 days)
- group III – training (21 days) preceded by anakinetic stress alternating with physical exercise (21 days)

### b) Experimental methods

#### *Anakinetic stress*

Anakinetic stress was induced by the immobilization of the rats for 3 hours/day. Immobilization was performed in a closed cylinder, 15 cm in length and 8 cm in diameter, provided with orifices for ventilation.

#### *The aerobic exercise capacity of animals*

In order to determine exercise capacity, the treadmill running test (speed 3.8 km/hour) was used. The duration of the test (seconds) was timed from the starting of the treadmill to the exhaustion of the rats, when they stopped running. The time moments included in the study were:  $T_1$ ,

$T_7$ ,  $T_{14}$ ,  $T_{21}$ ,  $T_{28}$ ,  $T_{35}$ ,  $T_{42}$ , corresponding to days 1, 7, 14, 21, 28, 35 and 42.

*The open field test* is a test used for laboratory rodents, intended for measuring behavioral responses: spontaneous locomotor activity, hyperactivity and exploratory behavior in open field. The test is also used for the measurement of anxiety. In the experimental space illuminated at 300 W, the open but delimited space acts at the same time as an anxiogenic stimulus, the test measuring the induced anxiety based on the locomotor activity and exploratory behavior of animals.

The motor and emotional behavior test was performed in the open field cylinder (according to Denenberg, 1963). The exploration space was cylindrical, with a 50 cm radius, 100 cm height, and the duration of the test was 3 minutes.

The monitored indicators were emotional behavior and motility. Emotional behavior was calculated based on the emotional behavior score – the sum of micturitions and defecations. Spontaneous motility was calculated based on the motility score: the sum of scores of the movements from one sector to another and of rearings.

The time moments included in the study were  $T_1$ ,  $T_{21}$ , and  $T_{42}$ , corresponding to days 1, 21 and 42.

### c) *Statistical processing*

Normal distribution was tested using the Shapiro-Wilk test. The following statistical tests for the comparisons of the means were used: the Student t test for the comparison of two means in the case of independent groups; the Student t test for dependent (paired) samples in the case of repeated measurements of the same variable having a parametric distribution, the Mann-Whitney test for the comparison of two independent groups, the Wilcoxon test for dependent (paired) samples in the case of repeated measurements of the same variable having a non-parametric distribution.

The correlation analysis between continuous variables was performed by determining Pearson correlation coefficients (Colton's rule was used as an empirical interpretation rule).

The significance threshold for the tests was  $\alpha = 0.05$ .

Statistical calculations were performed using the SPSS 13.0, Statistica 8.0 and Microsoft Excel applications.

## Results

### a) *Aerobic exercise capacity*

The running time and the difference of the running time in relation to moment  $T_1$  were compared between groups I and III at moments  $T_1$ ,  $T_7$ ,  $T_{14}$ ,  $T_{21}$ ,  $T_{28}$ ,  $T_{35}$  and  $T_{42}$  (Table I).

At  $T_1$ ,  $T_7$ ,  $T_{14}$ ,  $T_{42}$  the running time in group III was significantly shorter than the running time in group I. At  $T_{21}$ ,  $T_{28}$  the running time in group III was significantly longer than the running time in group I. In group I, at moments  $T_7$ ,  $T_{14}$  and  $T_{42}$ , the running time in relation to the initial moment significantly increased compared to the running time in group III at the same moments (Table I). In group III, at moments  $T_{21}$ ,  $T_{28}$  and  $T_{35}$ , the running time in relation to the initial moment significantly increased compared to the running time in group I at the same moments (Table I).

The running time between groups I and II at moments  $T_{21}$ ,  $T_{28}$ ,  $T_{35}$  and  $T_{42}$  was compared (Table II).

At moments  $T_{21}$ ,  $T_{28}$ ,  $T_{35}$  and  $T_{42}$  the running time in group II was significantly shorter than the running time in group I (Table II).

**Table I**  
Comparison of running time and difference of the running time in relation to moment  $T_1$  between groups I and III at moments  $T_1, T_7, T_{14}, T_{21}, T_{28}, T_{35}$  and  $T_{42}$ .

Parameter	Moment	Group I		Group III		P
		Arithmetic mean	Standard deviation	Arithmetic mean	Standard deviation	
Running time	$T_1$	47.50	23.71	20.90	12.84	<b>0.006</b>
	$T_7$	206.80	19.67	143.40	28.78	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{14}$	547.60	63.87	406.00	45.41	<b>0.0006</b>
	$T_{21}$	574.50	47.89	662.70	31.17	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{28}$	611.50	40.95	864.20	61.12	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{35}$	862.90	37.72	909.10	59.50	0.07
	$T_{42}$	1016.40	23.25	939.10	56.60	<b>0.0008</b>
Difference of the running time in relation to moment $T_1$	$T_7-T_1$	159.30	28.49	122.50	29.39	<b>0.02</b>
	$T_{14}-T_1$	500.10	66.69	385.10	52.48	<b>0.001</b>
	$T_{21}-T_1$	527.00	54.70	641.80	34.36	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{28}-T_1$	564.00	44.74	843.30	66.65	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{35}-T_1$	815.40	29.55	888.20	62.57	<b>0.002</b>
	$T_{42}-T_1$	968.90	32.30	918.20	58.50	<b>0.04</b>

**Table II**  
Comparison of the running time between groups I and II at moments  $T_{21}, T_{28}, T_{35}$  and  $T_{42}$ .

Parameter	Moment	Group I		Group II		P
		Arithmetic mean	Standard deviation	Arithmetic mean	Standard deviation	
	$T_{21}$	574.50	47.89	39.38	12.05	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{28}$	611.50	40.95	139.13	15.82	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{35}$	862.90	37.72	296.50	22.22	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{42}$	1016.40	23.25	382.50	35.23	<b>&lt;0.0001</b>

**Table III**  
Comparison of the running time between groups II and III at moments  $T_{21}, T_{28}, T_{35}$  and  $T_{42}$ .

Parameter	Moment	Group II		Group III		P
		Arithmetic mean	Standard deviation	Arithmetic mean	Standard deviation	
	$T_{21}$	39.38	12.05	662.70	31.17	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{28}$	139.13	15.82	864.20	61.12	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{35}$	296.50	22.22	909.10	59.50	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{42}$	382.50	35.23	939.10	56.60	<b>&lt;0.0001</b>

**Table IV**  
Comparison of the running time between moments  $T_1, T_7, T_{14}, T_{21}, T_{28}, T_{35}$  and  $T_{42}$  in groups I - III.

Group	Running time	Arithmetic mean of the difference	Standard deviation of the difference	Standard error of the difference	95% confidence interval of the mean of the differences		P
Group I	$T_1-T_7$	-159.30	28.49	9.01	-179.68	-138.92	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_7-T_{14}$	-340.80	55.32	17.49	-380.38	-301.22	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{14}-T_{21}$	-26.90	38.02	12.02	-54.10	0.30	0.052
	$T_{21}-T_{28}$	-527.00	54.70	17.30	-566.13	-487.87	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{28}-T_{35}$	-37.00	15.97	5.05	-48.43	-25.57	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{35}-T_{42}$	-251.40	39.93	12.63	-279.96	-222.84	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{42}-T_{21}$	-153.50	29.96	9.47	-174.93	-132.07	<b>&lt;0.0001</b>
Group II	$T_{21}-T_{28}$	-99.75	14.73	5.21	-112.07	-87.43	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{28}-T_{35}$	-157.38	19.71	6.97	-173.85	-140.90	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{35}-T_{42}$	-86.00	33.04	11.68	-113.62	-58.38	<b>0.0002</b>
	$T_{42}-T_{21}$	-343.13	29.01	10.26	-367.38	-318.87	<b>&lt;0.0001</b>
Group III	$T_1-T_7$	-122.50	29.39	9.29	-143.53	-101.47	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_7-T_{14}$	-262.60	66.98	21.18	-310.51	-214.69	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{14}-T_{21}$	-256.70	28.89	9.14	-277.37	-236.03	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{21}-T_{28}$	-641.80	34.36	10.86	-666.38	-617.22	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{28}-T_{35}$	-201.50	37.65	11.90	-228.43	-174.57	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{35}-T_{42}$	-44.90	17.93	5.67	-57.73	-32.07	<b>&lt;0.0001</b>
	$T_{42}-T_{21}$	-30.00	17.49	5.53	-42.51	-17.49	<b>0.0004</b>
	$T_{42}-T_{21}$	-276.40	32.50	10.28	-299.65	-253.15	<b>&lt;0.0001</b>

The running time between groups II and III at moments  $T_{21}, T_{28}, T_{35}$  and  $T_{42}$  was compared.

At moments  $T_{21}, T_{28}, T_{35}$  and  $T_{42}$  the running time in group II was significantly shorter than the running time in group III (Table III).

The running time was compared between moments  $T_1, T_7, T_{14}, T_{21}, T_{28}, T_{35}$  and  $T_{42}$  in groups I - III (Table IV). At moments  $T_7, T_{14}, T_{21}, T_{28}, T_{35}$  and  $T_{42}$  the running time increased compared to the previous moment (Table IV) both in group I and in groups II and III. At moments  $T_{21}$  and  $T_{42}$  the running time compared to moments  $T_1$  and  $T_7$ ,

respectively, significantly increased both in group I and in groups II and III (Table IV).

b) *Motility score*

The motility score was compared between groups I - III, at moments  $T_1, T_{21}$  and  $T_{42}$  (Table V).

At moment  $T_1$  the motility score was not significantly different between the groups. At  $T_{21}$  the motility score in group II was significantly higher than the motility score in groups I and III (Table V). At  $T_{21}$  the motility score in group III was significantly higher than the motility score in group I. At  $T_{42}$  the motility score in group II was significantly

higher than the motility score in group III.

The motility score was compared between moments  $T_1$ ,  $T_{21}$  and  $T_{42}$  in groups I – III (Table VI). At  $T_{21}$  the motility score was lower compared to  $T_1$  and  $T_{42}$  in group I. At  $T_{21}$  the motility score was higher compared to  $T_1$  in group II.

c) Emotional behavior score

The emotional behavior score was compared between groups I - III at moments  $T_1$ ,  $T_{21}$  and  $T_{42}$  (Table VII).

At  $T_{21}$  the emotional behavior score was not significantly different between the groups. At  $T_1$  the emotional behavior score in group I was significantly higher than the emotional behavior score in groups II and III (Table VII). At  $T_{42}$  the emotional behavior score in group I was significantly higher than the emotional behavior score in group III.

The emotional behavior score was compared between moments  $T_1$ ,  $T_{21}$  and  $T_{42}$  in groups I – III (Table VIII). At  $T_1$  the emotional behavior score was higher compared to  $T_{21}$  in all groups. There were no other significant differences between the moments.

Discussion

Immobilization is an anakinetic technique recommended for patients confined to prolonged rest, with the maintenance of the body or of a segment of the body in a motionless position, with or without certain devices. In healthy humans, immobilization results in the physical deconditioning syndrome, which causes changes similar to those determined by sedentary behavior (Sbenghe, 1999).

The effects of prolonged rest in humans are multiple:

- at the level of the locomotor system, inactivity muscular atrophy, contractures, decreased motion range, muscle fatigue, osteoporosis, fractures occur;
- at the level of the cardiovascular system, there is a decrease in stroke volume and cardiac output; rest and post-exercise tachycardia, orthostatic hypotension; a decrease in circulating blood volume, muscle blood flow, capillarization, erythrocyte and oxidative enzyme volume, cardiac vagal tone; an increase in catecholamine secretion;

**Table V**  
Comparison of the motility score between groups I - III at moments  $T_1$ ,  $T_{21}$  and  $T_{42}$ .

Parameter	Moment	Group I		Group II		Group III		p
		Arithmetic mean	Standard deviation	Arithmetic mean	Standard deviation	Arithmetic mean	Standard deviation	
Motility score	$T_1$	20.10	2.47	19.10	4.56	21.60	4.01	0.35
	$T_{21}$	11.60	4.01	25.70	4.79	19.40	3.20	<0.0001**+
	$T_{42}$	14.00	5.66	25.20	3.82	19.00	3.50	0.008*

p<0.05 for the comparison between groups I and II

‡p<0.05 for the comparison between groups I and III

+ p<0.05 for the comparison between groups II and III

**Table VI**  
Comparison of the motility score between moments  $T_1$ ,  $T_{21}$  and  $T_{42}$  in groups I - III.

Group	Motility score	Arithmetic mean of the difference	Standard deviation of the difference	Standard error of the difference	95% confidence interval of the mean of the differences		p
Group I	$T_1-T_{21}$	8.50	4.53	1.43	5.26	11.74	<b>0.0002</b>
	$T_{21}-T_{42}$	-7.29	4.72	1.78	-11.65	-2.92	<b>0.006</b>
Group II	$T_1-T_{21}$	-6.60	3.31	1.05	-8.97	-4.23	<b>0.0001</b>
	$T_{21}-T_{42}$	0.50	4.55	1.44	-2.76	3.76	0.74
Group III	$T_1-T_{21}$	2.20	5.25	1.66	-1.55	5.95	0.22
	$T_{21}-T_{42}$	0.40	4.22	1.33	-2.62	3.42	0.77

**Table VII**  
Comparison of the emotional behavior score between groups I - III at moments  $T_1$ ,  $T_{21}$  and  $T_{42}$ .

Parameter	Moment	Group I		Group II		Group III		p
		Arithmetic mean	Standard deviation	Arithmetic mean	Standard deviation	Arithmetic mean	Standard deviation	
Emotional behavior score	$T_1$	9.40	2.59	6.00	2.05	4.10	1.20	0.00001*‡
	$T_{21}$	3.80	2.10	3.60	1.90	2.70	1.16	0.35
	$T_{42}$	4.14	1.46	3.50	1.72	2.40	0.84	0.046‡

\* p<0.05 for the comparison between groups I and II;

‡ p<0.05 for the comparison between groups I and III;

+ p<0.05 for the comparison between groups II and III

**Table VIII**  
Comparison of the emotional behavior score between moments  $T_1$ ,  $T_{21}$  and  $T_{42}$  in groups I - III.

Group	Emotional behavior score	Arithmetic mean of the difference	Standard deviation of the difference	Standard error of the difference	95% confidence interval of the mean of the differences		p
Group I	$T_1-T_{21}$	5.60	4.01	1.27	2.73	8.47	<b>0.002</b>
	$T_{21}-T_{42}$	-0.29	1.25	0.47	-1.45	0.87	0.57
Group II	$T_1-T_{21}$	2.40	2.80	0.88	0.40	4.40	<b>0.02</b>
	$T_{21}-T_{42}$	0.10	2.23	0.71	-1.50	1.70	0.89
Group III	$T_1-T_{21}$	1.40	1.65	0.52	0.22	2.58	<b>0.02</b>
	$T_{21}-T_{42}$	0.30	1.25	0.40	-0.60	1.20	0.47

- a decrease in  $VO_{2max}$ , dependent on the initial level of fitness and the duration of rest;
- at the level of the respiratory system, there is embolism, atelectasis, pneumonia;
- at skin level, eschars occur;
- at the level of the digestive system, anorexia, malnutrition and constipation may develop;
- at the level of the renal excretory system, there are infections and lithiasis.

Psychological effects include depression, anxiety, disorientation (Sbenghe, 1999).

In the context of sedentary behavior, changes have a lower intensity and they occur slowly, while in prolonged rest, they have an increased intensity and develop more rapidly.

In the case of athletes, experimentally induced programmed muscle relaxation involves the short duration straining of some muscle groups (5-10 sec), followed by relaxation. Relaxation is an effective method for the control of muscle tone and the increase in performance (Bompa, 2002).

Other studies have shown the positive effects of post-immobilization procedures on emotional behavior (Jones & Stenfert Kroese, 2008).

The experimental models chosen by us regarding chronic stress through immobilization followed by exercise and chronic immobilization alternating with exercise followed by exercise show the influence of chronic anakinetic stress on aerobic exercise capacity, spontaneous motor behavior and emotional behavior.

Physical exercise preceded by chronic immobilization (group II) causes significant decreases in aerobic exercise capacity compared to the control group (group I) and the group performing physical exercise alternating with immobilization (group III). The increase in aerobic exercise capacity after immobilization (group II) and after physical exercise alternating with immobilization (group III) can be attributed to the effect of training.

The analysis of the spontaneous motility score evidences a significant decrease in the control group (group I) during training, a significant increase in the group performing physical exercise preceded by immobilization (group II), and insignificant changes in the case of the group performing physical exercise alternating with immobilization (group III).

The emotional behavior score decreases significantly at 21 days in all groups (I, II, and III) compared to initial values: the most favorable effects are found in group III. The decrease in the emotional behavior score is significant at moment  $T_{21}$  compared to initial values.

Our research shows the influence of repeated anakinetic and at the same time emotional stress (Dulawa et al., 1999) induced by immobilization on the decrease of aerobic exercise capacity, on spontaneous motility and emotional behavior. Experimental immobilization contributes to the diminution of hyperkinetic stress controlled by exercise, as well as of involuntary motility and emotional behavior.

## Conclusions

1. Training induces a significant increase in aerobic exercise capacity and a significant decrease in the spontaneous motility and emotional behavior score, which might contribute to the improvement of physical performance in athletes.

2. Anakinetic stress followed by physical exercise has an unfavorable influence on aerobic exercise capacity, it increases the spontaneous motility score and decreases the emotional behavior score.

3. Training preceded by alternating anakinetic and hyperkinetic stress determines a significant increase in aerobic exercise capacity, insignificant changes in the motility score and a significant decrease in the emotional behavior score.

## Conflicts of interest

Nothing to declare.

## Acknowledgement

This study is based on researches as part of the first author's doctoral thesis.

## References

- Armario A, Escorihuela RM, Nadal R. Long-term neuroendocrine and behavioural effects of a single exposure to stress in adult animals. *Neurosci Biobehav Rev.* 2008; 32(6):1121-1135.
- Berghian AC, Raus C, Tache S et al. Influența stresului anakinetic asupra motilității și emotivității la șobolanii suplimentați cu carnitină. *Palestrica Mileniului III – Civilizație și Sport*, 2011; 12(3):221-225.
- Bompa TO. *Periodizarea: teoria și metodologia antrenamentului*. Ed. Ex Ponto, CNFPA, București 2002; 93.
- Boroș-Balint I, Tache S. Efectul stresului anakinetic asupra capacității aerobe de efort la animale (nota I). *Palestrica Mileniului III – Civilizație și Sport*, 2009; 37 (3):277-280.
- Boroș-Balint I. *Stresul psihofiziologic și capacitatea de efort fizic*. Ed. Risoprint Cluj-Napoca 2012; 15-23.
- Boroș-Balint I. *Stresul psihofiziologic și capacitatea de efort fizic*. Teză de doctorat, Universitatea de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca, 2009.
- Denenberg VH, Whimby AE. Behaviour of adult rats is modified by the experiences their mothers had as infants. *Science*. 1963; 142:1192-1193.
- Dulawa SC, Grandy DK, Low MJ et al. Dopamine D4 receptor-knock-out mice exhibit reduced exploration of novel stimuli. *J Neurosci*. 1999; 19(21):9550-9556.
- Jones P, Stenfert Kroese B. Service users and staff from secure intellectual disability settings: views on three physical restraint procedures. *J Intellect Disabil*. 2008; 12(3):229-237.
- Kumar A, Garg R, Prakash AK. Effect of St. John's Wort (*Hypericum perforatum*) treatment on restraint stress-induced behavioral and biochemical alteration in mice. *BMC Complement Altern Med*. 2010; 10:18
- Sbenghe T. *Bazele teoretice și practice ale kinetoterapiei*. Ed. Medicală, București, 1999.

# Heart rate and salivary cortisol changes in stress caused by intense short duration exercise in sedentary people

## Modificările frecvenței cardiace și cortizolului salivar în stresul cauzat de efortul fizic intens și de scurtă durată, la persoane sedentare

Ramona Jurcău<sup>1</sup>, Ioana Jurcău<sup>2</sup>, Cristian Bodescu<sup>3</sup>

<sup>1</sup>„Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy Cluj-Napoca

<sup>2</sup>Pediatric Clinical Hospital, Cluj-Napoca

<sup>3</sup>S.C. Tratament Balnear Buziaș

### Abstract

*Background.* Intense short duration exercise is a type of stress, especially for sedentary individuals.

*Aims.* The objective of this study was to reveal dynamic changes comparatively, in stress caused by intense short duration exercise, for two parameters, in physically sedentary persons.

*Methods.* The chosen subjects were selected to meet the requirements of the study. Stress was represented by intense short duration exercise, performed on a Monark Ergonomic 839E cycle ergometer. The parameters analyzed were heart rate and salivary cortisol. Evaluative statistics were based on Student t test.

*Results.* Heart rate presented the most intense significant increase, immediately in the pre-exercise period. Salivary cortisol increased significantly immediately post-stress compared to the pre-stress time.

*Conclusions.* 1) Intense short duration athletic stress has, in sedentary persons, an important impact on heart rate and salivary cortisol. 2) There were differences in the dynamic evolution between heart rate and salivary cortisol. 3) Heart rate variations have shown that in this type of stress, emotional changes are anticipatory. 4) Salivary cortisol changes show that changes in oxidative stress induced by analyzed exercise are more intense post-stress. 5) The results obtained are consistent with the latest bibliographic data on stress caused by exercise. 6) The two studied parameters could be considered important markers of stress induced by intense short duration exercise, for sedentary persons.

**Keywords:** stress, intense short duration exercise, heart rate and salivary cortisol.

### Rezumat

*Premize.* Efortul fizic de scurtă durată și intens constituie un factor de stres, mai ales pentru persoanele sedentare.

*Obiective.* Obiectivul studiului este de a pune în evidență modificările dinamice peri-stres a doi parametri, induse de efortul fizic de scurtă durată și intens, la subiecți sedentari.

*Metodă.* Subiecții aleși (24) au fost selectați astfel încât să corespundă cerințelor studiului. Stresul a fost reprezentat de un efort fizic de scurtă durată și intens, realizat cu un cicloergometru Ergonomic 839e Monark. Indicatorii analizați au fost frecvența cardiacă și cortizolul salivar. Evaluarea statistică s-a făcut pe baza testului Student.

*Rezultate.* Frecvența cardiacă a prezentat cea mai intensă și semnificativă creștere, imediat pre-efort fizic, iar cortizolul salivar a crescut semnificativ imediat post-efort fizic, comparativ cu momentul imediat pre-efort fizic, parametrii având o dinamică peri-efort fizic asemănătoare.

*Concluzii.* 1) Stresul cauzat de efortul fizic de scurtă durată și intens, la persoane sedentare, are un impact important asupra frecvenței cardiace și cortizolului salivar. 2) Au existat diferențe între evoluțiile dinamice ale frecvenței cardiace și cortizolului salivar. 3) Variațiile frecvenței cardiace au dovedit că, în acest tip de stres, modificările funcționale sunt anticipatorii. 4) Variațiile dinamice ale cortizolului salivar, dovedite de acest studiu, arată că modificările corticosuprarenale induse de stresul cauzat de efortul fizic analizat, sunt mai intense post-stres. 5) Rezultatele obținute în acest studiu concordă cu cele mai recente date bibliografice din domeniul stresului cauzat de efortul fizic. 6) Cei doi indicatori studiați pot fi importanți markeri ai stresului cauzat de efortul fizic de scurtă durată și intens, la persoane sedentare.

**Cuvinte cheie:** stres, efort fizic de scurtă durată și intens, frecvența cardiacă, cortizolul salivar.

### Introduction

Psychological stress evokes rapid changes in the cardiovascular and neuroendocrine systems, responses that can become habitual following repeated exposure.

(Shelton-Rayner et al., 2010).

There are studies that have examined the relationship between coping with stress and sport achievement (Gaudreau et al., 2010). It has been found that acute resistance exercise results in catecholaminergic, but not

Received: 2012, January 24 ; Accepted for publication: 2012, March 5

Address for correspondence: „Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy, Cluj-Napoca, 400012, Victor Babeș Str. no. 8

E-mail: ramona\_mj@yahoo.com

hypothalamic-pituitary-adrenocortical axis stimulation during exercise, in parallel with a mild inflammatory reaction (Fatouros et al., 2010).

Physical stress (exercise and/or environmental) activates the sympathetic-adrenal-medullary (SAM) and hypothalamic-pituitary-adrenocortical (HPA) axes (Stuempfle et al., 2010). On the other hand, the system response to stress influences the close relationship between HPA, the sympathetic nervous system and the immune system (Glaser et al., 2005). Therefore, stress is likely to interact with immunity due to the release of stress hormones, such as catecholamines and cortisol. The adaptive response to stressors comprises the activation of the hypothalamic-pituitary-adrenocortical (HPA) axis and components of the autonomic sympathetic system (Fatouros et al., 2010).

**Objective**

We intend to evaluate functional - cardiovascular and hormonal changes in stress caused by acute intense physical exercise, through the comparative investigation of two indicators (heart rate and salivary cortisol).

**Hypothesis**

The relationship between stress and intense exercise is a concern for the sports world, as well as for the medical and psychological world. We present an evaluation of stress induced by intense short duration exercise carried out by sedentary persons, on the basis of some functional and hormonal changes.

**Material and methods**

The study and measurements were carried out in March 2010, at the "Rai Mina" General and Traditional Medicine Center in Cluj-Napoca.

a) *Groups*

The participation of all subjects in the study was voluntary. The subjects were tested on the cycle ergometer. The selection of subjects was based on the STAY X 1 questionnaire for the detection of the state of anxiety. Persons with mental disorders, cortisone therapy and toxic addiction - alcohol, tobacco, drugs, coffee were excluded from the trial. Two groups were investigated: the experimental group (E), subjected to stress caused by intense short duration exercise, and the control group (C).

b) *Subjects*

The number of subjects in a group was 24 (12 men, 12 women), both for E and C. The mean age was  $28.2 \pm 3$  for E and  $24.2 \pm 4$  for C (Table I). The participants were asked not to consume alcohol, coffee, not to smoke and not to use any medication or antioxidant on the day before physical stress. All participants were sedentary subjects.

**Table I**

The number and type of subjects by groups.

Group	Experimental stress (E)	Control (C)
Nr. of subjects	24	24
Mean age	$28, 2 \pm 3$	$24, 2 \pm 4$
Gender	Women (12)	Women (12)
	Men (12)	Men (12)

c) *Study design*

For stress caused by physical exercise, intense short duration physical exercise on the cycle ergometer was chosen as a model. Before physical testing, the participants warmed up their muscles for 5 min on the ergonomic bike, adjusted to 20 watts. After a 5 min break, the testing followed, which was carried out on a MONARK ERGOMEDIC 839E cycle ergometer. The exercise test was carried out at a pedaling rate of 60 rotations/min, starting with a power of 30 watts, for three minutes, followed by a gradual increase of power up to 30W every three minutes, and continued until the appearance of the feeling of fatigue.

d) *The program for the determination of the indicators* was the following (Table II):

- the control group (C) - time 0 = control, basal rating (Pre-Stress 0 = T0) was carried out 10 days before the test, at 8.00 in the morning;

- the experimental group (E): time 1 = first determination (Pre-Stress = T1) - in the morning, at the same time 8.00, 30 min before the start of the test; time 2 = second determination (Post-Stress 1 = T2) and time 3 = third determination (Post-Stress 2 = T3) - 15 min and 24 hours after exercise, respectively.

e) *Explorations*

The examinations consisted of the measurement of a functional parameter, heart rate, and an endocrine parameter, salivary cortisol. Reference values were considered at time T<sub>0</sub>.

- *Functional evaluation*

Heart rate (HR) was determined using a MONARK ERGOMEDIC 839E cycle ergometer; the parameter values were supplied by the electronic device.

- *Hormonal evaluation*

Salivary cortisol was assessed at the Sinevo laboratory in Cluj-Napoca, using immunodetection by electrochemiluminescence (straps) (\*\*\*, 2012; Cinzia Carozza et al., 2010).

f) *Statistical evaluation*

- The results obtained were analysed using the SPSS 13.0 application.

- For the continuous examination of data, Student's t test was used.

- Data were considered significant at  $p < 0.05$ .

**Table II**

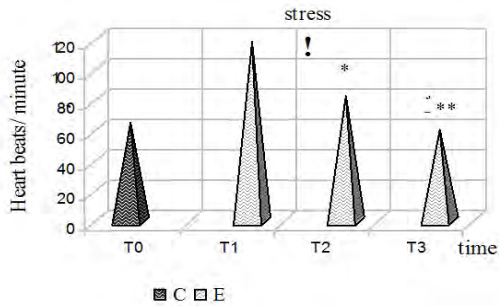
The program for the determination of the parameters.

Indicators	Studied groups - Time of determination	Difference between the means					
		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>				
Group	Type of determination	T <sub>0</sub> C	T <sub>1</sub> E	T <sub>2</sub> E	T <sub>3</sub> E	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	T <sub>1</sub> -T <sub>3</sub>
Functional Parameter	Heart rate	+	+	+	+	$p < 0,05$	$p < 0,001$
Hormonal Parameter	Salivary cortisol	+	+	+	+	$p < 0,005$	$p < 0,01$

**Results**

Note that the *reference time* was considered to be T<sub>1</sub>.

a) *Heart rate* was significantly increased at time T<sub>1</sub>, compared to both T<sub>2</sub> (p<0.05), and T<sub>3</sub> (p<0.001). 24 hours post-stress, the heart rate was insignificantly reduced compared to the pre-stress determination. At all peri-stress times, heart rate values were higher than in the control group (Figure 1). The p values for the heart rate are indicated in Table II. There were no significant sex differences in heart rate values.



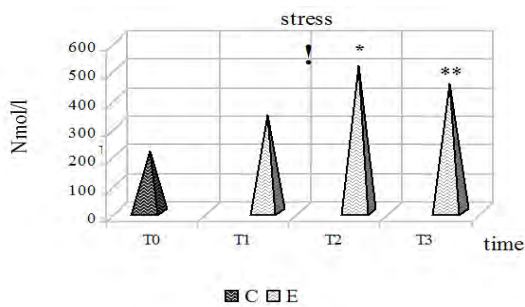
**Fig. 1** - Heart rate changes in stress caused by intense short duration physical exercise.

C = control group, E = experimental group.

\* p<0.05, \*\* p<0.001, \* = T<sub>1</sub>-T<sub>2</sub>, \*\* = T<sub>1</sub>-T<sub>3</sub>

“stress” = time of intense short duration physical exercise

b) *Salivary cortisol* (C) increased significantly from T<sub>1</sub> to T<sub>2</sub> (p<0.005). Post-stress, the T<sub>3</sub> parameter values continued to be moderately to significantly higher than pre-stress T<sub>1</sub> values (p<0.01). At all peri-stress times, cortisol values were higher than in the control group (Figure 2). The p values for salivary cortisol are set out in Table II. There were no significant sex differences in salivary cortisol values.



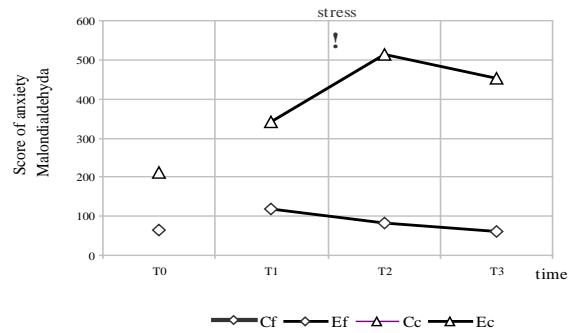
**Fig. 2** - Salivary cortisol changes in stress caused by intense short duration physical exercise.

C = control group, E = experimental group

\* p<0.005, \*\* p<0,01 \* = T<sub>1</sub>-T<sub>2</sub>, \*\* = T<sub>1</sub>-T<sub>3</sub>

“stress” = time of intense short duration physical exercise

c) *The comparison of the peristress evolution of the analyzed indicators* shows that functional impact differs from endocrine impact, by the fact that the maximum heart rate intensity was immediately prior to physical exercise, at time T<sub>1</sub>, then gradually the values decreased at T<sub>2</sub> and T<sub>3</sub>. Instead, salivary cortisol values increased 15 min after stress (T<sub>2</sub>) compared to 30 min before stress (T<sub>1</sub>) and then decreased at 24 hours post-stress (T<sub>3</sub>), the values being higher than those at time T<sub>1</sub> (Fig. 3).



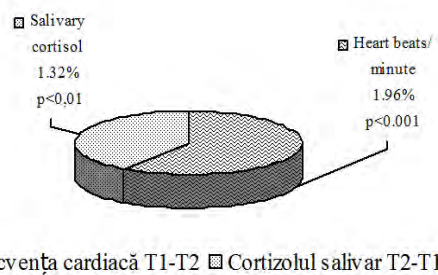
**Fig. 3** - Comparative study of the variations of the parameters.

Groups: Cf = Control - heart failure, Cc = Control - salivary cortisol,

Ef = Experiment - heart rate, Ec = Experiment - salivary cortisol

“stress” = time of intense short duration physical exercise

d) *The percentage differences between times T<sub>1</sub> and T<sub>3</sub>* highlight the impact that stress caused by this type of exercise has on the studied indicators. For heart rate, the anticipation of stress caused by intense short duration exercise in sedentary people has a greater impact than stress itself. For salivary cortisol, levels were significantly higher 15 min after stress (Fig. 4).



**Fig. 4** - Percentage differences between times T<sub>1</sub> and T<sub>2</sub>, for heart rate and salivary cortisol.

**Discussion**

Physical exercise is complex multi-dimensional stress, with the participation of: neuromuscular physical stress by hyperkinetic activity; endocrinometabolic stress, mainly by the action of the sympatho-adrenal and hypothalamic-pituitary-adrenocortical axes; psychoemotional stress, by the activation of cognitive, volitional and emotional processes; and environmental stress, determined by external factors (Boros-Balint, Tache, 2009).

We start from the idea that exercise and sport, regardless of the age of the person who practices them, are important for maintaining health (Riga et al., 2009) and can be classified as eustress. It has been shown that sporting exercise may exceed individual resources and determine distress (Derevenco, 2008). For example, the distress induced by heavy physical exertion can also be found in cases of overtraining (Autism politics, 2010).

The previous results of the authors regarding stress induced by intense short duration physical exercise in sedentary subjects (Jurcău et al., 2011) justify the interest of the authors in further evaluating this type of stress based

on heart rate and salivary cortisol.

a) *Heart rate*

Although strenuous exercise is characteristic of young age, it has been shown that aging does not alter the percentage of the cardiorespiratory response to brief intense intermittent exercise such as the force-velocity test (Chamari et al., 2000).

Furthermore, the parasympathetic effects can play an important preventive role during cardiac risk periods determined by exercise (Kannankeril et al., 2004).

It has been demonstrated that a brief period of moderate exercise is associated with a prolonged period of sympathetic stimulation, extended over 45 min in recovery, and that parasympathetic reactivation takes place shortly after exercise (Wang et al., 2011). Our study confirms that short duration physical exercise induces sympathetic stimulation, which is proved by the increasing heart rate. The difference lies in the fact that in our study physical exercise was intense and the increased heart rate values occurred pre-stress ( $T_1$ ), being raised immediately post-stress ( $T_2$ ), which shows that parameter changes are anticipatory.

Another study shows that the effects on heart rate are more pronounced after higher intensity training (Cornelissen et al., 2010). The results of our study are similar regarding the heart rate increase, but they differ in two respects: the highest growth of the parameter was pre-stress ( $T_1$ ), and physical exercise was not preceded by training, the subjects being sedentary.

b) *Salivary cortisol*

The link between stress and hormones has been analyzed in many literature studies, some of them with reference to the relationship that exists between sports stress and blood cortisol levels.

In a study, the saliva was analyzed for testosterone and cortisol. The results indicated a significant increase in testosterone and cortisol due to a physical but not cognitive stressor. Thus, only the physical stressor was capable of activating the hypothalamic-pituitary-adrenocortical (HPA) and the hypothalamic-pituitary-gonadal (HPG) axes (Budde et al., 2010). Salivary cortisol concentrations increased after the intense exercise of competition. (Coelho et al., 2010). For example, salivary cortisol concentrations were significantly increased in all subjects after the bench press (Le Panse et al., 2010). Another study indicates that a Wilcoxon test for paired samples showed significant increases in salivary cortisol from pre- to postmatch. It is shown that subsequently, this type of sport could be considered a significant source of exercise-related stress (Moreira et al., 2010). It was found in ten healthy recreational female skiers who skied for 3 hours under standardized conditions that from pre- to postskiing time, cortisol and creatine kinase levels increased by 16 and 42%, respectively (Seifert, et al., 2009). In a study, ultraendurance exercise and cold were combined, which represents a unique summated stress to the body. Thus, forty-four athletes (20 runners, 17 cyclists, 7 skiers) competed on the same course of snow-machine trails and ice roads with each athlete carrying 7 kg of mandatory equipment. Cortisol increased significantly from pre-race to post-race, and post-race cortisol was significantly higher

in runners vs skiers. These data suggest an activation of both the sympathetic-adrenal-medullary and hypothalamic-pituitary-adrenocortical axes during an ultraendurance race in the cold and reveal the degree of stress hormone responses to this exhausting bout of exercise (Stuempfle et al., 2010). Consequently, sports commitment and aerobic capacity are important factors in inducing changes in the redox equilibrium.

The results of our study on salivary cortisol are in accordance with the data provided by the latest studies related to the changes of this hormone in stress caused by intense short duration physical exercise. The difference from the mentioned studies is that while they refer to athletes or people who practice physical exercise, our study evaluates sedentary subjects.

## Conclusions

1. Stress caused by intense short duration physical exercise in sedentary people has an important impact on heart rate and salivary cortisol.
2. Differences were found between the dynamic developments of heart rate and salivary cortisol.
3. The variations in heart rate prove that in this type of stress, parameter changes are anticipatory, being more intense pre-stress; and the variations in salivary cortisol evidenced by this study show that hormonal changes induced by stress caused by physical exercise are more intense post-stress.
4. The two studied indicators, heart rate and salivary cortisol, may be considered important markers of stress caused by intense short duration physical exercise in sedentary persons.

## Conflicts of interest

Nothing to declare.

## Acknowledgement

We thank Eng. Nicolae Colceriu, a PhD student at USAMV Cluj-Napoca, for his advice on the statistical processing of the results.

We thank Mr. Nicolae Buțuțoiu, for his advice on the English translation.

Funding for the study was obtained by sponsorships.

## References

- Boroș-Balint I, Tache S. The effect of restrain stress on the aerobic effort capacity of rats (part I). *Palestrica of the Third Millennium*, 2009; X 3 (37): 277-280.
- Bocu T. Limits and risks in sports performance practice. *Palestrica of the Third Millennium*, 2010; 11(3):195-198.
- Budde H, Pietrassyk-Kendziorra S, Bohm S, Voelcker-Rehage C. Hormonal responses to physical and cognitive stress in a school setting. *Neurosci Lett*. 2010; 474(3):131-134.
- Chamari K, Ahmaidi S, Ayoub J, Merzouk A, Laparidis C, Choquet D, Mercier J, Préfaut C., Effects of aging on cardiorespiratory responses to brief and intense intermittent exercise in endurance-trained athletes., *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2000; 55(11):B537-B544.
- Cinzia Carozza et al. Clinical accuracy of midnight salivary cortisol measured by automated electrochemiluminescence

- immunoassay method in Cushing's syndrome. In *Ann Clin Biochem* 2010; 47: 228-232.
- Coelho RW, Keller B, da Silva AM. Effect of pre- and postcompetition emotional state on salivary cortisol in top-ranking wrestlers. *Percept Mot Skills*. 2010; 111(1):81-86.
- Cornelissen VA, Verheyden B, Aubert AE, Fagard RH., Effects of aerobic training intensity on resting, exercise and post-exercise blood pressure, heart rate and heart-rate variability., *J Hum Hypertens*. 2010; 24(3):175-182
- Derevenco P. Eustress in athletes. *Palestrica of the Third Millennium*, 2008; 9(1):10-12
- Fatouros I, Chatzinikolaou A, Paltoglou G, Petridou A, Avloniti A, Jamurtas A, Goussetis E, Mitrakou A, Mougios V, Lazaropoulou C, Margeli A, Papassotiropoulos I, Mastorakos G. Acute resistance exercise results in catecholaminergic rather than hypothalamic-pituitary-adrenal axis stimulation during exercise in young men. *Stress*. 2010; 13(6):461-468.
- Gaudreau P, Nicholls A, Levy AR. The ups and downs of coping and sport achievement: an episodic process analysis of within-person associations. *J Sport Exerc Psychol*. 2010; 32(3):298-311.
- Glaser R, Kiecolt-Glaser JK. Stress-induced immune dysfunction: implications for health. *Nat Rev Immunol*. 2005; 5:243-251.
- Jurcău R, Jurcău I, Bodescu C. Emotional and oxidative changes in stress produced by short term and heavy physical effort. *Palestrica of the Third Millennium*, 2011; 12(4): 349-354.
- Kannankeril PJ, Le FK, Kadish AH, Goldberger JJ. Parasympathetic effects on heart rate recovery after exercise., *J Investig Med*. 2004; 52(6): 394-401.
- Le Panse B, Vibarel-Rebot N, Parage G, Albrings D, Amiot V, De Ceaurriz J, Collomp K. Cortisol, DHEA, and testosterone concentrations in saliva in response to an international powerlifting competition. *Stress*. 2010; 13(6):528-532.
- Moreira A, Arsati F, Lima-Arsati YB, Franchini E, De Araújo VC. Effect of a kickboxing match on salivary cortisol and immunoglobulin A. *Percept Mot Skills*. 2010; 111(1):158-166.
- Riga D, Riga S, Moş L, a Motoc D, F Schneider: Pro-longevity life styles. Importance of physical activity and sport. *Palestrica of the Third Millennium*. 2009; 10(2):138-145
- Rock CS, Coyle SM, Keogh CV, Lazarus DD, Hawes AS, Leskiw M, Moldawer LL, Stein TP, Lowry SF. Influence of hypercortisolemia on the acute-phase protein response to endotoxin in humans. *Surgery*. 1992; 112:467-474.
- Seifert J, Kröll J, Müller E. The relationship of heart rate and lactate to cumulative muscle fatigue during recreational alpine skiing. *J Strength Cond Res*. 2009; 23(3):698-704.
- Shelton-Rayner GK, Macdonald DW, Chandler S, Robertson D, Mian R., Leukocyte reactivity as an objective means of quantifying mental loading during ergonomic evaluation. *Cell Immunol*. 2010; 263(1):22-30.
- Stuempfle KJ, Nindl BC, Kamimori GH. Stress hormone responses to an ultraendurance race in the cold. *Wilderness Environ Med*. 2010; 21(1):22-27.
- Wang NC, Chicos A, Banthia S, Bergner DW, Lahiri MK, Ng J, Subacius H, Kadish AH, Goldberger JJ. Persistent sympathoexcitation long after submaximal exercise in subjects with and without coronary artery disease. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2011; 301(3):H912-H920.
- \*\*\* Synevo Laboratories. Specific references used technology. Ref Type: Catalog, 2012.

## **Influence of chronic hypobaric hypoxia exposure and lycopene administration on the tissue oxidant/antioxidant balance in physical exercise**

## **Influența expunerii cronice la hipoxie hipobară și administrării de Licopin asupra balanței tisulare oxidanți/antioxidanți în efort fizic**

Ágnes Ugron<sup>1</sup>, Simona Tache<sup>2</sup>, Remus Moldovan<sup>2</sup>, Nicoleta Decea<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Faculty of Physical Education and Sport, „Babeș-Bolyai” University, Cluj-Napoca*

<sup>2</sup>*„Iuliu Hațieganu” University of Medicine and Pharmacy, Cluj-Napoca*

### **Abstract**

*Background.* The antioxidant effects of lycopene, evidenced in vitro and in vivo under pathological conditions, led us to study in an experimental model of complex combined stress (exposure to moderate hypobaric hypoxia and physical exercise) the changes in the tissue oxidant/antioxidant (O/AO) balance following lycopene supplementation.

*Aims.* The influence of chronic hypobaric hypoxia exposure and lycopene supplementation on tissue redox homeostasis under physical exercise conditions was studied in the brain, myocardium, lungs and striated muscles.

*Methods.* The research was performed in 3 groups of white male Wistar rats: group I – control group, sedentary rats under normoxia conditions; group II – animals exposed to hypobaric hypoxia for 42 days (corresponding to the altitude of 2500 m), followed by exercise under normoxia conditions; group III – animals exposed to moderate hypobaric hypoxia for 42 days, followed by lycopene administration and daily exercise. Exposure was simulated in the hypobaric chamber for 42 days, 20 hours a day, at 2500 m. Groups II and III were trained daily for 42 days under normoxia conditions, using the swimming test. Group III received 0.0375 mg/kg body weight lycopene by oral gavage, before exercise, daily. In order to measure the indicators of the oxidant/antioxidant (O/AO) balance, tissue samples were taken from the brain, myocardium, lungs and femoral quadriceps muscle. On day 3, the following were determined: malondialdehyde (MDA), protein carbonyls (PC), glutathione (GSH) and total sulfhydryl (SH) groups.

*Results.* Our results support the protective effect of lycopene against OS, with a significant PC decrease in the myocardium and lungs and an insignificant PC decrease in the brain and muscles after chronic exposure to hypoxia and exercise. Antioxidant defense shows an insignificant decrease on account of GSH in the brain, myocardium and lungs and a significant decrease on account of the same indicator in the muscles of the group exposed to hypoxia, lycopene supplementation and exercise.

*Conclusions.* Chronic hypoxia exposure and lycopene supplementation followed by physical exercise for 42 days has protective effects on the O/AO balance at muscular level, with a significant decrease in GSH and induces redox changes with a decrease in PC at myocardial and pulmonary level, and the maintenance of OS on account of a significant increase in MDA in the myocardium.

**Keywords:** chronic exposure, hypobaric hypoxia, lycopene, oxidant/antioxidant balance, physical exercise.

### **Rezumat**

*Premize.* Efectele antioxidante ale Licopinului, evidențiate in vitro și in vivo în condiții patologice, ne-au determinat să studiem pe un model experimental de stres complex combinat (expunere la hipoxie hipobară moderată și efort fizic), modificările balanței oxidanți/antioxidanți (O/AO) la nivel tisular, după suplimentare cu Licopin.

*Obiective.* S-a studiat influența postexpunerii cronice la hipoxie hipobară și suplimentării cu Licopin asupra homeostaziei redox tisulare postefort la nivelul creierului, miocardului, plămânilor și mușchilor striati.

*Metode.* Cercetările au fost efectuate pe 3 loturi de șobolani albi masculi rasa Wistar: Lotul I – control, sedentari în condiții de normoxie; Lotul II – animale expuse 42 de zile la hipoxie hipobară (corespunzător altitudinii 2500 m), urmată de efort în condiții de normoxie; Lotul III – animale expuse 42 de zile la hipoxie hipobară moderată, urmată de administrare de Licopin și efort zilnic. Expunerea simulată s-a făcut la camera hipobarică timp de 42 zile, 20 de ore pe zi la 2500 m. Loturile II și III au fost antrenate zilnic timp de 42 zile în condiții de normoxie, prin proba de înot. La lotul III s-a administrat zilnic preefort Licopin în cantitate de 0,0375 mg/kg corp, prin gavaj pe cale orală. În vederea determinării indicatorilor balanței oxidanți/antioxidanți (O/AO) s-au recoltat probe din țesuturi: creier, miocard, plămâni și mușchiul cvadriiceps femural. În ziua a 3-a s-au determinat: malondialdehida (MDA), proteinele carbonilate (PC), glutationul (GSH) și conținutul de grupări sulfhidril totale (SH).

---

Received: 2012, April 25; Accepted for publication: 2012, May 27

Address for correspondence: Faculty of Physical Education and Sport, Babeș-Bolyai University, Cluj-Napoca. Pandurilor Str. No. 7

E-mail: uagi77@yahoo.com

**Rezultate.** Rezultatele noastre arată efectul protector al Licopinului față de SO cu scăderea semnificativă ale PC în miocard și plămâni și scăderea nesemnificativă ale acestora în creier și mușchi, postexpunere cronică la hipoxie și efort. Apărarea AO prezintă o scădere nesemnificativă pe seama GSH în creier, miocard și plămâni și scăderea semnificativă pe seama aceluiași indicator în mușchi la lotul expus hipoxiei, suplimentat cu Licopin și efort.

**Concluzii.** Expunerea cronică la hipoxia cronică și suplimentarea cu Licopin urmată de efort fizic timp de 42 de zile are efecte protectoare asupra balanței O/AO la nivel muscular, cu scăderea semnificativă a GSH și determină modificări redox cu scăderea PC la nivelul miocardului și plămânilor, și menținerea SO pe seama creșterii semnificative ale MDA în miocard.

**Cuvinte cheie:** expunere cronică, hipoxia hipobară, Licopin, balanța oxidanți/antioxidanți, efort fizic.

## Introduction

Lycopene is a carotenoid present in concentrated tomato extract. In high amounts, it acts as an antioxidant (AO). The AO action has been attributed to the role of  $^1\text{O}_2$  extinguisher.

Many researches have investigated the AO role of lycopene.

In vivo experimental studies in rats have evidenced the protective role of lycopene against oxidative stress (OS) in spermatogenesis (Aly et al., 2012); breast tumors (Al-Malki et al., 2012); as a liver radioprotector against oxidative lesions (Meydan et al., 2011); in reducing endothelial dysfunction in diabetic rats (Zhu et al., 2011); in nephroprotection against OS, induced by cisplatin (Dogukan et al., 2011); in neuroprotection against OS in Parkinson disease induced by rotenone (Kaur et al., 2011); in protection against heavy metal toxicity (Komousani et al., 2011); in Huntington disease, induced by 3-nitropropionic acid (Sandhir et al., 2010).

In vitro experimental studies on cultures of neurons from the hippocampus of rats have shown the protective antiapoptotic and antioxidant role of lycopene, which might be useful in the treatment of degenerative diseases (Qu et al., 2011).

Researches in human subjects have demonstrated the beneficial effects of lycopene in disorders induced by oxidative stress: gastric ulcer caused by *Helicobacter pylori* (Jang et al., 2012), cancer (Pinela et al., 2011; van Breemen et al., 2011), cardiovascular diseases (Pinela et al., 2011; Böhm, 2012), the prevention of postmenopausal osteoporosis in women (Mackinnon et al., 2011), as a skin radioprotector against UVA radiation (Butnariu et al., 2011), in endothelial protection against OS (Kim et al., 2011), as an LDL hypocholesterolemic drug (Ried et al., 2011).

## Aims

The influence of chronic hypobaric hypoxia exposure and lycopene supplementation on tissue redox homeostasis under physical exercise conditions was studied in the brain, myocardium, lungs and striated muscles.

## Material and Methods

The research was performed in the experimental laboratory of the Department of Physiology of the "Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy Cluj-Napoca, in 3 groups of white male Wistar rats (n=10 animals/group), with a weight of 280-300 g, maintained under adequate vivarium conditions. The animal protection legislation in force was respected during the experimental researches.

## Groups

The groups were divided as follows:

Group I – control group, sedentary rats under normoxia conditions; normoxia corresponding to the altitude of 363 m,  $\text{O}_2$ : 20,93 %;

Group II – animals exposed to hypobaric hypoxia for 42 days (corresponding to the altitude of 2500 m), followed by exercise under normoxia conditions;

Group III – animals exposed to moderate hypobaric hypoxia for 42 days, followed by lycopene administration and daily exercise.

## Methods

### a) The exposure to chronic moderate hypoxia

The exposure to moderate hypoxia was for 42 days, 20 hours/day at values of 2500 m,  $\text{pO}_2$  – 117 mmHg, 15%, using hypoxic rooms from the Experimental Laboratory of the Department of Physiology.

### b) Exercise test

Groups II and III was trained daily for 42 days under normoxia conditions by the swimming test. The test was performed in a pool with thermostatic water at 23°C.

### c) Lycopene administration

Group III received 0.0375 mg/kg body weight lycopene by oral gavage, before exercise, daily. Lycopene is product to the Hungaronatura Hungary and import to the SC. Herbavit Srl.

### d) Exploration of the oxidant-antioxidant balance

Biochemical determinations were performed in the Laboratory for the Study of Oxidative Stress of the Department of Physiology of the "Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy Cluj-Napoca.

In order to determine the indicators of the oxidant/antioxidant balance, tissue samples from the brain, myocardium, lungs and quadriceps muscle of the anesthetized animals were taken. The analyzed time moment was day 42. The following oxidative stress indicators were measured:

- malondialdehyde (MDA) the fluorescence dosage method, according to Conti (2001); the concentration values are expressed in *nmol/ml*.

- protein carbonyls (PC) determination of protein carbonyls according to Reznick (1994); the concentration values are expressed in *nmol/mg protein*.

The following antioxidant defense indicators were determined:

- glutathione (GSH) dosage method according to Hu (1994); the values were expressed in *nmol/mg protein*.

- sulfhydryl (thiol) group content (SH) determination of SH groups according to Hu (1994); the values are expressed in  $\mu\text{mol/ml}$ .

e) *Statistical analysis* was performed using SPSS 19.0 and Microsoft Excel. The data were introduced in a

SPSS v.19 database and analyzed with adequate statistical methods. A univariate statistical analysis was used for the description of the studied groups. Quantitative variables were summarized using mean ± standard deviation, 95% confidence interval for means. According to the laboratory values, the values for the control group were normal. A bivariate statistical analysis (Pearson correlation, One-Way Anova and LSD post-hoc test) was used to identify the significant association between the groups and between the indicators of the tissue O/AO balance (MDA, PC, HD and SH) was set at  $p \leq 0.05$  for analyses.

**Results**

The descriptive statistical analysis for the indicators of the oxidant/antioxidant (O/AO) balance is shown in Table I-IV.

**Tabel I**  
Descriptive statistical parameters of the O/AO balance in the brain in the studied groups.

Indicators of the oxidant/antioxidant balance	Group	Mean	Std. Deviation	Std. Error
MDA (nmol/ml)	Group I	0,32945	0,070163	0,031378
	Group II	0,42605	0,15772	0,070535
	Group III	0,35998	0,068437	0,030606
PC (nmol/mg prot)	Group I	1,59672	0,864753	0,386729
	Group II	2,00017	0,831789	0,371987
	Group III	1,69587	1,064795	0,476191
GSH (nmol/mg prot)	Group I	2,29724	0,282088	0,126154
	Group II	2,25336	0,307168	0,13737
	Group III	2,11056	0,248201	0,110999
SH groups (µmol/ml)	Group I	0,04518	0,008018	0,003586
	Group II	0,04535	0,003633	0,001625
	Group III	0,04081	0,009797	0,004381

**Tabel II**  
Descriptive statistical parameters of the O/AO balance in the myocardium in the studied groups.

Indicators of the oxidant/antioxidant balance	Group	Mean	Std. Deviation	Std. Error
MDA (nmol/ml)	Group I	0,06703	0,011056	0,004944
	Group II	0,07519	0,013969	0,006247
	Group III	0,1099	0,016595	0,007422
PC (nmol/mg prot)	Group I	3,22998	0,806089	0,360494
	Group II	4,57492	0,415337	0,185744
	Group III	3,76194	0,199336	0,089146
GSH (nmol/mg prot)	Group I	0,37504	0,101767	0,045512
	Group II	0,57812	0,3643	0,16292
	Group III	0,5542	0,097346	0,043534
SH groups (µmol/ml)	Group I	0,01783	0,006893	0,003083
	Group II	0,021	0,007584	0,003392
	Group III	0,02571	0,002974	0,00133

**Tabel III**  
Descriptive statistical parameters of the O/AO balance in the lungs in the studied groups.

Indicators of the oxidant/antioxidant balance	Group	Mean	Std. Deviation	Std. Error
MDA (nmol/ml)	Group I	0,29654	0,092228	0,041245
	Group II	0,19818	0,0215	0,009615
	Group III	0,22218	0,075666	0,033839
PC (nmol/mg prot)	Group I	3,50782	0,645246	0,288563
	Group II	6,84093	0,611713	0,273567
	Group III	5,64084	1,155084	0,516569
GSH (nmol/mg prot)	Group I	0,6672	0,077388	0,034609
	Group II	0,7962	0,209782	0,093818
	Group III	0,71356	0,216515	0,096828
SH groups (µmol/ml)	Group I	0,01616	0,00281	0,001257
	Group II	0,01485	0,004442	0,001987
	Group III	0,019	0,008192	0,003664

**Tabel IV**  
Descriptive statistical parameters of the O/AO balance in the muscles in the studied groups.

Indicators of the oxidant/antioxidant balance	Group	Mean	Std. Deviation	Std. Error
MDA (nmol/ml)	Group I	0,28732	0,111078	0,049676
	Group II	0,21567	0,03371	0,015076
	Group III	0,26755	0,043581	0,01949
PC (nmol/mg prot)	Group I	3,29754	0,679769	0,304002
	Group II	3,09671	0,490645	0,219423
	Group III	2,87813	0,426885	0,190909
GSH (nmol/mg prot)	Group I	0,9592	0,143272	0,064073
	Group II	1,26536	0,192717	0,086186
	Group III	1,01232	0,140876	0,063002
SH groups (µmol/ml)	Group I	0,02857	0,002568	0,001149
	Group II	0,03598	0,008262	0,003695
	Group III	0,03515	0,004306	0,001926

Comparative statistical analysis of the indicators of the O/AO balance

The indicators of the O/AO balance in the animals undergoing physical exercise under normoxia conditions after hypobaric hypoxia exposure and lycopene administration were compared (Table V-VIII).

**Tabel V**  
Comparative statistical analysis of the indicators of the O/AO balance in the brain in the studied groups.

Group A	Group B	MDA	PC	GSH	SH
Group I	Group II	0,18	0,504	0,809	0,972
Group I	Group III	0,661	0,868	0,313	0,381
Group II	Group III	0,349	0,613	0,436	0,363

**Tabel VI**  
Comparative statistical analysis of the indicators of the O/AO balance in the myocardium in the studied groups.

Group A	Group B	MDA	PC	GSH	SH
Group I	Group II	0,376	<b>0,002</b>	0,18	0,432
Group I	Group III	<b>0</b>	0,143	0,233	0,066
Group II	Group III	<b>0,002</b>	<b>0,034</b>	0,87	0,25

**Tabel VII**  
Comparative statistical analysis of the indicators of the O/AO balance in the lungs in the studied groups.

Group A	Group B	MDA	PC	GSH	SH
Group I	Group II	<b>0,046</b>	<b>0</b>	0,279	0,72
Group I	Group III	0,119	<b>0,002</b>	0,691	0,439
Group II	Group III	0,598	<b>0,044</b>	0,481	0,266

**Tabel VIII**  
Comparative statistical analysis of the indicators of the O/AO balance in the muscles in the studied groups.

Group A	Group B	MDA	PC	GSH	SH
Group I	Group II	0,14	0,57	<b>0,011</b>	0,058
Group I	Group III	0,67	0,246	0,611	0,087
Group II	Group III	0,274	0,537	<b>0,028</b>	0,818

Correlations for the indicators of the O/AO balance by groups

Pearson r correlation coefficients between the indicators of the O/AO balance in each group of animals are shown in Tables IX, X, XI and XII. Significance was considered for \* $p \leq 0.05$  and \*\* $p \leq 0.01$ .

**Tabel IX**

Correlation between the indicators of the O/AO balance in the brain in the studied groups and significance.

Indicators		Group I	Group II	Group III
MDA – PC	r	0,581	0,1	.934*
	p	0,304	0,873	0,02
MDA - SH	r	-.914*	-0,168	-0,723
	p	0,03	0,788	0,168
MDA – GSH	r	-0,376	-0,21	-0,311
	p	0,533	0,735	0,61
PC – SH	r	-0,374	-0,304	-0,453
	p	0,535	0,619	0,444
PC – GSH	r	0,097	0,508	-0,121
	p	0,877	0,382	0,846
SH – GSH	r	0,499	0,588	0,763
	p	0,393	0,297	0,133

**Tabel X**

Correlation between the indicators of the O/AO balance in the myocardium in the studied groups and significance.

Indicators		Group I	Group II	Group III
MDA – PC	r	0,484	0,632	-0,332
	p	0,409	0,253	0,585
MDA - SH	r	0,069	.961**	0,209
	p	0,913	0,009	0,736
MDA – GSH	r	0,074	0,876	-0,736
	p	0,906	0,051	0,156
PC – SH	r	-0,386	0,517	-0,299
	p	0,521	0,372	0,625
PC – GSH	r	-0,095	0,272	0,645
	p	0,879	0,658	0,24
SH – GSH	r	.933*	.950*	-0,209
	p	0,021	0,013	0,736

**Tabel XI**

Correlation between the indicators of the O/AO balance in the lungs in the studied groups and significance.

Indicators		Group I	Group II	Group III
MDA – PC	r	.958*	0,774	0,109
	p	0,01	0,125	0,862
MDA - SH	r	-0,514	-0,018	0,663
	p	0,376	0,977	0,223
MDA – GSH	r	-0,751	0,299	.952*
	p	0,143	0,625	0,013
PC – SH	r	-0,338	0,132	0,275
	p	0,578	0,832	0,654
PC – GSH	r	-0,548	0,456	-0,087
	p	0,339	0,44	0,889
SH – GSH	r	0,527	.901*	0,727
	p	0,361	0,037	0,164

**Tabel XII**

Correlation between the indicators of the O/AO balance in the muscles in the studied groups and significance.

Indicators		Group I	Group II	Group III
MDA – PC	r	-0,24	-0,634	0,203
	p	0,697	0,251	0,743
MDA - SH	r	-0,169	0,688	0,428
	p	0,785	0,2	0,472
MDA – GSH	r	.964**	0,662	0,462
	p	0,008	0,224	0,433
PC – SH	r	-0,346	-0,768	-0,468
	p	0,569	0,13	0,427
PC – GSH	r	-0,155	0,095	-0,648
	p	0,803	0,879	0,237
SH – GSH	r	-0,275	0,373	0,367
	p	0,654	0,537	0,543

## Discussion

### Analysis of the groups

Chronic exposure to hypobaric hypoxia and exercise (group II) compared to the exposure of sedentary animals to normoxia (group I) determined:

- a significant increase in PC in the myocardium;

- a significant decrease in MDA, a significant increase in PC in the lungs;

- a significant increase in GSH in the muscles.

Exposure to moderate hypoxia and lycopene administration followed by exercise (group III) compared to the chronic exposure of sedentary animals to normoxia (group I) determined:

- a significant increase in MDA in the myocardium;
- a significant increase in PC in the lungs.

The association of exposure to chronic hypobaric hypoxia with lycopene administration before exercise (group III) compared to chronic exposure to hypobaric hypoxia and exercise (group II) determined:

- a significant increase in MDA and a significant decrease in PC in the myocardium;

- a significant decrease in PC in the lungs;

- a significant decrease in GSH in the muscles.

### Analysis of tissues

In the brain of animals exposed to chronic moderate hypoxia with lycopene administration followed by exercise (group III), there was an insignificant decrease in OS on account of MDA and PC compared to the group exposed to moderate hypoxia and exercise (group II) and an insignificant decrease in AO defense on account of SH compared to the groups without lycopene administration (groups I and II).

In the myocardium of animals exposed to chronic moderate hypoxia with lycopene administration followed by exercise (group III), there was a significant increase in OS on account of MDA compared to the groups without lycopene administration (groups I and II) and an insignificant increase in AO defense on account of SH compared to the group exposed to moderate hypoxia and exercise (group II) and to the sedentary group (group I).

In the lungs, chronic exposure to moderate hypoxia and lycopene administration followed by exercise (group III) determined a significant decrease in OS defense on account of PC compared to the group without lycopene supplementation (group II) and changes in AO defense, with an insignificant increase in GSH and SH compared to the control group (group I).

In muscle tissue, chronic exposure to moderate hypoxia followed by exercise (group II) induced insignificant changes in OS: a decrease in MDA and PC and an insignificant increase in AO defense on account of GSH and SH compared to controls (group I). Chronic exposure to moderate hypoxia followed by lycopene supplementation and exercise (group III) caused insignificant changes in OS, with a decrease in MDA and PC, and an insignificant increase in AO defense on account of GSH and SH compared to controls (group I). AO defense showed a significant decrease in GSH in group III compared to group II.

### Analysis of correlations between the indicators of the tissue O/AO balance

Significant correlations were evidenced between the indicators of the tissue O/AO balance:

- in the brain: in sedentary animals (group I), between MDA and SH, and in animals exposed to chronic hypoxia followed by lycopene supplementation and exercise (group III), between MDA and PC;

- in the myocardium: in sedentary animals (group I), between SH and GSH, and in animals exposed to chronic hypobaric hypoxia followed by exercise (group II), between MDA and SH, as well as between SH and GSH;

- in the lungs: in sedentary animals (group I), between MDA and PC, in animals exposed to chronic hypobaric hypoxia followed by exercise (group II), between SH and GSH, and in animals exposed to chronic hypoxia followed by lycopene supplementation and exercise (group III), between MDA and GSH;

- in the muscles: in sedentary animals (group I), between MDA and GSH.

Our results support the protective effect of lycopene against OS, with a significant PC decrease in the myocardium and lungs and an insignificant PC decrease in the brain and muscles after chronic exposure to hypoxia and exercise. Antioxidant defense shows an insignificant decrease on account of GSH in the brain, myocardium and lungs and a significant decrease on account of the same indicator in the muscles of the group exposed to hypoxia, lycopene supplementation and exercise. In the same group, SH groups increased insignificantly in the myocardium, lungs and muscles compared to controls.

Prolonged exposure to hypoxia followed by exercise represents combined stress, which determines adaptive tissue biochemical changes characterized by an increase in MDA in the brain and myocardium, a decrease in MDA in the muscles, and a significant MDA decrease in the lungs; an increase in PC in the brain, a significant PC increase in the myocardium and lungs, and a PC decrease in the muscles. AO defense on account of GSH decreased insignificantly in the brain, increased insignificantly in the myocardium and lungs, and increased significantly in the muscles; SH groups decreased insignificantly in the lungs and increased insignificantly in the myocardium and muscles.

Combined stress associated with lycopene supplementation determined an insignificant decrease in OS in the brain, an increase in MDA in the lungs and muscles, and a significant MDA increase in the myocardium; an insignificant PC decrease in the muscles and a significant PC decrease in the myocardium and the lungs. AO defense decreased on account of GSH in the myocardium, lungs and brain, it decreased significantly in the muscles and insignificantly on account of SH groups, which increased in the myocardium and lungs and decreased in the brain and muscles.

The GSH decreases found by us in the muscles are in accordance with the data reported by Liu et al. (2005) regarding the protective effect of lycopene against OS at muscular level after exhausting exercise performed by rats, through a reduction in xanthine oxidase and myeloperoxidase activity in the muscles. The researches in healthy human subjects performing acute moderate exercise evidence an increase in systemic liposoluble antioxidants (lycopene, retinol,  $\beta$ -carotene) after exercise (McClean et al., 2011). In AO complexes with  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene, vitamin C, Se, Zn and Mg, lycopene does not provide AO protection in athletes (Teixeira et al., 2009).

In the mechanism of maintenance of redox homeostasis at intracellular level, the reduced glutathione/oxidized glutathione (GSH/GSSG) system represents the major

redox buffer (Dröge, 2002), an extremely sensitive marker of AO defense (Elokda and Nielsen, 2007). The decrease in GSH content and the increase in GSSG represent a complex system that counters physiological OS by lycopene supplementation, which in our study is effective at musculoskeletal level.

We found few literature data on tissue changes induced following exposure to hypoxia and exercise, with and without lycopene supplementation.

The AO effect of lycopene might be associated with the AO effect of chronic moderate exercise (Gomez-Cabrera et al., 2008; Tache et al., 2009).

The administration of lycopene to athletes or a lycopene-rich diet could be useful for increasing AO defense, due to its protective effects at muscular level, as a preparation for the recovery of exercise capacity.

## Conclusions

Chronic exposure to hypoxia and lycopene supplementation followed by physical exercise for 42 days do not induce significant changes in the O/AO balance in the brain.

Chronic hypoxia exposure and lycopene supplementation followed by physical exercise for 42 days has protective effects on the O/AO balance at muscular level, with a significant decrease in GSH.

Chronic hypoxia exposure and lycopene supplementation followed by physical exercise for 42 days has protective effects on the O/AO balance induces redox changes with a decrease in PC at myocardial and pulmonary level, and the maintenance of OS on account of a significant increase in MDA in the myocardium.

## Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

## Acknowledgements

This paper is based on researches for the first author's doctoral thesis.

## References

- Al-Malki AL, Moselhy SS, Refai MY. Synergistic effect of lycopene and tocopherol against oxidative stress and mammary tumorigenesis induced by 7,12-dimethyl[a]benzanthracene in female rats. *Toxicol Ind Health.*, 2012; R
- Aly HA, El-Beshbishy HA, Banjar ZM. Mitochondrial dysfunction induced impairment of spermatogenesis in LPS-treated rats: Modulatory role of lycopene. *Eur J Pharmacol.* 2012; 677(1-3):31-38.
- Böhm V. Lycopene and heart health. *Mol Nutr Food Res.* 2012; 56(2):296-303.
- Butnariu MV, Giuchici CV. The use of some nanoemulsions based on aqueous propolis and lycopene extract in the skin's protective mechanisms against UVA radiation. *J Nanobiotechnology.* 2011; 9:3.
- Conti M, Moran PC, Levillain P. et al. Improved fluorimetric determination of malondialdehyde. *Clin.Chem.* 1991; 37: 1273-1275.
- Dogukan A, Tuzcu M, Agca CA, Gencoglu H, Sahin N, Onderci M, Ozercan IH, Ilhan N, Kucuk O, Sahin K. A tomato lycopene complex protects the kidney from cisplatin-induced

- injury via affecting oxidative stress as well as Bax, Bcl-2, and HSPs expression. *Nutr Cancer*. 2011; 63(3):427-434.
- Dröge W. Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiol. Rev*. 2002; 82(1): 47-95.
- Elokda AS, Nielsen DH. Effects of exercise training on the glutathione antioxidant system. *Eur J. Cardiovasc.Prev. Rehabil*. 2007; 14(5):630-637.
- Gomez-Cabrera MC, Domenech E, Viña J. Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radic Biol Med*. 2008; 44(2):126-131.
- Hu, ML. Measurement of protein thiol groups and glutathione in plasma. *Methods in Enzymology*, 1994; 233: 380-384.
- Jang SH, Lim JW, Morio T, Kim H. Lycopene inhibits *Helicobacter pylori*-induced ATM/ATR-dependent DNA damage response in gastric epithelial AGS cells. *Free Radic Biol Med*. 2012;52(3):607-615.
- Kaur H, Chauhan S, Sandhir R. Protective effect of lycopene on oxidative stress and cognitive decline in rotenone induced model of Parkinson's disease. *Neurochem Res*. 2011; 36(8):1435-1443.
- Kim JY, Paik JK, Kim OY, Park HW, Lee JH, Jang Y, Lee JH. Effects of lycopene supplementation on oxidative stress and markers of endothelial function in healthy men. *Atherosclerosis*. 2011; 215(1):189-195.
- Komousani TA, Moselhy SS Modulation of lead biohazards using a combination of epicatechin and lycopene in rats. *Hum Exp Toxicol*. 2011; 30(10):1674-1681.
- Liu CC, Huang CC, Lin WT, Hsieh CC, Huang SY, Lin SJ, Yang SC. Lycopene supplementation attenuated xanthine oxidase and myeloperoxidase activities in skeletal muscle tissues of rats after exhaustive exercise. *Br J Nutr*. 2005; 94(4):595-601.
- Mackinnon ES, Rao AV, Rao LG. Dietary restriction of lycopene for a period of one month resulted in significantly increased biomarkers of oxidative stress and bone resorption in postmenopausal women. *J Nutr Health Aging*. 2011; 15(2):133-138.
- McClellan CM, Clegg M, Shafat A, Murphy MH, Trinick T, Duly E, McLaughlin J, Fogarty M, Davison GW. The impact of acute moderate intensity exercise on arterial regional stiffness, lipid peroxidation, and antioxidant status in healthy males. *Res Sports Med*. 2011; 19(1):1-13.
- Meydan D, Gursel B, Bilgici B, Can B, Ozbek N. Protective effect of lycopene against radiation-induced hepatic toxicity in rats. *J Int Med Res*. 2011; 39(4):1239-1252.
- Pinela J, Barros L, Carvalho AM, Ferreira IC. Nutritional composition and antioxidant activity of four tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) farmer' varieties in Northeastern Portugal homegardens. *Food Chem Toxicol*. 2011; 50(3-4):829-834.
- Qu M, Zhou Z, Chen C, Li M, Pei L, Chu F, Yang J, Wang Y, Li L, Liu C, Zhang L, Zhang G, Yu Z, Wang D. Lycopene protects against trimethyltin-induced neurotoxicity in primary cultured rat hippocampal neurons by inhibiting the mitochondrial apoptotic pathway. *Neurochem Int*. 2011; 59(8):1095-1103.
- Reznick AZ, Packer L. Oxidative damage to proteins: spectrophotometric method for carbonyl assay. *Methods in enzymology* 1994; 233: 357-363.
- Ried K, Fakler P. Protective effect of lycopene on serum cholesterol and blood pressure: Meta-analyses of intervention trials. *Maturitas*. 2011;68(4):299-310.
- Sandhir R, Mehrotra A, Kamboj SS. Lycopene prevents 3-nitropropionic acid-induced mitochondrial oxidative stress and dysfunctions in nervous system. *Neurochem Int*. 2010; 57(5):579-587.
- Tache S, Bidian, C, Ciocoi-Pop DR, Popovici C, Martoma A. Paradoxul balanței oxidanți/antioxidanți în efort fizic. *Palestrica Mileniului III. –Civilizație și sport* 2009; 36(2): 145-152.
- Teixeira VH, Valente HF, Casal SI, Marques AF, Moreira PA. Antioxidant do not prevent postexercise peroxidation and may delay muscle recovery. *Med.Sci Sport Exerc* 2009; 41(9): 1752-1760.
- van Breemen RB, Sharifi R, Viana M, Pajkovic N, Zhu D, Yuan L, Yang Y, Bowen PE, Stacewicz-Sapuntzakis M. Antioxidant effects of lycopene in African American men with prostate cancer or benign prostate hyperplasia: a randomized, controlled trial. *Cancer Prev Res*, 2011; 5(4):711-718.
- Zhu J, Wang CG, Xu YG. Lycopene attenuates endothelial dysfunction in streptozotocin-induced diabetic rats by reducing oxidative stress. *Pharm Biol*. 2011; 49(11):1144-1149.

## **Eficiențizarea finalizării acțiunilor de serviciu în jocul de volei feminin prin training atențional**

### **Making serv action more efficient in female volley-ball through attentional training**

**Eugen Roșca**

*Universitatea din Oradea, Facultatea de Geografie, Turism și Sport*

#### **Rezumat**

*Premize.* Pentru teoria sporturilor, la fel ca și pentru practica sportivă, investigația științifică care conduce la succes, este de o importanță deosebită. Cercetarea factorilor care pot influența obținerea succesului într-o anumită ramură sportivă, structura acestora, conexiunile care există între ele dar și a calității acestor influențe, se pot constitui în pași de bază pentru ameliorarea activității sportive.

*Obiective.* Articolul își propune evidențierea efectelor utilizării unui program atențional special conceput, în vederea optimizării acțiunii de joc a serviciului în voleiul de performanță.

*Metode.* Au fost luate în studiu două echipe feminine de volei de nivel A2 din seria Nord, de nivel apropiat. Lotul 1 experimental (n +12) căruia i s-a aplicat un program de pregătire special conceput atențional privind ameliorarea acțiunii de serviciu, (CSU LPS Oradea) și lotul 2 de control (n+12) care a urmat un program tradițional de pregătire (CNE CSS Baia-Mare).

Ameliorarea capacității atenționale s-a încercat prin utilizarea unui număr de 12 exerciții care fac parte dintr-un program complex de pregătire tehnico-tactică. În cuantificarea rezultatelor, a fost utilizat programul SPSS.17.0, ANOVA mixt, testul Student pentru eșantioane pereche și independente, iar pentru aprecierea acțiunilor de serviciu, din considerente practice, pe așa numitul indice compozit.

*Rezultate.* Datele obținute pentru aprecierea acțiunilor de serviciu evidențiază un nivel semnificativ pentru valoarea S0 și S3 doar pentru lotul experimental, aspect care susține eficiența programului atențional propus. Pentru lotul de control, evoluția se încadrează, pentru această acțiune de joc, în limitele normale.

*Concluzii.* Scorurile realizate la cele patru nivele ale acțiunii de serviciu, propuse de noi pentru analiză, indică faptul că numărul execuțiilor care nu provoacă dificultăți majore în construcția acțiunilor de atac pentru adversar, este superior acțiunilor cu grad ridicat de dificultate. Dacă pentru jocul de volei de nivel înalt, acceptarea riscului pentru o execuție de mare dificultate este ceva normal, nu același lucru putem afirma despre execuțiile din cadrul diviziei A2 investigate.

**Cuvinte cheie:** serviciu, precizie, atenție, volley-ball.

#### **Abstract**

*Background.* The theory of sport, as well as for the sport practice, scientific research leading to success is of particular importance. Research factors that can influence success, as well as the quality of these influences can become basic steps to improve sporting activity.

*Aims.* The paper aims at highlighting the use of an attention program designed to optimize the serve game action in performance volleyball.

*Methods.* We have studied two female volleyball teams, close in value, of A2 level in the Northern Series. Experimental group 1 (n = 12), to which a program designed to optimize the serve game action was applied, CSU Oradea LPS, and control group 2 (n = 12) who followed a traditional training program, CNE CSS Baia Mare.

The improvement of the attention capacity was tried by using a number of 12 exercises that are part of a complex technical and tactical training. The quantification of the results was done using SPSS 15.0, mixed ANOVA, Student test, for paired and independent focus groups, and, for assessing serve activities, for practical reasons, the so-called composite index.

*Results.* The data for assessing serve actions reveal a significant level for the S0 and S3 value only in one experimental group, which supports the proposed program's effectiveness. For attention control group 2, the development falls into to the normal limits for this game action.

*Conclusion.* The scores achieved in four levels of serve action analyzed indicate that the number of actions that do not cause major difficulties in building attacking actions for the opponent is higher than the actions with a high degree of difficulty. If for the high level game of volleyball, risk acceptance for each high-difficulty action is normal, we cannot say the same about actions in the A2 division investigated.

**Keywords:** service, precision, attention, volley-ball.

---

*Primit la redacție:* 2 martie 2012; *Acceptat spre publicare:* 15 aprilie 2012

*Adresa:* Universitatea din Oradea, Facultatea de Geografie, Turism și Sport, str. Universității, nr. 1, cod 410087

*E-mail:* roscu\_eugen@yahoo.com

## **Introducere**

Acțiunea tehnică a serviciului intră în categoria acțiunilor individuale care pot influența în mod direct rezultatul unui set sau a partidei de joc. Considerat de majoritatea specialiștilor din domeniul voleiului de performanță ca fiind prima armă de atac, serviciul are implicații în câștigarea punctului, limitarea posibilităților adversarului în construcția acțiunilor de atac, posibilitatea efectuării unui blocaj într-o zonă previzibilă, anticiparea viitoarei zone de atac (Cojocaru & Ioniță, 2008).

Fiind o armă puternică de atac, aduce punctul prin efortul unui singur jucător, după unii autori, în procent de 40% (Monge, 2001), iar după alții, între 10 și 15% (Anastasi, 2011). Lovitura de serviciu este în același timp, o acțiune cu o importanță tactică individuală remarcabilă, în care executantul ia singur decizia cu privire la modul de execuție, cât și a zonei în care va fi trimisă mingea, în conformitate cu tactica colectivă sau a momentului de joc în care se efectuează (scorul de pe tabelă), de exemplu.

Specificitatea acestei acțiuni tehnice, irepetabile, derivă și din faptul că executantul nu este constrâns de acțiunile coechipierilor, de un anumit loc din care să transmită mingea, nici de timpul necesar parcurgerii unei anumite traiectorii. Se pune doar problema încadrării în cele 8 secunde de la fluierul arbitrilor până la execuție.

Serviciul este o acțiune tehnică individuală, prima dintr-un ciclu de joc, prin intermediul căreia are loc punerea mingii în joc, conform regulamentului. Execuția se efectuează cu un control inițial mare al obiectului, fiind solicitate capacitățile de diferențiere, orientare și de ritm, supuse proceselor cognitive de observație-spirit de observație, anticipare și atenție concentrată, volum, percepție orientată, gândire operațională și inteligență practică (Croitoru, 2002). Aceste componente psihice sunt condiționate de următorii factori:

- riscul asumat în limitarea construcției atacului advers;
- dorința obținerii unei eficiențe cât mai ridicate;
- anticiparea acțiunilor ce vor rezulta după preluarea din serviciu;
- alegerea zonei în care se efectuează;
- limitarea unor suite de execuții greșite, proprii sau colective.

Eficiența unui serviciu se poate analiza și prin prisma procentajului realizat de echipa aflată la preluare (în mod indirect). La acest gen de apreciere există diferențe procentuale între echipele de nivel de clasificare diferit, 52,90% la echipe din divizia A2, 48,68% divizia A1 și 41,12% competiții interțări (Bâc, 2003), dar și între echipele masculine și feminine.

Odată cu atingerea eșaloanelor superioare ale clasificării sportive, serviciul devine tot mai perfecționat (fie că se execută din săritură în mare forță, fie planat), aspecte care pot duce la încheierea ciclului de joc încă de la acest nivel, fără a se putea continua cu structurile următoare de joc. În eșaloanele superioare, chiar și la cele feminine, imperfecțiunile ce apar în faza de construcție a atacului, ca urmare a efectuării unor servicii foarte dificile de către echipa adversă, au găsit repede soluția pentru suplinirea acestor inexactități, prin inițierea atacurilor cu jucătorii din linia a II-a.

În plus, au apărut în sistemul de apărare jucătorii specializați pentru această structură de joc (fie că este vorba de preluarea din serviciu, fie de preluarea din lovitura de atac), jucătorii libero. Prin urmare, tactica jucătorilor aflați la serviciu trebuie să excludă pentru transmiterea mingii, a locurilor (zonelor) în care aceștia acționează cu predilecție, sarcină nu chiar atât de dificilă prin faptul că regulamentul de joc impune utilizarea unui echipament de culoare diferită, ușor sesizabilă, pentru aceștia.

În relația jucătorului cu mingea, după părerea celor mai mulți specialiști din domeniu, prioritățile jucătorilor, atât în pregătire, cât mai ales în competiție, trebuie îndreptate spre următoarele aspecte, fără a le epuiza însă pe toate:

- sportivul trebuie să știe în permanență unde se află mingea și pe ce traiectorie se deplasează, atât în terenul propriu, cât mai ales în cel advers;
- mingea trebuie urmărită cu privirea spre partea pe unde trece plasa (dacă jucătorul nu o vede, sau o vede prea târziu, nu mai poate interveni la minge în condiții optime din cauza vitezei superioare cu care aceasta se deplasează, comparativ cu cea a sportivului);
- în metodologia pregătirii, repetările trebuie organizate în conformitate cu cerințele de joc și în relație directă cu fileul pentru a se evita improvizația de moment (Bâc, 2004).
- orientarea preluărilor din serviciu și a celor din lovitură de atac trebuie să se facă spre zona centrală a terenului, cu o traiectorie înaltă, deoarece toți jucătorii participă la ridicarea mingii, jucătorul coordonator acționând cu prioritate doar în situațiile în care ajunge în timp util la locul preluării;
- serviciul se execută cu mare risc în toate momentele jocului pentru a dezorganiza construirea acțiunilor de atac ale adversarului, chiar cu riscul greșelii;
- dispozitivul de apărare este relativ retras, cu toți jucătorii din linia a II-a participând la preluarea atacului pe culoare, neglijând dublajul din spatele blocajului care este extrem de agresiv și mobil;
- combinațiile din atac se execută cu jucători din ambele linii, conform strategiilor tactice cerute de desfășurarea jocului, cu pase ce au o distanță mare de la fileu (Cojocaru și Ioniță, 2008).

## **Ipoteza**

Se presupune că prin aplicarea unui training atențional, special conceput, se va eficientiza acțiunea de joc a serviciului la echipele de volei de nivel A2, comparativ cu o echipă de același nivel, care urmează un program de pregătire tradițional.

## **Material și metode**

### *Portofoliu de cercetare*

Studiul s-a desfășurat în perioada de pregătire competițională (din anul 2008-2009) prin aplicarea a 12 mijloace selecționate și raționalizate incluse în planul de pregătire, în vederea stimulării componentelor capacității de atenție și de dezvoltare a percepțiilor specializate cerute de acțiunea de joc a serviciului.

### *Metode*

În studiu au fost luate cele 12 exerciții concepute special pentru aprecierea acțiunii de serviciu la echipa de

volei CSU LPS Bihorul Oradea și CNE CSS Baia-Mare, în patru jocuri oficiale disputate pe parcursul Campionatului 2008-2009, pentru momentul preintervenție și în opt jocuri oficiale, pentru momentul postintervenție.

Rezultatele obținute de cele două echipe au fost înregistrate, prelucrate și analizate din punct de vedere statistic, utilizând programul SPSS 15 și valorile indicelui compozit, metodă de calcul concepută de noi. Formula de calcul a fost următoarea: s-a înmulțit cu cifra aferentă nivelului valoric, respectiv numărul total al acțiunilor din fiecare categorie, le-am adunat, iar produsul obținut l-am împărțit la numărul total de acțiuni. De exemplu, în meciul nr. 2 s-au obținut următorii indicatori totali pentru acțiunea de serviciu: 10 pentru nivelul 0, 25 pentru nivelul 1, 18 pentru nivelul 2 și 10 pentru nivelul 3. Avem astfel:  $[(10 \times 0) + (25 \times 1) + (18 \times 2) + (10 \times 3)] : 63 = (0 + 25 + 36 + 30) : 63 = 91 : 63 = 1,44$ .

Însă cum valoarea 0 reprezintă o execuție greșită direct, iar nivelul 1 o execuție foarte ușoară, care nu pune aproape nici o dificultate în construirea combinațiilor pentru atac, acestea au fost apreciate împreună. Nivelul 2 reprezintă o execuție bună, a cărei continuare prezintă indici crescuți de dificultate în construirea atacului și previzibilitate pentru cei aflați în apărare, iar nivelul 3 reprezintă execuția care aduce punctul direct sau limitează aproape total construirea loviturii de atac sau, uneori, impune doar o simplă trecere a mingii peste fileu.

#### Protocol de desfășurare

Studiul s-a desfășurat pe perioada de pregătire competițională prin aplicarea unor mijloace selecționate și raționalizate incluse în planul de pregătire pentru stimularea componentelor capacității de atenție și de dezvoltare a percepțiilor specializate cerute de acțiunea de joc a serviciului (Tabelul I).





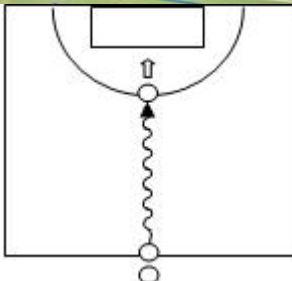
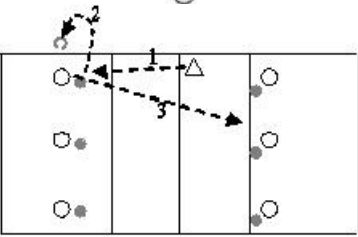
**Tabelul I**

Structuri de exerciții concepute pentru aprecierea acțiunii de serviciu la echipele de volei în studiu – conținut și descriere.

Descriere tehnică	Reprezentare grafică	Dozare
<p><b>Ex. 1</b> Joc 1-1 pe lungimea terenului, pe zone, astfel: 1 -5, 6 -6, 5 -1, cu serviciu normal, cu o singură atingere.</p>		- se joacă pe durata a 4 minute, după care se schimbă zonele, prin rotație.
<p><b>Ex. 2</b> Pe perechi, față în față, de o parte și alta a fileului, alergare de viteză spre linia de 9 m, pe direcția indicată printr-un număr (1 sau 2), corespunzând unui șir. Numărul strigat alergă spre propriul teren, celălalt trebuind să-l atingă până la ieșirea de pe teren (cine nu-și aude numărul, alergă după coechipier). Se pot da pedepse simbolice.</p>		- se execută după terminarea încălzirii aparatului locomotor, de 3 ori.
<p><b>Ex. 3</b> Jucătorii așezați pe perechi, față în față, de o parte și alta a fileului, având o minge pe linia fileului. La strigarea numărului (1 sau 2) corespunzând unui șir, subiecții vizați vor alerga cu spatele spre linia de 9 m. Jucătorii din șirul nominalizat, ridică repede mingea și o aruncă peste fileu spre colegii aflați în deplasare cu spatele, aceștia trebuind să o trimită spre zona 2 printr-un procedeu la alegere.</p>		- se execută de 6 ori.
<p><b>Ex. 4</b> În aceeași formație execuția se face de șirul nominalizat.</p>		
<p><b>Ex. 5</b> Efectuarea loviturii de serviciu în zona prestabilită, urmată de deplasare rapidă spre zona de apărare, conform tacticii utilizate de echipă. Revenire spre zona de serviciu și efectuarea următoarei lovituri.</p>		- se execută în serii de 6 lovituri pentru fiecare zonă de serviciu
<p><b>Ex. 6</b> Serviciu în zonă prestabilită, urmată de deplasare în teren în zona de apărare, conform strategiei de joc, urmată de o lovitură de atac din linia a II, din minge oferită, cu indicarea zonei vizate. Revenire pentru un nou serviciu, în deplasare normală.</p>		- se efectuează 10 exerciții în două serii

**Tabelul I**

Structuri de exerciții concepute pentru aprecierea acțiunii de serviciu la echipele de volei în studiu – conținut și descriere (continuare).

Descriere tehnică	Reprezentare grafică	Dozare
<p><b>Ex. 7</b> De la o distanță variabilă de 9, 10 sau 11 m de la un perete, efectuarea unor servicii într-o zonă marcată pe perete (un dreptunghi de dimensiunea de 2,5m / 1m) la înălțimea fileului.</p>		- se execută 10 servicii pentru fiecare distanță, de două ori. Loviturile ratate nu se contabilizează.
<p><b>Ex. 8</b> Stând cu fața spre scara fixă cu brațele și picioarele ușor îndoite, impulsie și deplasare laterală spre stânga sau spre dreapta, prin săritură, în direcția indicată prin voce.</p>		- se execută 8 sărituri în două serii
<p><b>Ex. 9</b> În doi jucători, pase cu două mâini de sus și de jos, peste plasa acoperită, de dincolo de zona de 3 m.</p>		- se execută, 1 minut, de trei ori.
<p><b>Ex. 10</b> Joc 2 - 2 pe lungimea terenului, fără serviciu, cu alternarea loviturilor lungi cu mingi plasate, la fileu acoperit.</p>		- se joacă până la 10 puncte pentru fiecare zonă, 4, 3 și 2
<p><b>Ex. 11</b> O minge așezată pe semicercul de 6 m de pe terenul de handbal. Deplasare de la mijlocul terenului spre aceasta efectuând pase consecutive, de sus sau de jos. Înainte de a șuta mingea de pe sol spre poartă, executantul trebuie să arunce mingea din mână în sus, în așa fel încât după șutare să o poată prinde înainte să atingă solul.</p>		- se efectuează de 6-8 ori, pe perechi cu plecare la câte o poartă simultan, sub formă de concurs cu pedepse date de câștigător.
<p><b>Ex. 12</b> Joc 3:3, de o parte și de alta a fileului cu 7 mingi, astfel: Fiecare jucător are o minge personală. A șaptea minge este aruncată peste fileu spre unul din jucători care va trebui să arunce mingea proprie în sus, în așa fel încât să transmită mingea "călătoare" peste fileu, prin procedeul la alegere, după care să-și reprimdă mingea personală, ș.a.m.d.</p>		- se execută două serii a câte două minute, cu schimbarea terenului.

**Tabelul II**

Evoluția serviciilor pentru momentul preintervenție, lotul Experimental.

**Rezultate**

În tabelul II sunt prezentate datele privitoare la evaluarea din momentul pretest a Lotului experimental cu privire la acțiunile de serviciu, iar în tabelul III datele din posttest.

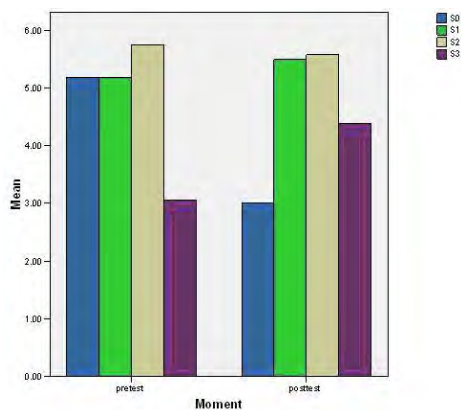
Indicatorul	Durata (minute)	Serviciu (acțiuni)				
		Nr. servicii	0	1	2	3
Total	333	307	83	83	92	49
Total / Meci	83,25	76,75	20,75	20,75	23	12,25
Total / Set	20,81	19,18	5,18	5,18	5,75	3,06

**Tabelul III**

Evoluția serviciului pentru momentul postintervenție, lotul Experimental.

Indicatorul	Durata (minute)	Serviciu (acțiuni)				
		Total servicii	0	1	2	3
Total	547	480	78	143	145	114
Total / Meci	68,37	60	9,75	17,87	18,12	14,25
Total / Set	21,03	18,46	3	5,5	5,57	4,38

Fig. 1 prezintă nivelul serviciului prin calcularea indicelui compozit pentru Lotul 1 experimental, pentru cele două momente ale evaluării, iar în tabelul IV datele privitoare la măsura în care rezultatele obținute de același lot au fost influențate de programul de pregătire impus.

**Fig. 1** – Valorile indicelui compozit pentru lotul experimental.**Tabelul IV**

Comparații intragrup, lotul Experimental.

Momentul	t	df	p
S0	5.047	40	.000
S1	-.493	40	.624
S2	.275	24.201	.786
S3	-3.037	40	.004

În Tabelul V sunt prezentate valorile obținute la prima evaluare (pretest) a acțiunii de joc supuse cercetării, iar în Tabelul VI pentru perioada posttest, la Lotul de control. Fig. 2 reprezintă, pentru o mai bună ilustrare, evoluția serviciului din cele două momente ale evaluării pentru lotul de control, iar Tabelul VII ilustrează valoarea aferentă comparațiilor intragrup pentru același lot.

**Tabelul V**

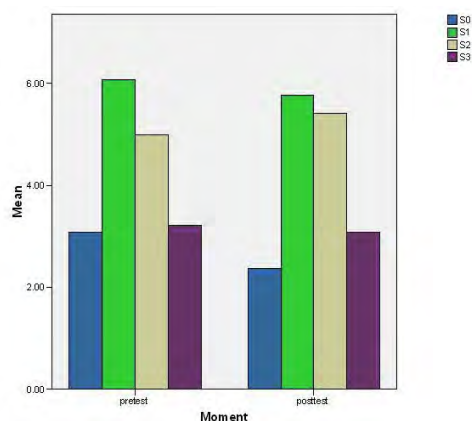
Evoluția serviciilor pentru momentul preintervenție, lotul de Control.

Indicatorul	Durata (minute)	Serviciu (acțiuni)				
		Total servicii	0	1	2	3
Total	275	243	43	85	70	45
Total / Meci	68,75	60,75	10,75	21,25	17,5	11,25
Total / Set	19,64	17,35	3,07	6,07	5	3,21

**Tabelul VI**

Evoluția serviciilor pentru momentul postintervenție, lotul de Control.

Indicatorul	Durata (minute)	Serviciu (acțiuni)				
		Total servicii	0	1	2	3
Total	545	449	64	156	146	83
Total / Meci	68,12	56,12	8	19,5	18,25	10,37
Total / Set	20,18	16,62	2,37	5,77	5,4	3,07

**Fig. 2** – Valorile indicelui compozit pentru lotul de control.**Tabelul VII**

Comparații intragrup, lotul de Control.

Momentul	t	df	p
S0	2.022	39	.050
S1	.415	18.807	.683
S2	-.614	39	.543
S3	.297	39	.768

## Discuții

La acest nivel de performanță, chiar dacă ameliorarea gradului de dificultate pentru execuția serviciului reprezintă o necesitate, acordându-i-se o importanță aparte în programul de pregătire, individualizat sau colectiv, execuția în sine trebuie privită prin prisma executantului.

Jucătorii de performanță sunt superiori în anticiparea acțiunilor adversarului prin faptul că folosesc indicii vizuale avansate (perfecționate). Această abilitate de anticipare se bazează pe informațiile parțiale sau perfecționate, complexe, care sunt esențiale în sport datorită constrângerilor de timp severe care apăsă asupra jucătorilor (Cox, 2005). Acest aspect este susținut și de alți cercetători din domeniu, (Bortoli, 2007).

De asemenea, jucătorii de performanță trebuie să perceapă, să analizeze și să reacționeze foarte repede, dar și într-un mod adecvat la o diversitate mare de acțiuni de joc. Tot acest efort trebuie susținut prin utilizarea resurselor fizice, dar și a potențialului cognitiv (Moran, 2006). După perceperea și înregistrarea poziției în joc, sportivul va reacționa în mod automat la cele două faze implicate: percepere și reacție, care sunt inseparabile și nu pot exista una fără cealaltă (Jarvis, 2010). Din acest motiv, ar fi de mare interes analizarea influențelor lor simultane asupra succesului în ramura de sport respectivă, dar și a observării variabilelor care au cea mai puternică influență asupra reușitelor.

În continuare, trebuie să amintim faptul că solicitările la care este supus sportivul de performanță în procesul de pregătire și competiție se adresează întregii sale personalități, iar refacerea psihică devine o problemă majoră care trebuie rezolvată de o echipă special pregătită pentru aceasta (Tüdös, 2003; Altherton et al., 2008).

Asistând personal la pregătirea unor echipe feminine de acest nivel, dar și de cel mai înalt nivel, trebuie să afirm că există diferențe între modul de abordare a acestei acțiuni de joc, nu atât a pregătirii ei, cât a modului de îndeplinire a sarcinii cerute din timpul jocului. Dacă un jucător de nivel

înalt are ocazia să execute și a doua oară serviciul, când cel dinainte a adus avantajul dorit, următoarea execuție va viza aceeași zonă și pe același jucător, ceea ce la nivelele inferioare se întâmplă rareori (Roșca, 2010).

Analiza rezultatelor la serviciu pentru Lotul experimental în pretest, arată că au fost efectuate un număr de 307 acțiuni de joc, iar eficiența acestora, pe cele patru nivele de apreciere propuse de noi, indică un total mai mare al execuțiilor care nu provoacă dificultăți majore în construcția acțiunilor de atac pentru adversar ( $83 + 83 = 166$ ), comparativ cu cele cu un grad ridicat de dificultate ( $92 + 49 = 141$ ).

În evaluarea finală, unde au fost analizate 480 de acțiuni, se observă o deplasare a calității execuțiilor spre nivelul 2 și 3 de apreciere, mai ales datorită scăderii numărului execuțiilor nereușite în mod direct ( $78 + 143 = 221 < 145 + 114 = 259$ ). Această evoluție se datorează programului de pregătire conceput, conform căruia aplicarea unui training atențional produce ameliorarea nivelului realizărilor tehnico-tactice pentru acțiunea de joc a serviciului.

Prin faptul că eficiența finalizării acțiunilor de serviciu se regăsește în valorile S0 și S3, care influențează în mod direct obținerea rezultatelor favorabile, se susține ipoteza conform căreia utilizarea unor programe de pregătire vizând capacitatea atențională duce la optimizarea performanțelor tehnico-tactice ale acțiunii respective.

Pentru celelalte două nivele de apreciere, care constituie nivelul de fond pentru acțiunea de serviciu, sunt necesare intervenții mai ample, exersate atât individual, cât și colectiv, pe o durată mai îndelungată de timp, constituindu-se chiar în teme speciale de pregătire.

Datele obținute pentru momentul inițial de apreciere la Lotul de control sunt normale mediei aferente acestei categorii de clasificare în ceea ce privește serviciul. Acest lucru este susținut prin rezultatele de la testul student al celor două momente de apreciere, care indică o evoluție semnificativă doar pentru nivelul S0, în fapt o evoluție normală pentru o activitate de pregătire care nu urmărește în mod special aprecierea tuturor indicatorilor acțiunii de serviciu.

Analizele scorurilor înregistrate ale acestei acțiuni de joc, dar și ale punctelor total câștigătoare, ne pot face o imagine clară a stilului de joc al echipei respective, echipă axată predominant pe atac (preluare-blocaj-atac), caracteristică echipelor cu talie de înălțime mare sau pe apărare (serviciu - preluare - atac), specific echipelor cu medie de talie mai mică (Simonek, 2006; (1)).

Utilizarea strategiilor cognitive pe timpul pregătirii acțiunii de serviciu situate în limita celor 8 secunde regulamentare ar putea mări capacitatea de procesare a informațiilor din mediul de joc, ceea ce în final ar asigura o mai bună intervenție (Leveque, 2010).

## Concluzii

1. Rezultatele obținute nu au fost atât de spectaculoase în scorurile realizate la nivelul 0 și 1 (după sistemul propus de noi pentru evaluare), prin scăderea numărului de greșeli directe și prin creșterea celor de nivel 2 și 3.

Ar fi interesant de urmărit efectul produs de aplicarea acestei metode atenționale la un nivel de clasificare superioară la care nu numai numărul de ore afectat pregătirii este diferit față de divizia A2, dar și calitatea de exprimare tehnică este alta.

2. Acest gen de intervenție urmărește ameliorarea nivelului de concentrare atențională, dar și a dezvoltării percepțiilor specializate necesare acțiunii de joc a serviciului. Prin urmare, prin repetare și întărire pozitivă de imagine mentală execuția sportivului s-ar dirija în direcția dorită a momentului de joc, asigurând astfel acel „plus” necesar de anticipare cerut de echipa aflată în apărare.

## Conflicte de interes

Nimic de declarat.

## Precizări

Lucrarea se bazează pe teza de doctorat a autorului.

## Bibliografie

- Altherton C, Burrows S, Young S. Physical Education. Ed. Philip Allan Updates, Deddington, Oxfordshire, 2008.
- Anastasi A. Volley-ball Final Report. 22<sup>nd</sup> Edition, World League, Palermo, 2011.
- Bâc O. Volleyball. Ed. Universității Oradea, 2003
- Bâc O. Modele și modelare în volleyball. Ed. Universității din Oradea, 2004.
- Bortoli G. Manuel de Volley-Ball, de L'initiation au perfectionnement. Ed. Amphora, Paris, 2007.
- Cojocaru A, Ioniță M. Volei, aprofundare. Ed. Fundația România de Mâine, București 2008.
- Cox RH. Psychologie du sport. Ed. De Boeck, Bruxelles, 2005.
- Croitoru D. Volei în școală. Ed. SemnE, București. 2002.
- Jarvis M. Sport Psychology. Ed. Routledge, Taylor & Francis Group, Great Britain, East Sussex, 2010.
- Leveque M. Au coeur de la compétition sportive. Approches psychologique et sociale. Ed. MARDAGA, Belgique, 2010.
- Monge B. Handbook, Australian Volleyball Masters. Easter Tournament, Canberra, 2001.
- Moran AP. The psychology of concentration in sport performers: A cognitive analysis. Hove, UK: Psychology Press, 2006.
- Roșca E. Contribuții privind metodologia dezvoltării atenției la jucătoarele de volei de performanță. Teza de doctorat, UNEFS, București, 2010.
- Simonek J. Model of development of coordination abilities in the long-term sports preparation in volleyball. Ed. Universității Oradea, 2006.
- Tüdös Ș. Generare și regenerare psihică. Principii, legități, soluții. Ed. SPER, București, 2003.

## Website-uri vizitate

- (1) Asta A. Schema riassuntivo sulla Battuta, <http://www.andrea-asta.com/volleyworld/2007/09/13/schema-riassuntivo-sulla-battuta/#more-12>, vizitat la data de 14.03.2011

## **Aspecte originale referitoare la relația vârstă motrică - vârstă cronologică la elevii din ciclul primar**

### **Original aspects regarding the relationship between motor proficiency age and chronological age in primary school students**

**Bogdan Gozu<sup>1</sup>, Paul-Alin Hancăș<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Universitatea din București, Facultatea de Psihologie și Științele Educației, Departamentul de Educație Fizică și Sport*

<sup>2</sup>*Clubul Sportiv Școlar Blaj*

#### **Rezumat**

*Premize.* Articolul vizează cunoașterea aprofundată, dublată de o înțelegere clară a principalilor factori specifici fenomenului psihomotor (în cazul de față componentele de forță și echilibru), precum și a relațiilor ce se stabilesc între aceștia în raport cu vârsta cronologică a subiecților.

*Obiective.* În cadrul experimentului ne-am propus o analiză a relației existente între vârsta motrică și vârsta cronologică a elevilor din ciclul primar de studii, prin intermediul informațiilor obținute în urma aplicării, în premieră în România, a bateriei de teste Bruininks-Oseretsky, Ediția a doua (BOT-2).

*Metode.* În vederea derulării cercetării au fost selecționați un număr de 40 de subiecți (20 de băieți și 20 de fete), elevi ai claselor I-IV, care provin din mediul urban și rural. Evaluarea elevilor s-a desfășurat în perioada 20 martie 2010-4 iunie 2010 și a constat în aplicarea a 14 itemi specifici subtestelor de forță și echilibru din cadrul bateriei de teste Bruininks-Oseretsky. Produsele informatice și instrumentele specifice utilizate la nivelul analizei statistice a rezultatelor obținute, au fost reprezentate de BOT-2 ASSIST™, Scoring and Reporting System (soft specific al bateriei de teste Bruininks-Oseretsky), MINITAB versiunea 15.1 al companiei MINITAB Inc. și aplicația MICROSOFT EXCEL, versiunea 2003.

*Rezultate.* La nivelul componentei de echilibru, vârsta motrică medie (11 ani și 5 luni) este mai mare cu 2 ani și 2 luni decât vârsta cronologică medie a subiecților testați (9 ani și 3 luni), verificarea ipotezei statistice efectuată cu testul t dependent evidențiind o diferență între medii semnificativă statistic ( $p=0.005$ ). Raportat la subtestul de forță, vârsta motrică medie (9 ani și 10 luni) este mai mare cu 7 luni decât cea cronologică (9 ani și 3 luni), în acest caz verificarea ipotezei statistice prin intermediul aceluiși test consemnând o diferență între medii nesemnificativă statistic ( $p=0.178$ ).

*Concluzii.* Analiza specifică a rezultatelor obținute de subiecți în urma evaluării, confirmă ipoteza cercetării la nivelul subtestului de echilibru și se acceptă ipoteza de nul pentru caracteristica forță. Utilizarea, în premieră în România, a bateriei de teste Bruininks-Oseretsky, în cadrul unei cercetări experimentale, reprezintă o oportunitate majoră de obținere a unor date valoroase referitoare la o serie de caracteristici psihomotrice ale elevilor din ciclul primar.

**Cuvinte cheie:** vârstă motrică, vârstă cronologică, evaluare, ciclul primar, forță, echilibru.

#### **Abstract**

*Background.* Knowledge doubled by a clear understanding of the main factors involved in the psychomotor phenomenon (in this case strength and balance), as well as of the relationships established between those factors in relation to the subjects' chronological age.

*Aims.* Our experiment envisages an analysis of the relationship between motor proficiency age and chronological age of primary school students, based on the information provided by the Bruininks-Oseretsky Test - Second Edition (BOT-2) applied for the first time in Romania.

*Methods.* Forty subjects were selected to participate in this research experiment (20 boys and 20 girls), 1<sup>st</sup> up to 4<sup>th</sup> grade students, coming from urban and rural environments alike. The subjects' evaluation took place from March 20, 2010 until June 4, 2010 and consisted of 14 items of strength and balance subtests provided by the Bruininks-Oseretsky Test. In terms of computer software and specific tools for statistical analysis of the obtained data, the following instruments were used: BOT-2 ASSIST™, Scoring and Reporting System (integrated software of the Bruininks-Oseretsky Test), MINITAB 15.1 of MINITAB Inc. and MICROSOFT EXCEL 2003.

*Results.* The tests revealed that with regard to balance, medium motor proficiency age (11 years and 5 months) was higher by 2 years and 2 months than the medium chronological age of the tested subjects (9 years and 3 months), the check of the statistical hypothesis performed by dependent t-test revealed a statistically significant difference of means ( $p=0,005$  is smaller than 0,05). Regarding the strength subtest, the medium motor proficiency age (9 years and 10 months) is higher by 7 months

---

*Primit la redacție:* 12 aprilie 2012; *Acceptat spre publicare:* 15 mai 2012

*Adresa:* Universitatea din București, Facultatea de Psihologie și Științele Educației, B-dul M. Kogălniceanu nr. 36-46, sector 5, București  
*E-mail:* bogdan.gozu@yahoo.com

than the chronological age (9 years and 3 months), and in this case the check of the statistical hypothesis performed through the same test, revealed a statistically insignificant difference of means ( $p=0,178$  is higher than  $0,05$ ).

*Conclusions.* The analysis of the results obtained on the tested subjects allows us to confirm the research hypothesis regarding the balance subtest and to accept the null hypothesis for the strength factor. We can conclude as well that the use of the Bruininks-Oseretsky Test sed for the first time in Romania, within an experimental research, represents, besides an original approach, a major opportunity for obtaining valuable data regarding several psychomotor characteristics of primary school students.

**Keywords:** motor proficiency age, chronological age, evaluation, primary school, strength, balance.

## Introducere

Psihomotricitatea oferă copilului atât reperatele, cât și cadrul propice formării și perfecționării unui sistem de deprinderi, prin intermediul căruia acesta poate acționa în mod eficient și se poate adapta în condiții optime, la solicitările impuse de mediul în care își desfășoară activitatea. Acest fapt necesită din partea celor implicați direct și indirect în procesul instructiv-educativ, înțelegerea mecanismelor interne ce stau la baza fenomenului psihomotor și identificarea principalelor modalități de evaluare a diferitelor sale componente, într-un anumit moment, în scopul evidențierii eventualelor abateri de la parcursul ontogenetic normal al copilului (Gozu, 2011).

O abordare corectă și specifică a tuturor componentelor psihomotrice, care să țină cont atât de vârstă, cât și de obiectivele de instruire stabilite, se va reflecta la nivelul comportamentului copilului prin dobândirea unor achiziții esențiale, care vor constitui premisele trecerii către stadiul superior de dezvoltare și achiziționării unor comportamente noi (Gozu, 2011). Pentru îndeplinirea acestui deziderat persoanele implicate, pe diferite paliere, în educația copilului trebuie să cunoască foarte bine nivelul său de dezvoltare psihomotrică. În acest sens, o evaluare centrată pe aceste aspecte, prin folosirea unor instrumente specifice cât mai valide și mai obiective, constituie o condiție imperios necesară (Gozu, 2011).

Utilizarea pe scară largă a bateriei de teste Bruininks-Oseretsky în scopul evaluării diferitelor componente psihomotorii sau a întregii capacități psihomotrice a condus la poziționarea acesteia ca unul dintre cele mai importante și mai valide instrumente de evaluare (Bruininks, 1978; Bruininks & Bruininks, 2005b).

O serie de studii derulate, în mare parte, în domeniul medical au folosit această baterie de teste ca un criteriu de validare a altor instrumente de măsurare a abilităților motrice (Flegel & Kolobe, 2002; Tan et al., 2001), în scopul explorării și identificării naturii și gradului deficiențelor la nivelul priceperilor motrice la persoanele cu diferite tipuri de tulburări motorii, din sfera coordonării (Bruininks et al., 1989; Faught et al., 2002; Smits-Engelsman et al., 2001) sau de altă natură (Connolly & Michael, 1986; Venetsanou et al., 2007), precum și în cadrul terapiei ocupaționale (Wilson et al., 1995; Chuy et al., 2007; Malloy-Miller, 1995; MacCobb et al., 2005).

## Obiective

Cercetarea întreprinsă își propune prin conținut și mod de abordare, să scoată în evidență o serie de informații menite să faciliteze înțelegerea optimă a dinamicii factorilor motrici și psihomotrici în raport cu vârsta cronologică a subiecților.

În cadrul cercetării ne propunem promovarea bateriei de teste Bruininks-Oseretsky (utilizată în premieră în România), ca un instrument valid și obiectiv de evaluare a fenomenului psihomotor. Prin intermediul acesteia, evaluatorul beneficiază de informații esențiale cu privire la dezvoltarea psihomotrică normală a copilului, atât la nivelul diferitelor componente, cât și la nivelul capacității psihomotrice generale, testul constituind astfel un reper major în cadrul proceselor de evaluare, de selecție și de diagnosticare a diferitelor abateri de la parcursul normal al dezvoltării.

## Ipoteză

În urma evaluării subiecților prin intermediul bateriei de teste Bruininks-Oseretsky, se va evidenția existența unor diferențe semnificative statistic între media aritmetică a vârstei cronologice și cea a vârstei motrice, la nivelul componentelor de forță și echilibru.

## Material și metode

### Etapele cercetării

Experimentul psiho-pedagogic de tip constatativ s-a desfășurat în perioada martie 2010 - iunie 2010, conform următoarelor etape specifice:

- 20 martie 2010 - 21 mai 2010: evaluarea subiecților din mediul urban;
- 28 martie 2010 - 1 aprilie 2010: prima etapă a evaluării subiecților din mediul rural;
- 2 iunie 2010 - 4 iunie 2010: a doua etapă a evaluării subiecților din mediul rural.

Evaluarea propriu-zisă a elevilor s-a desfășurat în următoarele locații:

- Mediul urban: Sala de sport a Școlii Generale numărul 113 - „David Praporgescu” și Sala de sport „Panduri” a Departamentului de Educație Fizică și Sport, din cadrul Universității din București;
- Mediul rural: Sala de sport a Clubului Sportiv Școlar Blaj.

### Subiecții

În vederea cercetării au fost selecționați 40 de subiecți (20 de băieți și 20 de fete), elevi ai claselor I-IV, ce provin din mediul urban și rural. La nivelul mediului urban, din cei 20 de subiecți selecționați, 15 sunt elevi ai Școlii 113 - „David Praporgescu”, în timp ce restul de 5 sunt înmatriculați în cadrul Școlii 162. Eșantionul de subiecți din mediul rural este constituit din 20 elevi ai Școlii „Simion Bărnuțiu”, din localitatea Tiur, județul Alba.

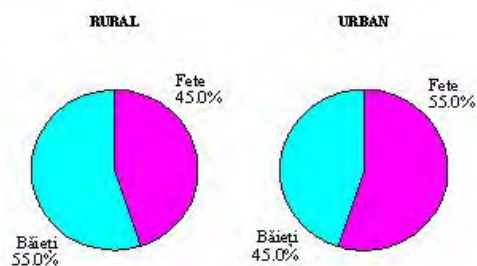


Fig. 1 – Caracterizarea lotului de elevi (fete – băieți).

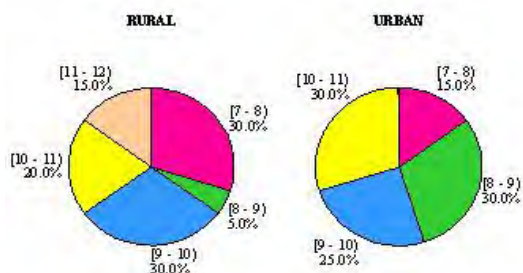


Fig. 2 – Caracterizarea lotului de elevi (vârsta cronologică).

#### Probele de control

În vederea derulării experimentului de cercetare am utilizat, în premieră în România, varianta îmbunătățită a bateriei de teste Bruininks-Oseretsky (BOT-2).

*Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency, Second Edition (BOT-2)* este o baterie de teste care se administrează individual, având la bază o serie de obiective foarte bine precizate și direcționate în vederea evaluării unei game largi de deprinderi motrice, la subiecți cu vârste cuprinse între 4 și 21 de ani. Această baterie a fost concepută să se adreseze, printre alții, kinezoterapeuților, psihologilor, profesorilor de educație fizică, antrenorilor, oferindu-le acestora un instrument eficient și credibil de măsurare a deprinderilor motrice fine și grosiere (Bruininks & Bruininks BD, 2005a). BOT-2 evaluează abilitățile din patru zone motorii diferite:

- *Coordonarea manuală fină/Controlul manual fin: subtestul 1 – precizia motorie fină; subtestul 2 – integrarea motorie fină.*

- *Coordonarea manuală: subtestul 3 – dexteritatea manuală; subtestul 7 – coordonarea membrilor superioare.*

- *Coordonarea corpului (generală): subtestul 4 – coordonarea bilaterală; subtestul 5 – echilibru.*

- *Forță și agilitate: subtestul 6 – viteză de alergare și agilitate; subtestul 8 – forță.*

*Coordonarea manuală fină* evaluează deprinderile motrice implicate în activități de scris și desenat care necesită un nivel relativ ridicat de precizie.

*Coordonarea manuală* evaluează deprinderile motrice implicate în manipularea obiectelor, cu accent asupra vitezei, dexterității și coordonării brațelor și mâinilor.

*Coordonarea corpului* se referă la deprinderile motrice implicate în echilibru și în coordonarea membrilor superioare și inferioare.

*Componenta de forță și agilitate* evaluează forța grupelor musculare mari, viteza și deprinderile motrice

implicate în menținerea poziției corecte a corpului în timpul mersului și alergării. Aceste patru componente cuprind fiecare două din cele opt subteste ale întregii baterii, o a cincea componentă înglobând toate celelalte subteste.

Pentru cercetarea de față, din cadrul celor opt subteste specifice zonelor motorii descrise mai sus, s-a optat pentru subtestele echilibru (5) și forță (8).

#### Subtestul 5: Echilibru

Acest subtest evaluează deprinderi motrice implicate în menținerea posturii în repaus, în mișcare sau în timpul executării altor activități comune. Sarcinile acestui subtest se adresează celor trei zone ce afectează echilibru: stabilitatea trunchiului, echilibru static și dinamic și folosirea indiciilor vizuale. Itemii ce se referă la stabilitatea trunchiului includ probe ca stând pe două picioare, stând pe un picior sau stând pe bârna de echilibru. Echilibru static și dinamic se măsoară cu ajutorul a șapte itemi (pentru echilibru static) și doi itemi ce solicită din partea subiectului ca acesta să parcurgă o distanță pe o linie trasată pe sol. Trei dintre sarcini se realizează cu ochii închiși, situație ce scoate în evidență amplitudinea dependenței subiectului de informațiile vizuale în menținerea echilibrului.

#### Conținutul subtestului 5

Itemul 1: Stând cu picioarele depărtate de-a lungul unei linii trasate pe sol, ochii deschiși;

Itemul 2: Pășind de-a lungul unei linii trasate pe sol, ochii închiși;

Itemul 3: Stând pe piciorul preferat pe sol, ochii deschiși;

Itemul 4: Stând cu picioarele depărtate de-a lungul unei linii trasate pe sol, ochii închiși;

Itemul 5: Mergând călcâi la vârf de-a lungul unei linii trasate pe sol;

Itemul 6: Stând pe piciorul preferat pe sol, ochii deschiși;

Itemul 7: Stând pe piciorul preferat, pe bârna de echilibru, ochii deschiși;

Itemul 8: Stând călcâi la vârf pe bârna de echilibru;

Itemul 9: Stând pe piciorul preferat, pe bârna de echilibru, ochii închiși.

#### Subtestul 8: Forță

Activitățile din cadrul acestui subtest măsoară forța trunchiului și a trenului superior și inferior. Subtestul de față deține un rol esențial în procesul evaluării deprinderilor motrice, deoarece forța este o componentă importantă a performanței motrice grosiere implicată în activitățile cotidiene.

#### Conținutul subtestului 8

Itemul 1: Săritura în lungime de pe loc;

Itemul 2: Flotări complete/flotări de pe genunchi;

Itemul 3: Ridicări ale trunchiului din culcat dorsal, genunchii îndoiți;

Itemul 4: Stând cu spatele la perete, genunchii îndoiți la un unghi de 90°;

Itemul 5: Din culcat facial, brațele și picioarele întinse, ridicarea simultană a capului, pieptului, brațelor și picioarelor și menținerea acestei poziții.

*Prelucrarea statistică a rezultatelor*

Prelucrarea statistică a rezultatelor cercetării s-a realizat prin intermediul următoarelor produse informatice:

a) *BOT-2 ASSIST™, Scoring and Reporting System*: soft specific al bateriei de teste Bruininks-Oseretsky, Ediția a doua;

b) *MINITAB versiunea 15.1 al companiei MINITAB Inc*, produs informatic destinat prelucrării datelor statistice ce caracterizează entitățile principale ale unui fenomen supus analizei statistice, în vederea cunoașterii acestuia.

În analiza noastră au fost utilizate următoarele instrumente oferite de acest produs informatic:

- Indicatori statistici ai tendinței centrale (media aritmetică, mediana, modul);

- Indicatori statistici ai împrăștierii datelor (abaterea standard, dispersia, valoarea maximă și minimă, amplitudinea, coeficientul de variație);

- Reprezentarea grafică a parametrilor măsurați/înregistrați sub formă de histogramme de frecvențe, pe care s-a evidențiat curba lui Gauss pentru a caracteriza distribuția datelor;

- Testul t - bilateral pentru testarea ipotezelor statistice referitoare la existența sau nu a diferențelor statistice între media aritmetică a vârstei cronologice și a celei motrice pentru parametrii măsurați.

c) *Produsul informatic EXCEL versiunea 2003, al companiei Microsoft*, utilizat pentru:

- Calculul indicelui Cohen de mărime a efectului și valoarea procentuală a diferenței dintre mediile rezultatelor obținute de elevi la cele două testări pentru parametrii analizați.

- Calcule adiacente necesare (sume, diferența mediilor, calcul de procente, ordonări ale datelor, filtrări).

- Interpretarea statistică a rezultatelor obținute de elevi la testele considerate, pentru fiecare parametru analizat.

**Rezultate**

Rezultatele sunt redată în tabelul I și Figurile 3-8.

**Tabelul I**

Rezultatele obținute de către elevi în cadrul subtestelor de forță și echilibru.

Indicatori statistici	ECHILIBRU		FORȚĂ	
	Vârsta cronologică	Vârsta motrică	Vârsta cronologică	Vârsta motrică
Media aritmetică	9.22	11.45	9.22	9.81
Mediana	9.42	9.58	9.42	9.08
Abaterea standard	1.21	5.06	1.21	2.90
Valoarea maximă	11.42	19.00	11.42	19.00
Valoarea minimă	7.08	5.08	7.08	6.33
Amplitudinea	4.33	13.92	4.33	12.67
Coeficient variație (%)	13.1%	44.2%	13.1%	29.6%
Diferența mediilor		2.223		0.592
Mărime efect (Cohen)		0.47		0.22
<b>Testul t Dependent</b>				
t critic	2.02		2.02	
Grade de libertate între grupuri -df	39		39	
<b>Testul t (Student)</b>				
t calculat	2.98		1.37	
p	0.005		0.178	

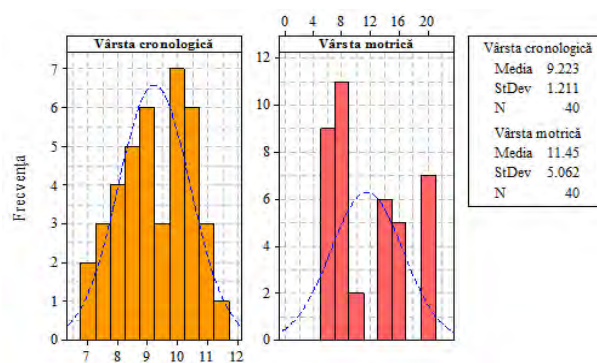
**Discuții**

În urma prelucrării statistice a datelor rezultate în urma testării, se pot evidenția următoarele aspecte specifice celor

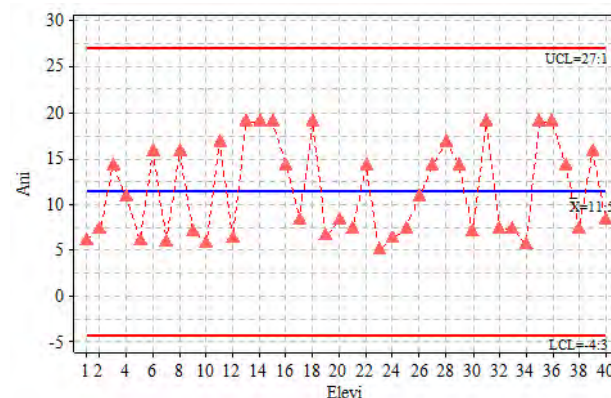
două componente abordate (echilibru și forță):

*Vârsta motrică* medie pentru caracteristica *echilibru* este de 11 ani și 5 luni. *Vârsta cronologică* medie de 9 ani și 3 luni este mai mică decât *vârsta motrică* medie cu 2 ani și 2 luni.

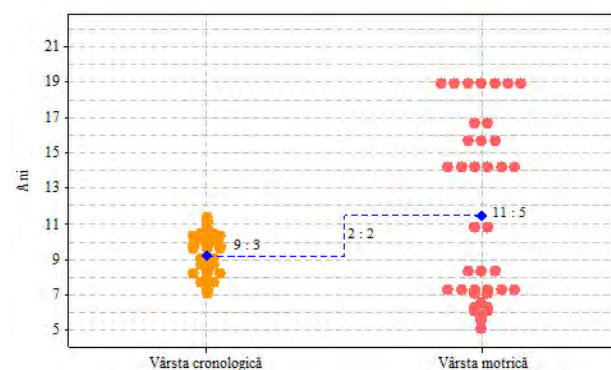
Abaterea standard și coeficientul de variație caracterizează lotul în raport cu *vârsta motrică* ca având o structură neomogenă. Indicele lui Cohen de mărime a efectului indică faptul că diferențele între cele două vârste sunt mici spre medii. *Vârsta motrică* medie este mai mare decât cea *cronologică*.



**Fig. 3** – Echilibru - Reprezentarea valorilor parametrilor vârstă motrică - vârstă cronologică sub forma histogramelor de frecvență.



**Fig. 4** – Echilibru - Distribuția individuală a valorilor .



**Fig. 5** – Echilibru - Diferența mediilor celor două vârste

*Vârsta motrică* medie pentru caracteristica *forță* este de 9 ani și 10 luni. *Vârsta cronologică* medie de 9 ani și 3 luni este mai mică decât *vârsta motrică* medie cu 7 luni. Abaterea standard și coeficientul de variație caracterizează lotul în raport cu *vârsta motrică* ca având o structură

neomogenă. Indicele lui Cohen de mărime a efectului indică faptul că diferențele între cele două vârste sunt mici spre medii. *Vârsta motrică* medie este mai mare decât cea *cronologică*.

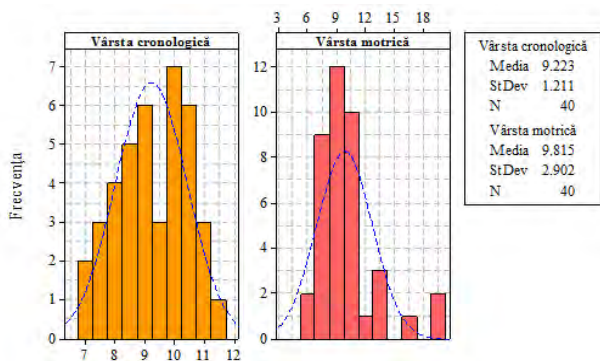


Fig. 6 – Forță - Distribuția valorilor parametrilor vârstă motrică - vârstă cronologică sub forma histogramelor de frecvență.

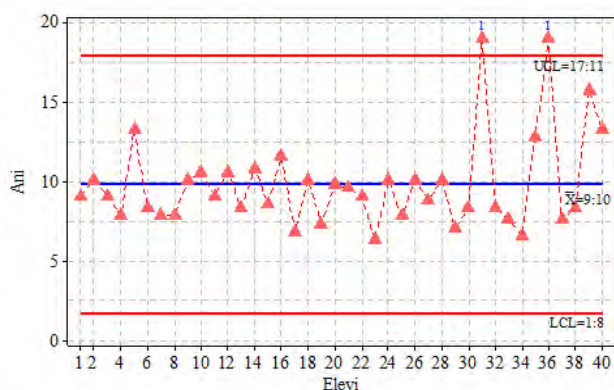


Fig. 7 – Forță - Distribuția individuală a valorilor.

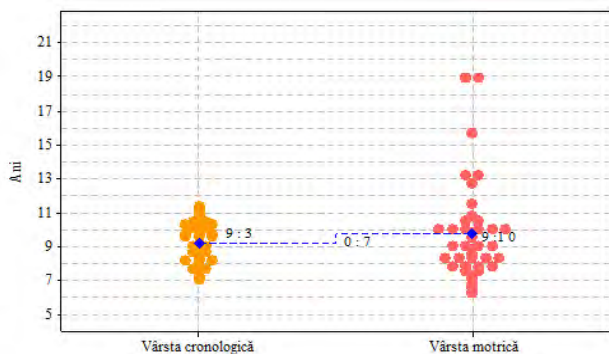


Fig. 8 – Forță - Diferența mediilor celor două vârste.

## Concluzii

În urma testărilor realizate la nivelul întregului lot de elevi, în scopul verificării existenței unor diferențe statistice între media aritmetică a vârstei cronologice și cea a vârstei motrice, vizând parametrii forță și echilibru, se constată următoarele patru aspecte principale:

1. La nivelul caracteristicii *echilibru*, verificarea ipotezei statistice efectuată cu testul t dependent evidențiază o diferență între medii semnificativă statistic,  $P=0.005$  fiind mai mic decât 0,05. Se respinge ipoteza de nul și se acceptă ipoteza alternativă.

2. La nivelul caracteristicii *forță*, verificarea ipotezei

statistice efectuată cu testul t dependent, evidențiază o diferență între medii nesemnificativă statistic,  $p=0.178$  fiind mai mare decât 0,05. Se acceptă ipoteza de nul și se respinge ipoteza alternativă.

3. Rezultat al raportului specific între factorul psihic și cel motric, psihomotricitatea reprezintă o componentă psihocomportamentală de bază, cu influențe deosebite în cadrul dezvoltării ontogenetice a individului. De o importanță majoră pentru domeniul educației fizice și nu numai, psihomotricitatea oferă copilului, printr-o abordare sistematică și corectă a componentelor sale particulare, cadrul favorabil adaptării eficiente a acestuia la exigențele mediului școlar și social.

4. Utilizarea, în premieră în România, a bateriei de teste Bruininks-Oseretsky, Ediția a doua, în cadrul unei cercetări experimentale, reprezintă, în afara unui demers original, și o oportunitate majoră de obținere a unor date valoroase referitoare la o serie de caracteristici psihomotrice ale elevilor din ciclul primar. Aceste informații, analizate, interpretate și prezentate sub forma unor rapoarte scrise, emise prin intermediul soft-ului specific bateriei de teste, se pot dovedi de o mare însemnătate pentru profesorul de educație fizică și pentru celelalte persoane implicate, în mod direct sau indirect, la nivelul procesului instructiv-educativ, constituind părți componente indispensabile oricărei strategii educaționale bazate pe competență și profesionalism.

## Conflicte de interese

Nu există conflicte de interese.

## Precizări

Lucrarea valorifică parțial rezultate din teza de doctorat a primului autor.

## Bibliografie

- Bruininks R. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency. American Guidance Service, Minnesota, 1978
- Bruininks RH, Bruininks BD. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency. Second Edition, Administration Easel, NCS Pearson, Inc., Minneapolis, 2005a
- Bruininks RH, Bruininks, BD. Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency. Second Edition, Manual, NCS Pearson, Inc., Minneapolis, 2005b
- Bruininks RH, Steffens K, Spiegel A, Werder JK. The Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency: Development, Research, and Intervention Strategies. H. Van Copenolle & J. Simons (Eds.), Better by moving: Proceedings of the 2nd International Symposium Psychomotor Therapy and Adapted Physical Activity. Lueven, Belgium, 1989
- Chuy MY, Agnes MY, Fong KH, Lin SY, Miranda WF. Differences in the Fine Motor Performance of Children in Hong Kong and the United States on the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency. Hong Kong J Occup Ther, 2007; 17 (1): 1-9
- Connolly BH, Michael BT. Performance of Retarded Children, with or without Down Syndrome, on the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency. Phys Ther, 1986; 66 (3):344-348
- Faught BE, Hay JA, Flouris A, Cairney J, Hawes R. Diagnosing Developmental Coordination Disorder Using the CSAPPA Scale. Can J Appl Physiol, 2002; 27 (Suppl.): S17

- Flegel J, Kolobe TH. A. Predictive Validity of the Test of Infant Motor Performance as Measured by the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency at School Age. *Phys Ther*, 2002; 82 (8):762-771,
- Gozu B. Dinamica factorilor motrici și psihomotrici la elevii din ciclul primar. Teză de doctorat, Universitatea de Educație Fizică și Sport, București, 2011
- MacCobb S, Greene S, Nugent K, O'Mahony P. Measurement and Prediction of Motor Proficiency in Children Using Bayley Infant Scales and the Bruininks-Oseretsky Test. *Phys Occup Ther Pediatr*, 2005; 25 (1-2):59-79
- Malloy-Miller T. Clinical Interpretation of „Use of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency in Occupational Therapy”. *Amer J Occup Ther*, 1995; 49 (1):18
- Smits-Engelsman BCM, Niemeijer AS, Van Galen GP. Fine Motor Deficiencies in Children Diagnosed as DCD Based on Poor Grapho-Motor Ability. *Hum Mov Sci*, 2001; 20(1-2):161-182
- Tan SK, Parker HE, Larkin D. Concurrent Validity of Motor Tests Used to Identify Children with Motor Impairment. *Adapt Phys Activ*, 2001;(18):168-182
- Venetsanou F, Kambas A, Aggeloussis N, Serbezis V, Taxildaris K. Use of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency for Identifying Children with Motor Impairment. *Develop Med Child Neurol*. 2007; 49(11):846-848
- Wilson BN, Polatajko HG, Kaplan BJ, Faris P. Use of the Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency in Occupational Therapy. *Amer J Occup Ther*, 1995; 49(1):8-17

## **Antrenamentul în zona de toleranță la lactat în jocul de fotbal îmbunătățește performanța**

### **Lactate tolerance training in football increases performance**

**Paul-Alin Hancăș<sup>1</sup>, Bogdan Gozu<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Clubul Sportiv Școlar Blaj*

<sup>2</sup>*Universitatea din București, Facultatea de Psihologie și Științele Educației, Departamentul de Educație Fizică și Sport*

#### **Rezumat**

*Premize.* Jocul de fotbal este un sport mixt din punctul de vedere al participării sistemelor energetice la susținerea efortului. Lactacidemia medie specifică jocului de fotbal este cuprinsă între valorile de 8-12 mmol/l. O valoare a concentrației lactatului sangvin mai mare de 6 mmol/l, influențează capacitatea de efort.

*Obiective.* Cercetarea de față dorește să aducă argumente în favoarea antrenamentului în zona de toleranță la lactat, având ca rezultat creșterea capacității anaerobe de efort.

*Metode.* Experimentul a avut o durată de 8 săptămâni, cu un număr de 22 de subiecți, jucători de fotbal juniori, în vârstă de 17-18 ani. Subiecții au fost împărțiți în două loturi, de experimental și de control, fiecare cu 11 jucători. Subiecții ambelor loturi au fost supuși unui test inițial și unui test final de efort, structurat astfel încât să se apropie de un efort specific jocului de fotbal, adică un efort de intensitate mare alternat cu pauze active de refacere. Experimentul s-a desfășurat pe parcursul a 8 cicluri săptămânale, din care primul și ultimul erau destinate evaluării inițiale, respectiv finale, ciclurile 2-7 fiind afectate pregătirii (5 antrenamente + 1 joc). Antrenamentul subiecților celor două loturi s-a desfășurat simultan, fiind identic, cu excepția zilei de marți când subiecții lotului experimental au fost supuși unui set de mijloace (eforturi) cu caracter anaerob lactic de aproximativ 30-40 minute.

*Rezultate.* Analiza și interpretarea rezultatelor a evidențiat o creștere semnificativă a performanței la subiecții lotului experimental, cărora li s-a aplicat setul de mijloace (eforturi) anaerob lactacide, pe fondul unei lactacidemii care nu prezintă diferențe semnificative între subiecții celor două loturi.

*Concluzii.* Antrenamentul în zona de toleranță la lactat a îmbunătățit performanța, implicând capacitatea de a tolera nivelul crescut al lactatului sangvin. Un jucător care tolerează concentrațiile crescute ale lactatului sangvin, realizează performanțe mai bune.

**Cuvinte cheie:** lactat sangvin, zona de toleranță la lactat, capacitate de efort, fotbal.

#### **Abstract**

*Background.* The football game is a mixed sport in terms of the energy systems' contribution to supporting exercise. Medium lactacidemia specific to football game varies between 8 and 12 mmol/l. A value of the blood lactate concentration above 6 mmol/l influences the exercise capacity.

*Aims.* This research wishes to argue in favor of the lactate tolerance training resulting in increased anaerobic exercise capacity.

*Methods.* The experiments lasted 8 weeks and have been performed with the participation of a number of 22 junior football players between the ages of 17 and 18. The 22 subjects were divided equally into two groups, the experiment group and the control group. The subjects of both groups were examined during an initial and a final test, both structured in a way that would simulate a football game specific effort, meaning a high-intensity exercise alternated with active recovery breaks. The experiment consisted of 8 weekly cycles, the first and last being dedicated to the initial and final test respectively, meanwhile cycles 2 to 7 consisted of actual exercise (5 trainings + 1 game). The training of both groups developed simultaneously and was identical, except for Tuesday, when the subjects of the experiment group performed a 30-40 minute set of lactic-anaerobic exercises.

*Results.* The analysis and interpretation of the results revealed a spectacular increase in performance for the subjects of the experiment group, who performed lactic-anaerobic exercises, amid a lactacidemia with no significant differences between the subjects of the two groups.

*Conclusions.* Lactate tolerance training enhanced performance and the capacity to tolerate increased blood lactate levels. A player who tolerates increased blood lactate levels performs better.

**Keywords:** blood lactate, lactate tolerance training, exercise capacity, football game.

---

*Primit la redacție:* 13 martie 2012; *Acceptat spre publicare:* 18 aprilie 2012

*Adresa:* str. Parc Avram Iancu Nr. 2, 515400, Blaj, jud. Alba

*E-mail:* alinhancas@yahoo.com

## Introducere

Energia necesară susținerii unui efort fizic este eliberată prin trei sisteme energetice, respectiv anaerob alactacid (ATP-CP), anaerob lactacid (glicoliză) și aerob (sistem oxidativ) în funcție de intensitatea și durata efortului (Mano, 1994; Rochongor și Monod, 2009; Wilmore și Costill, 2006). Sunt sporturi care apelează la un singur sistem energetic și alte sporturi al căror efort fizic este susținut prin participarea a două sau trei sisteme energetice.

Din punct de vedere energetic, jocul de fotbal se prezintă ca un sport mixt (Cojocaru, 2006), aerob-anaerob, toate sistemele energetice fiind implicate în susținerea efortului specific (Tabelul I).

**Tabelul I**  
Sistemele energetice implicate în susținerea efortului în jocul de fotbal (Rădulescu, 2007).

Sistem energetic	ATP /CP	AL	O <sub>2</sub>
Participare	15%	15%	70%

Mai mult, cercetările s-au extins asupra sistemelor energetice raportate la postul/ poziția jucătorului de fotbal, știindu-se faptul că lungimea segmentelor de efort și volumul total al deplasării în cursul unui joc de fotbal, variază de la un post la altul (Tabelul II).

**Tabelul II**  
Procentul de participare a sistemelor energetice la susținerea efortului în jocul de fotbal raportat la poziția din teren (Hancăș, 2011c).

Postul în teren	ATP/CP	AL	O <sub>2</sub>
Portar	100%		
Fundaș lateral	20%	20%	60%
Fundaș central	30%	20%	50%
Mijlocăș	10%	20%	70%
Atacant	30%	10%	60%

Fiind un sport care apelează la cele trei sisteme de producere a energiei, respectiv anaerob alactacid, anaerob lactacid și aerob (Drăgan, 2002), antrenamentul jocului de fotbal, la rândul său, trebuie astfel dirijat încât să le pregătească pe toate trei, respectiv pregătirea să fie dirijată în toate zonele de efort fizic, să se evite oboseala și să asigure supracompensarea lor (Tabelul III) (Mate-Teodorescu, 2001). Trebuie să precizăm că aceste procente de participare a sistemelor energetice sunt orientative, raporturile putându-se modifica în funcție de modul de angajare la efort a jucătorilor sau în funcție de ritmul desfășurării acțiunilor de atac și apărare.

Deși cercetările fiziologice demonstrează participarea celor trei sisteme energetice la susținerea efortului în jocul de fotbal, mulți antrenori preferă să evite în antrenament efortul în zona anaerob lactacidă, motivând că acumulările

în această zonă de efort pot fi realizate prin efortul specific (Tocitu, 2007). Este un punct de vedere, dar este necesar de subliniat faptul că antrenamentul specific nu produce cantități la fel de mari de lactat, cum este cazul efortului în zona de toleranță la lactat, ale cărei valori se situează la concentrații de peste 12 mmol/l (Pradet, 2000; Hargreaves și Spriet, 2006), fiind zona de efort cu concentrația cea mai mare de lactat sangvin, comparativ cu celelalte (Tabelul III).

Intensitatea efortului în zona anaerob lactacidă (toleranță la lactat) este foarte mare, aproximativ 2-3 x Puterea Maximă Aerobă (Cordun, 2009), iar durata efortului între 15-120 secunde, cu maxim de eficiență între secundele 45 și 60. Deci putem afirma că glicoliza permite ca organismul să se adapteze unor situații care implică o creștere mare într-un timp cât mai scurt al consumului energetic, datorită vitezei de resinteză a ATP prin glicogenoliză, care este mai rapidă decât fosforilarea oxidativă (sistem aerob), putând fi activată în câteva secunde (Brooks ș.c., 1996; Spriet ș.c., 2000). Lacour et al. (1990) au demonstrat existența unei puternice relații între lactacidemie și performanță în cursa de 400 m, cu cât lactacidemia este mai mare cu atât numărul de molecule de ATP sintetizate este mai mare și implicit efortul fizic efectuat mai intens.

Lactacidemia în jocul de fotbal prezintă valori medii de 8-12 mmol/l (Rădulescu, 2007), dar în timpul jocului, dinamica fazelor de atac și apărare pot obliga pe fotbalist să efectueze eforturi maxime pe o durată mai mare de 30 secunde, ceea ce implică concentrații foarte mari de lactat, situate peste media jocului.

Plecând de la premiza, dovedită științific, că subiectul care tolerează mai bine acidifierea celulei musculare performează mai bine (Bompa și Carrera, 2006), iar concentrațiile mai mari de 6 mmol/l influențează capacitatea de efort, este normal să ridicăm un semn de întrebare la acest mod de abordare a pregătirii jucătorului de fotbal, respectiv fără efort în zona de toleranță la lactat. Pregătind sportivul să tolereze lactacidemiile ridicate, memoria metabolică a mușchiului va ajuta jucătorul de fotbal să facă față eforturilor maxime, repetate, inclusiv finalurilor de repriză și joc (Hancăș, 2011b).

## Obiective

Cercetarea experimentală dorește să aducă argumente pro în favoarea utilizării mijloacelor fizice specifice zonei de toleranță la lactat, în antrenamentul jocului de fotbal.

## Ipoteză

Antrenamentul în zona anaerob lactacidă de efort, ca urmare a nivelului ridicat al concentrației lactatului sangvin din jocul de fotbal, poate contribui la optimizarea capacității de efort în jocul de fotbal.

**Tabelul III**  
Sistemele energetice și zonele de efort (Hancăș, 2011a).

Sistem energetic	Zona	Tipul de antrenament	Intensitatea efortului	Durata unei repetări	Număr de repetări	Durata pauzei	Mmol/l de lactat
ATP - CP	1	Anaerob alactacid	maximală	2- 8 sec	6-12	2-3 min	1- 2 mmol/l
Glicoliză	2	Toleranță la lactat	200 % PMA	20-90 sec	4-10	4-6 min	12-20 mmol/l
	3	VO <sub>2</sub> max	100% PAM	4-6 min	3-5	2-3 min	6-12 mmol/l
	4	Prag anaerob	70 – 85 % PAM	3-7 min	4-8	3-5 min	3-6 mmol/l
Sistem aerob	5	Prag aerob	60 – 70 % PAM	> 10 min	1-6	2-3 min	2-3 mmol/l
	6	Compensare aerobă	< 40% PAM	> 10 min	1-4	–	2 mmol/l

## Material și metode

### Protocolul de cercetare

Pentru a avea rezultate care să ne permită formularea unor concluzii obiective, s-a încercat asigurarea unei desfășurări a experimentului în care să fie eliminate acele variabile care ar putea influența rezultatele la testarea inițială și finală.

Pentru început am stabilit protocolul de testare, format din testul de efort fizic standard la care vor fi supuși subiecții celor două grupe, mediul de testare, pregătirea subiectului, aparatura și materiale, planificarea testelor, procedura de măsurare și înregistrare a rezultatelor. În continuare voi trece în detaliu protocolul de evaluare:

a) Testul de efort fizic încearcă să se apropie de un efort specific jocului de fotbal, adică un efort de intensitate mare alternat cu pauze active de refacere și se derulează în modul următor:

- *Segmentul 1 de efort*: efort maximal 20 secunde, tip navetă, între două jaloane dispuse la distanță de 20 de metri.

- Pauză activă 40 secunde, constând în alergare ușoară, mers și exerciții de respirație.

- *Segmentul 2 de efort*: efort maximal 20 secunde, tip navetă, între două jaloane dispuse la distanță de 20 de metri.

- Pauză activă 40 secunde, constând în alergare ușoară, mers și exerciții de respirație.

- *Segmentul 3 de efort*: efort maximal 20 secunde, tip navetă, între două jaloane dispuse la distanță de 20 de metri.

b) Măsurători:

- Performanța pe segmente (S) de efort și performanță totală (PT)

- Nivelul lactatului sangvin (L). Concentrația lactatului sangvin a fost măsurată cu aparatul portabil de proveniență japoneză PRO-LACTATE, timpul necesar obținerii rezultatului fiind de aproximativ un minut de la recoltarea probei sangvine din pulpa degetului arătător de la mâna dreaptă. Nivelul lactatului sanguin a fost stabilit după aproximativ un minut de la încheierea efortului (timp necesar pregătirii subiectului)

- Frecvența cardiacă la începutul și finalul fiecărui segment de efort (FC)

- Frecvența cardiacă la finalul efortului (FC/F)

- Frecvența cardiacă post efort, minutul 3 (FC/3)

Mediul de testare:

- Locul - sala de sport

- Ora - 11,00-12,00

- Condiții climatice - temperatură 18-21°C

Suprafața pe care se desfășoară testul - sintetică

Echipamentul subiecților - tricou mânecă scurtă, șort, jambiere, pantofi sport indoor.

Pregătirea subiecților:

- Program de antrenament comun pentru toți subiecții până în momentul testării inițiale

- Testarea capacității aerobe de efort a fiecărui subiect, prin efectuarea testului VAM – EVAL, măsurând viteza maximă aerobă (VAM) a subiecților, înainte și după desfășurarea experimentului de cercetare

- Prezentarea testului de efort: demonstrație, explicație, dialog, execuții preliminare

- Familiarizarea subiecților cu aparatura, materialele și modul de utilizare a acestora

- Conștientizarea subiecților asupra a ceea ce urmează să se măsoare: lactat sangvin, performanță, frecvență cardiacă

- Activitatea în ziua testării: deșteptarea la 7,30 (8-9 ore de somn), micul dejun 8,15-8,45 (pâine, șuncă, cașcaval, miere, ceai), odihnă: 8,45-10,30, pregătirea pentru test: 10,30-11,00

Încălzire standard dirijată - 20 minute

Aparatura și materialele necesare:

- Aparatul Pro–Lactate, pentru măsurarea concentrației lactatului sangvin

- Puls-tester, necesar înregistrării frecvenței cardiace

- Cronometru, pentru măsurarea duratei segmentelor de efort și a pauzelor

- Ruletă cu ajutorul căreia se măsoară distanța segmentului de efort și a performanței obținute de subiecți

- Fluier pentru semnalul de start și de oprire

- Benzi adezive cu care se vor marca startul și oprirea

- Planificarea testelor:

Stabilirea datelor în care se va testa capacitatea aerobă (testul VAM – EVAL)

- Stabilirea datelor testării inițiale și finale pentru toți subiecții

*Subiecții*

Subiecții au fost 22 fotbaliști de 17-18 ani, cu o experiență sportivă de 7-8 ani, respectiv grupa de performanță a Clubului Sportiv Școlar Blaj. Formarea celor două eșantioane de subiecți, lotul experimental, respectiv lotul de control, s-a făcut după testarea inițială, în ideea de a avea două loturi foarte omogene (nivelul concentrației lactatului sangvin, performanță, VAM), înaintea aplicării programelor diferite de antrenament.

Antrenamentul și evaluarea celor două loturi (testarea inițială și finală) s-au desfășurat în perioada 2 martie-26 aprilie 2009, pe baza sportivă a CSS din orașul Blaj.

*Metode și mijloace de antrenament*

După testarea inițială aplicată în primul ciclu săptămânal, în ciclurile 2-7, subiecții celor două loturi s-au antrenat împreună în desfășurătorul: 5 antrenamente (luni, marți, miercuri, joi, vineri) – joc (sâmbăta) – liber (duminica).

Mijloacele de antrenament au fost identice, cu excepția zilei de marți, când grupei experiment i s-a aplicat după încălzire și prima parte a antrenamentului, un set de exerciții anaerob lactacide de aproximativ 30 de minute, folosind metoda repetărilor (Tabelul IV). Aceste exerciții au constat în eforturi maxime de 30-60 secunde, cu și fără minge, numărul de repetări/antrenament fiind de 4-6, cu pauze pasive de minimum 4 minute între repetări. În acest timp subiecții lotului de control au efectuat un efort aerob de 30 de minute, la o frecvență cardiacă de 150-160 b/min (antrenament de menținere).

*Prelucrarea statistică a datelor*

Interpretarea statistică a datelor s-a făcut cu testele Student și Anova.

**Tabelul IV**

Mijloacele anaerob lactacide aplicate subiecților grupei experiment.

Saptămâna	Obiectiv	Mijloace	Nr. repetări	Durata pauzei	Caracterul pauzei
02-08.03.2009	Evaluare	Testarea inițială	1x		
09-15.03.2009	Creșterea toleranței la lactat	Alergare cu intensitate maximală 30 de sec. sub formă de navetă, pe distanța de 20 m.	4x	4'	Pasiv
16-22.03.2009	Creșterea toleranței la lactat	Alergare cu intensitate maximală 30 de sec. sub formă de navetă, pe distanța de 20 m.	6x	4'	Pasiv
23-29.03.2009	Creșterea toleranței la lactat	Alergare cu intensitate maximală 45 de sec. sub formă de navetă, pe distanța de 20 m.	5x	4'	Pasiv
30.03-05.04.2009	Creșterea toleranței la lactat	Joc sub presiune 1 x 1, cu portari, pe teren de 12 x 8 metri, timp de 45 sec	6x	4'	Pasiv
06-12.04.2009	Creșterea toleranței la lactat	Alergare cu intensitate maximală 50 de sec. sub formă de navetă, pe distanța de 20 m.	6x	4'	Pasiv
13-19.04.2009	Creșterea toleranței la lactat	Alergare cu intensitate maximală 60 de sec. sub formă de navetă, pe distanța de 20 m.	6x	5'	Pasiv
20-16.04.2009	Evaluare	Testarea finală	1x		

**Tabelul V**

Rezultate testare inițială și finală cu interpretarea statistică (Testul Student).

Lotul	Lactat mmoli/l		S1 metri		S2 metri		S3 metri		PT metri		VAM km/h		FC/F b/min		FC/3 b/min									
	TI	TF	TI	TF	TI	TF	TI	TF	TI	TF	TI	TF	TI	TF	TI	TF								
E	13,9	15,5	0,16	97,7	98,1	0,34	89,1	93,6	0,00	85	90,5	0,00	271,8	282,2	0,00	12,5	12,6	0,17	194	189,82	0,09	132,09	125,36	0,01
C	13,8	13,5	0,69	96,8	96,3	0,34	87,2	89,1	0,10	85	85,9	0,17	269,5	271,3	0,10	12,6	12,6	0,34	189,91	192,09	0,34	137,73	130,64	0,05

**Tabelul VI**

Interpretarea statistică: lot experiment/lot control (testul Anova) testare finală.

Lotul	Lactat mmol/l	S1 metri	S2 metri	S3 metri	PT metri	VAM Km/h	FC/F b/min	FC/3 b/min
E	15,5	98,1	93,6	90,5	282,1	12,6	189,82	125,36
C	13,5	96,3	89,1	85,9	271,3	12,5	192,09	130,64
p	p=0,10	p=0,16	p=0,00	p=0,00	p=0,00	p=0,39	p=0,36	p=0,25

## Rezultate

Rezultatele obținute la testarea inițială (TI), în ciclul 1 săptămânal și cele din ciclul 8 (TF) au fost următoarele (Tabelul V și VI, inclusiv interpretarea statistică).

## Discuții

Analizând rezultatele subiecților celor două loturi la testarea inițială, observăm că nu există diferențe semnificative între medii, grupele fiind, din acest punct de vedere, relativ similare.

Folosind interpretarea matematico-statistică (testul Student, testul Anova), pentru a avea o imagine obiectivă asupra diferențelor existente între rezultatele inițiale și finale, atât în cadrul aceluiași lot, cât și între loturi, ajungem la următoarele interpretări:

- Nivelul concentrației lactatului sangvin *nu diferă semnificativ* la cele două testări în cadrul aceluiași lot și între loturi;
- Performanța după primul segment de alergare *nu diferă semnificativ* la cele două testări în cadrul aceluiași lot și între loturi;
- Performanța după al doilea segment de alergare *diferă semnificativ* la cele două testări la lotul experimental;
- Performanța după al doilea segment de alergare *nu diferă semnificativ* la cele două testări la lotul de control;
- Performanța după al doilea segment de alergare *nu diferă semnificativ* la testarea inițială între lotul experimental și lotul de control;
- Performanța după al doilea segment de alergare *diferă semnificativ* la testarea finală între lotul experimental și lotul de control;

- Performanța după al treilea segment de alergare *diferă semnificativ* la cele două testări la lotul experimental;
- Performanța după al treilea segment de alergare *nu diferă semnificativ* la cele două testări la lotul de control;
- Performanța după al treilea segment de alergare *nu diferă semnificativ* la testarea inițială între lotul experimental și lotul de control;
- Performanța după al treilea segment de alergare *diferă semnificativ* la testarea finală între lotul experimental și lotul de control;
- Performanța totală (PT) *diferă semnificativ* la cele două testări la lotul experimental;
- Performanța totală *nu diferă semnificativ* la cele două testări la lotul de control;
- Performanța totală *nu diferă semnificativ* la testarea inițială între lotul experimental și lotul de control;
- Performanța totală *diferă semnificativ* la testarea finală între lotul experimental și lotul de control;
- VAM și frecvența cardiacă la finalul efortului (FC/F) și post efort (FC/3, minutul 2,45-3) la cele două loturi au avut evoluții aproximativ similare, ceea ce arată creșterea capacității de efort pentru ambele loturi în aceeași proporție. Aceste două variabile au fost controlate cu scopul de a avea o imagine a modului cum ar putea influența capacitatea aerobă de efort metabolizarea acidului lactic. Deoarece nu există diferențe semnificative între rezultatele obținute, am putea concluziona că nu există diferențe semnificative între modul de influență a mecanismelor aerobe asupra metabolismului lactatului sangvin în evoluția celor două loturi.
- Revenind la relația nivelului lactatului sangvin la finalul efortului și performanța totală și pe segmente de efort, observăm că nu există diferențe semnificative

între testări la lotul de control, în schimb situația este diametral opusă la lotul experimental, unde performanța a crescut semnificativ la testarea finală, pe segmentele 2 și 3 de efort, implicit la performanța totală, pe fondul unei lactacidemii care nu diferă semnificativ, față de testarea inițială și testarea finală a lotului de control. Se remarcă deci diferențe nesemnificative între mediile aritmetice ale concentrației lactatului sangvin la testările inițiale și finale ale loturilor experimentale și de control, chiar o ușoară creștere la testarea finală la lotul experimental, dar diferențe semnificative la performanța pe segmentele 2 și 3 de efort și performanța totală.

Creșterea semnificativă a performanței la testarea finală, pe segmentele 2 și 3 și implicit a performanței totale, în dreptul subiecților lotului experiment, în raport cu testarea inițială, precum și cu rezultatele testării finale ale subiecților lotului de control, este efectul aplicării mijloacelor anaerobe lactacide din programul de antrenament al subiecților grupei experimentale. Aceste performanțe au fost obținute pe fondul unei lactacidemii ridicate, de 15,5 mmol/l, specifică zonei de toleranță la lactat (12-20 mmol/l) și care nu diferă semnificativ comparativ cu valoarea de 13,5 mmol/l, înregistrată de subiecții grupei de control.

O performanță finală mai bună a subiecților grupei experimentale, pe fondul unei lactacidemii care nu diferă semnificativ între valorile obținute de subiecții celor două loturi de cercetare, indică o mai bună toleranță la aciditate, rezultat al efortului prelungit de intensitate înaltă, în dreptul aceluia care a urmat un program de mijloace anaerobe lactacide pe parcursul a 6 cicluri săptămânale, mai precis, un antrenament pe săptămână. Subiecții lotului de control au fost privați de acest gen de mijloace, fiind substituiți cu un program de exerciții aerobe de menținere a capacității de efort, mai precis un efort de o intensitate la nivelul unei frecvențe cardiace de 150-160 b/min.

## Concluzii

1. Folosirea mijloacelor anaerobe lactacide în antrenamentul jocului de fotbal a îmbunătățit performanța, implicit capacitatea de a tolera nivelul crescut al lactatului sangvin. Un jucător care tolerează concentrațiile crescute ale lactatului sangvin, performează mai bine.

2. Efortul la care au fost supuși subiecții a fost un efort intermitent, specific jocului de fotbal, subiecții lotului experimental îmbunătățindu-și performanța pe segmentele 2 și 3 de efort, deci pe fond de oboseală, ca urmare a antrenamentului în zona de efort a toleranței la lactat.

3. Ipoteza este confirmată prin rezultatele cercetării, pe parcursul căruia subiecții lotului experimental și-au îmbunătățit semnificativ performanțele la testul de efort maximal, în urma aplicării unui program de exerciții anaerobe lactacide (un antrenament pe săptămână), comparativ cu subiecții lotului de control ale căror performanțe obținute la testul de efort fizic, nu diferă semnificativ între testarea inițială și testarea finală.

4. Antrenamentul jucătorului de fotbal - seniori și juniori de peste 15 ani - în zona de toleranță la lactat este o necesitate, care va îmbunătăți capacitatea de efort, influențând astfel exprimarea fizică în teren a jucătorilor în momentele de efort prelungit, repetat și pe final de reprize.

## Propuneri metodologice privind antrenamentul în zona de efort a toleranței la lactat

a) Caracteristicile efortului:

- *Intensitatea efortului*: maximală sau chiar supra-maximală, în cazul în care se vizează puterea sistemului energetic; mai scăzută atunci când obiectivul este capacitatea: 85-95 %.

- *Durata efortului*: între 20-90 secunde pentru putere; se extinde 120-150 secunde pentru capacitate.

- *Numărul de repetări*: 4-8; elementul de bază în stabilirea numărului optim de repetări îl reprezintă menținerea nealterată a intensității efortului/repetare; orice scădere semnificativă a intensității efortului impune oprirea antrenamentului.

- *Durata refacerii*: între 2-8 minute; obiectivul exercițiului va influența durata pauzei; când se urmărește creșterea toleranței la efectele acidului lactic, pauzele sunt ceva mai mici, în comparație cu o pauză mai mare, când obiectivul antrenamentului îl reprezintă ameliorarea capacității sistemului anaerob lacticid.

- *Natura refacerii*: parțial activă (de preferință mers, stretching, alergare de intensitate scăzută), pentru a nu se favoriza aportul de oxigen la nivel muscular și a obișnui sportivul să lucreze în condiții de acidoză. Pauza devine ceva mai activă în cazul eforturilor cu o durată mai mare de 90 secunde.

- *Concentrația lactatului sanguin*: 12-20 mmol/l.

b) Metode de antrenament: metoda efortului intermitent;

c) Mijloace de antrenament: nespecifice și specifice fotbalului;

d) Numărul de antrenamente pe săptămână.

- Propun două antrenamente pe săptămână în perioada de pregătire generală și doar un singur antrenament al zonei de toleranță la lactat în perioada competițională. În ciclul săptămânal cu două jocuri oficiale, antrenamentul acestei zone de efort trebuie exclus.

e) Recomandări metodice privind efortul în zona de efort anaerob lacticidă:

- Lecția de antrenament care vizează efort fizic în zona de toleranță la lactat se va încheia cu un program de exerciții aerobe de aproximativ 10-15 minute (alergare la o frecvență cardiacă de 130-140 b/min, stretching).

- Antrenamentul în zona de efort a toleranței la lactat va fi urmat de un antrenament cu caracter aerob.

- Antrenamentul care vizează efortul în zona anaerob lacticidă se va desfășura cu minimum 72 de ore înaintea jocului oficial.

- Antrenamentul care vizează efortul în zona anaerob lacticidă să nu se desfășoare în primele 48 de ore după terminarea jocului oficial.

- Antrenamentul zonei de efort a toleranței la lactat să nu se efectueze în ciclul săptămânal cu două jocuri oficiale.

- Nu se vor cupla în același antrenament zonele de efort ale toleranței la lactat și ale consumului maxim de oxigen, din cauza faptului că ambele generează mari cantități de lactat.

**Conflict de interese**

Nu există conflict de interese.

**Precizări**

Lucrarea valorifică rezultate din teza de doctorat a primului autor.

**Bibliografie**

- Bompa T, Carrera M. Periodizarea antrenamentului sportiv. Ed. Tana, București, 2006.
- Brooks GA, Fahey TD, White TP. Exercise physiology, 2 ed., Mountain View, Cal., Mayfield Publishing Company, 1986.
- Cojocaru V. Fotbal, aspecte teoretice și metodice. Ed. Cartea Universitară, București, 2006.
- Cordun M. Kinantropometrie. Ed. CD Press, București, 2009.
- Drăgan I. Medicina Sportivă. Ed. Medicală, București, 2002.
- Hancăș PA. Lactatul sanguin mijloc important în predicția și optimizarea capacității de efort în fotbal. Teză de doctorat UNEFS, București, 2011c.
- Hancăș PA. Lactatul sanguin și exercițiul fizic. Ed. Irc Script, Drobeta-Turnu Severin, 2011b.
- Hancăș PA. Zone de efort în jocul de fotbal. Ed. Irc Script, Drobeta-Turnu Severin, 2011a.
- Hargreaves M, Spriet L. Exercise metabolism. Human Kinetics, Champaign, U.S.A. 2006.
- Lacour JR, Bouvat E, Barthélémy JC. Post competition blood lactate concentrations as indicators of anaerobic energy expenditure during 400 m and 800 m races. Eur. J. Appl. Physiol. 1990; 61:172-176
- Mano R. Les bases de l'entraînement sportif. Revue EPS, Paris, 1994.
- Mate-Teodorescu S. Programare-Planificare în antrenamentul sportiv. Ed. Semne, București, 2001.
- Pradet M. Pregătirea fizică. Vol. I și II. Ed. Centrul de cercetări pentru probleme de sport, București, 2000.
- Rădulescu M. Fotbal. Tehnica-factor prioritar. Ed. Răzeșu, 2007.
- Rochongor P, Monod H. Médecine du sport. Elsevier Masson SAS, Paris, 2009.
- Spriet LL, Howlett RA, Heigenhauser GJF. An enzymatic approach to lactate production in human skeletal muscle during exercise. Med. Sci. Sports Exercise, 2000; 32; 756-763
- Tocitu D. Diagnoza biochimică, imperios necesară în fotbalul de mare performanță. Antrenorul. 2007; 17:8-9.
- Wilmore J, Costill D. Physiologie du sport et l'exercice. Editions De Boeck Université, Bruxelles, 2006.

## The effects of exercise on rat sciatic nerve regeneration Efectele efortului asupra regenerării nervului sciatic la șobolan

Anne-Marie Constantin, Cezar Login, Cosmina Bondor, Simona Tache, Remus Moldovan  
"Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy Cluj-Napoca

### Abstract

*Background.* The favorable effect on in vitro cellular growth and development, produced by the reactive species of oxygen and nitrogen and the beneficial antioxidant effect of moderate exercise could stimulate the peripheral nerve regeneration and could have neuroprotective action.

*Aims.* We intended to study the exercise influence on early phase of neuromotoric functional recovery by measuring the sciatic functional index (SFI) in rats with peripheral nerve lesions.

*Methods.* The sciatic nerve was acutely injured by crush lesion in Wistar rats, white, male. The control group (n=10) was sedentary; the exercise group (n=10) was subjected to 14 days of swimming exercise training, starting with the 14<sup>th</sup> day after surgery.

*Results.* During the early phase of the recovery period, exercise training enhanced functional recovery. The SFI was significantly better in the trained group than in the control group.

*Conclusions.* 1) Exercise training enhances the return of motoric function in the early phase of recovery from peripheral nerve lesion. 2) The beneficial effects of 14 days of swimming training after crush could persist in the late phase of peripheral nerve recovery. 3) The exercise represents a kinetotherapeutic intervention which must be applied from the early phase of peripheral nerve regeneration, together with other therapeutic interventions.

**Keywords:** exercise, sciatic nerve, regeneration.

### Rezumat

*Premize.* Efectul favorabil asupra creșterii și dezvoltării celulare in vitro produs de speciile reactive de oxigen și azot și efectul antioxidant benefic al efortului fizic moderat ar putea stimula regenerarea nervilor periferici lezați și ar putea avea acțiune neuroprotectoare.

*Obiective.* Ne-am propus să studiem influența efortului fizic asupra perioadei inițiale a recuperării funcționale neuromotorii, prin măsurarea indicelui sciatic funcțional (ISF) la șobolani cu leziuni ale nervului periferic.

*Metode.* Nervul sciatic a fost lezat acut prin zdrobire la șobolani Wistar albi, masculi. Lotul martor (n=10) a reprezentat lotul de control, sedentar; lotul antrenat (n=10) a fost supus unui efort de înot timp de 14 zile, începând din ziua a 14-a post-operator.

*Rezultate.* La debutul perioadei de recuperare, antrenamentul fizic îmbunătățește recuperarea funcțională. ISF a fost semnificativ mai bun la lotul antrenat decât la lotul martor.

*Concluzii.* 1) Antrenamentul îmbunătățește funcția motorie la debutul recuperării unei leziuni nervoase periferice. 2) Efectele benefice ale antrenamentului prin înot timp de 14 zile, după lezarea prin zdrobire, pot persista și în faza finală a recuperării nervoase periferice. 3) Efortul fizic este o intervenție kinetoterapeutică care trebuie aplicată din perioada inițială a regenerării nervoase periferice, împreună cu alte intervenții terapeutice.

**Cuvinte cheie:** efort, nerv sciatic, regenerare.

---

### Introduction

Axonotmesis, as a result of peripheral nerve crush injury, causes severe sensorimotor impairments and functional disabilities (van Meeteren et al, 1997). The proximal segment of the axon degenerates close to the wound for only one or a few internodal segments (retrograde or traumatic degeneration), but it maintains its continuity with the trophic center in cell body and regenerate after that. The distal segment separated from the nerve cell body, suffer an anterograde or Wallerian degeneration. In the nerve segment distal to the injury the axon and the myelin, but not the connective tissue, degenerate completely and

are removed by macrophages. The disrupted blood-nerve barrier allows the influx of monocyte-derived macrophages from blood vessels. The process of myelin removal is usually completed within 2 weeks (Ross, Pawlina, 2011).

Growth starts as soon as debris is removed by macrophages. Macrophages produce cytokines which stimulate Schwann cells to secrete neurotrophins. Schwann cells proliferate within the connective tissue sleeve, giving rise to cellular bands that serve as guides for the sprouting axons formed during the reparative phase. A sprout associated with a cellular band will grow along the band at a rate of about 3 mm/day (Mescher, 2010; Ross,

---

Received: 2012, April 30; Accepted for publication: 2012, May 29

Address for correspondence: University of Medicine and Pharmacy „Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca, Pasteur str., no. 8

E-mail: annemarie\_chindris@yahoo.com

Pawlina, 2011). Although many new sprouts do not make a contact with cellular bands and degenerate, their large number increases the probability of re-establishing sensory and motor connections.

The time is also important. A short-term denervation did not affect the collateral sprouts regeneration, but more prolonged denervation profoundly reduced collateral sprouts regenerated in the distal nerve stump (Kou et al., 2011).

Regeneration is functionally efficient only when the fibers and the columns of Schwann cells are directed to the correct place. In an injured mixed nerve, if regenerating sensory fibers grow into columns connected to motor endplates that were occupied by motor fibers, the function of the muscle will not be re-established.

*The oxidative stress in nerve injury*

Oxidative stress (OS) and large amounts of nitric oxide (NO) are implicated in the pathophysiology of neuronal injury and neurodegenerative disease (Wei et al., 2011). NO is produced by NO synthase (NOS). Inducible NOS (NOS II) can be expressed in many cell types in response to lipopolysaccharide, cytokines, or other agents. Neuronal NOS (nNOS, NOS I) is constitutively expressed in central and peripheral neurons and some other cell types (Förstermann & Sessa, 2011). NO signalling results in both neurotoxic and neuroprotective effects in central and peripheral nervous system neurons, respectively, after nerve lesioning (Shin et al., 2005). NO-cGMP signalling pathway through nNOS activation is involved in neuroregeneration after nerve lesioning (Koriyama et al., 2009). The peripheral nerve suture and/or treatment of NOS inhibitors can maintain the homeostasis of oxidative stress-related biomarkers, especially nNOS in neuronal cell bodies. These actions may thus facilitate the axonal regeneration (Wang et al., 2009).

Antioxidative stress responses are crucial for the survival of nerve-injured motor neurons. The two major redox systems, glutathione/glutathione reductase (GSH/GSHr) and thioredoxin-1/thioredoxin-1 reductase (TRX1/TRXr1), are simultaneously activated in injured neurons, and likely provide protection of injured neurons against OS (Hama et al., 2010).

In an experimental sciatic nerve injury group rats, compared to control group, were observed significant increases in OS markers (such as malondialdehyde (MDA) and advanced oxidation protein products (AOPP)) and antioxidants (such as glutathione peroxidase (GPx), superoxide dismutase (SOD)) (Varija et al., 2009).

**Aims**

The exercise has a paradox effect: the intense exercise produce oxidative stress, but moderate intensities of exercise exerts favorable antioxidant actions through various mechanisms (Tache, 2000).

We intended to study the exercise influence on early phase of neuromotoric functional recovery by measuring the sciatic functional index (SFI) in rats with peripheral nerve lesions.

**Material and methods**

The study is longitudinal prospective of experimental type, performed on animals.

The research was conducted at the Department of Physiology and Pharmacy “Iuliu Hațieganu”, Cluj-Napoca, in the Laboratory of Experimental Physiology, on two groups (n = 10 animals/group) of Wistar rats, male, aged 16 weeks, with the average weight of 200-300 g.

Animals were maintained in adequate standard conditions, water and food ad libitum. The ethics condition were respected.

a) Groups

- control group – with sciatic nerve crush lesion on posterior right limb (day 1), 4 weeks sedentary after intervention;

- experimental group – with sciatic nerve crush lesion on posterior right limb (day 1), 2 weeks sedentary after intervention (days 1-14), swimming training for 2 weeks (day 15-28).

b) Methods

All the rats were anesthetized intramuscular with Ketamine solution 0,13 ml/100 g (2/3 Ketamine 5% și 1/3 Xylazine 2%). The surgical field was aseptic, the animals were weighted, identified and the posterior right limb was prepared for surgical procedure. After exposing the sciatic nerve, an acute injury has been produced by crushing a 5 mm segment at 1-1,2 cm proximal of the nerve trifurcation, using a haemostatic clip for 15 seconds.

After the surgery, the rats were evaluated in day 1 (moment T<sub>1</sub>) and at 4 weeks (moment T<sub>2</sub>), in both control and exercise groups.

The swimming exercise was made in a tank 100 cm length/50 cm wide/60 cm height, water temperature 22°C and water level at 30 cm height. Each rat was trained during 1 hour, in 6 sessions of 5 min/session, with 5 min break between them.

SFI, corresponding to functional gait analysis, was calculated using the images obtained by photographing the rats inside a glass tunnel (8,2 x 42 cm). We used the below formula, modified by Bain et al., 1989:

$$SFI = -38.3 \times \left( \frac{EPL - NPL}{NPL} \right) + 109.5 \times \left( \frac{ETS - NTS}{NTS} \right) + 13.3 \times \left( \frac{EIT - NIT}{NIT} \right) - 8.8$$

Results were appreciated after the the following values (table I).

**Table I.**  
Qualitative SFI values of functional recovery.

SFI level	Functional recovery
12 to -12	Excellent
-13 to -37	Good
-38 to -62	Average
-63 to -87	Unsatisfactory
-88 to -137	Complete deficit

c) Statistical analysis

Statistical calculations were performed using the SPSS 13.0 and Microsoft Excel applications. The following statistical tests for the comparisons of the means were used: the Mann-Whitney test for the comparison of two means in the case of independent groups; the Student t test for dependent (paired) samples in the case of repeated measurements of the same variable having a parametric distribution. The significance threshold for the tests was α = 0.05.

**Results**

Each group presented better values of SFI at the moment of evaluation and had a highly significant improvement ( $p < 0,001$ ) in functional recovery (table II) (t Student test).

Comparing SFI values at 4 weeks the control group and the trained group (Mann-Whitney test) we obtained a significant difference between groups in both moments of evaluation. The SFI average value was better for the trained group, indicating a superior qualitative level of functional recovery (table III).

Regarding the evolution in the control group, we obtained a highly significant difference ( $p < 0,001$ ) between SFI values at 2 and 4 weeks. Also, comparing the SFI values of exercise group after 2 weeks training (day 28) with control group at 2 weeks rest we obtained a highly significant difference ( $p < 0,001$ ) (table IV).

**Discussion**

The exercise influence in nerve regeneration is due to multiple mechanisms:

- decrease of the OS: by attenuation of the oxidative reactions (Shokouhi et al, 2008). The mechanisms influencing the redox homeostasis in regeneration process are: transduction of signals mediated by growth factors, stimulation of redox regulating molecules, redox inactivation of extracellular proteases (Tache, 2000). The increased extracellular signal-regulated kinase (ERK1/2) activity in Schwann cells may play an important role in training-mediated enhancement of axonal regeneration in the injured peripheral nerve (Seo et al, 2009).
- stimulation of neurotrophic growth factors - brain-derived neurotrophic factor (BDNF) (Tache, 2000; Wilhelm et al., 2012; Byun et al., 2005; Omura et al., 2005).
- enhancing the sensory inputs and/or motor outputs

and also modulation of the abnormal plasticity of neuronal circuits (Udina et al., 2011a).

- by decreasing tumor necrosis factor- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) and interleukin-1 $\beta$  (IL-1 $\beta$ ) overproduction and increasing heat shock protein 72 (Hsp72) expression, the exercise has protective and therapeutic effects also in chronic injury of peripheral nerves (Chen et al., 2012; Selagzi et al., 2008).

Several factors influencing the exercise effects must be considered:

- type of the exercise: experimental results in rats showed that a daily treadmill training determines regenerating axons to elongate considerably farther (English et al, 2011); the balance and coordination training improves sciatic nerve regeneration and the myelin sheath thickness is greater (Bonetti et al, 2011). An active (treadmill) or passive (bicycle) exercise may increase trophic factor release to act on regenerating axons and to modulate central neuronal plasticity (Udina et al., 2011b; van Meeteren et al., 1998). The endurance training improves sciatic nerve regeneration and the resistance training or the combination of 2 strategies may delay functional recovery and do not alter sciatic nerve fiber regeneration (Ilha et al, 2008).
- timing of exercise: swimming exercise applied during the acute or late phase of nerve injury accelerated nerve regeneration and synaptic elimination after axonotmesis, suggesting that exercise may be initiated immediately after injury (Teodori, 2011). There are also favorable effects later in regeneration: in a study after rat sciatic crush injury was observed that in the 4<sup>th</sup> week regeneration group the myelin debris was removed, some myelinated fibers were present in the trained group, there was no myelinated fiber in the sedentary group, with a significant difference between exercise trained and sedentary groups (Sarikcioglu, Oguz, 2001).

**Table II.** SFI values at the moments of evaluation.

Moment	Group	Mean	Std. Dev.	Std. Err.	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	p
Control group at 2 weeks	Day 1	-70,65	4,55	1,37	-73,71	-67,59	-77,00	-61,98	<b>&lt;0,001</b>
	Day 14	-58,06	6,70	2,02	-62,56	-53,56	-68,15	-50,24	
	Total	-64,36	8,53	1,82	-68,14	-60,57	-77,00	-50,24	
Control group at 4 weeks	Day 1	-62,07	5,64	1,46	-65,20	-58,95	-73,79	-51,34	<b>&lt;0,001</b>
	Day 28	-33,37	5,16	1,49	-36,65	-30,08	-45,06	-27,34	
	Total	-49,32	15,48	2,98	-55,44	-43,19	-73,79	-27,34	
Trained group	Day 1	-65,99	5,27	1,46	-69,18	-62,81	-71,75	-51,92	<b>&lt;0,001</b>
	Day 28	-38,41	6,08	1,83	-42,50	-34,33	-49,94	-30,37	
	Total	-53,35	15,09	3,08	-59,72	-46,98	-71,75	-30,37	

**Table III.** SFI values at 4 weeks after the training.

Moment	Group	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minim	Maxim	p
Day 1	Control	-62,07	5,64	1,46	-65,20	-58,95	-73,79	-51,34	<b>0,02</b>
	Trained	-65,99	5,27	1,46	-69,18	-62,81	-71,75	-51,92	
	Total	-65,80	6,19	0,99	-67,80	-63,79	-77,00	-51,34	
Day 28	Control	-33,37	5,16	1,49	-36,65	-30,08	-45,06	-27,34	<b>0,03</b>
	Trained	-38,41	6,08	1,83	-42,50	-34,33	-49,94	-30,37	
	Total	-42,99	12,25	2,10	-47,26	-38,71	-68,15	-27,34	

**Table IV.** SFI values compared at 2 and 4 weeks in control and trained group.

Group	Mean	Std. Dev.	Std. Err.	95% Confidence Interval for Mean		Min.	Max.	p	day 14-day 28 control	day 14 control-day 28 exercise	day 28 control-exercise
Control group day 14	-58,06	6,70	2,02	-62,56	-53,56	-68,15	-50,24	<0,001	<b>&lt;0,001</b>	<b>&lt;0,001</b>	0,03
Control group day 28	-33,37	5,16	1,49	-36,65	-30,08	-45,06	-27,34				
Trained group day 28	-38,41	6,08	1,83	-42,50	-34,33	-49,94	-30,37				
Total	-42,99	12,25	2,10	-47,26	-38,71	-68,15	-27,34				

- intensity of exercise: even in small quantities, the exercise increase axon elongation in injured peripheral nerves, whereas continuous exercise resulting in higher volume (total steps) may have no net impact on axon sprouting (Sabatier et al., 2008). A retardation of recovery as a result of treadmill running can be the consequence of the stress inflicted by the negative reinforcement used in the treadmill, or due to the severity of the training (van Meeteren et al, 1998).

- sex differences: a slow continuous training is effective only in males, while more intense interval training is effective only in females (English et al, 2011). Androgens are linked to enhanced axon regeneration; the untrained females treated with the aromatase inhibitor, anastrozole, had significant enhancement of axon regeneration without increasing serum testosterone levels (Wood et al., 2012).

- age: a nerve lesion induced at the youngest age leads to long-term impairments in walking patterns (Meek et al, 2007).

- association with other procedures: combining electrical stimulation immediately after injury with treadmill training significantly improved muscle reinnervation during the initial phase (Asensio-Pinilla et al., 2009; Oliveira, 2008).

The experimental model chosen by us (starting the training in the second week after the lesion) is in accordance with theoretical data showing the nerve growth starts as soon as debris is removed by macrophages (the early phase of regeneration) and the process of myelin removal is usually completed within 2 weeks (Ross & Pawlina, 2011).

Our studies have shown the positive effect of exercise on sciatic nerve regeneration. The trained group exhibit at 4 weeks better qualitative SFI values (-42,99 – average functional recovery) compared to control sedentary group (-65,80 - unsatisfactory functional recovery).

Due to the antioxidant effects of mild exercise and the favorable influence of motor outputs in nerve regeneration and also in modulation of the abnormal plasticity of neuronal circuits (Udina et al., 2011a) we can suppose that the beneficial effects of training could continue after 4 weeks, in the late phase of regeneration.

## Conclusions

1. Exercise training enhances the return of motoric function in the early phase of recovery from peripheral nerve lesion.

2. The beneficial effects of 14 days of swimming training after crush could persist in the late phase of peripheral nerve recovery.

3. The exercise represents a kinetotherapeutic intervention which must be applied from the early phase of peripheral nerve regeneration, together with other therapeutic interventions.

## Conflicts of interest

Nothing to declare.

## Acknowledgements

This paper is based on research preliminary data for the first author's doctoral thesis.

## References

- Asensio-Pinilla E, Udina E, Jaramillo J, Navarro X. Electrical stimulation combined with exercise increase axonal regeneration after peripheral nerve injury. *Exp Neurol*. 2009; 219(1):258-265.
- Bain JR, Mackinnon SE, Hunter DA. Functional evaluation of complete sciatic, peroneal and posterior tibial nerve lesions in the rat. *Plast Reconstr Surg*, 1989; 83: 129-138
- Bonetti LV, Korb A, Da Silva SA, Ilha J, Marcuzzo S, Achaval M, Faccioni-Heuser MC. Balance and coordination training after sciatic nerve injury. *Muscle Nerve*. 2011;44(1):55-62. doi: 10.1002/mus.21996.
- Byun YH, Lee MH, Kim SS, Kim H, Chang HK, Lee TH, Jang MH, Shin MC, Shin MS, Kim CJ. Treadmill running promotes functional recovery and decreases brain-derived neurotrophic factor mRNA expression following sciatic crushed nerve injury in rats. *J Sports Med Phys Fitness*. 2005;45(2):222-228.
- Chen YW, Li YT, Chen YC, Li ZY, Hung CH. Exercise training attenuates neuropathic pain and cytokine expression after chronic constriction injury of rat sciatic nerve. *Anesth Analg*. 2012;114(6):1330-1337.
- English AW, Wilhelm JC, Sabatier MJ. Enhancing recovery from peripheral nerve injury using treadmill training. *Ann Anat*. 2011;193(4):354-361.
- Förstermann U, Sessa WC. Nitric oxide synthases: regulation and function. *Eur Heart J*. 2012; 33(7): 829-837.
- Hama I, Nakagomi S, Konishi H, Kiyama H. Simultaneous expression of glutathione, thioredoxin-1, and their reductases in nerve transected hypoglossal motor neurons of rat. *Brain Res*. 2010;1306:1-7.
- Ilha J, Araujo RT, Malysz T, Hermel EE, Rigon P, Xavier LL, Achaval M. Endurance and resistance exercise training programs elicit specific effects on sciatic nerve regeneration after experimental traumatic lesion in rats. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008;22(4):355-366.
- Koriyama Y, Yasuda R, Homma K, et al. Nitric oxide-cGMP signaling regulates axonal elongation during optic nerve regeneration in the goldfish in vitro and in vivo. *J Neurochem*. 2009; 110(3): 890-901.
- Kou Y, Zhang P, Yin X, et al. Influence of different distal nerve degeneration period on peripheral nerve collateral sprouts regeneration. *Artif Cells Blood Substit Immobil Biotechnol*. 2011; 39(4):223-227.
- Meek MF, Ijkema-Paassen J, Gramsbergen A. Functional recovery after transaction of the sciatic nerve at an early age: a pilot study in rats. *Dev Med Child Neurol*, 2007; 49(5): 377-379.
- Mescher AL. Junqueira's Basic Histology. Text and atlas. 12th edition. McGraw-Hill Companies, Inc, 2010; 9: 140, 158-161, 163-166.
- Oliveira LS, Sobral LL, Takeda SY, Betini J, Guirro RR, Somazz MC, Teodori RM. Electrical stimulation and swimming in the acute phase of axonotmesis: their influence on nerve regeneration and functional recovery. *Rev Neurol*, 2008; 47(1):11-15.
- Omura T, Sano M, Omura K, Hasegawa T, Doi M, Sawada T, Nagano A. Different expressions of BDNF, NT3, and NT4 in muscle and nerve after various types of peripheral nerve injuries. *J Peripher Nerv Syst*, 2005; 10(3):293-300.
- Ross MH, Pawlina W. Histology: a text and atlas: with correlated cell and molecular biology. 6<sup>th</sup> ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2011; 12: 364-366, 369, 375-377, 386-389.
- Sabatier MJ, Redmon N, Schwartz G, English AW. Treadmill training promotes axon regeneration in injured peripheral nerves. *Exp Neurol*, 2008; 211(2): 489-493.
- Sarikcioglu L, Oguz N. Exercise training and axonal regeneration

- after sciatic nerve injury. *Int J Neurosci*. 2001; 109(3-4):173-177.
- Selagzi H, Buyukakilli B, Cimen B, Yilmaz N, Erdogan S. Protective and therapeutic effects of swimming exercise training on diabetic peripheral neuropathy of streptozotocin-induced diabetic rats. *J Endocrinol Invest*. 2008;31(11):97197-97198.
- Seo TB, Oh MJ, You BG, Kwon KB, Chang IA, Yoon JH, Lee CY, Namgung U. ERK1/2-mediated Schwann cell proliferation in the regenerating sciatic nerve by treadmill training. *J Neurotrauma*. 2009; 26(10):1733-1744.
- Shin SJ, Qi WN, Cai Y, Rizzo M, Goldner RD, Nunley JA 2nd, Chen LE. Inhibition of inducible nitric oxide synthase promotes recovery of motor function in rats after sciatic nerve ischemia and reperfusion. *J Hand Surg Am*. 2005; 30(4):826-835.
- Shokouhi G, Tubbs RS, Shoja MM, Roshangar L, Mesgari M, Ghorbanhaghjo A, Ahmadi N, Sheikhzadeh F, Rad JS. The effects of aerobic exercise training on the age-related lipid peroxidation, Schwann cell apoptosis and ultrastructural changes in the sciatic nerve of rats. *Life Sci*. 2008;82(15-16):840-846.
- Tache S. Stresul oxidativ. Efectele benefice ale speciilor reactive ale oxigenului. În Dejica D (sub red.). *Stresul oxidativ în bolile interne*. Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2000, 85-88.
- Teodori RM, Betini J, de Oliveira LS, Sobral LL, Takeda SY, de Lima Montebelo MI. Swimming exercise in the acute or late phase after sciatic nerve crush accelerates nerve regeneration. *Neural Plast*, 2011; Published online 2011, doi: 10.1155/2011/783901
- Udina E, Cobianchi S, Allodi I, Navarro X. Effects of activity-dependent strategies on regeneration and plasticity after peripheral nerve injuries. *Ann Anat*. 2011a; 193(4):347-353.
- Udina E, Puigdemasa A, Navarro X. Passive and active exercise improve regeneration and muscle reinnervation after peripheral nerve injury in the rat. *Muscle Nerve*. 2011b; 43(4):500-509. doi: 10.1002/mus.21912.
- van Meeteren NL, Brakkee JH, Hamers FP, Helders PJ, Gispen WH. Exercise training improves functional recovery and motor nerve conduction velocity after sciatic nerve crush lesion in the rat. *Arch Phys Med Rehabil*, 1997; 78:70-77
- van Meeteren NL, Brakkee JH, Helders PJ, Gispen WH. The effect of exercise training on functional recovery after sciatic nerve crush in the rat. *J Peripher Nerv Syst*. 1998; 3(4):277-282.
- Varija D, Kumar KP, Reddy KP, Reddy VK. Prolonged constriction of sciatic nerve affecting oxidative stressors & antioxidant enzymes in rat. *Indian J Med Res*. 2009; 129(5): 587-592.
- Wang SM, Tsai HP, Huang JJ, et al. Inhibition of nitric oxide synthase promotes facial axonal regeneration following neurotomy. *Exp Neurol*. 2009; 216(2):499-510.
- Wei IH, Tu HC, Huang CC, et al. Epigallocatechin gallate attenuates NADPH-d/nNOS expression in motor neurons of rats following peripheral nerve injury. *BMC Neurosci*, 2011; 12:52.
- Wilhelm JC, Xu M, Cucoranu D, Chmielewski S, Holmes T, Lau KS, Bassell GJ, English AW. Cooperative roles of BDNF expression in neurons and Schwann cells are modulated by exercise to facilitate nerve regeneration. *J Neurosci*. 2012;32(14):5002-5009.
- Wood K, Wilhelm JC, Sabatier MJ, Liu K, Gu J, English AW. Sex differences in the effectiveness of treadmill training in enhancing axon regeneration in injured peripheral nerves. *Dev Neurobiol*. 2011. doi: 10.1002/dneu.20960.

## REVIEWS

## ARTICOLE DE SINTEZĂ

# The protocol scheme for the rehabilitation of the painful dysfunctional syndromes of the wrist-hand-finger complex Schema de protocol pentru recuperarea sindroamelor algo-disfuncționale ale complexului pumn-mână-degete

Consuela Monica Brăilescu<sup>1,2</sup>, Rodica Gabriela Scarlet<sup>1,2</sup>, Ioan Lascăr<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>"Carol Davila" University of General Medicine and Pharmacy, Bucharest

<sup>2</sup>National Institute for Rehabilitation, Physical Medicine and Balneology - Clinic 2

<sup>3</sup>Plastic Surgery and Reconstructive Microsurgery, Floreasca Hospital, Bucharest

### Abstract

Regardless of the pathology of the wrist-hand-finger complex (rheumatologic, orthopedic, traumatic, peripheral neurological diseases) or the therapy required (surgical or pharmacological), the final aim for the patient is independence in the activities of daily living, and social and professional reintegration.

These goals can be reached only with a functional rehabilitation program, with improvement of the quality of life on all levels – physical, functional, psychological, professional and economical.

The authors propose a synthesis regarding the approach of the painful dysfunctional syndromes of the wrist-hand-finger complex, organized in therapeutic protocols easy to understand and to use by all specialists involved in this pathology.

**Keywords:** wrist-hand-finger complex; painful dysfunctional syndromes; functional rehabilitation; therapeutic protocol.

### Rezumat

Indiferent de tipul suferinței de la nivelul complexului pumn-mână-degete (ortopedico-traumatică, reumatologică, neurologică periferică) și indiferent de strategia terapeutică adoptată pentru rezolvarea afecțiunii de bază (tratament chirurgical sau medicamentos specific), țelul final pentru pacient este o cât mai bună independență pentru gestica uzuală cotidiană și profesională, readaptarea și reintegrarea socio-economică.

Aceste deziderate se pot obține numai printr-un program de recuperare funcțională, al cărui obiectiv final îl reprezintă creșterea calității vieții pacientului pe toate nivelele (fizic, funcțional, psihic, social, profesional, economic).

De aceea, colectivul de autori propune în lucrarea de față o abordare sintetică a programului de recuperare pentru sindroamele algo-disfuncționale ale complexului pumn-mână-degete, sub forma unor protocoale terapeutice ușor de urmărit și de înțeles pentru toate specialitățile implicate în tratarea acestor patologii.

**Cuvinte cheie:** complex pumn-mână-degete, sindroame algo-disfuncționale, recuperare funcțională, protocol terapeutic.

---

## Introduction

The hand represents one of the most complicated segments of the human body, adapted by structure and function for the complexity of daily activities and socio-professional tasks. It is not only the organ for global and delicate prehension, but it is also a very sensitive sensory receptor, a true „mirror” of the human personality, of the highest functionality, named by Aristotle “the instrument of instruments” (Sbenghe, 1981; Kiss, 2002).

The complex relationship between the body and the environment through the hand is predisposing it to several illnesses, especially traumatologic and rheumatologic, which very often require surgery.

A) *Etiological classification:* the most frequent diseases that can affect the hand-wrist complex, are: (Kiss, 2002):

- traumatic pathology with a variety of lesions (by cutting, smashing, avulsion, burns etc.) that can affect the bones (fractures), joints (sprains/strains/luxations), muscles (partial or total lesions), vascular-nervous structures (partial or total lesions);

- soft tissue pathology: tenosynovitis, tenosynovial cysts, “resort” fingers, fasciitis, Dupuytren disease;

- entrapment pathology: carpal tunnel syndrome, pronator syndrome, Guyon tunnel syndrome, anterior/posterior interosseous nerve syndrome;

- rheumatologic diseases with severe involvement of the hand: monoarthropathies (septic arthritis, gout,

---

Received: 2012, March 3; Accepted for publication: 2012, April 10

Address for correspondence: „Carol Davila” University of Medicine and Pharmacy, Bucharest, Eroilor Sanitari Str. No.8

E-mail: consuelabrailescu@yahoo.com

chondrocalcinosis, acute infantile rheumatism, reactive arthritis) or primitive or secondary systemic arthropathies (psoriatic arthropathy, rheumatoid arthritis, systemic lupus, hypertrophic osteomyopathy);

- tumors of the wrist-hand-finger complex: enchondromas; synovialomas.

B) *Anatomic classification, depending on the involvement of structures:*

- monoarthropathies (septic arthritis, gout, chondrocalcinosis, acute infantile rheumatism, reactive arthritis);

- primitive or secondary systemic arthropathies (psoriatic arthropathy, rheumatoid arthritis, systemic lupus, hypertrophic osteomyopathy);

- soft tissue pathology: tenosynovitis, tenosynovial cysts, "resort" fingers, infections, fasciitis, Dupuytren disease;

- posttraumatic disorders;

- tumors: enchondromas; synovialomas, glomic tumors;

- entrapment pathology: carpal tunnel syndrome, pronator syndrome, Guyon tunnel syndrome, anterior/posterior interosseous nerve syndrome;

- painful neuro-reflex and neurovascular syndromes: causalgia; hand-shoulder syndrome; Volkmann syndrome; acrocyanosis; Raynaud syndrome; erythromelalgia.

C) *Depending on the rehabilitation program, the classification is based on the clinical and functional impact: pain, stiffness, motor or sensory deficit, dysfunction.* There are 3 major groups of therapeutic strategies:

a) tendon lesions:

- flexor tendons,

- extensor tendons;

b) peripheral nerve damage: (median/cubital/radial nerve involvement):

- traumatic mechanism: direct or after an aggression;

- compression mechanism ("entrapment neuropathies"): pressure on anatomical "trick zones" due to a trauma (hematomas, hypertrophic callus, fibrosis) or due to other causes (local or general);

c) „stiff hand”

- traumatic causes: sprain/fracture sequelae, soft tissue lesions (smashing, pressure), burn scars, Volkmann retraction, reflex algoneurodystrophy;

- non-traumatic causes: rheumatoid arthritis, hemiplegic hand, scleroderma, Raynaud sd., Dupuytren sd. etc.

## General principles of treatment and recovery

Surgery (for traumatic, tumoral or severe rheumatologic pathology) and etiological (for rheumatoid arthritis, psoriatic arthritis) or symptomatic (anti-inflammatory drugs, analgesics) pharmacotherapy represent only part of the problems; for the recovery of hand functionality, a rehabilitation program is also necessary (Sidenco, 2005).

The final aim of the rehabilitation program is the recovery of the lost functions due to the disease itself, but also secondarily to surgery, and the patient needs to follow special programs for ADLs training and professional readaptation.

Except for traumatic pathologies that need surgery "per primam", for other diseases in which the surgical moment is scheduled and in repetitive interventions, there is a pre-surgical program for preparing the tissues for better

results. After the surgical intervention, the post-surgical program is time-scheduled (depending on the time from the intervention: acute/subacute/chronic stage) and is individualized (depending on microsurgical techniques, co-morbidities and personal stress response).

The functional rehabilitation of the hand is difficult and requires perfect knowledge of anatomy and physiology, experience from the therapist, patience and perseverance for months/years of treatment from the patient; these are reasons for the existence of specialized "Hand Centers".

## Objectives and methodology for the rehabilitation program

Regardless of the therapeutic strategy (surgical or pharmacological treatment), the final aim for the patient is to recover as much as possible of his/her independence for activities of daily living (ADLs) and socio-professional reintegration. These objectives could be achieved only after a functional rehabilitation program which will help the patient to improve the quality of life on all levels (physical, psychological, social, professional, economic) (Kiss, 2002; Sidenco, 2005).

Whatever the etiology of a hand-wrist-finger disease, the rehabilitation program is based on four major objectives (DeLisa et al., 2005; Frontera & Silver, 2002):

- Improvement of local post-traumatic or post-surgical sequelae – pain, edema, inflammation, vicious scarring, vasomotor or trophic problems;

- Regaining the mobility of the joints, especially the functional angles necessary for daily activities;

- Improvement of muscular tone, especially for muscles involved in prehension;

- Regaining ability and coordination – first the usual and global, then the finest and professional.

Therapeutic methods:

a) pharmacological treatment (DeLisa et al., 2005; Frontera & Silver, 2002):

- systemic (analgesics, steroidal or non-steroidal anti-inflammatory, relaxing, anxiolytic, neurotrophic, peripheral vasodilator drugs),

- local (anti-inflammatory, local analgesic and anesthetic, anti-edema, keratolytic, local trophic drugs);

b) specific rehabilitation treatment:

- kinesitherapy (medical gymnastics using specific equipments for ROM and muscular strength training) (Colby & Kisner, 2007; Kiss, 2002),

- ergotherapy (occupational therapy helps specific training for prehension and grasping, inspired by daily activities or professional gestures, readapting to the functional deficits for a better reintegration) (Sidenco, 2005; Hunter et al., 2002),

- physiotherapy (physical procedures based on electrical therapy – analgesic or neuromuscular electrostimulation, superficial or deep thermotherapy, hydrotherapy) (DeLisa et al., 2005; Cuccurullo, 2004),

- therapeutic massage (tonifying/ relaxing/circulatory drainage) (Oken, 2004),

- supportive and behavioral psychotherapy (for depressed or suicidal patients),

- prosthetics/orthotics (very often patients need helpful

devices to assist various grades of functional or anatomical deficits),

- social assistant (to evaluate and maximize the reintegration of the patient at home and at the job, by functional adjustments and adaptation).

We have a holistic view of therapeutic strategies, which is the reason for team work in a multidisciplinary group (collaboration with the surgeon/neurologist/rheumatologist) and an interdisciplinary rehabilitation group (PRM specialist doctor, physiotherapist, kinesitherapist, ergotherapist, masseur, social assistant, psychotherapist/psychiatrist, prosthetics/orthotics specialist) (Skinner & Fitzpatrick, 2008).

**Rehabilitation protocols proposed for the painful dysfunctional syndromes of the hand-wrist-finger complex**

For a better organization of the therapeutic strategy in a protocol with wide applications based on general principles and individualized depending on personal assessment, the authors propose general rehabilitation directions based on the classification of the most frequent remaining sequelae: pain and dysfunction (Trumbull, 2003).

The rehabilitation program is more effective if initiated earlier after trauma or surgery.

We choose to present it in a didactic manner, based on functional stages, in order to be easy to understand and practice by all medical colleagues involved in hand pathology.

**Rehabilitation program adapted to functional stage and deficit type** (Tabel IA, IB, II, III, IVA, IVB, IVC)

1. *Wrist and hand tenosynovitis/Monoarticular arthropathies or systemic arthropathies* (Wiesel, 2007; Atkinson et al., 2005):

IA – *Acute phase* (acute arthritis or inflammatory reactivation episode): very painful, local, inflammatory. The therapeutic protocol is illustrated in Table IA.

**Table IA**

*Acute phase* (acute arthritis or inflammatory reactivation episode).

Deficit/ methods	Pain and joint inflammation	ROM limitation
Electro-therapy	SNET	–
Thermo-therapy	- cryotherapy - local priesnitz	- cryotherapy - local priesnitz
Massage	- ice massage	- ice masage
Kinetics	- elevated postures - rest in analgesic - postures first, then functional	- passive, auto-passive, passive-active mobilizations without stretching - large active contra-lateral mobilizations
Orthotics	- plaster splint/ bandage/rest orthosis	- simple functional postures - extreme postures (using splints) alternating every 2h

IB – *Chronic-active phase* (osteoarthritis and chronic inflammatory rheumatologic diseases): chronic pain with reactivation episodes, stiffness, progressive dysfunction.

The therapeutic protocol is illustrated in Table IB.

**Table IB**

*Chronic-active phase* (osteoarthritis and inflammatory chronic rheumatologic diseases).

Deficit/ methods	Pain and joint inflammation	ROM limitation
Electro-therapy	All types of analgesic electrotherapy	–
Thermo-therapy	- paraffin - high frequency	- paraffin - high frequency - hydro-therapy - whirlpool
Massage	- intrinsic hand muscles massage using warm olive oil	- warm olive oil - sub-aquatic shower - intrinsic hand muscles relaxation - capsular and ligament structures relaxation
Kinetics	- functional postures - hydrokinetics (warm water mobilizations) - whirl-pool (equilibrium between rest and joint mobilization)	- passive, auto-passive, passive-active mobilizations with gentle stretching - isometrics and isotonic with progressive resistance - grip exercises
Orthotics	± protective and helpful devices	± simple postures/nightly splints to keep the angles gained during the day
Occupational therapy	- relax techniques	- individualized and adequate ergo-therapy

2. *Peripheral neuropathies (median/ cubital/ radial palsies)* (Oken, 2004; Adler et al., 2008)

Whatever the lesion etiology or level, the severity of the palsy is directly proportional to hand dysfunction.

- The nerves of the hand are mixed, which is why their involvement determines motor deficit (palsy or paralysis) and also, sensory deficit or even vegetative problems, aggravating hand dysfunction;

- The lesion type is diagnosed by EMG and is very important for the future prognostic and therapeutic management: neurapraxia and axonotmesis benefit from conservative strategies, but neurotmesis needs surgical neurorrhaphy (Cooper, 2006);

- Neurorrhaphy: "per primam" is considered to be performed in the first 6 hours (clean cuts); the majority of the surgeons choose "per secundam" neurorrhaphy (performed 3 weeks after the trauma); regardless of the time chosen for surgery, the rehabilitation program begins as soon as the diagnosis of peripheral palsy/paralysis is certain.

The therapeutic management for peripheral palsy/paralysis is illustrated in Table II.

3. „*Stiff hand*” is a complex post-traumatic sequelae syndrome consisting of pain and stiffness, progressive ROM limitation (ankylosis), decreasing muscle strength, atrophic muscles and chronic edemas.

Possible causes: tendon lesions, fractures or sprains, burns.

a) Tendon lesions (Manfulli et al., 2005; Howell, 2005):

- Simple lesions: they do not need surgery; conservative treatment (especially for extensor tendons) consisting in posturing/orthotics/rehabilitation for 3-5 weeks;

b) Serious lesions which need surgery: especially for flexor tendons - "per primam" suture (in the first 10

**Table II**

The therapeutic management for peripheral palsy/paralysis.

Deficit/ methods	Deformations/ deviations	Motor deficit in the palsy/paralysis territory	Sensory problems	Vascular trophic problems
Electro-therapy	-	- electrostimulations with exponential or rectangular currents - biofeedback EMG	- avoid due to electric burns risks	- low and medium frequency - pulsed high frequency
Thermo-therapy	- prepare kinetics session and orthotics	- hydrokinetics (warm water mobilizations) - whirlpool	- avoid due to thermal burns risks - skin protection	- diathermy - alternating-contrasting baths
Massage	- relax techniques - warm olive oil massage	- neuro-proprioceptive facilitation techniques	- neuro-proprioceptive facilitation techniques	- manual or pneumatic lymphatic drainage
Kinetics	- physiological postures - stretching - joint mobilizations	- neuro-proprioceptive facilitation techniques - isometrics - isotonic with progressive resistance during reinnervation	- neuro-proprioceptive facilitation techniques - stereognosis regain - sensory localization regain	- mobilizations every 2-3 hours - elevated postures
Orthotics	- bivalvular plaster splints - functional orthotics (lively splints)	- functional orthotics (lively splints)	- protection and sensory stimulation role	- elastic compressive bandages/splints
Occupational therapy	- dynamic orthotics	- early dynamic orthotics, then without - avoid tricky movements and wrong stereotypes - grip and ability exercises - ADLs training	- stereognosis regain - sensory localization regain	- indirect role through muscular activity

**Tableul III**

Stiff hand strategy.

Deficit/ methods	Pain	ROM limitation/ ↓ muscle strength	Edema
Electro-therapy	- all types of analgesic - electrotherapy	- electrostimulation with exponential or rectangular currents - biofeedback EMG	- anti-edema and vascular gymnastics electrotherapy
Thermo-therapy	- paraffin - high frequency - hydrotherapy - whirlpool	- hydrokinetics (warm water mobilizations) - whirlpool	- alternant baths (hot-cold) - hydrokinetics (mobilization in warm water)
Massage	- intrinsic hand muscles relaxation - capsular and ligament structures relaxation	- warm olive oil - subaquatic showers - intrinsic hand muscles relaxation - capsular and ligament structures relaxation	- venous and lymphatic drainage
Kinetics	- functional postures - equilibrium between rest and joint mobilizations	- passive/auto-passive /passive-active and active stretching - isometrics - isotonic with progressive resistance - analytic and global exercises - grip exercises	- elevated postures - Chessington arm bandage - Moberg arm drainage posture
Orthotics	± protective and helpful devices	- correction splints and serial postures - dynamic functional orthotics	- elastic gloves/compressive bandage
Occupational therapy	- relaxation techniques	- analytic and global, individualized ergotherapy	- global, functional ergotherapy

days post-trauma, especially the first 24-48 hours) or "per secundam" suture (10-14 days post-trauma); after surgical suture or tendon plasty, depending on the skin solving, the patient starts early rehabilitation (with immobilization for 3 weeks), followed by the functional rehabilitation period (for weeks or months).

c) Sequelae after fractures, sprains and dislocation (Ring & Cohen, 2007; Anwar et al., 2008)

- In frequency order, the fractures of the hand are: of the basal metacarpal bone (distal part); of the phalanx diaphysis; metacarpal neck (proximal part); thumb fracture-dislocation;

- sequelae: pain; stiffness; edema; decreasing muscle strength; hand ability lost;

- therapy: orthopedic intervention (reduction/immobilization cast for as short a period as possible) and

early rehabilitation program, even before total bony consolidation;

d) Sequelae after burns (Barret-Nerin & Herndon, 2005; O'Brien, 2009)

- Post-combustion sequelae are usually non-aesthetic and dysfunctional and their severity depends on: the burned surface, the burn grade (4 grade classification), the agent (chemical/thermal/electric burns);

- Rehabilitation must be initiated early, during the skin re-epithelialization period, before the appearance of retractile sequelae;

- Usually, repeated surgery is needed and the rehabilitation program is essential before and after surgery;

- The functional rehabilitation of the hand must be a continuous process, permanently adapted to the clinical

and dysfunctional status of the patient, during months and even years

The protocol proposed for stiff hand rehabilitation is illustrated in Table III.

4. *Algoneurodystrophy* (known as "complex regional pain syndrome" (CRPS), Leriche syndrome, Sudek syndrome or "reflex sympathetic dystrophy") represents a nosological entity with a lot of medical controversies due to the complex etiopathogenic theories: Sudek's chronic inflammatory theory, Leriche's hyperemia theory, Drucker's theory of vegetative reflex arch with self-sustained sympathetic download (Stanton-Hicks, 2008; Harden, 2007), but with a major impact on the quality of life and functionality of the patient.

There is a clinical and functional three-phase classification of *algoneurodystrophy*, with progressive evolution without treatment. These phases are characterized by specific clinical signs and have different therapies: (Bryant et al., 2008):

A) stage I: immediately or several weeks after trauma; clinically – severe pain, hyperemia of the skin, which is warm and wet; edema of skin/subcutaneous/muscular structures; muscular hypotrophy. The rehabilitation program is shown in Table IV A.

**Table IV A.** Stage I AND (initial period).

Deficit/ methods	Pain/ local inflammation/edema	ROM limitation
Electro-therapy	- local Diapulse - reflex sympatholytic ultrasound±low frequency	- local Diapulse
Thermo-therapy	- criotherapy - local priesnitz MgSO4 - whirlpool	- criotherapy
Massage	- soft - effleurage - proximal lymphatic drainage	-
Kinetics	- elevated postures - analgesic and elevating rest positions	- local rest - healthy segments mobilizations - opposite hand active mobilization
Orthotics	- Chessington arm bandage - Moberg arm drainage posture	- simple functional postures
Occupational therapy	- relaxing techniques	- relaxing techniques

B) stage II: in the next 3 months; clinically – persistence of pain and edema, cyanotic cold and wet skin, local hair loss, stiffness and characteristic X-ray image – spotty osteoporosis. The rehabilitation program is shown in Table IV B.

C) stage III: irreversible; clinically – decrease in pain intensity, but it covers a larger area and extends to the root of the affected limb; dominated by atrophic processes of the skin, muscles, retractile aponeurosis and tendons, severe dysfunction. On X-ray – severe osteoporosis, with osteolytic areas. The rehabilitation program is shown in Table IV C.

**Table IV B**

Stage II AND (evolution period).

Deficit/ methods	Pain/ local inflammation/edema	ROM limitation
Electro-therapy	- local low/medium frequency - sympatholytic reflex ultrasound	- analgesic and relaxing procedures
Thermo-therapy	- Diapulse - alternant warm-cold showers/baths - whirlpool	- local warmth before kinetics - hydrokinetics in warm water - whirlpool
Massage	- sub aquatic showers - proximal lymphatic drainage - local lymphatic drainage	- tonifying massage - proprioceptive facilitation techniques
Kinetics	- progressive and painless	- passive, passive-active and active exercises - painless - 10-15 min x 2 times/day - individualized
Orthotics	- indirect by protection and support of the segment	- extreme positions using alternating splints every 2-3 hours
Occupational therapy	- relaxing techniques	- global functional, ADLs training

**Table IV C**

Stage III AND (chronic period).

Deficit/ methods	Pain/local inflammation/edema	ROM limitation and muscle atrophy
Electro-therapy	- local low and medium frequency - reflex sympatholytic ultrasound	Analgesic and relaxing procedures
Thermo-therapy	Deep and intense thermal: - high frequency - paraffin - hot mud - hot baths	- local warmth before and during kinetics - hydrokinetics in warm water
Massage	- with warm oil - Cyriax techniques - deep and intense massage	- warm oil - Cyriax techniques
Kinetics	- all types of exercises allowed if painless	- passive, passive-active and active exercises - painless - 20-30 min x 3-4 times/day - individualized
Orthotics	- indirect by protection and support of segment	- extreme positions using alternating splints every 2-3 hours
Occupational therapy	- usual daily gestures	- global functional, ADLs training

**Admission criteria for the functional rehabilitation program** (Hunter et al., 2002):

- pain or stiffness in the hand/wrist/fingers
- edema
- decrease in muscular strength due to immobilization or to peripheral neurological motor deficit – paresis/paralysis
- difficulty in performing usual daily gestures – dysfunction for activities of daily living (ADLs)
- grasping difficulty or impossibility to perform
- sensory disturbances

- retractile dysfunctional scars
- post-surgery rehabilitation for all types of hand/wrist/ finger pathology, if the surgeon (orthopedist or plastic surgeon) considers it necessary
- pre-surgery rehabilitation program to obtain optimum anatomical and functional conditions after the intervention
- during the natural history of chronic rheumatologic diseases (rheumatoid arthritis, psoriatic arthritis etc.), with severe anatomical changes of the hand bones, very dysfunctional for the patient.

### Minimum necessary investigations

- full objective clinical exam of the hand/wrist/ finger area: inspection; joint and muscle examination (goniometry and dynamometry); neurological examination; pathology-specific clinical maneuvers (Cuccurullo, 2004)
- functional examination of the hand using evaluation scales (Functional Independence Measurement scale etc.) (Cuccurullo, 2004)
- plain X-ray of wrist/hand/fingers in antero-posterior and lateral incidence for bone and joint pathology (suspicion of traumas, tumors, osteonecrosis) (Davies et al., 2002)
- electrodiagnosis and EMG studies are mandatory in peripheral neurological pathology (Cooper, 2006)
- laboratory: presence and intensity of the inflammatory phenomenon (ESR, fibrinogen, C reactive protein) and their possible cause (rheumatoid arthritis, gout, diabetes) or lab tests to help differential diagnosis
- musculo-articular ultrasound (Bianchi & Martinoli, 2007) is non-invasive, relatively cheap, very useful for soft tissue common pathology; MRI or scintigraphy are not frequently used, but are helpful for soft tissue lesions (cysts, synovia, tendons), and CT scan can help in suspect bone pathology (tumors, necrosis).

### Pharmacological treatment

- analgesics: common (paracetamol 1-2 g/day), step II /III (codeine phosphate, tramadol, DHC continus, oxycodone) for severe pain
- non-steroidal anti-inflammatory drugs per os/intra-muscular/intra-rectal: non-selective or COX2-selective (coxibs)
- local injections with corticoids (Diprofos) or local anesthetics (Xylene) for entrapment syndromes or inflammatory soft tissue pathology
- disease-specific etiological medication (gout, rheumatoid arthritis, systemic lupus, diabetes)
- neurotrophic vitamins for neurological disturbances, based on B1 and B6 vitamin complex: Milgamma N, Thiogamma
- peripheral vasodilators: Pentoxifylline
- anxiolytics, antidepressive drugs (for marked psychic syndrome): Alprazolam
- for neuropathic pain: tricyclic antidepressives (Amitriptyline), anti-epileptics (Carbamazepine, Neurontin, Gabapentin)
- magnesium sulfate solution (60g/l) for local cold wet applications (priesnietz) for acute inflamed soft tissue pathology

- local creams with anti-inflammatory/topical analgesic/olive oil for massage
- for iontophoresis or sonophoresis: non-steroidal anti-inflammatory drugs or hydrocortisone (for inflammation and edema); alpha-chymotrypsin or hyaluronidase for fibrolytic effect (Dupuytren disease)
- special for algoneurodystrophy: beta-blockers, sympatholytics, calcitonin, synthesis anabolics, calcium plus D vitamin.

### Rehabilitation team

- Physical, Rehabilitation Medicine and Balneology specialist doctor for the evaluation, preparation and supervision of the global therapeutic strategy
- Physiotherapist – assistant for electrotherapy, hydrotherapy, thermotherapy
- Kinesitherapist for the specific medical prophylactic and therapeutic kinetic program
- Ergotherapist for the occupational therapy program and for the necessary adaptation at home or at the workplace
- Psychotherapist (for assistance of the patients with chronic and severe pain and psychic syndrome) or psychiatrist (for depressed, anxious or suicidal patients)
- Orthotics specialist for manufacturing and training patients who need orthoses or prostheses
- Social assistant for helping the patient in social and professional reintegration
- Permanent collaboration with the orthopedist, plastic surgeon, neurologist, rheumatologist

### Contraindications of PRM procedures adapted to individual pathology

- General contraindications of electrotherapy (DeLisa et al., 2005; Kiss, 2002):
- skin problems that do not allow electrode application (discontinuity cutaneous lesions, eczemas, allergies, eruptive diseases, skin tuberculosis, suppurative infections); exception – pulsed short wave diathermy (Diapulse)
  - neoplasm or borderline lesions in any localization; except SNET
  - fever, sepsis, infectious diseases
  - hemorrhage, capillary fragility, coagulation disturbances
  - decompensation risks for chronic somatic/visceral diseases
  - pregnancy, menstrual period, coil
  - metallic devices – only pulsed short waves accepted
  - psychiatric diseases, cachectic subjects
- Contraindications of therapeutic massage (DeLisa et al., 2005; Kiss, 2002):
- local inflammatory phenomena
  - infectious diseases or fever
  - vascular fragility, anticoagulant therapy, coagulation problems
  - thrombophlebitis
  - malignancy
  - skin problems – major dermatitis, mycosis, suppurative or itchy lesions

Contraindications of thermotherapy (DeLisa et al., 2005; Kiss, 2002):

- skin lesions: burns, unhealed lesions
- after skin grafting
- infections
- poor blood pool and ischemia risks (Raynaud syndrome, Volkmann syndrome)
- regions with sensory disturbances and anesthesia (burn risks)

### **Long-term management**

The rehabilitation of hand pathology and surgical sequelae (O'Brien, 2009) needs a lot of competence, experience, intense specialized assistance during months-years and a total participation of the patient (6 hours rehabilitation activity per day).

There are three distinct rehabilitation periods:

a) initial rehabilitation period: immediately after surgery or trauma, when the patient is immobilized in cast, correct posture and orthotics, fight with the pain/edema/ROM limitation prevention;

b) functional rehabilitation period: the patient goes to a specialized Hand Center and is evaluated and prescribed the individualized and adapted rehabilitation program; usually, specific PRM methods consist of pharmacotherapy, physical therapy, therapeutic massage, kinetics and ergotherapy, whose intensity, complexity and duration increase gradually.

This period has particularities depending on the etiology of the disease:

- in post-traumatic lesions or burns: usually there are repeated surgeries and the rehabilitation program is essential before and after surgery;

- in peripheral neuropathies: recovery depends on the lesion type (neurapraxia/axonotmesis/ neurotmesis), the speed of nerve recovery, the type of injury and therapy (conservative or surgical);

- in chronic inflammatory processes: there are reactivation inflammatory episodes, when therapy is the same as in acute episodes;

- during the evolution of systemic diseases (rheumatoid arthritis, diabetes, gout) it is important to have a proper treatment of the underlying disease and to monitor and rapidly treat any disorder of the hand, to prevent or minimize local hand/finger deformations.

The rehabilitation program must be carried out daily, with periodic clinical and functional monitoring and the permanent adjustment of the therapeutic strategy by the PRM specialist, as part of the interdisciplinary team. At home, the patient will perform daily activities as occupational therapy aiming to restore functional deficit.

c) chronic period: the rehabilitation program can be carried out in outpatient rehabilitation services or in medical balneary resorts.

The final aim of rehabilitation is to regain work capacity or self-care and independence for usual daily living activities. These aims can be obtained only if the recovery program is initiated early and is continuously performed and adapted, in specialized centers but also at home, because ergotherapy plays a major role. Occupational therapy for hand dysfunction has five objectives (Sbenghe,

1981; Colby, 2007):

- to regain and develop the ADLs for a better independence of the patients in their familial environment. If necessary, there are special adaptations for severe or permanent dysfunctions (thickened handles of cutlery etc.). In severe peripheral neuropathies, permanent orthotics will be required;

- to allow to resume professional and recreational activities (reintegration);

- to facilitate the workplace and work activity by adaptation of the devices or tools to the functional deficit of the patient (professional re-adaptation);

- to discover and develop new professional vocations for the severely affected patients, whose dysfunction does not allow them to return to the former job (professional re-orientation);

- to train the other upper limb to perform the functions and activities of the disabled hand, especially when it is the dominant one. Traumatic hand sequelae are the most frequent cause of work incapacity and retirement in young adults.

### **Conflicts**

Nothing to declare.

### **Acknowledgement**

Text fragments will be included in the chapter "Post-surgical hand rehabilitation" – Scarlet RG, Brăilescu CM, of the volume "Plastic surgery and reconstructive microsurgery" under the supervision of Prof. Lascar I, Florescu I, Enescu D, which is in the process of being edited.

### **References**

- Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in practice - an illustrated guide. Third ed., Springer, Chap. Upper Extremity 2008, 77-117
- Anwar R, Tuson K, Khan SA. Classification and Diagnosis in Orthopaedic Trauma. Cambridge University Press 2008; 21-23, 28-37
- Atkinson K, Coutts F, Hassenkamp AM. Physiotherapy in Orthopaedics - A problem-solving approach. Second ed., Elsevier Churchill Livingstone. Chap. „Soft tissues injuries” and „Physical Medicine” 2005, 133-159, 311-353
- Barret-Nerin JP, Herndon DN. Principles and Practice of Burn Surgery. Cambridge University Press-Marcel Dekker Ed, 2005, Chap. „Hand” 257-281
- Bianchi S, Martinoli C. Ultrasound of the Musculoskeletal System. Springer. In chapter „Wrist and Hand”, 2007, 425-594
- Bryant PR, Kim CT, Millan R. The Rehabilitation of Causalgia (CRPS type II). Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America 2002; 13 (1):137-157. In National Centers for Biotechnology Information. National Library of Medicine, 2008.
- Colby LA, Kisner C. Therapeutic Exercise - Foundations and Techniques. Fifth ed., FA Davis Company Philadelphia. Chap. „Soft Tissues and Postoperative Management” and „Wrist and Hand” 2007, 349-383, 589-643
- Cooper G. Essential Physical Medicine and Rehabilitation. Humana Press Totowa NJ. Chap. „Orthopaedics” and „EMG” 2006, 233-249, 285-333
- Cuccurullo S. Physical Medicine and Rehabilitation - Board Review. In chap „Physical Modalities” Demos Medical

- Publishing, 2004, 553-585
- Davies AM, Petterson H, Ostensen H. Radiographic Anatomy and Interpretation of the Musculoskeletal System. In „The WHO Manual of Diagnostic Imaging”, WHO Press Malta, 2002
- DeLisa J, Gans B, Walsh N. Physical Medicine and Rehabilitation - Principles and Practice. Fourth ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2005, Chap. „Upper extremity soft-tissues injuries” 829-855
- Frontera W, Silver J. Essentials of Physical Medicine and Rehabilitation. Hanley & Belfus, 2002, 143-208
- Harden RN. Proposed New Diagnosis Criteria for CRPS. Pain Medicine 2007; 8:4
- Howell JW, Merritt WH, Robinson SJ. Immediate controlled active motion following zone 4-7 extensor tendon repair. Journal of Hand Therapy; 2005,18:182-190
- Hunter M, Macklin EJ, Callahan AD et al. Rehabilitation of Hand and Upper Extremity. 5<sup>th</sup> ed., Mosby, 2002, 542-579
- Kiss I. Fiziokinetoterapia și recuperarea medicală în afecțiunile aparatului locomotor. Ed Medicală, București, 2002, 39-54
- Manfulli H, Renstrom P, Leadbetter W. Tendon injuries-Basic Science and Clinical Medicine. Ed Springer 2005, 242-267
- O’Brien M. Plastic and Hand Surgery in Clinical Practice - Classifications and Definitions. Springer, Chap. „Hand Surgery” 29-63 and „Burns” 2009, 161-171
- Oken BS. Complementary Therapies in Neurology - An Evidence-based Approach. Parthenon Publishing Group, a CRC Press Company. Chap. „Massage” and „Peripheral Neuropathies” 2004, 113-134, 397-406
- Ring D, Cohen MS. Fractures of the Hand and Wrist. Informa Healthcare Press, New York, 2007, 1-189
- Sbenghe T. Recuperarea medicală a sechelelor posttraumatice ale membrelor. Ed Medicală, București, 1981, 17-252
- Sidenco EL. Metodica recuperării mâinii - aplicații în kinetoterapie și medicină sportivă. Ed Fundației România de Măine, București 2005, 100-213
- Skinner HB, Fitzpatrick M. Current Essentials Orthopaedics. Chap „Hand problems” McGraw Hill Medical Companies, a Lange Medical Book, 2008, 177-208
- Stanton-Hicks M. Complex Regional Pain Syndrome. Anesthesiology Clinics of North America 2003;21(4):733-744. In National Centers for Biotechnology Information. National Library of Medicine, 2008.
- Trumbull TE (ed) Hand Surgery Update III. Am Society for Surgery of the Hand, Chicago Il, 2003
- Wiesel SW, Delahay JN. Essentials of Orthopedic Surgery. Third ed., Springer. Chap. „Hand”- MA Haque, 2007, 387-415

# Architectural adaptation of bone to mechanical loading

## Adaptările arhitecturale ale osului la stimuli mecanici

**Dorina Ianc**

*Oradea University, Faculty of Geography, Tourism and Sport*

### Abstract

The effects of physical exercise on bone resistance have been proved in several studies.

Over the years, numerous investigations that reveal the positive effect of physical activity on bone mineral density have shown that these effects are localized and depend on specific sports activity. Differences in bone mineral density between athletes and sedentary subjects are shown in trabecular areas of the skeleton.

The skeleton strength depends largely on bone mineral density but also on bone architecture at macroscopic and microscopic scale (trabecular bone microarchitecture).

Bone overall geometry can be modified by physical exercise. It appears that mechanical stimuli have a positive effect on longitudinal bone growth. An elongation of bone segments between 1 and 3% was observed in the dominant upper limb of tennis players who began the practice of sport in childhood or adolescence. Cross-sectional studies have shown that mechanical loading improves bone resistance through cortical thickness adaptation.

In animals, an 8% increase in the bone trabeculae of the tibial epiphyses after three weeks of exercise on the treadmill has been demonstrated. Other microarchitecture adaptations have been highlighted by research: increased trabecular bone volume, reduced intratrabecular space, increased trabecular thickness.

Knowledge of the effects of mechanical loading on bone architectural parameters is necessary to optimize the benefits of physical activity on bone strength.

**Keywords:** mechanical stimuli, bone microarchitecture, physical activity.

### Rezumat

Efectele activității fizice asupra rezistenței osului au fost demonstrate în numeroase cercetări.

De-a lungul anilor, numeroase studii care au evidențiat efectul pozitiv al activității fizice asupra densității minerale osoase au arătat că aceste efecte sunt localizate și depind de specificul activității sportive. Diferențele de densitate minerală osoasă între sportivi și sedentari sunt mai mari la zonele trabeculare ale scheletului.

Soliditatea scheletului depinde în mare măsură de microarhitectura trabeculară osoasă, dar și de arhitectura osului la scară macroscopică și microscopică.

Geometria globală a osului poate fi modificată prin exercițiu fizic. Stimulii mecanici au un efect pozitiv asupra creșterii longitudinale osoase. A fost observată o alungire a segmentelor osoase între 1 și 3% la nivelul membrului superior dominant la jucătorii de tenis care au început practica sportivă în perioada copilăriei sau adolescenței.

Studii transversale au arătat că stimulii mecanici ameliorează rezistența osului prin adaptări ale grosimii corticale.

Cercetările pe animale au găsit o creștere de 8% a travelelor osoase la epifiza tibială după trei săptămâni de exercițiu pe covor rulant. Alte adaptări microarhitecturale care au fost consemnate: creșterea volumului osos trabecular, diminuarea spațiului intratrabecular, îngroșarea travelelor osoase.

Cunoașterea efectelor stimulilor mecanici asupra parametrilor arhitecturali ai osului este necesară pentru a optimiza beneficiile activității fizice asupra rezistenței osoase.

**Cuvinte cheie:** stimuli mecanici, microarhitectura osoasă, activitate fizică.

---

## Introduction

The mechanical properties of bone are determined by bone geometry, cortical thickness and porosity, trabecular bone morphology and intrinsic bone tissue properties. The major complication of osteoporosis is the fracture related to the decrease of mechanical resistance. Any osteoporosis treatment aims at a restoration of mechanical properties involving a restoration of these determining factors as well.

It has been proven that the deteriorations of bone

architecture in osteoporosis have major implications on bone fragility. Bone solidity is based on the structural and architectural properties of bone. Structural properties refer to the quantity of bone crystals, the size of bone crystals, and collagen composition. Architectural properties refer to bone size and shape, trabecular architecture, cortical thickness, cortical porosity. At the same time, as bone is a living tissue, bone remodelling dynamics and the balance between osteoformation and bone resorption must also be considered (Seeman, 2002).

---

*Received:* 2012, March 14; *Accepted for publication:* 2012, April 20

*Address for correspondence:* Oradea University, Faculty of Geography, Tourism and Sport, 1 Universității street, 410087, Oradea

*E-mail:* dorina.ianc@yahoo.com

Bone architecture was defined by Roux (1895) and Wolff (1892) as a resultant of mathematical laws: the thickness and number of trabeculae, i.e., the distribution of bone mass, must correspond to the quantitative distribution of mechanical stress, and the trabeculae must be stressed axially in compression or tension. Following researches, Wolff (1895) showed that the distribution of mechanical stress at tissue level determines bone architecture. Later, Thompson (1961) and Frost (1964) stated that mechanical stress is a cell stimulus. Researches have shown that the increase of mechanical stress caused by exercising favours bone mass gain, and the decrease of mechanical stress noticed during immobilisation or microgravity during a space flight induces bone loss (Jaworski & Uthoff, 1986; Vico et al., 2000).

The effects of exercising on bone tissue were studied in the '70s (Nilsson & Westlin, 1971; Dalen & Olsson, 1974) through cross-sectional studies comparing athletes with sedentary subjects. These authors pointed out the positive effect of sporting activity practice on the bone mineral density (BMD). Nilsson & Westlin (1971) also noticed that this effect was local, depending on the stressed skeleton part and that certain types of sporting activities led to important mechanical stress. The BMD differences between athletes and sedentary subjects were asserted more at trabecular axial skeleton level (Dalen & Olsson, 1974).

Since then, multiple studies have confirmed these incipient observations (Suominen, 1993; Chilibeck et al., 1995). High BMD values have been noticed in weight lifters, due to strong mechanical strains applied to bone structures (Chilibeck et al., 1995). High BMD values have been found in all skeleton parts measured in gymnasts (Bass et al., 1998; Courteix et al., 1998), athletes (Haasalo et al., 1994) or volleyball players (Risser et al., 1990) as compared to swimmers or sedentary subjects of the same age. Similar results have been obtained by Bailey et al. (1999), studies in which subjects are children or teenagers involved in various sporting activities.

Physical activity during childhood induces mechanical stress necessary for the growth of the bone system. This has been proven by the effects of prolonged immobilisation as well, by musculoskeletal atrophy following immobilisation. The immobilisation of a rat's limb leads to a decline in bone mass, as well as to a decrease in alkaline phosphatase activity (Cohen et al., 1999).

Moreover, the absence of gravity leads to a decrease in the mineral density of the lumbar spine (Collet et al., 1997), which appears from the first month of zero-gravity and increases dramatically in the following months.

The literature suggests that muscular contractions have a positive effect on bone mineralization (Todorov, 1975). This hypothesis is based on the anatomical connection that exists between the bone and muscular system: muscles are attached directly to bone or indirectly by means of tendons. They put in motion bone segments (concentric contractions) or they act against a movement generated by an external force (isometric or eccentric contraction). In both cases, a mechanical stress is applied at the muscle-tendinous insertion level. In order to exemplify this, Todorov (1975) has shown the presence of certain bony outgrowths at the level of muscle insertions in the dominant humerus of tennis players.

Because the resistance of the skeleton mainly depends on the BMD (70 to 80%) (Cortet et al., 1995), physical

activity is recommended throughout life in order to prevent osteoporosis and related fractures. However, other factors than BMD determine bone resistance as well, such as bone tissue architecture on a macroscopic scale (global geometry of the bone) and on a microscopic level (trabecular bone microarchitecture).

In order to optimize the benefits of exercising on bone resistance, the effects of mechanical stress on the architectural parameters of the bone system must be known.

### **The effects of physical activity on bone macroarchitecture**

The global geometry or macroarchitecture of the bone can be modified by practising physical activity. A lengthening of the bone segments by 1-3% has been observed in the dominant upper limb of tennis players who began practicing this sport in childhood or adolescence (Todorov, 1975; Krahl et al., 1994; Haapasalo et al., 1996). Studies show that mechanical stimuli have a positive effect on longitudinal bone growth.

As regards periosteal growth, the first studies on the effects of exercising were based on simple radiographs (Todorov, 1975; Krahl et al., 1994; Jones et al., 1977; Ruff et al., 1994). These studies showed an increase of cortical thickness in the dominant upper limb (humerus, radius and cubitus) in the case of tennis players.

These studies were followed by several detailed investigations, using methods such as pQCT (peripheral quantitative computed tomography) and NMR (nuclear magnetic resonance). Both methods can explain the architectural changes of bone in the mediolateral plane, but also in the anteroposterior plane, which is not possible via X-ray biophotonic radiography or absorptiometry. Moreover, pQCT and NMR differentiate cortical bone from trabecular bone.

Several cross-sectional studies, comparing athletes with sedentary subjects, have shown that mechanical stress has a positive effect on bone resistance, through adaptations of bone geometry and cortical thickness. Duncan et al. (2002) discovered using NMR that the cortical surface area in the middle third of the femur was higher in the case of racers than in the case of swimmers or cyclists, both activities involving a much lower mechanical stress on the lower limbs. Heinonen et al. (2001) compared the lower limb of triple jump athletes and sedentary subjects using pQCT. The trabecular bone volume was higher in the case of these athletes (+18% in the tibia, distal part and +41% in the proximal part of the tibia), while cortical density was not different between the two groups. Cortical thickness was significantly higher in the case of triple jump athletes (+20-50%, depending on the measured part). Heinonen et al. (2002) confirmed the fact that cortical density was not significantly different between sedentary subjects and athletes, in a study on weight lifters. The authors noticed that the parts subject to bending forces had a very large bone size and high cortical thickness, while the bones subject to compression forces had a higher trabecular density at the epiphysis level. Thus, they showed that the response to mechanical stimuli depends on the type of strains applied to bone structures.

In these cross-sectional studies, the influence of the

genetic factor cannot be completely ruled out, even if the differences noticed between athletes and sedentary subjects are so important that this factor alone cannot explain them. In order to clarify this issue, unilateral sports such as tennis were considered in the study. By comparing the dominant and non-dominant limb of the same subject, it is possible to avoid the influence of genetic, hormonal and nutritional factors.

Ashizawa et al. (1999) found a higher total bone surface area in the dominant radius at the epiphysis level (+6.8%), and especially at the diaphysis level (+15.2%). Volumetric density was not different between the two radius bones at the diaphysis level, while it was higher in the dominant radius at the trabecular epiphysis level (+6.8%).

Cortical density was slightly lower in the middle third of the dominant radius (-0.8%), while trabecular density was higher in the distal part of the dominant radius compared with the non-dominant radius (+5.8%). These results were confirmed by Haapasalo et al. (2000), who report a lower cortical density in the distal part of the dominant humerus (-2%). The geometric modifications are very visible in several parts of the radius and humerus, the differences between the dominant and non-dominant segment being between 16 and 21% for the total bone surface area, from 12 to 32 for the cortical surface area and from 5 to 25% for cortical thickness. The medullary cavity is enlarged in the proximal part of the humerus (+19%) and in the radial diaphysis (+29%), suggesting that bone mineralization is located farther than the longitudinal axis of the bone.

These observations are very important as far as mechanical resistance is concerned. The resistance of the diaphysis to torsion and bending stress is higher as the mineral mass is condensed over the longitudinal axis of the bone (Turner and Burr, 1993). The increase in bone resistance in response to mechanical stimuli is obtained through the growth of the global bone size and through modifications of cortical architecture. At the diaphysis level subject to mechanical loads, a periosteal expansion is found and there is a lower expansion at the endosteum level, which leads to an increase in bone size and in the cortical surface area. The volumetric density of the cortical bone can even be slightly reduced, but most often it is not affected. A slight periosteal expansion can also be noticed at the epiphysis and vertebrae level. In these parts of the bone system, the trabecular bone density increases in response to mechanical stimuli, for a better resistance to compression forces.

In the previous studies, physical activity began in childhood or adolescence. It seems that the response of bone tissue to mechanical stress is different in the case of mature bone. In the case of athletes who began practising sports around the age of 35 years, Nara-Ashizawa et al. (2002) did not notice a periosteal expansion in the dominant radius. However, this mechanism occurs naturally with the aging process, because it allows for the compensation of endocortical bone loss. The authors discovered that the total and medullary surface area in the middle third of the dominant radius was lower, while global bone density increased at the level of the middle and distal third of the radius. However, the sporting activity practice level of the subjects was relatively lower considering that it was a

leisure practice. In the case of national-level players who began at 26.4-8.0 years, Kontulainen et al. (2002) noticed a higher total surface area and cortical surface area in the dominant humerus. This adaptation is twice weaker in mature bone than in immature bone, but it is significant.

In order to obtain a better mechanical resistance, it is preferable to practice a physical activity before the skeletal maturation period, because the expansion capacities of the periosteum are much higher than those of the mature skeleton.

Some authors suggest that the period in which the skeleton is most sensitive to mechanical stimuli is during puberty and to be more precise, at the age of peak height velocity, "adolescent growth spurt" (Parfitt et al., 1994; Haapasalo et al., 1998). Approximately a year after this peak height velocity, peak bone mass velocity appears (Bailey et al., 1999). According to these authors, almost a quarter of the adult bone mass is gained during the two years that frame peak bone mass velocity (from the puberty stage Tanner II to IV (Tanner) in the case of girls and III to V in the case of boys) (Marshall et Tanner, 1969, 1970). Bass et al. (2002) consider that prepuberty rather than puberty is the most opportune period. In the case of prepubertal tennis players, a difference in the bone mineral content (BMC) of 11-14% between the dominant and non-dominant humerus was noticed in the benefit of the dominant side (Bass et al., 2002). This difference is not more important in the case of prepubertal or postpubertal groups, despite a longer previous sporting activity practice. The authors have recontacted 37 players at one year interval. By means of NMR, they have highlighted two types of bone adaptation in response to mechanical stimuli. Before puberty, the periosteum expansion is dominant, which leads to a growth of the bone size. After puberty, periosteal apposition continues, but it is weaker and endocortical apposition contributes to the increase in the cortical surface area.

According to Seeman (2002), an optimum period to potentiate the effects of the sporting activity practice on bone tissue cannot be established because the response of the skeleton is local, depending on the mechanically stressed part. During puberty, the growth of the appendicular skeleton is more rapid than that of the axial skeleton. The upper and lower limbs will be more sensitive to mechanical stress throughout this period. During puberty, the growth of the axial skeleton prevails, and the bone response can be emphasized in the axial parts (Seeman, 2002). In order to confirm this hypothesis, longitudinal studies are required. In the current state of the literature, it is more prudent to generally recommend practising a physical activity during growth (MacKelvie et al., 2002). At the same time, the intensity and the volume of training must be controlled in order to avoid normal growth disorders (Forwood & Burr, 1993).

### **The effects of physical activity on trabecular bone microarchitecture**

If the bone mineral density explains around 70% of the elasticity and mechanical resistance of trabecular bone (Rice et al., 1988), bone microarchitecture, in addition to BMD, allows to explain up to 90% of the mechanical

properties of spongy tissue (Goldstein et al., 1993). The number, thickness, orientation of the bone trabeculae, the number of connections between the trabeculae influence the mechanical resistance of spongy bone (Kleerekoper et al., 1985).

The changes in the trabecular network identified in osteoporosis cases are accompanied by the complete disappearance of a number of bone trabeculae, by a decrease in the thickness of the remaining trabeculae and by an increase of the distance between the trabeculae.

The effects of mechanical stimuli on trabecular microarchitecture have not been studied in the case of humans for a long time. The *in vivo* assessment of the parameters that characterize bone microarchitecture requires the use of high-performance imaging methods (NMR, pQCT) that are difficult to access, expensive and radiant (pQCT), and bone biopsy is reserved to pathology.

The dosage of bone formation and resorption biomarkers is used to prove the global metabolic activity of the bone. This method has allowed to show that exercise-induced mechanical stimuli have a positive effect on bone remodelling in the case of human subjects (Morgan et al., 2011). This observation is confirmed by animal studies that use *in vitro* techniques, such as histomorphometry. In the case of mice and rats, the differences of bone formation that are reflected by bone remodelling are higher after a few weeks of resistance training exercises in the trabecular surface area of the epiphyses or at the vertebrae level (Bourrin et al., 1995; Iwamoto et al., 2000; Notomi et al., 2000; Notomi et al., 2001; Mori et al., 2003). The difference in mineral apposition, which is an indicator of osteoblastic activity, is higher in the case of the same parts of the skeleton of the trained animals compared to sedentary animals (Iwamoto et al., 2000; Notomi et al., 2001). Other authors have not obtained the same results and assign the increase of the bone formation difference to good osteoblast recruitment (Bourrin et al., 1995; Notomi et al., 2000). The discrepancies between the aforementioned studies can be explained by the heterogeneity of the training programmes in terms of means and intensity of exercise, and also by the age differences between the studied animals. Bone resorption is slowed down in response to training as shown by the decrease in the number of osteoclasts (Bourrin et al., 1995; Notomi et al., 2000; Mori et al., 2003). The effect of this bone modelling activation is the increase in the volume of trabecular bone (Iwamoto et al., 2000; Mori et al., 2003).

As a response to physical exercise, various microarchitectural adaptations have been described. In the case of 9-week-old rats, Bourrin et al. (1995) noticed an 8% increase in the number of bone trabeculae in the tibial epiphysis after three weeks of training on the treadmill. After 5 weeks of training, new bone trabeculae were found in the case of trained rats, at the level of primary ossification. This adaptation was accompanied by a reduction of the intratrabecular space, but bone volume was not significantly different in the case of trained rats compared to sedentary rats. After three weeks of training, the authors noticed in the secondary ossification area a thickening of the bone trabeculae associated with an increased bone volume. In this area, it seems that physical exercise strengthens

the existing trabeculae without changes in the spacing arrangement of the trabecular network. Mori et al. (2003) prepared a system in which the animals had to climb and surpass a mechanical resistance in order to manage to drink water. They tested this with 8-week-old rats. After 2 weeks of training, they confirmed an increase in the number of bone trabeculae and a decrease in intratrabecular spacing, but no thickening of the trabeculae was noticed at the level of the proximal part of the tibia. This type of exercise, which does not indicate shocks like in the case of treadmill training, as well as the relatively reduced duration of training (an average of 12 minutes per day), might explain these results. After 8 weeks of training, Notomi et al., 2000 and Notomi et al., 2001 noted a significant increase in the thickness of bone trabeculae, whereas intratrabecular spacing decreased and the number of trabeculae increased, but not significantly. The adaptations of the trabecular network seem to depend on the practiced training, and also on the duration of observation of the animals and on the studied skeleton parts, involved more or less during training.

In the case of adult animals, bone formation is considerably low, the skeleton adapts to mechanical stress by remodelling. In the case of 14-week-old rats, Yeh et al. (1993) found a significant increase in the volume of trabecular bone in the proximal part of the tibia after 9 and 16 weeks of training on the treadmill (+21 and 34%, respectively, compared to the control group). This adaptation is accompanied by a reduction of intratrabecular spacing and by an increase in the number of bone trabeculae, which is insignificant. At the L5 vertebra level, no difference in trabecular bone volume or trabecular structure was found between the control group and the trained group. The age of the rats might explain the absence of significant results.

For humans, the effects of mechanical stimuli on trabecular bone microarchitecture are difficult to assess *in vivo*. The trabecular network can be studied through 3D images obtained by NMR or pQCT (but this is very radiant) or through 2D images obtained by standard radiography.

A study carried out on 106 volunteers who did not practice asymmetric sports suggests that trabecular bone tissue adapts positively to mechanical stress (MacIntyre et al., 1999). These authors used pQCT in order to obtain images of the trabecular structure of the dominant and non-dominant radius. The connectivity index of the trabecular network was better on the dominant side and the dimension of the medullary spaces was more reduced. These differences were assigned to the fact that the dominant upper limb is more stressed in daily life and therefore subject to higher mechanical stress than the non-dominant upper limb.

Similar results were found in the case of tennis players in a study carried out on 20 tennis players (Ducher et al., 2004). The images of the dominant and non-dominant distal radius were compared using images obtained through MRI. The thickness of the cups (2 mm) was higher than the average dimensions of the trabeculae (between 150 and 200  $\mu\text{m}$ ), the calculation of the histomorphometric parameters was done by texture analysis. Eight parameters out of 19 were significantly different between the two radius bones. The results suggest that the trabecular bone structure is more complex, more heterogeneous and denser on the

dominant side compared to the non-dominant side.

The bone texture of the distal radius of the dominant and non-dominant side was also compared in 51 tennis players, and the results were compared to those of 47 sedentary subjects (Ducher et al., 2004). The Hmean fractal parameter was calculated using the method based on fractal mathematics, according to the fractional Brownian motion model (Benhamou et al., 1994). The Hmean parameter was higher on the dominant side both for tennis players and sedentary subjects, and the difference between the non-dominant and the dominant distal radius was similar in the two groups. These results confirm the hypothesis regarding the effects of daily mechanical stress on the trabecular structure of the dominant radius (MacIntyre et al., 1999).

The analysis of bone texture using the method based on fractal mathematics was also used in the study carried out on 236 children in Oradea, aged between 8 and 11 years, part of these being included in a group of additional physical activity, two times a week, for 6 months (Ianc et al., 2006). In order to establish bone status, each child had a radiograph of the calcaneus of the non-dominant lower limb. Based on this radiograph, the fractal analysis of bone texture was performed, and the result was expressed as Hmean parameter. The Hmean parameter is related to the fractal dimension (D), through the relation  $H=2-D$  (Lespessailles et al., 1998). The higher the Hmean value, the smaller the intratrabecular space and the better the quality of bone texture, thus the bone has a better resistance. After 6 months, the Hmean parameter was significantly different, the group of additional physical activity presenting a significant Hmean gain compared to the sedentary group.

## Conclusions

1. The solidity of the skeleton mainly depends on bone architecture at macroscopic and microscopic scale.
2. The parameters that characterize bone macro- and microarchitecture can be changed by exercise-induced mechanical stimuli.
3. Mechanical stimuli have a positive effect on longitudinal bone growth, cortical thickness, general bone size.
4. Cross-sectional studies have shown that mechanical stimuli improve bone resistance by adaptations of cortical thickness, an increase in the number of bone trabeculae, an increase in the volume of trabecular bone, a decrease in intratrabecular spacing, a thickening of bone trabeculae.
5. Bone adaptations are strongly dependent on the amplitude of the mechanical stimulus, on the application frequency, on the intensity of mechanical stimuli, on their rhythm, on the distribution of mechanical forces, and also on the age of subjects and the type of studied bone (cortical or trabecular).
6. Knowing the effects of mechanical stimuli on the architectural parameters of bone is necessary in order to optimize the benefits of physical activity on bone resistance.

## Conflict of interest

Nothing to declare.

## Acknowledgement

The paper is part of the theoretical substantiation of the author's doctoral thesis.

## References

- Ashizawa N, Nonaka K, Michikami S, Mizuki T, Amagai H, Tokuyama K, Suzuki M. Tomographical description of tennis-loaded radius: reciprocal relation between bone size and volumetric BMD. *J Appl Physiol*, 1999; 86:1347-1351.
- Bailey DA, McKay HA, Mirwald RL, Crocker PR, Faulkner RA. A six-year longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual in growing children: the university of Saskatchewan bone mineral accrual study. *J Bone Miner Res*, 1999; 14:1672-1679.
- Bass S, Pearce G, Bradney M, Hendrich E, Delmas PD, Harding A, Seeman E. Exercise before puberty may confer residual benefits in bone density in adulthood: studies in active prepubertal and retired female gymnasts. *J Bone Miner Res*. 1998; 13:500-507.
- Bass SL, Saxon L, Daly RM, Turner CH, Robling AG, Seeman E and Stuckey S. The effect of mechanical loading on the size and shape of bone in pre-, peri-, and postpubertal girls: a study in tennis players. *J Bone Miner Res*, 2002; 17:2274-2280.
- Benhamou CL, Lespessailles E, Jacquet G. Trabecular bone architecture: characterization by a method of fractal analysis. *Rev Rhum Ed Fr*, 1994; 61:297-300.
- Bourrin S, Palle S, Pupier R, Vico L, Alexandre C. Effects of physical training on bone adaptation in three zones of the rat tibia. *J Bone Miner Res*, 1995; 10:1745-1752.
- Chilibeck PD, Sale DG, Webber CE. Exercise and bone mineral density. *Sports Med*. 1995; 19:103-122.
- Cohen I, Bogin E, Chechick A, Rzetelny V. The effect of single hind-limb immobilization on the contralateral limb in the rat: a morphometric and biochemical study. *Am J Orthop*, 1999; 28:706-708.
- Collet P, Uebelhart D, Vico L, Moro, Hartmann D, Roth M, Alexandre C. Effects of 1- and 6-month spaceflight on bone mass and biochemistry in two humans. *Bone*, 1997; 20:547-551.
- Cortet B, Colin D, Dubois P, Delcambre B, Marchandise X. Methods for quantitative analysis of trabecular bone structure. *Rev Rhum Engl Ed*, 1995; 62:781-793.
- Courteix D, Lespessailles E, Peres SL, Obert P, Germain P, Benhamou CL. Effect of physical training on bone mineral density in prepubertal girls: a comparative study between impact-loading and non-impact-loading sports. *Osteoporos Int*, 1998; 8:152-158.
- Dalen N, Olsson KE. Bone mineral content and physical activity. *Acta Orthop Scand*, 1974; 45:170-174.
- Ducher G, Prouteau S, Courteix D, Benhamou CL. Cortical and trabecular bone at the forearm show different adaptation patterns in response to tennis playing. *J Clin Densitom*, 2004; 7:399-405.
- Duncan CS, Blimkie CJ, Kemp A, Higgs W, Cowell CT, Woodhead H, Briody JN, Howman-Giles R. Mid-femur geometry and biomechanical properties in 15- to 18-yr-old female athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 2002; 34:673-681.
- Forwood MR, Burr DB. Physical activity and bone mass: exercises in futility? *Bone Miner*, 1993; 21:89-112.
- Frost H. *The laws of Bone Structure*. Springfield IL: Charles C. Thomas, 1964.
- Goldstein SA, Goulet R, McCubbrey D. Measurement and significance of three-dimensional architecture to the mechanical integrity of trabecular bone. *Calcif Tissue Int*, 1993; 53 Suppl 1:S127-132; discussion S132-123.
- Haapasalo H, Kannus P, Sievanen H, Heinonen A, Oja P, Vuori I. Long-term unilateral loading and bone mineral density and content in female squash players. *Calcif Tissue Int*, 1994;

- 54:249-255.
- Haapasalo H, Kannus P, Sievanen H, Pasanen M, Uusi-Rasi K, Heinonen A, Oja P, Vuori I. Effect of long-term unilateral activity on bone mineral density of female junior tennis players. *J Bone Miner Res*, 1998; 13:310-319.
- Haapasalo H, Kontulainen S, Sievänen H, Kannus P, Järvinen M, Vuori I. Exercise-induced bone gain is due to enlargement in bone size without a change in volumetric bone density: a peripheral quantitative computed tomography study of the upper arms of male tennis players. *Bone*, 2000; 27:351-357.
- Haapasalo H, Sievänen H, Kannus P, Heinonen A, Oja P, Vuori I. Dimensions and estimated mechanical characteristics of the humerus after long-term tennis loading. *J Bone Miner Res*, 1996; 11:864-1872.
- Heinonen A, Sievanen H, Kannus P, Oja P, Vuori I. Site-specific skeletal response to long-term weight-training seems to be attributable to principal loading modality: a pQCT study of female weightlifters. *Calcif Tissue Int*, 2002; 70:469-474.
- Heinonen A, Sievänen H, Kyröläinen H, Perttunen J, Kannus P. Mineral mass, size, and estimated mechanical strength of triple jumpers' lower limb. *Bone*, 2001; 29:279-285.
- Ianc D, Şerbescu C, Bembea M, Benhamou CL, Lespessailles E, Courteix D. Effects of an exercise program and a calcium supplementation on bone in children: a randomized control trial. *International J Sport Nutr & Exer Metab*, 2006; 16(6):580-9616(6).
- Iwamoto, J, Yeh JK, Aloia JF. Effect of deconditioning on cortical and cancellous bone growth in the exercise trained young rats. *J Bone Miner Res*, 2000; 15:1842-1849.
- Jaworski, ZF and Uthoff HK. Reversibility of nontraumatic disuse osteoporosis during its active phase. *Bone*, 1986; 7:431-439.
- Jones HH, Priest JD, Hayes WC, Tichenor CC, Nagel DA. Humeral hypertrophy in response to exercise. *J Bone Joint Surg Am*, 1977; 59:204-208.
- Kleerekoper M, Villanueva AR, Stanciu J, Rao DS and Parfitt AM. The role of three-dimensional trabecular microstructure in the pathogenesis of vertebral compression fractures. *Calcif Tissue Int*, 1985; 37:594-597.
- Kontulainen S, Sievänen H, Kannus P, Pasanen M, Vuori I. Effect of long-term impact-loading on mass, size, and estimated strength of humerus and radius of female racquet-sports players: a peripheral quantitative computed tomography study between young and old starters and controls. *J Bone Miner Res*, 2002; 17:2281-2289.
- Krahl H, Michaelis U, Pieper HG, Quack G, Montag M. Stimulation of bone growth through sports. A radiologic investigation of the upper extremities in professional tennis players. *Am J Sports Med*, 1994; 22:751-757.
- Lespessailles E, Roux JP, Benhamou CL, Arlot ME, Eynard E, Harba R, Padonou C and Meunier PJ. Fractal analysis of bone texture on os calcis radiographs compared with trabecular microarchitecture analyzed by histomorphometry. *Calcif Tissue Int*, 1998; 63:121-125.
- MacIntyre NJ, Adachi JD, Webber CE. In vivo detection of structural differences between dominant and nondominant radii using peripheral quantitative computed tomography. *J Clin Densitom*, 1999; 2:413-22.
- MacKelvie KJ, Khan KM, McKay HA. Is there a critical period for bone response to weight-bearing exercise in children and adolescents? a systematic review. *Br J Sports Med*, 2002; 36:250-257.
- Marshall WA, Tanner JM (1969). Variations in pattern of pubertal changes in girls. *Arch. Dis. Child*. 1969; 44 (235): 291–303.
- Marshall WA, Tanner JM. Variations in the pattern of pubertal changes in boys. *Arch. Dis. Child*. 1970; 45 (239): 13–23.
- Morgan A, Weiss Jarrett J. Markers of bone turnover across a competitive season in female athletes: a preliminary investigation. *J Sports Med Phys Fitness*, 2011; 51(3):515-524.
- Mori T, Okimoto N, Sakai A, Okazaki Y, Nakura N, Notomi T, Nakamura T. Climbing exercise increases bone mass and trabecular bone turnover through transient regulation of marrow osteogenic and osteoclastogenic potentials in mice. *J Bone Miner Res*, 2003; 18(11):2002-2009.
- Nara-Ashizawa N, Liu LJ, Higuchi T, Tokuyama K, Hayashi K, Shirasaki Y, Amagai H, Saitoh S. Paradoxical adaptation of mature radius to unilateral use in tennis playing. *Bone*, 2002; 30:619-23.
- Nilsson BE, Westlin NE. Bone density in athletes. *Clin Orthop Relat Res*, 1971; 77:179-182.
- Notomi T, Lee SJ, Okimoto N, Okazaki Y, Takamoto T, Nakamura T, Suzuki M. Effects of resistance exercise training on mass, strength, and turnover of bone in growing rats. *Eur J Appl Physiol*, 2000; 82(4):268-274.
- Notomi T, Okimoto N, Okazaki Y, Tanaka Y, Nakamura T, Suzuki M. Effects of tower climbing exercise on bone mass, strength, and turnover in growing rats. *J Bone Miner Res*, 2001;16(1):166-174.
- Parfitt AM. The two faces of growth: benefits and risks to bone integrity. *Osteoporos Int*, 1994; 4:382-398.
- Rice JC, Cowin SC and Bowman JA. On the dependence of the elasticity and strength of cancellous bone on apparent density. *J Biomech*, 1988; 21:155-168.
- Risser WL, Lee EJ, LeBlanc A, Poindexter HB, Risser JM, Schneider V. Bone density in eumenorrheic female college athletes. *Med Sci Sports Exerc*; 1990; 22:570-574.
- Roux, W. *Gesammelte Abhandlungen*. Leipzig: Engelmann, 1895.
- Ruff CB, Walker A, Trinkaus E. Postcranial robusticity in Homo. III: Ontogeny. *Am J Phys Anthropol*, 1994; 93:35-54.
- Seeman E. An exercise in geometry. *J Bone Miner Res*, 2002; 17:373-80.
- Suominen H. Bone mineral density and long term exercise. An overview of cross-sectional athlete studies. *Sports Med*. 1993; 16:316-330.
- Thompson D. *On growth and form*. Cambridge: Abridged. Bonner JT editors, 1961.
- Todorov T. Tennis de haut niveau, modifications osseuses et articulaires du membre supérieur actif du joueur. *Ann l'ENSEPS*, 1975; 8:21-25.
- Turner CH, Burr DB. Basic biomechanical measurements of bone: a tutorial. *Bone*, 1993; 14:595-608.
- Vico L, Collet P, Guignandon A, Lafage-Proust MH, Thomas T, Rehaillia M, Alexandre C. Effects of long-term microgravity exposure on cancellous and cortical weight-bearing bones of cosmonauts. *Lancet*, 2000; 355:1607-1611.
- Wolff J. *Das Gesetz der Transformation der Knochen*. Berlin: Hirschwald, 1892.
- Wolff J. Über die Operation der Ellenbogengelenksankylose. *Berl.klin.Wochenschau*; 1895; 32: 933.
- Yeh JK, Aloia JF, Chen M, Tierney JM, Sprintz S. Influence of exercise on cancellous bone of the aged female rat. *J Bone Miner Res*, 1993; 8:1117-1125.

## **Oradea, un oraș cu vechi tradiții și rezultate deosebite în poloul românesc**

## **Oradea, a city with an old tradition and special results in the Romanian water polo**

**Mihaela Goina, Ștefan Maroti**

*Universitatea din Oradea, Facultatea de Geografie, Turism și Sport*

### **Rezumat**

De-a lungul anilor, dintre jocurile sportive de echipă practicate în Oradea, poloul a obținut cele mai bune rezultate în competițiile naționale și internaționale, a promovat numeroși sportivi în loturile olimpice, naționale de seniori și de juniori. Cu toate acestea, evoluția acestei discipline sportive nu a prezentat un interes deosebit pentru cei care au studiat istoria sportului orădean. Ținând cont de acestea, am considerat că o asemenea lucrare este de actualitate și că ea ar fi utilă pentru cei care vor să cunoască istoria sportului orădean și în mod deosebit evoluția jocului de polo în orașul nostru.

În cadrul procesului de documentare am studiat lucrări enciclopedice, monografiile ale poloului din România, articole din ziare locale și centrale, documente elaborate de forul de conducere al poloului de la noi, precum și de cluburile orădene cu secții de polo. Pentru completarea informării noastre am apelat la consultarea unui bogat material iconografic, la discuții cu jucători, antrenori, conducători și alte persoane care au cunoștințe sau posedă materiale documentare privind tema studiată.

Lucrarea abordează aspecte legate de începuturile practicării acestei discipline sportive la Oradea, evoluția poloului orădean de-a lungul timpului, principalele rezultate obținute de echipele noastre pe plan național și internațional, contribuția acestora la formarea loturilor olimpice, naționale de seniori și de juniori. De asemenea, sunt prezentați jucători, antrenori, conducători care au avut o contribuție recunoscută pe plan local și național.

**Cuvinte cheie:** istoria sportului, polo pe apă, Oradea.

### **Abstract**

Along the years, among all team games played in Oradea, the water polo has obtained the best results in the national and international competitions, has promoted numerous athletes in the national Olympic lots for seniors and juniors.

Nevertheless, the evolution of this discipline has never presented a special interest for those who have studied the history of sport in Oradea. Taking all this into account, we have considered that such a paper to be topical and that it would be useful to those interested in the history of sport in Oradea, and especially in the evolution of the polo in our city.

During the process of documentation we have studied encyclopedic works, monographs of the Romanian polo, articles from local and central newspapers, documents from the leadership forum of the polo in our country, as well as from the polo clubs from Oradea. For better information we have studied a rich iconographic material, we have talked to players, coaches, leaders and other persons who possessed documentary material concerning our theme.

This paper approaches aspects from the beginnings of the water polo in Oradea, its evolution, the most important results obtained by our teams during the national and international competitions, their contribution in the forming of the Olympic teams for seniors and juniors. We also present players, coaches and leaders who had a significant recognition locally and nationally.

**Keywords:** history of sport, water polo, Oradea.

### **Introducere**

Cu toate că a fost descoperit și practicat în Anglia încă pe la mijlocul secolului al XIX-lea, apariția jocului de polo în alte țări a fost întârziată, mai cu seamă, de lipsa bazinelor de înot. Începând cu anul 1890, jocul de polo pe apă începe să fie practicat în Statele Unite, mai ales în bazine de mici dimensiuni, apoi în Germania, Austria și peste câțiva ani și în Ungaria (Rajki, 1958). La scurt timp, începând cu cea de a doua ediție, Paris, 1900, poloul este inclus în programul Jocurilor Olimpice, fiind primul joc sportiv de echipă

olimpic (Wallechinsky, 1996).

În țara noastră, jocul de polo începe să fie practicat înainte de Primul Război Mondial, mai ales în orașele din Transilvania și Banat, în mod deosebit la Cluj, Timișoara, Târgu Mureș, Oradea și Arad (Áros, 1980).

În cei aproape o sută de ani de existență în România, poloul a devenit unul dintre jocurile sportive cu cele mai bune participări în marile competiții internaționale oficiale ale echipelor reprezentative: opt prezențe la turneele din cadrul Jocurilor Olimpice – 1952, 1956, 1960, 1964, 1972,

*Primit la redacție:* 3 martie 2012; *Acceptat spre publicare:* 2 aprilie 2012

*Adresa:* Universitatea din Oradea, Str. Armatei Române, nr. 1-5, cod 410087, Oradea, Județul Bihor

*E-mail:* mihaelacosmin@yahoo.com

1976, 1980 și 1996; zece participări la turneele finale ale campionatelor mondiale de seniori – 1973, 1975, 1978, 1991, 1994, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011; participarea la douăzeci și două de turnee finale ale campionatelor europene de seniori – 1954, 1962, 1966, 1970, 1974, 1977, 1981, 1983, 1985, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995, 1996, 1998, 1999, 2001, 2003, 2006, 2008, 2010. Dinamo București, Crișul Oradea, Rapid București, Steaua București și CSM Oradea au avut numeroase prezențe și rezultate bune în competițiile europene ale echipelor de club: Cupa Campionilor Europeni, Euroleague, Cupa Cupelor, Trofeul Ligii Europene de Natație (\*\*\*, 2011a).

Poloul, cu toate că prin realizările sale, este jocul sportiv de echipă din Oradea cu cele mai bune rezultate în competițiile naționale și internaționale, cu cele mai numeroase prezențe ale sportivilor în loturile olimpice, naționale de seniori și juniori, nu a fost suficient studiat de specialiștii în istoria sportului. Sunt puține lucrări care să abordeze trecutul acestei discipline sportive, palmaresul echipelor orădene și contribuția lor la formarea echipelor reprezentative ale României. Având în vedere aceste aspecte, am considerat că o asemenea lucrare este de actualitate și că ea ar fi utilă pentru cei care vor să cunoască istoria sportului orădean și în mod deosebit evoluția jocului de polo în orașul nostru.

### Începuturile jocului de polo în Oradea

Primele încercări de practicare a jocului de polo în Oradea au fost influențate de condițiile naturale, particularitățile climatice ale acestei zone geografice. Clima mai blândă, existența apelor termale în imediata vecinătate a orașului și faptul că urbea este brăzdată de apele Crișului Repede au oferit condiții pentru practicarea înotului și apoi a jocului de polo. Apele termale de la Băile Felix și Băile Episcopiei erau cunoscute din cele mai vechi timpuri și au fost folosite atât în scop terapeutic, cât și de agrement. Odată cu amenajarea, în anul 1888, a unui bazin la Băile Felix (\*\*\*, 1900) și construirea unui bazin modern în albia Crișului Repede, în dreptul insulei Döry (\*\*\*, 1901), au fost îmbunătățite condițiile pentru practicarea sporturilor de apă. Cu toate acestea, chiar și după constituirea Asociației Sportive Oradea, a Clubului Athletic și a Asociației Sportive a Muncitorilor Stăruința, care aveau secții de înot cu bune rezultate, poloul era practicat în mod sporadic, ca o formă de amuzament de către unii înotători, fără a beneficia de o organizare riguroasă sau de un sprijin deosebit din partea conducătorilor sportului din acea perioadă (Török, 1937).

Au rămas puține dovezi legate de poloul orădean de dinaintea Primului Război Mondial. Din presa vremii aflăm că în vara anului 1912 se desfășurau antrenamente de polo (\*\*\*, 1912b) și că în cadrul concursului de natație organizat de Clubul Athletic Oradea, la 15 august 1912 s-a disputat și un meci de polo între echipele orădene Clubul Athletic și Clubul Sportiv, câștigat de prima formație cu scorul de 11-0 (\*\*\*, 1912a).

Anii de război, la fel ca și în cazul celorlalte ramuri de sport, au determinat întreruperea activității natației orădene. După încetarea ostilităților s-au făcut eforturi pentru refacerea bazinelor și a locurilor amenajate pentru practicarea înotului și a jocului de polo. În vara anului 1918 s-a renovat bazinul de la Băile Felix (\*\*\*, 1918), iar în luna

iunie a anului 1921 s-a dat în folosință noul și modernul bazin din parcul orașului, construit de Pankolits Károly (\*\*\*, 1921). În acest fel, natația orădeană avea condiții bune pentru a se extinde și progresa.

Începutul anilor '20 marchează un avânt al jocului de polo în orașele Transilvaniei, prin sporirea numărului de echipe și lărgirea activității competiționale. Cluburile și asociațiile sportive din Oradea s-a alăturat acestei tendințe. În acest context, frații König, Lajos și András, care aveau o bogată experiență câștigată la Budapesta, împreună cu sportivii Schonberger András, Klein Pál, Rozsa Gusztáv, Török Lajos, Sonnenwirth Miklós și alții, sprijiniți de omul de afaceri Sonnenfeld András, au pus bazele echipei de polo din cadrul Asociației Sportive a Muncitorilor Stăruința Oradea (Heller, 1981). La scurt timp, în anul 1925, și-au reluat activitatea și poloștii de la Asociația Sportivă Oradea, urmași de cei de la Clubul Athletic. În anii care au urmat, activau echipe de polo și în cadrul asociațiilor sportive Înțelegera, Ferarul și Crișana (Fehér și Hönig, 1937).

În anii de după Primul Război Mondial, progresul poloului orădean s-a manifestat nu numai sub aspectul creșterii numărului echipelor, ci și prin îmbunătățirea nivelului pregătirii, prin sporirea numărului competițiilor organizate. Cele mai cunoscute competiții organizate în această perioadă în Oradea au fost Cupa Stăruința și Cupa Înțelegera. De asemenea, s-au înmulțit întâlnirile grupărilor orădene cu echipe din alte orașe. Astfel, în anul 1926, Asociația Sportivă Oradea a învins combinata Clujului, formată din jucători de la Clubul Athletic și Haggibor, și a câștigat, la Timișoara, Cupa Bega. În anul următor, la Arad, echipa orădeană a terminat pe primul loc în cadrul Cupei Mureșul (Pásztai ș.c., 2011). Participarea la primul campionat regional a fost un succes, poloștii de la Asociația Sportivă Oradea au învins pe cei de la Universitatea Cluj cu 7-4 (\*\*\*, 1928). În urma acestui rezultat, în evidențele Federației Române de Polo, Asociația Sportivă Oradea figurează ca prima echipă campioană națională la această disciplină sportivă (\*\*\*, 2011b).

În luna februarie 1931, delegați din Oradea au participat la constituirea Federației Române de Înot. Printre obiectivele ce și le-a propus noul for național de conducere a natației din țara noastră au fost promovarea poloului pe plan național, sprijinirea acestei discipline sportive pentru a fi practicată în cât mai multe localități, sporirea numărului echipelor de polo, îmbunătățirea calendarului competițional, organizarea unui campionat național (\*\*\*, 1931).

Prin activitatea lor, prin competițiile organizate, prin rezultatele obținute, echipele de polo din Oradea au fost printre cele mai active și mai valoroase din țară. În perioada interbelică la Oradea s-au organizat o serie de turnee, Cupa Asociației Sportive Oradea (\*\*\*, 1930), Cupa Înțelegera (\*\*\*, 1932), Cupa Clubului Athletic, Oradea (\*\*\*, 1934), Cupa Cavalli (\*\*\*, 1938), competiții care au reunit echipe valoroase din țară, precum Universitatea Cluj, Clubul Athletic Cluj, Kadima Timișoara, Clubul Athletic Arad, Phönix Baia Mare, Clubul Sportiv Târgu Mureș, CFR București etc. (\*\*\*, 1935b). Jucătorii orădeni s-au numărat printre protagoniștii concursurilor regionale. Echipele orădene au sprijinit eforturile forului diriguitor al natației românești pentru organizarea unei competiții în urma

căreia să se desemneze campioana națională. Printre jucătorii care s-au remarcat prin evoluțiile lor s-au numărat Felicsidesz, Fodor, Rozsa, Sonnenwirth, Mokos. Antrenorii remarcați în această perioadă au fost Sziminszki de la Asociația Sportivă Oradea și Dvorzsák de la Asociația Sportivă Ferarul (\*\*\*, 1935a).

În toamna anului 1940, când în urma Dictatului de la Viena Ardealul de Nord a fost alipit Ungariei, poloul orădean a trecut sub jurisdicția Federației Maghiare de Înot. În anii următori, echipele orădene au luat contact direct cu unul dintre cele mai puternice polouri din lume la acea dată. În urma întâlnirilor amicale dintre echipele din Cluj, Oradea și Târgu Mureș cu formații din Ungaria s-a evidențiat și mai mult diferența valorică dintre elita poloului mondial și valoarea jucătorilor autohtoni (\*\*\*, 1943).

### Poloul orădean în perioada 1945 - 2011

După război, echipele de polo din Oradea și-au reluat greu activitatea. Abia în anul 1947 Asociația Sportivă Libertatea a participat la campionatul național, unde s-a clasat pe locul III, în urma ILSA Timișoara și BEAC Cluj (\*\*\*, 1947). În perioada 1948-1958, echipele Intreprinderea Comunală, Constructorul și Energia nu au avut o continuitate în ceea ce privește participarea în campionatul național și au obținut rezultate modeste. În echipele orădene din acea perioadă s-au format o seamă de jucători valoroși, precum Deutsch József, Hegyesi Lajos, Karácsonyi István, Csordás Jenő, Rozsa Gusztáv, Fodor Tiberiu, dar aceștia s-au transferat la echipele bucureștene Dinamo, Casa Centrală a Armatei, unde au cunoscut adevărata consacrare. Hospodar Zoltán, Bordi Iván și Nagy Gavril, după ce s-au transferat la București, au fost componenți ai echipei României participantă la turneul olimpic de la Melbourne și au ales să nu se mai întoarcă în țară (Demjen, 1996). În aceste condiții, iubitorii poloului din orașul nostru au avut de așteptat o lungă perioadă de timp până când o echipă din Oradea să obțină rezultate notabile pe plan național, să participe în competițiile internaționale ale cluburilor și să promoveze jucători valoroși în loturile naționale.

După darea în folosință a bazinului acoperit și constituirea Clubului Sportiv Crișul, pentru o scurtă perioadă de timp, poloul orădean a cunoscut un reviriment, ocupând în campionatul național locul II în 1959 și 1960. A urmat o perioadă de aproximativ două decenii fără rezultate notabile, exceptând titlurile de campioni naționali de juniori I, obținute în 1973 și 1978 (Vasilu, 1998).

Începutul anilor '80 a marcat o cotitură importantă în destinul poloului orădean. Reunirea unor factori favorizanți precum acumulările în pregătire, experiența câștigată în competiții, progresul valoric al nucleului de jucători, care au alcătuit cele două echipe campioane naționale de juniori, o serie de măsuri organizatorice, printre care cea mai benefică s-a dovedit a fi fuziunea dintre secțiile de polo de la Crișul și Progresul și transferarea unor poloști valoroși, precum Garofeanu Liviu, Rusu Claudiu și Ungureanu Vasile, au condus la saltul valoric concretizat prin obținerea performanțelor demult râvnite. Având în antrenorul Rujinschi Nicolae un profesionist experimentat, stăpânit de gândul făuririi unei mari echipe, dublat de elanul și profesionalismul lui Anexandrescu Ioan, în 1981,

după o evoluție remarcabilă, poloștii orădeni obțin un prim succes într-o competiție europeană a cluburilor, locul II în Cupa Cupelor (\*\*\*, 2010).

În anii următori, sub conducerea antrenorului Ioan Alexandrescu, beneficiind de condiții mai bune de pregătire, dispunând de un lot de jucători valoroși, harnici, modești și dornici de afirmare, sprijinit de o conducere de secție competentă și cu posibilități reale de a ajuta marea performanță, având în fruntea sa pe Cosma Horea, rezultatele nu s-au lăsat mult așteptate. În această conjunctură, la mijlocul anilor '80, s-a reușit valorificarea potențialului poloului orădean, a profesionalismului antrenorilor, a talentului și capacității de performanță a jucătorilor. În anul 1985, pentru prima dată titlul suprem a ajuns în posesia echipei Crișul. Cei care au realizat această performanță au fost: Rada Mihai, Csáki István, Kiss Francisc, Gordan Cornel, Costrăș Dorin, Garofeanu Liviu, Fejér Iván, Pantea Roberto, Illés Zoltán, Indig Gabor, Indig László, Boné Ladislau. Anul 1986 a însemnat un nou titlu de campioană națională. După aceste succese, echipa nu a mai găsit resurse suficiente pentru a reedita performanța de vârf, dar a obținut rezultate bune, fiind cea mai bine clasată echipă din provincie în campionatul național de seniori (\*\*\*, 2011b).

Odată cu retragerea lui Ioan Alexandrescu s-a încheiat un ciclu, care poate fi considerat ca fiind cel al afirmării și consacrării echipei Crișul printre cele mai bune echipe ale poloului românesc.

Schimbările survenite, viziunea noii echipe manageriale au generat un nou proiect care și-a propus să conducă la construirea unei noi echipe competitive pe plan național și internațional. O serie de reorganizări succesive, atât în ceea ce privește componența echipei cât și organizatorice, prin îmbunătățirea relațiilor cu organele locale și cu sponsorii, asigurarea unor condiții mai bune de pregătire prin darea în folosință a bazinului olimpic, au generat un progres continuu, care a culminat cu obținerea în anul 2007 a medaliei de aur în campionatul național. Și, de aici, succesele s-au ținut lanț, cucerirea a alte patru titluri de campioană națională de echipa Clubului Sportiv Municipal Oradea – 2008, 2009, 2010 și 2011 (\*\*\*, 2011c). Începând cu anii '50, Oradea a devenit un important rezervor al echipelor naționale. În 1980, Costrăș Dorin și Ungureanu Vasile și, în 1996, Bonca Florin au făcut parte din delegația României la Jocurile Olimpice de la Moscova, respectiv Atlanta. Între 1991 și 2011, nouă poloști orădeni au fost componenți ai loturilor naționale de seniori, participând la șapte ediții ale campionatelor mondiale. Între 1980 și 2010, cincisprezece poloști din Oradea au reprezentat România în cadrul echipei naționale la paisprezece turnee finale ale campionatelor europene de seniori. De asemenea, poloștii orădeni au participat la Campionatele Mondiale Universitare și la numeroase ediții ale Campionatelor Balcanice. Crișul și apoi Clubul Sportiv Municipal Oradea au participat la trei ediții ale Cupei Campionilor Europeni, două ediții ale Euroleague, trei ediții ale Cupei Cupelor și treisprezece ediții ale Trofeului Ligii Europene de Natație (\*\*\*, 2011a).

De-a lungul timpului, dar mai cu seamă în ultimii patruzeci de ani, poloul din Oradea s-a dovedit a fi și un puternic centru de selecție, de pregătire și de promovare

a copiilor și juniorilor în care s-au format mulți jucători valoroși. În intervalul 1980-2011 echipele de juniori din Oradea au obținut patruzeci și patru de medalii la turneele finale ale campionatelor naționale – douăsprezece la juniori I, cincisprezece la juniori II și șaptesprezece la juniori III (\*\*\*, 2011b). De asemenea, echipele orădene au avut o contribuție apreciată la formarea echipelor naționale de juniori și rezultatele obținute de acestea. De-a lungul anilor, douăzeci și șapte de tineri jucători orădeni au fost prezenți la șaptesprezece turnee finale ale campionatelor europene de juniori, cel mai bun rezultat fiind cel din anul 1981, locul II. Cinci juniori orădeni au luat parte la turneul final al campionatelor mondiale din Kuwait, 1999 (\*\*\*, 2011c).

### Jucători și antrenori

De-a lungul anilor, poloul s-a bucurat de succesiunea unor generații de jucători dintre care cei mai mulți au fost puternic atașați de sportul orădean, care au avut o mare putere de muncă, pe care i-a caracterizat modestia și ambiția de a obține performanțe care să aducă glorie pentru Oradea, aprecieri pozitive clubului sub ale cărui culori au jucat. Prin valoarea lor și performanțele obținute, au ieșit în evidență două generații, cea de dinainte de anul 1990 în care s-au remarcat Fejér Iván, Costrăș Dorin, Garofeanu Liviu, Gordan Cornel, Fărcuța Emil, Illés Zoltán, Pantea Roberto, Rada Mihai, Ratz Petru, Csáki István, Kiss Francisc și cea din ultimii cincisprezece de ani, având ca lideri pe Bonca Florin, Dunca Gheorghe, Georgescu Ramiro, Kádár Kálmán, Diaconu Nicolae, Mălai Mircea, Goina Cosmin, Baidoc Cosmin, Popoviciu Alexandru.

În acești ani, poloul din Oradea a avut o școală aparte, bazată pe principii sănătoase, convingeri puternice și antrenori deosebiți. Din generația mai veche a antrenorilor echipelor de seniori au rămas în memoria orădenilor Sonnenwirth Miklos, Freud Emerich, Rujinschi Nicolae. Acești antrenori cu vocație, aflați, mai mulți sau mai puțini

ani, în slujba poloului, asigurând, generație după generație, pregătirea și participarea în competiții a acestora, și-au câștigat un loc aparte în istoria acestei discipline sportive. Prin modul în care și-au exercitat profesia, prin felul în care au călăuzit destinele multor generații de poloști în bazin și dincolo de spațiul acestuia, prin rezultatele obținute, prin felul în care au contribuit la integrarea în societate a elevilor lor și-au făurit o imagine de mentori care au pregătit sportivi valoroși, dar și oameni deosebiți.

În ultimele decenii, destinele echipelor orădene de seniori au fost marcate de patru antrenori, Rujinschi Nicolae, Alexandrescu Ioan, Garofeanu Liviu și Gordan Cornel.

Dintre toți aceștia, un loc aparte ocupă Rujinschi Nicolae, care și-a dedicat mare parte din viață poloului orădean, trăind zi de zi, sezon după sezon cu dorința de a fi un bun antrenor, de a realiza în profesie ceva deosebit și util, de a pregăti și promova cât mai mulți jucători valoroși, de a forma o echipă competitivă. Chiar dacă s-a stins din viață mult prea devreme, mare parte din gândurile și năzuințele sale au devenit realități. De numele său sunt legate două titluri de campioni naționali la juniori I, mai multe locuri fruntașe în campionatul național de seniori, cel mai bun rezultat obținut de o echipă orădeană într-o competiție internațională. Pentru toate acestea, Nicolae Rujinschi s-a bucurat de o recunoaștere unanimă în poloul românesc, a fost iubit și stimat de sportivi și toți cei cu care a colaborat și a rămas în memoria și inimile lor ca un mare antrenor, devotat profesiei, statornic în dragostea sa pentru polo. Cu toate că au trecut aproape trei decenii de la trecerea sa în neființă, Nicolae Rujinschi rămâne, în continuare, o legendă a poloului orădean, a cărui aură este păstrată cu dragoste de multe generații de jucători, de antrenori, de cunoscuți, de iubitori ai poloului și de spectatori.

Când poloul orădean a suferit o neașteptată și grea pierdere prin moartea lui Rujinschi Nicolae, Alexandrescu Ioan a fost omul potrivit la locul potrivit, el continuând cu

**Tabelul I**

Medaliile obținute de echipele orădene de juniori I, II și III la campionatele naționale de polo, 1980-2011.

Anul	Juniori I			Juniori II			Copii		
	Locul			Locul			Locul		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1980					Crișul				
1987					Crișul				
1989			Crișul						
1990									Crișul
1991							Dinamo		Crișul
1992							Dinamo		
1993							Crișul	Dinamo	
1994				Dinamo			Dinamo		
1995				Crișul		Dinamo			
1996	Dinamo		Crișul	Dinamo			Crișul		
1997	Crișul		Dinamo						
1998	Dinamo				Crișul				
1999			Crișul						
2003									Crișul
2004					Crișul				Crișul
2005						Crișul	Crișul		
2006				Crișul			Crișul		
2007	Crișul			Crișul					Crișul
2008	Crișul				Crișul				Crișul
2009	Crișul				Crișul		Crișul		
2010	Crișul				Crișul				Crișul
2011		Crișul			Crișul		Crișul		
Total	7	1	4	5	8	2	9	6	2

(Sursa: Federația Română de Polo)

pricepere și cu bune rezultate proiectul demarat de mentorul său. S-a dovedit a fi un bun antrenor, sub comanda sa echipa a câștigat primele două titluri de campioană națională. S-a impus și ca un bun manager, conducând o lungă perioadă de timp destinele Clubului Sportiv Crișul și ale poloului orădean. Valoarea sa profesională a fost confirmată și recunoscută prin distincția emblematică dorită de toți cei care plămădesc performanța, titlul de antrenor emerit.

Garofeanu Liviu a preluat echipa într-un moment de răscruce, când în sânul acesteia erau multe și variate probleme. Dând dovadă de tact, profesionalism și o remarcabilă capacitate de a îmbina cunoștințele dobândite în anii de studii cu îndelungata experiență de jucător la cel mai înalt nivel, a reușit să asigure o bună pregătire, să obțină un climat favorabil performanței, care au condus la obținerea unor rezultate bune. Ca o recunoaștere a calității muncii depuse și a valorii rezultatelor obținute, Federația Română de Polo i-a acordat cea mai înaltă distincție, cea de antrenor emerit.

Gordan Cornel, punându-și cu pricepere în valoare cunoștințele și experiența, valorificând conjunctura favorabilă creată, și-a depășit înaintașii, echipa antrenată de el obținând cinci titluri de campioană națională de seniori.

Poloul orădean a obținut performanțe deosebite și datorită unor antrenori care au realizat selecția, au asigurat pregătirea și au condus în competiții echipele de juniori și copii. La acest nivel, de-a lungul timpului, au activat câțiva antrenori deosebiți: Rujinschi Nicolae, Lévai Pál, Băjenaru Eugen, Cosma Marcel, Cîmpianu Ciprian, Orbán Zoltán, Sava Dorin. Acești profesioniști remarcabili, sub mâna cărora s-au format multe generații de jucători, i-au învățat alfabetul acestei discipline sportive, au știut să-i pregătească și să le insufle convingerea că viața componentilor unei echipe este un șir neîntrerupt de campanii pentru care trebuie să te pregătești mereu. Poloștii orădeni datorează mult acestor antrenori și pedagogi care le-au transmis dorința de a se autodepăși, care i-au făcut să înțeleagă că trebuie să muncească pentru a fi mai buni ca adversarii lor, că sportul le solicită ordine și disciplină, că pentru a realiza performanțe este necesar să facă sacrificii și să lupte pentru victorie la fiecare meci.

O mare parte a noilor generații de jucători, care au dovedit că sunt talente autentice în plin proces de afirmare și lansare în poloul românesc, datorează mult primilor lor antrenori, alături de care au trăit momente de neuit legate de câștigarea a numeroase titlului de campioni naționali de juniori, pe care le păstrează toată viața în tezaurul de amintiri dragi. Rezultatele lor reprezintă, pe lângă împlinirea unor năzuințe firești pentru fiecare sportiv, și un semn de mulțumire adresat celor care i-au inițiat în alfabetul poloului, celor care i-au lansat în acest minunat sport și care le-au călăuzit pregătirea în primii ani ai formării lor ca jucători.

## Concluzii

1. Condițiile naturale, particularitățile climatice și influența exercitată de practicarea jocului de polo în diferite localități din Ungaria, Banat și Transilvania au avut o înrăurire pozitivă asupra începutului acestui sport în Oradea.

2. Primele informații consemnate privind practicarea

jocului de polo în Oradea datează din vara anului 1912, când poloul era practicat în mod sporadic, ca o formă de amuzament, de către unii înotători.

3. În perioada interbelică, prin activitatea și rezultatele echipelor Asociația Sportivă Oradea, Clubul Athletic, Asociația Sportivă a Muncitorilor Stăruința, Înțelegerea, Ferarul și Crișana, poloul a cunoscut un progres vizibil, iar Oradea, alături de Cluj, Timișoara, Târgu Mureș și București, era unul dintre cele mai active și mai puternice centre din țară.

4. Între 1945-1980, cu toate că în Oradea s-au format o seamă de jucători valoroși, datorită faptului că mulți dintre aceștia s-au transferat la echipe din Capitală, orădenii au avut de așteptat o lungă perioadă de timp până când o echipă locală să obțină rezultate notabile pe plan național, să participe în competițiile internaționale ale cluburilor și să promoveze jucători valoroși în loturile naționale.

5. După 1980, Oradea a devenit unul dintre cele mai puternice centre de polo din țară. În anul 1982 echipa Crișul s-a clasat pe locul II în Cupa Cupelor. Între 1985 și 2011, echipele orădene, Crișul și Clubului Sportiv Municipal, s-au clasat de șapte ori pe locul întâi în campionatul național de seniori. În anul 1980, Coștrăș Dorin, Ungureanu Vasile și, în anul 1996, Bonca Florin au făcut parte din delegația României la Jocurile Olimpice de la Moscova, respectiv Atlanta. De-a lungul anilor, nouă poloști orădeni au fost componentei ai loturilor naționale de seniori, participând la șapte ediții ale campionatelor mondiale. Între 1980 și 2011, cincisprezece jucători de polo din Oradea au reprezentat România în cadrul echipei naționale la paisprezece turnee finale ale campionatelor europene de seniori.

6. Poloul din Oradea s-a impus și ca un puternic centru de selecție, pregătire și promovare a copiilor și juniorilor. În intervalul 1980-2011 douăzeci și șapte de tineri jucători din echipele orădene au făcut parte din lotul național de juniori, participând la un turneu final al campionatului mondial de juniori și la șaptesprezece turnee finale ale campionatelor europene de juniori. De asemenea, echipele de juniori din Oradea au obținut patruzeci și patru de medalii la turneele finale ale campionatelor naționale – douăsprezece la juniori I, cincisprezece la juniori II și șaptesprezece la juniori III.

## Conflicte de interes

Nimic de declarat.

## Precizări

Lucrarea a fost realizată pe baza datelor culese în cadrul procesului de documentare în vederea elaborării unei monografii a poloului orădean.

Pentru amabilitatea de care au dat dovadă, pentru modul în care ne-au ajutat în diferite etape ale elaborării lucrării, recunoștința noastră se îndreaptă către sportivii, antrenorii, conducătorii sportivi, familiile acestora și către toți cei care ne-au pus la dispoziție informații, fotografii, alte documente privind istoria jocului de polo în Oradea.

Pentru sprijinul primit, aducem mulțumiri conducătorilor Clubului Sportiv Crișul Oradea și salariaților instituțiilor specializate în păstrarea documentelor legate de trecutul

sportului orădean, Direcția Județeană Bihor a Arhivelor Naționale ale României, biblioteca „Gheorghe Șincai” din Oradea

### Bibliografie

Áros K. Sportjátékok könyve (Cartea jocurilor sportive). Kriterion Könyvkiadó, Bukarest, 1980, 150-173.

Demjén L. File din istoria fotbalului orădean și alte ramuri sportive. 1945-1960. Ed. Imprimeriei de Vest, Oradea, 1996, 179-182.

Fehér D, Hönig S (coord.). A Biharmegye, kultúrtörténete, Öregdiákjainak Emlékkönyve (Istoria culturii județului Bihor și Oradiei. Albumul elevilor bătrâni). Sonnenfeld Adolf Rézsvénytársaság, Nagyvárad. 1937, 222-224.

Heller HM. A Nagyvárad zsidóság döntő szerepe a város sportéletének fellendítésében (Rolul hotărâtor al evreilor orădeni în revigorarea sportului din oraș). În: A tegnapi város. A Nagyvárad yidóság emlékkönyve”, Grosswardein Society in Israel, Tel Aviv, 1981, 230-234.

Pásztai, O., Demjén, L., Pásztai, Z. și Árkosi, P. Szemelvények Nagyvárad sporttörténetéből (Fragmente din istoria sportivă a Oradiei). Ed. Universității din Oradea, Oradea, 2011, 351-358.

Rajki B. Vízilabda játék, Sport Könyvkiadó. Budapest, 1958.

Török T. Nagyvárad város sporttörténete, (Istoria sportului din orașul Oradea). În: A Biharmegye, Nagyvárad kultúrtörténete, Öregdiákjainak Emlékkönyve (Istoria culturii județului Bihor și Oradiei. Albumul elevilor bătrâni). Sonnenfeld Adolf Rézsvénytársaság, Nagyvárad, 1937, 219-254.

Vasiliu A. Polo de la A la Z. Enciclopedia primului joc din programul Olimpiadelor moderne. Ed. Imprimeria de Vest, Oradea, 1998.

Wallechinsky D. The Complete Book of the Summer Olympics. Little Brown and Company, Boston, New York, Toronto, London, 1996, 712-722.

\*\*\*. A NAC uszó versenye (Concursul de înot al CAO). În: Nagyvárad, agusztus 16, XLIII-ik évfolyam, 181-ik szám, 1912a, 3

\*\*\*. Az NSE fényes győzelme kolozsváron. În: Nagyvárad, julius

18, XXXVII-ik évfolyam, 161-ik szám, 1928, 7

\*\*\*. Az NSE országos vándordias uszó es vízipóló mérkőzések programja (Programul concursurilor de înot și polo pe apă din cadrul cupei transmisibile a ASO). În: Nagyvárad, agusztus 30, LX-ik évfolyam, 199-ik szám, 1930, 11

\*\*\*. Bukarestben megalakult a romániai uszósövetség (La București s-a constituit federația de înot). În: Nagyvárad, február 14, LXI-ik évfolyam, 34-ik szám, 1931, 6

\*\*\*. Campionatele naționale de polo pe apă. În: Crișana, 8 august, anul III, nr. 178, 1947, 2

\*\*\*. Cavalli serleg. În: Nagyvárad Napló, szeptember 30, LXI évfolyam, 1938, 4

\*\*\*. Concurs regional de înot și polo. În: Gazeta de Vest, 13 august, anul VII, nr. 1551, 1935a, 4

\*\*\*. Date privind competițiile internaționale din jocul de polo. Federația Română de Polo, București, 2011a: 82-110.

\*\*\*. Echipele câștigătoare în campionatele României și antrenorii lor. Federația Română de Polo, București, 2011b: 63-70.

\*\*\*. Egyetértés serleg. În: Nagyvárad, szeptember 6, LXII-ik évfolyam, 203-ik szám, 1932, 9

\*\*\*. Győzöt a NSE vízilabda csapata. În: Nagyvárad, julius 19, III-ik évfolyam, 160-ik szám, 1943, 2

\*\*\*. Mare concurs de înot și water-polo la ștrandul municipal. În: Gazeta de Vest, 23 iulie, anul VII, nr. 1534, 1935b, 5

\*\*\*. Megnyilt a városligeti uszóda (S-a deschis bazinul de înot din parcul orașului). În: Nagyvárad, junius 6, XXXII-ik évfolyam, 130-ik szám, 1901, 5

\*\*\*. Pankolits uszóda. În: Sport Hirlap, junius 13, II-ik évfolyam, 20-ik szám, 1921, 2

\*\*\*. Participarea și locurile ocupate de echipe în campionatele naționale. Federația Română de Polo, București, 2011, 57-62.

\*\*\*. Poloul românesc în competițiile internaționale 1946-2009. Federația Română de Polo, București, 2010.

\*\*\*. Sport. În: Nagyvárad, április 26, XXXI-ik évfolyam, 98-ik szám, 1900, 5

\*\*\*. Sport. În: Nagyvárad Napló, julius 5, XXI-ik évfolyam, 146-ik szám, 1918, 4

\*\*\*. Vízipóló mérkőzések Nagyváradon. În: Nagyvárad Napló, agusztus 21, XXXVII-ik évfolyam, 1934, 8

\*\*\*. Water-polo edzőmérkőzés. În: Nagyvárad, julius 24, XLIII-ik évfolyam, 152-ik szám, 1912b, 4

## RECENT PUBLICATIONS ACTUALITĂȚI EDITORIALE

### New Romanian publications in the field of sports Publicații românești recente în domeniul sportului

#### **Reversul medaliei**

*Andreea Răducan*

Editura Wiseman, București, 2012

189 pagini

*Reversul Medaliei* este o carte extrem de emoționantă despre sportul de mare performanță, despre o sportivă care a găsit resursele necesare pentru a merge mai departe după nedreptatea de la Sydney. O carte care ne obligă să reflectăm la propriul nostru destin, la nedreptățile și durerile pe care le-am avut noi înșine de înfruntat.

România a plătit scump într-o situație nici până azi lămurită, iar Andreea Răducan a fost în mijlocul evenimentelor, suferind cel mai mult din cauza unei conjuncturi nefericite, din cauza unei neglijențe care i-a marcat viața și cariera prin amploarea consecințelor.

Cartea de față își dorește, spre surprinderea unora, să reconstituie cât mai exact cele întâmplate atunci. De ce surprindere? Pentru că în mod normal, fiecare dintre noi dorește să uite momentele dificile pe care a trebuit să le depășească la un moment dat în viață.

O reconstituire este o încercare ce presupune multă răbdare, perseverență și curaj. Rămâne întrebarea de ce acum? Poate din orgoliu, poate din dorința de a mai demonstra încă odată că nu a fost vinovată și că a plătit un preț prea mare pentru o greșală care nu i-a aparținut? Andreea Răducan face acest efort de a povesti faptele ...

#### **Revoluția ultrașilor**

*Dinu Gușu*

Editura Cartier, București, 2012

132 pagini

*Revoluția ultrașilor* este a doua carte despre fenomenul Ultras din țara noastră, după ce în urmă cu doi ani a mai apărut și *Stăpânii stadioanelor*. Cartea are la bază un studiu al autorului în colaborare cu Romanian Ultras.

Lucrarea de față nu își propune să analizeze comportamentul membrilor aleatorii care formează „mulțimea convențională” a spectatorilor unui meci de

fotbal, ci grupurile organizate, situate, de obicei, la peluzele stadioanelor, care formează galeria unei echipe de fotbal. Încadrarea teoretică a grupurilor organizate de suporterii pune anumite probleme, întrucât modul situațional diferit de acționare le plasează în cel puțin două categorii cu grade diferite de intensitate:

- *mulțimi active*, care „se manifestă emoțional foarte puternic, având un scop preponderent instrumental; urmăresc adesea sancționarea violentă a ceea ce indivizii împreună consideră că trebuie pedepsit”.

- *mulțimi protestatatoare*, care „au un caracter distructiv... semnaleză că ceva nu merge bine în societate”.

Același context este valabil și pentru galeriile de fotbal care poartă „războaie” simbolice sau chiar fizice în cadrul meciurilor, comportându-se colectiv asemenea unor trupe de gherilă, iar la nivel individual membrii acestor grupări rivale având relații colocviale sau chiar legând amiciții.

#### **Tenisul - metodologia instruirii**

*Richard Schonborn*

Editura Casa, Oradea, 2011

280 pagini

Editată sub egida Federației Române de Tenis, după cum mărturisește însuși autorul, această carte se adresează în primul rând antrenorilor, experților și specialiștilor din lumea tenisului, dar și tuturor iubitorilor acestui sport, ea cuprinzând o serie de teorii specifice de antrenament, pe care autorul încearcă, cu generozitate, să le transmită celor interesați.

Bazătă pe vasta experiență a autorului ca jucător de tenis de elită și antrenor cu rezultate remarcabile, cartea explică, amănunțit și bogat documentat, ce este tehnica și care este importanța acesteia în tenis, în ce constă analiza funcțională a mișcării, cum se aplică principiile biomecanice în jocul de tenis.

**Leon Gomboș**

leongombos@yahoo.com

## Book reviews

### Recenzii cărți

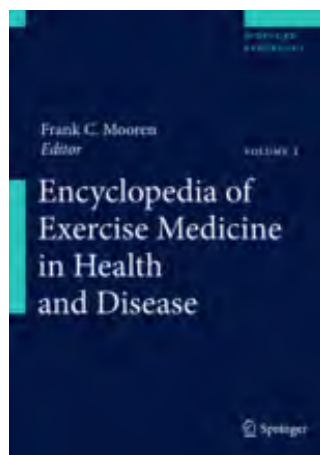
#### **Encyclopedia of Exercise Medicine in Health and Disease**

(Enciclopedia medicinei efortului fizic în condiții de sănătate și boală)

Editor: Frank C. Mooren

Editura: Springer, 2012

Două volume, 898 pagini, 500 ilustrații; Preț: € 699.00



Spre deosebire de ceea ce continuă să se întâmple la noi – unde parcă suntem condamnați să înregistrăm mereu aceeași băltire în realizări minore, fără nici un fel de atractivitate și relevanță – la nivel global producția de carte din domeniul științelor sportului reușește frecvent să ne surprindă extrem de pozitiv, cum este și cazul cu apariția editorială asupra căreia ne vom apleca în continuare și care, indiscutabil, este una dintre cele mai remarcabile pe care am avut până acum prilejul să le semnalăm cititorilor revistei noastre.

Când te afli în fața unor asemenea evenimente editoriale cum este și cel de față, atât ca individ care ai cochetat și tu cu scrierea de cărți, dar și ca simplu specialist, iubitor și beneficiar al cărților altora, te umpli de încântare și entuziasm și nu știi ce să admiri mai mult; îndrăzneala editorului (profesorul Frank-Christoph Mooren, de la Institutul de Științe ale Sportului din cadrul Universității Justus-Liebig, Giessen, Germania) și a autorilor-contributori, care s-au aventurat într-o muncă titanică, ce depășește cu mult efortul ce ține de informarea și de redactarea propriu-zisă a textelor sau înțelepciunea și disponibilitatea editurii de a-și asuma riscul „scoaterii pe piață” a unui produs al cărui preț - 700 euro - nu poate fi decât descurajant, prohibitiv chiar, inclusiv pentru cumpărătorul din țările unde salariile se plasează în limitele rezonabilului.

Lucrarea este deosebit de binevenită în contextul actual, în care atitudinea față de activitatea fizică și sport se distribuie de-a lungul unui continuum, care are la extreme poziții radicale de respingere de genul celei proferate de însuși Churchill – „fără sport!” – respectiv entuziaști fără limite ai sportului, cum sunt cei care îl practică în forme

atât de solicitante și contra naturii, încât chiar și cei mai concesivi medici și cercetători ai domeniului le consideră dăunătoare sănătății. Ea ne invită la echilibru prin cunoaștere și la aprofundarea și actualizarea evenimentelor și urmărilor fiziologice, pe care exercițiul fizic le generează la nivelul organismului omului zilelor noastre care, deși aparent s-ar afla foarte departe de cel al vânătorului și culegătorului de fructe din preistorie, este din punct de vedere genetic practic identic aceluia, după cum ne-o demonstrează prea micile modificări pe care genomul uman le-a suferit în ultimii 10 000 de ani. Ea ne dă posibilitatea de a ne convinge definitiv, prin argumente și dovezi de ultimă oră, de superioritatea activității fizice, în raport chiar cu cele mai recente și sofisticate medicamente, în ce privește abordarea naturală și cauzală a prevenirii și tratării bolilor, în ideea accederii sigure la o sănătate deplină și durabilă și la o bucurie de a trăi pe care, în lipsa practicării cu regularitate a exercițiului fizic, aproape inevitabil ni le-am putea pierde, dincolo de vârsta de 50-60 de ani.

Enciclopedia este inteligent construită și - indiferent că vorbim de forma sa tipărită, sau de cea electronică online - foarte ușor accesibilă; limbajul său concis, structura uniformă a articolelor, precum și numeroasele referințe încrucișate către cuvintele cheie și articolele conexe, permite utilizatorului - fie el novice sau expert în astfel de lucrări, sau în domeniu - să se descurce rapid și eficient în pletora de informații conținute de cele 900 de pagini ale sale. Avem de-a face cu o lucrare monumentală, intenționată a reprezenta o bază de date maximum de comprehensivă (cca. 2000 de cuvinte cheie) și efectiv adusă la zi, privind adaptarea corpului uman la efortul fizic și utilizarea terapeutică a exercițiului fizic, ea acoperind toate aspectele ce pot fi subsumate viziunii moderne asupra medicinei efortului fizic și conținând informații esențiale privind abordarea metodologică și evaluarea tuturor componentelor fitness-ului motor, dar și chestiunile concrete, practice ale îmbunătățirii acestor componente, prin programe de antrenament, prin alimentație, sau chiar prin medicamente. Ceea ce face ca de informația conținută între copertile ei să beneficieze atât cei care se exprimă în câmpul cercetării din științele sportului, cât și studenții care descifrează tainele domeniului, ori practicienii; fie ei medici, fizio-kinetoterapeuți, antrenori sau chiar sportivi.

Ținând cont de specificul și particularitățile cărții, nu vom putea proceda ca de obicei, intrând în detaliile sale descriptive. Vom spune doar că cei interesați să afle mai multe despre structura propriu-zisă și conținutul enciclopediei, îi pot vizualiza cuprinsul intrând pe site-ul:

[http://www.springer.com/medicine/book/978-3-540-36065-0?cm\\_mmc=NBA\\_-May-12\\_WEST\\_10474736\\_-product\\_-978-3-540-36065-0](http://www.springer.com/medicine/book/978-3-540-36065-0?cm_mmc=NBA_-May-12_WEST_10474736_-product_-978-3-540-36065-0), unde vor lua cunoștință de cele 196 titluri de „capitole”-domenii abordate, plasate în ordine alfabetică. Mai mult, pentru a stimula interesul potențialilor cumpărători, dar și pentru a le oferi posibilitatea să se edifice concret asupra modului de tratare/

prezentare a noțiunilor și conceptelor, pornind de la link-ul [http://www.springerreference.com/docs/navigation.do?m=Encyclopedia+of+Exercise+Medicine+in+Health+and+Disease+\(Biomedical+and+Life+Sciences\)-book136](http://www.springerreference.com/docs/navigation.do?m=Encyclopedia+of+Exercise+Medicine+in+Health+and+Disease+(Biomedical+and+Life+Sciences)-book136) pot fi accesate variantele prescurtate ale unui număr mare de articole din cuprinsul enciclopediei. Astfel, odată ce am făcut click pe titlatura articolului ales, ni se va deschide pagina ce-i este dedicată, iar după lecturarea sinonimelor termenului în cauză, vom putea citi cele câteva rânduri introductive afișate, precum și, în stânga paginii, sus,

numele, funcția și adresa autorului sau autorilor care au redactat articolul. Este un exercițiu eficient de informare la îndemână, pe care-l recomandăm cât mai multora dintre cititorii revistei noastre, cărora le sugerăm ca, până la puțin probabila șansă de a avea acces la întregul conținut al cărții, să exploreze și să exploateze această oportunitate, pe cât de binevenită, pe atât de instructivă.

**Gheorghe Dumitru**  
gdumitru@seanet.ro

## SCIENTIFIC MANIFESTATIONS MANIFESTĂRI ȘTIINȚIFICE



MINISTERUL  
EDUCAȚIEI  
CERCETĂRII  
TINERETULUI  
ȘI SPORTULUI



Inspectoratul Școlar  
Județean Cluj

### Conferința “Sport pentru Sănătate” (2)

#### ”Sport for Health” Conference (2)

Deschiderea conferinței, scopul evenimentului, prezentările și închiderea au fost oficiate de Prof. Ioan Mureșan, șeful Cercului Metodic al profesorilor de educație fizică. Probleme actuale de specialitate și alte informații utile auditoriului au fost prezentate de Prof. Ioan Cătinaș, Inspector de specialitate din cadrul Inspectoratului Școlar Județean. Conferința și-a propus să creeze tradiția unei întâlniri anuale între profesorii de educație fizică și sport și medicii de medicină școlară și universitară. Aceasta a fost cea de a doua Conferință.

*Copilul, educație și sport* tematică prezentată de Prof. Univ. Dr. Nicolae Miu, Președintele Societății Române de Pediatrie Socială, Clinica Pediatrie 2, în colaborare cu Șef lucrări dr. Tudor L. Pop, Clinica Pediatrie 2 și secretarul Societății Române de Pediatrie Socială, a cuprins ideile pe care le prezentăm în continuare.

Copilul are dreptul la activitate sportivă. În Franța, de exemplu, articolul 7 din Declarația drepturilor copilului afirmă că acesta trebuie să aibă toate posibilitățile de a practica jocuri și activități recreative, care trebuie susținute în cadrul educației. Societatea și autoritățile publice trebuie să încurajeze acest drept. Termenul de jocuri și activități recreative face referire și la activitatea sportivă.

Pe de altă parte, cartă olimpică declară că practicile sportive sunt un drept al omului în general, drept care trebuie aplicat fără orice discriminare și care să se efectueze în respect pentru persoană.

Există câteva întrebări legate de cele afirmate:

- Activitatea sportivă este accesibilă egal fetelor și băieților ?
- Activitatea sportivă se adresează doar celor sănătoși, apți sau și celor în situație de handicap sau în cazul unor abilități mai slabe ?
- Formele practice ale sportului sunt diversificate pentru fiecare individ ?
- Adulții educatori, profesorii, deschid oare șansele unei accesibilități la sporturi, cu evitarea stereotipurilor invalidante ?

O țară civilizată trebuie să răspundă dacă există condiții pentru fiecare copil pentru acces la activitatea sportivă, componentă a dreptului său la educație.

Programa pentru sport, foarte importantă, începând de la grădiniță, până la sfârșitul școlii trebuie să asigure posibilitatea cunoașterii înclinației și talentului spre atletism, natație, tenis, gimnastică, lupte, sporturile cu mingea. În școală, sportul trebuie să fie respectat, înțelegând prin aceasta educația fizică și sportivă, activitățile fiind obligatorii.

Din punct de vedere medical ar trebui elaborate pentru cei care realmente au contraindicație pentru sport certificate medicale de inaptitudine pentru educația fizică.

În caz de inaptitudine parțială (există și inaptitudine totală), aceasta poate fi legată de numeroși factori:

- tipurile de mișcare (amplitudine, viteză, dificultăți, postură);
  - tipurile de efort (muscular, cardiovascular, respirator);
  - capacitatea de efort (intensitate, durată).
- Probleme dificile, dar rezolvabile, le constituie:
- copiii cu suprapondere sau obezitate;
  - copiii cu astm bronșic (în special astmul indus de efort);
  - copiii cu diabet zaharat insulino-dependent.

Educația fizică și sportul trebuie să asigure o varietate a activităților, baremuri echilibrate, practici sportive adaptate fiecărui copil. Toți copiii, inclusiv cei care suferă de o boală cronică, trebuie încurajați să participe la aceste activități sportive. Medicii pediatri și de familie trebuie să colaboreze cu profesorii de sport și să renunțe la practicile actuale privind scutirile de educație fizică și sport.

Conf. Dr. Lorena Filip, în colaborare cu Șef lucrări Dr. Lucia Lotrean și Prof. Dr. Doina Miere de la Universitatea de Medicină și Farmacie “Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca a prezentat aspecte legate de *Managementul educației nutriționale în școli*.

Vârsta școlarului reprezintă una din cele mai provocatoare perioade ale dezvoltării umane caracterizate prin creșterea necesarului de nutrienți datorită dezvoltării și creșterii rapide în înălțime. Se va asigura un aport nutritiv și energetic corespunzător vârstei și activităților desfășurate (proteine 14-16%, glucide 55-60%, lipide 25-

30, săruri minerale, vitamine). În educația nutrițională a școlărilor se va insista asupra importanței micului dejun (20% din aportul energetic zilnic), asigurării unei diversități alimentare - consumul de alimente din toate grupele și subgrupele alimentare (pe parcursul întregii zile) - asigurării unei proporționalități între grupele și subgrupele alimentare, adică un aport mai mare de fructe, legume, cereale integrale, lapte și produse lactate, comparativ cu alimentele cu un conținut crescut de grăsimi și adaos de zahăr. Însușirea acestor noțiuni de către școlar este necesară deoarece în această etapă apar modificări ale obiceiurilor alimentare și ale stilului de viață, crește interesul pentru sănătate, iar sfaturile dietetice se pot adresa unor obiective pe termen lung. Un alt aspect important îl reprezintă sensibilizarea părinților pentru o alimentație sănătoasă a copilului lor, în mediul familial și extrafamilial, cu informații despre principiile alimentare și rolul acestora, precum și încurajarea activității fizice la copil, având în vedere efectele benefice pe termen lung ale acesteia.

Alte teme abordate de către participanții la Conferință au fost: *Principiile calității și promovării educației pentru sănătate, în raport cu activitățile fizice din învățământul preuniversitar și superior*, prezentată de Prof. Dr. Traian Bocu, de la UMF „Iuliu Hațieganu” Vicepreședintele Societății Medicale Române de Educație Fizică și Sport, *Activitatea fizică adaptată, o șansă în plus pentru sănătatea elevilor obezi*, expusă de medic școlar Dr. Tulia Fanache, în colaborare cu prof. Gabriel Nesteriuc și *De la omul primitiv la cel modern, stil de viață*, prezentată de Prof. Dr. Vasile Bogdan, Decanul FEFS Cluj-Napoca.

A consemnat,  
**Traian Bocu**  
traian\_bocu@yahoo.com



## Al III-lea Congres Național de Medicină Școlară și Universitară

### The 3<sup>rd</sup> National Congress of School and University Medicine

În perioada 19-20 aprilie 2012 a avut loc la Cluj-Napoca, în incinta Universității de Medicină și Farmacie “Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca, cel de-al III-lea Congres Național de Medicină Școlară și Universitară, organizat de *Societatea Medicilor din Colectivitățile de Copii și Tineri, în parteneriat cu Primăria Cluj-Napoca și Direcția de Sănătate Publică a Județului Cluj*. Congresul s-a adresat în principal medicilor școlari, medicilor pediatri și medicilor de familie. Au fost invitați și reprezentanți ai Inspectoratului Școlar Județean Cluj, respectiv Inspectorul de specialitate pe probleme de educație fizică și sport. Au fost prezenți la deschiderea Congresului, făcându-se remarcă prin luări de cuvânt, Ministrul Sănătății Ladislau Ritli care a pledat pentru dezvoltarea rețelei de medicină școlară. Ministrul Sănătății a precizat că în România circa un sfert dintre copiii de vârstă școlară suferă de boli cronice, iar acest lucru se datorează unui cumul de factori, printre care lipsa alimentației sănătoase, a sportului, dar și insuficiența de cadre medicale din medicina școlară. Potrivit acestuia, o altă problemă este și obezitatea juvenilă, care a ajuns în ultimii ani de pe locul V pe locul III pe lista problemelor de sănătate din rândul elevilor. Șeful Direcției de Sănătate Publică (DSP) Cluj, Dr. Dorina Duma, s-a referit la nevoia de performanță în medicina școlară, de o asistență medicală de specialitate cu înaltă pregătire, dar și de un plan național pentru promovarea sănătății, profilaxia și monitorizarea bolilor copiilor.

La congres au fost abordate teme precum patologia copilului și adolescentului, rolul educației fizice și al deprinderilor nutriționale corecte în formarea unui stil de viață sănătos și locul pe care medicina școlară îl are în sistemul actual de sănătate.

În cadrul secțiunii rezervate rolului educației fizice și al deprinderilor nutriționale corecte în formarea unui stil de viață sănătos au fost prezentate câteva comunicări științifice de interes, printre care: *Educația copilului pentru un stil de viață sănătos* - Prof. Dr. Mircea Nanulescu; *Aspecte ale activității fizice la elevii din România în anul 2011* - Dr. Ileana Maria Mireștean, Dr. Sorina Irimie, Dr. Cosmina Samoilă, Dr. Ioana Beldean Galea, Dr. Anamaria Decanovici; *Relația mișcare - stare de nutriție la copii* - Prof. Dr. Nicolae Miu; *Participarea elevilor și studenților la activitățile de educație fizică și sport în funcție de starea lor de sănătate* - Prof. dr. Traian Bocu; *Sportul și*

*activitatea fizică în Uniunea Europeană - Dr. Cosmina Samoilă; Activitatea fizică adaptată, o șansă în plus pentru copii supraponderali și obezi - Dr. Tulia Fanache.*



Deschiderea Congresului. În prezidiu, de la stânga la dreapta: Dr. Daniela Rajka, vicepreședinta Societății medicilor din colectivitățile de copii și tineri, forul organizator al Congresului, Dr. Molnar Geza - secretar de stat în MS, Dr. Dorina Duma - Directorul Direcției de Sănătate Publică Cluj, Dr. Ritli Ladislau - Ministrul Sănătății, Dr. Lászlo Attila - medic pediatru, viceprimarul Clujului, Dr. Aurelia Cordeanu - Institutul de Sănătate Publică București.



În timpul lucrărilor Congresului: Dr. Doc. Petru Derevenco - dreapta și Prof Dr. Traian Bocu - stânga.



Dr. Tulia Fanache - medic școlar, unul dintre coorganizatorii Congresului, în timpul prezentării comunicării.



Imagine din sala Congresului.

A consemnat,  
**Traian Bocu**  
traian\_bocu@yahoo.com

## EVENTS EVENIMENTE

### Cupa Memorială și Simpozionul Internațional “Nicolae Testemițanu” – “Iuliu Hațieganu” Memorial Cup and the International Symposium “Nicolae Testemițanu” – “Iuliu Hațieganu”



Prof. Iuliu Hațieganu



Prof. Nicolae Testemițanu

Universitatea de Medicină și Farmacie “Iuliu Hațieganu” din Cluj-Napoca a organizat, în perioada 9-12 mai 2012, ediția a XVII-a a Cupei memoriale “Iuliu Hațieganu - Nicolae Testemițanu”. Întrecerile s-au desfășurat la 5 discipline sportive: fotbal pe teren redus, baschet B, volei B și F, tenis de masă. Manifestările sportive au adus câștig de cauză la

punctajul total Universității „Iuliu Hațieganu”, care a câștigat la 3 ramuri din 5.

În cadrul manifestării științifice organizate cu tema „Promovarea educației pentru sănătate, prin educația fizică și prin practicarea activităților sportive” au comunicat lucrări atât cadrele didactice din Chișinău (Lectorii superiori Vasile Guragata, Maria Ivanov, Mihai Cojocari, Arcadie Popovici), cât și din Cluj-Napoca (Prof. dr. Traian Bocu, Lector dr. Cornelia Suci, Asistenții drd. Ciprian Kollos și Sergiu David). Materialul prezentat de către cadrele didactice din Chișinău a abordat aspecte legate de modalități de gestionare a stresului psihoemoțional de către studenți, prin practicarea exercițiilor fizice moderate. Rămâne un deziderat asigurarea sănătății populației pe cele trei paliere conforme cu cerințele OMS - sănătatea fizică, psihică și socială. Materialul colegilor din Cluj s-a referit la cadrul general oferit de legislația din domeniul educației, în vederea asigurării unei stări de sănătate optime prin activități de educație fizică și sport, elevilor și studenților.



Moment din timpul competiției de baschet.



Echipele de volei înaintea începerii competiției.



Trofee puse în joc.



Fotografie de grup cu delegațiile celor două universități la festivitatea de premiere. De la stânga: Sergiu David, Arcadie Popovici, Traian Bocu, Maria Ivanov, Mihai Cojocari, Vasile Guragata, Cornelia Suci, Ciprian Kollos, Cornel Ciurea.

**Traian Bocu**  
traian\_bocu@yahoo.com

## **ÎN ATENȚIA COLABORATORILOR**

### **Tematica revistei**

Ca tematică, revista are un caracter pluridisciplinar orientat pe domeniile medical și socio-uman, cu aplicație în activitățile de educație fizică și sport, astfel încât subiectele tratate și autorii aparțin mai multor specialități din aceste domenii. Principalele rubrici sunt: “Articole de sinteză” și “Articole originale”.

Exemplificăm rubrica “Articole de orientare” prin teme importante expuse: stresul oxidativ în efortul fizic; antrenamentul mintal; psihoneuroendocrinologia efortului sportiv; cultura fizică în practica medicului de familie; sporturi extreme și riscuri; determinanți emoționali ai performanței; recuperarea pacienților cu suferințe ale coloanei vertebrale; sindroame de stres și psihosomatica; educația olimpică, aspecte juridice ale sportului; efortul fizic la vârstnici; tulburări ale psihomotricității; pregătirea sportivă la altitudine; fitness; biomecanica mișcărilor; testele EUROFIT și alte metode de evaluare a efortului fizic; reacții adverse ale eforturilor; endocrinologie sportivă; depresia la sportivi; dopajul clasic și genetic; Jocurile Olimpice etc.

Dintre articolele consacrate studiilor și cercetărilor experimentale notăm pe cele care vizează: metodica educației fizice și sportului; influența unor ioni asupra capacității de efort; profilul psihologic al studentului la educație fizică; metodica în gimnastica sportivă; selecția sportivilor de performanță.

Alte articole tratează teme particulare vizând diferite sporturi: înotul, gimnastica ritmică și artistică, handbalul, voleiul, baschetul, atletismul, schiul, fotbalul, tenisul de masă și câmp, luptele libere, sumo.

Autorii celor două rubrici de mai sus sunt medici, profesori și educatori din învățământul universitar și preuniversitar, antrenori, cercetători științifici etc.

Alte rubrici ale revistei sunt: editorialul, actualitățile editoriale, recenziile unor cărți - ultimele publicate în domeniu, la care se adaugă și altele prezentate mai rar (invenții și inovații, universitaria, preuniversitaria, forum, remember, calendar competițional, portrete, evenimente științifice).

Subliniem rubrica “Memoria ochiului fotografic”, unde se prezintă fotografii, unele foarte rare, ale sportivilor din trecut și prezent.

De menționat articolele semnate de autori din Republica Moldova privind organizarea învățământului sportiv, variabilitatea ritmului cardiac, etapele adaptării la efort, articole ale unor autori din Franța, Portugalia, Canada.

Scopul principal al revistei îl constituie valorificarea rezultatelor activităților de cercetare precum și informarea permanentă și actuală a specialiștilor din domeniile amintite. Revista își asumă și un rol important în îndeplinirea punctajelor necesare cadrelor didactice din învățământul universitar și preuniversitar precum și medicilor din rețeaua medicală (prin recunoașterea revistei de către Colegiul Medicilor din România), în avansarea didactică și profesională.

Un alt merit al revistei este publicarea obligatorie a cuprinsului și a câte unui rezumat în limba engleză, pentru toate articolele. Frecvent sunt publicate articole în extenso într-o limbă de circulație internațională (engleză, franceză).

Revista este publicată trimestrial iar lucrările sunt acceptate pentru publicare în limba română și engleză. Articolele vor fi redactate în format WORD (nu se acceptă articole în format PDF). Expedierea se face prin e-mail sau pe dischetă (sau CD-ROM) și listate, prin poștă pe adresa redacției. Lucrările colaboratorilor rezidenți în străinătate și ale autorilor români trebuie expediate pe adresa redacției:

#### **Revista «Palestrica Mileniului III»**

Redactor șef: Prof. dr. Traian Bocu

Adresa de contact: palestrica@gmail.com sau traian\_bocu@yahoo.com

Adresa poștală: Str. Clinicilor nr.1 cod 400006, Cluj-Napoca, România

Telefon:0264-598575

Website: www.pm3.ro

### **Obiective**

Ne propunem ca revista să continue a fi o formă de valorificare a rezultatelor activității de cercetare a colaboratorilor săi, în special prin stimularea participării acestora la competiții de proiecte. Menționăm că articolele publicate în cadrul revistei sunt luate în considerare în procesul de promovare în cariera universitară (acreditare obținută în urma consultării Consiliului Național de Atestare a Titlurilor și Diplomelor Universitare).

Ne propunem de asemenea să încurajăm publicarea de studii și cercetări, care să cuprindă elemente originale relevante mai ales de către tineri; deocamdată peste 2/3 sunt articole de orientare, bazate exclusiv pe bibliografie. Toate articolele vor trebui să aducă un minimum de contribuție personală (teoretică sau practică), care să fie evidențiată în cadrul articolului.

În perspectivă ne propunem îndeplinirea criteriilor care să permită promovarea revistei la niveluri superioare cu recunoaștere internațională.

### **STRUCTURA ȘI TRIMITEREA ARTICOLELOR**

Manuscrisul trebuie pregătit în acord cu prevederile Comitetului Internațional al Editurilor Revistelor Medicale (<http://www.icmjee.org>).

Numărul cuvintelor pentru formatul electronic:

- 4000 cuvinte pentru articolele originale,
- 2000 de cuvinte pentru studiile de caz,
- 5000–6000 cuvinte pentru articolele de orientare.

**Format pagină:** redactarea va fi realizată în format A4. Paginile listate ale articolului vor fi numerotate succesiv de la 1 până la pagina finală.

**Font:** Times New Roman, mărime 11 pt.; redactarea se va face pe pagina întregă, cu diacritice, la două rânduri, respectând margini egale de 2 cm pe toate laturile.

**Ilustrațiile:**

**Figurile** (grafice, fotografii etc.) vor fi numerotate consecutiv în text, cu cifre arabe. Vor fi editate cu programul EXCEL sau SPSS, și vor fi trimise ca fișiere separate: „figura 1.tif”, „figura 2. jpg” etc. Fiecare grafic va avea o legendă care se trece **sub** figura respectivă.

**Tabelele** vor fi numerotate consecutiv în text, cu cifre romane, și vor fi trimise ca fișiere separate, însoțite de o legendă ce se plasează **deasupra** tabelului.

## PREGĂTIREA ARTICOLELOR

**1. Pagina de titlu:** – cuprinde titlul articolului (maxim 45 caractere), numele autorilor urmat de prenume, locul de muncă, adresa pentru corespondență și adresa e-mail a primului autor. Va fi urmat de titlul articolului în limba engleză.

**2. Rezumatul:** Pentru articolele experimentale este necesar un rezumat structurat (Premize-Background, Obiective-Aims, Metode-Methods, Rezultate-Results, Concluzii-Conclusions), în limba română, de maxim 250 cuvinte (20 de rânduri, font Times New Roman, font size 11), urmat de 3–5 cuvinte cheie (dacă este posibil din lista de termeni consacrați). Toate articolele vor avea un rezumat în limba engleză. Nu se vor folosi prescurtări, note de subsol sau referințe.

*Premize și obiective:* descrierea importanței studiului și precizarea premizelor și obiectivelor cercetării.

*Metodele:* includ următoarele aspecte ale studiului:

Descrierea categoriei de bază a studiului: de orientare sau aplicativ.

Localizarea și perioada de desfășurare a studiului. Colaboratorii vor prezenta descrierea și mărimea loturilor, sexul (genul), vârsta și alte variabile socio-demografice.

Metodele și instrumentele de investigație folosite.

*Rezultatele* vor prezenta datele statistice descriptive și inferențiale obținute (cu precizarea testelor statistice folosite): diferențele dintre măsurătoarea inițială și cea finală, pentru parametri investigați, semnificația coeficienților de corelație. Este obligatorie precizarea nivelului de semnificație (valoarea *p* sau mărimea efectului *d*) și a testului statistic folosit etc.

*Concluziile* care au directă legătură cu studiul prezentat.

Articolele de orientare și studiile de caz vor avea un rezumat nestructurat (fără a respecta structura articolelor experimentale) în limita a 150 cuvinte (maxim 12 rânduri, font Times New Roman, font size 11).

### 3. Textul

Articolele experimentale vor cuprinde următoarele capitole: Introducere, Ipoteză, Materiale și Metode (inclusiv informațiile etice și statistice), Rezultate, Discutarea rezultatelor, Concluzii (și propuneri). Celelalte tipuri de articole, cum ar fi articolele de orientare, studiile de caz, editorialele, nu au un format impus.

Răspunderea pentru corectitudinea materialelor publicate revine în întregime autorilor.

### 4. Bibliografia

Bibliografia va cuprinde:

Pentru articole din reviste sau alte periodice se va menționa: numele tuturor autorilor și inițialele prenumelui, anul apariției, titlul articolului în limba originală, titlul revistei în prescurtare internațională (caractere italice), numărul volumului, paginile

*Articole:* Pop M, Albu VR, Vișan D et al. Probleme de pedagogie în sport. Educația Fizică și Sportul 2000;4:2-8.

*Cărți:* Drăgan I (coord.). Medicina sportivă aplicată. Ed. Editis, București 1994, 372-375.

*Capitole din cărți:* Hăulică I, Bălțatu O. Fiziologia senescenței. În: Hăulică I. (sub red.) Fiziologia umană. Ed. Medicală, București 1996, 931-947.

Începând cu revista 4/2010, fiecare articol va trebui să se bazeze pe un minimum de 15 și un maximum de 100 referințe bibliografice, în majoritate articole nu mai vechi de 10 ani. Sunt admise un număr limitat de cărți și articole de referință (1-3), cu o vechime mai mare de 10 ani. Un procent de 20% din referințele bibliografice citate trebuie să menționeze literatură străină studiată, cu respectarea criteriului actualității acesteia (nu mai vechi de 10 ani).

### Procesul de recenzare (peer-review)

Într-o primă etapă toate materialele sunt revizuite riguros de cel puțin doi referenți competenți în domeniu respectiv (profesori universitari doctori și doctori docenți) pentru ca textele să corespundă ca fond și formă de prezentare cerințelor unei reviste serioase. După această etapă materialele sunt expediate referenților revistei, în funcție de profilul materialelor. În urma observațiilor primite din partea referenților, redacția comunică observațiile autorilor în vederea corectării acestora și încadrării în cerințele de publicare impuse de revistă. Acest proces (de la primirea articolului până la transmiterea observațiilor) durează aproximativ 4 săptămâni. Cu această ocazie se comunică autorului dacă articolul a fost acceptat

spre publicare sau nu. În situația acceptării, urmează perioada de corectare a articolului de către autor în vederea încadrării în criteriile de publicare.

### **Conflicte de interes**

Se cere autorilor să menționeze toate posibilele conflicte de interes incluzând relațiile financiare și de alte tipuri. Dacă sunteți siguri că nu există nici un conflict de interes vă rugăm să menționați acest lucru. Sursele de finanțare ar trebui să fie menționate în lucrarea dumneavoastră.

### **Precizări**

Precizările trebuie făcute doar în legătură cu persoanele din afara studiului, care au avut o contribuție substanțială la studiul respectiv, cum ar fi anumite prelucrări statistice sau revizuirea textului în limba engleză. Autorii au responsabilitatea de a obține permisiunea scrisă din partea persoanelor menționate cu numele în cadrul acestui capitol, în caz că cititorii se referă la interpretarea rezultatelor și concluziilor acestor persoane. De asemenea, la acest capitol se vor face precizări în cazul în care articolul valorifică rezultate parțiale din anumite proiecte sau dacă acesta se bazează pe teze de masterat sau doctorat susținute de autor, alte precizări.

### **Criterii deontologice**

Redacția va răspunde în timp util autorilor privind acceptarea, neacceptarea sau necesitatea modificării textului și își rezervă dreptul de a opera modificări care vizează forma lucrărilor.

Nu se acceptă lucrări care au mai fost tipărite sau trimise spre publicare la alte reviste. Autorii vor trimite redacției odată cu articolul propus spre publicare, într-un fișier word separat, o declarație scrisă în acest sens, cu angajamentul respectării normelor deontologice referitoare la citarea surselor pentru materialele folosite (referințe bibliografice, figuri, tabele, chestionare).

Materialele trimise la redacție nu se restituie autorilor, indiferent dacă sunt publicate sau nu.

### **ÎN ATENȚIA SPONSORILOR**

Solicitările pentru spațiile de reclamă, vor fi adresate redacției revistei "Palestrica Mileniului III", Str. Clinicilor nr. 1, cod 400006 Cluj-Napoca, România. Prețul unei pagini de reclamă full color A4 pentru anul 2012 va fi de 250 EURO pentru o apariție și 800 EURO pentru 4 apariții. Costurile publicării unui Logo pe copertile revistei, vor fi stabilite în funcție de spațiul ocupat. Plata se va face în contul Societății Medicale Române de Educație Fizică și Sport, CIF 26198743. Banca Transilvania, sucursala Cluj Cod IBAN: RO32 BTRL 0130 1205 S623 12XX (LEI); RO07 BTRL 01304205 S623 12XX (EURO); RO56 BTRL 01302205 S623 12XX (USD); SWIFT: BTRLRO 22

### **ÎN ATENȚIA ABONAȚILOR**

Revista "Palestrica Mileniului III" este tipărită trimestrial, prețul unui abonament fiind pentru străinătate de 100 Euro pentru instituții, și 50 Euro individual. Pentru intern, prețul unui abonament instituțional este de 120 lei, al unui abonament individual de 100 lei. Menționăm că taxele de difuzare poștală sunt incluse în costuri.

Plata abonamentelor se va face prin mandat poștal în contul Societății Medicale Române de Educație Fizică și Sport, CIF 26198743. Banca Transilvania, sucursala Cluj Cod IBAN: RO32 BTRL 0130 1205 S623 12XX (LEI); RO07 BTRL 01304205 S623 12XX (EURO); RO56 BTRL 01302205 S623 12XX (USD). SWIFT: BTRLRO 22

Precizăm că începând cu anul 2010 a fost introdusă taxa de articol. Ca urmare, toți autorii semnatari ai unui articol vor achita împreună suma de 150 Lei, în contul Societății Medicale Române de Educație Fizică și Sport publicat mai sus.

Autorii care au abonament vor fi scutiți de această taxă de articol.

Alte informații se pot obține online de pe [www.pm3.ro](http://www.pm3.ro) „Pentru autori” sau pe adresa de mail a redacției [palestrica@gmail.com](mailto:palestrica@gmail.com) sau pe adresa poștală: Str. Clinicilor nr.1 cod 400006, Cluj-Napoca, România, Telefon:0264-598575.

### **INDEXAREA**

Titlul revistei: Palestrica Mileniului III – Civilizație și sport

pISSN: 1582-1943; eISSN: 2247-7322; ISSN-L: 1582-1943

Profil: revistă de studii și cercetări interdisciplinare

Editor: Universitatea de Medicină și Farmacie „Iuliu Hațieganu” din Cluj-Napoca și Societatea Medicală Română de Educație Fizică și Sport, în colaborare cu Inspectoratul Școlar al Județului Cluj

Nivelul de atestare al revistei: revistă acreditată în categoria B+ de CNCS în perioadele 2007-2011 și atestată CMR din anul 2003 și în prezent

Revistă indexată în Bazele de Date Internaționale (BDI): EBSCO, Academic Search Complete, USA și Index Copernicus, Journals Master List, Polonia

Anul primei apariții: 2000

Periodicitate: trimestrială

Cuprinsul, rezumatele și instrucțiunile pentru autori se găsesc pe pagina de Internet: <http://www.pm3.ro> Accesul la cuprins și rezumate (în format pdf) este gratuit.

## **FOR THE ATTENTION OF CONTRIBUTORS**

### **The subject of the Journal**

The journal has a multidisciplinary nature oriented toward medical and socio-human fields, applicable in activities of physical training and sport, so that the dealt subjects and the authors belong to several disciplines in these fields. The main rubrics are: “Review” and “Original studies”.

Regarding “Orientation articles” the main subjects that are presented are: oxidative stress in physical effort; mental training; psychoneuroendocrinology of sport effort; physical culture in the practice of the family doctor; extreme sports and risks; emotional determinatives of performance; the recovery of patients with spinal column disorders; stress syndromes and psychosomatics; olympic education, legal aspects of sport; physical effort in the elderly; psychomotricity disorders; high altitude sportive training; fitness; biomechanics of movements; EUROFIT tests and other evaluation methods of physical effort; adverse reactions of physical effort; sport endocrinology; depression in sportsmen/women; classical and genetic drug usage; Olympic Games etc.

Among articles devoted to original studies and researches we are particularly interested in the following: the methodology in physical education and sport; influence of some ions on effort capacity; psychological profiles of students regarding physical education; methodology in sport gymnastics; the selection of performance sportsmen.

Other articles approach particular subjects regarding different sports: swimming, rhythmic and artistic gymnastics, handball, volleyball, basketball, athletics, ski, football, field and table tennis, wrestling, sumo.

The authors of the two rubrics are doctors, professors and educators, from universities and preuniversity education, trainers, scientific researchers etc.

Other rubrics of the journal are: the editorial, editorial news, reviews of the latest books in the field and others that are presented rarely (inventions and innovations, universitaria, preuniversitaria, forum, memories, competition calendar, portraits, scientific events).

We highlight the rubric “The memory of the photographic eye”, where photos, some very rare, of sportsmen in the past and present are presented.

Articles signed by authors from the Republic of Moldova regarding the organization of sport education, variability of the cardiac rhythm, the stages of effort adaptability and articles by some authors from France, Portugal, Canada must also be mentioned.

The main objective of the journal is highlighting the results of research activities as well as the permanent and actual dissemination of information for specialists in the field. The journal assumes an important role regarding the achievement of necessary scores of the teaching staff in the university and preuniversity education as well as of doctors in the medical network (by recognizing the journal by the Romanian College of Physicians), regarding didactic and professional promotion.

Another merit of the journal is the obligatory publication of the table of contents and an English summary for all articles. Frequently articles are published in extenso in a language with international circulation (English, French).

The journal is published quarterly and the works are accepted for publication in the Romanian and English language. The journal is sent by e-mail or on a floppy disk (or CD-ROM) and printed, by mail at the address of the editorial staff. The works of contributors that are resident abroad and of Romanian authors must be mailed to the Editorial staff at the following address:

### **„Palestrica of the third millennium – Civilization and sport”**

Chief Editor: Prof. dr. Traian Bocu

Contact address: palestrica@gmail.com or traian\_bocu@yahoo.com

Mail address: Clinicilor street no. 1 postal code 400006, Cluj-Napoca, România

Telephone: 0264-598575

Website: www.pm3.ro

### **Objectives**

Our intention is that the journal continues to be a route to highlight the research results of its contributors, especially by stimulating their participation in project competitions. Articles that are published in this journal are considered as part of the process of promotion in one’s university career (accreditation that is obtained after consultation with the National Council for Attestation of University Titles and Diplomas).

We also intend to encourage the publication of studies and research, that include original relevant elements especially from young people; at present, over 2 in 3 are orientation articles, based exclusively on bibliography. All articles must bring a minimum of personal contribution (theoretical or practical), that will be highlighted in the article.

In the future we propose to accomplish criteria that would allow the promotion of the journal to superior levels according international recognition.

### **THE STRUCTURE AND SUBMISSION OF ARTICLES**

The manuscript must be prepared according to the stipulations of the International Committee of Medical Journal

Editors (<http://www.icmjee.org>).

The number of words for the electronic format:

- 4000 words for original articles;
- 2000 words for case studies;
- 5000-6000 words for orientation articles.

**Format of the page:** edited in WORD format, A4. Printed pages of the article will be numbered successively from 1 to the final page.

**Font:** Times New Roman, size 11 pt.; it should be edited on a full page, with diacritical marks, double spaced, respecting equal margins of 2 cm.

**Illustrations:**

**The images** (graphics, photos etc.) should be numbered consecutively in the text, with arabic numbers. They should be edited with EXCEL or SPSS programs, and sent as distinct files: „figure 1.tif”, „figure 2. jpg” etc. Every graphic should have a legend.

**The tables** should be numbered consecutively in the text, with roman numbers, and sent as distinct files, accompanied by a legend that will be put **above** the table.

## PREPARATION OF THE ARTICLES

**1. Title page:** – includes the title of article (maximum 45 characters), the name of authors followed by surname, work place, mail address and e-mail address of the first author. It will follow the name of article in the English language.

**2. Summary:** For original articles a summary structured like this is necessary: (Premize-Background, Objective-Aims, Metode-Methods, Resultate-Results, Concluzii-Conclusions), in the Romanian language, of maximum 250 words, followed by 3-8 key words (if its possible from the list of established terms). All articles will have a summary in the English language. Within the summary (abstract) abbreviations, footnotes or bibliographic references should not be used.

*Premises and objectives.* Description of the importance of the study and explanation of premises and research objectives.

*Methods.* Include the following aspects of the study:

Description of the basic category of the study: of orientation and applicative.

Localization and the period of study. Description and size of groups, sex (gender), age and other socio-demographic variables should be given.

Methods and instruments of investigation that are used.

*Results.* The descriptive and inferential statistical data (with specification of the used statistical tests): the differences between the initial and the final measurement, for the investigated parameters, the significance of correlation coefficients are necessary. The specification of the level of significance (the value *p* or the dimension of effect *d*) and the type of the used statistical test etc are obligatory.

*Conclusions.* Conclusions that have a direct link with the presented study should be given.

Orientation articles and case studies should have an unstructured summary (without respecting the structure of experimental articles) to a limit of 150 words.

### 3. Text

Original articles should include the following chapters which will not be identical with the summary titles: Introduction (General considerations), Hypothesis, Materials and methods (including ethical and statistical informations), Results, Discussing results, Conclusions and suggestions. Other type of articles, as orientation articles, case studies, Editorials, do not have an obligatory format. Excessive abbreviations are not recommended. The first abbreviation in the text is represented first *in extenso*, having its abbreviation in parenthesis, and thereafter the short form should be used.

Authors must undertake the responsibility for the correctness of published materials.

### 4. Bibliography

The bibliography should include the following data:

For articles from journals or other periodical publications the international Vancouver Reference Style should be used: the name of all authors as initials and the surname, the year of publication, the title of the article in its original language, the title of the journal in its international abbreviation (italic characters), number of volume, pages.

*Articles:* Pop M, Albu VR, Vişan D et al. Probleme de pedagogie în sport. *Educație Fizică și Sport* 2000; 4:2-8.

*Books:* Drăgan I (coord.). *Medicina sportivă*, Editura Medicală, 2002, Bucureşti, 2002, 272-275.

*Chapters from books:* Hăulică I, Bălţatu O. Fiziologia senescenţei. In: Hăulică I. (sub red.) *Fiziologia umană*, Ed. Medicală, Bucureşti, 1996, 931-947.

Starting with issue 4/2010, every article should include a minimum of 15 bibliographic references and a maximum of 100, mostly journals articles published in the last 10 years. Only a limited number of references (1-3) older than 10 years will be allowed. At least 20% of the cited resources should be from recent international literature (not older than 10 years).

### Peer-review process

In the final stage all materials will be closely reviewed by at least two competent referees in the field (Professors, and Docent doctors) so as to correspond in content and form with the requirements of an international journal. After this

stage, the materials will be sent to the journal's referees, according to their profiles. After receiving the observations from the referees, the editorial staff shall inform the authors of necessary corrections and the publishing requirements of the journal. This process (from receiving the article to transmitting the observations) should last about 4 weeks. The author will be informed if the article was accepted for publication or not. If it is accepted, the period of correction by the author will follow in order to correspond to the publishing requirements.

### **Conflict of interest**

The authors must mention all possible conflicts of interest including financial and other types. If you are sure that there is no conflict of interest we ask you to mention this. The financing sources should be mentioned in your work too.

### **Specifications**

The specifications must be made only linked to the people outside the study but which have had a substantial contribution, such as some statistical processing or review of the text in the English language. The authors have the responsibility to obtain the written permission from the mentioned persons with the name written within the respective chapter, in case the readers refer to the interpretation of results and conclusions of these persons. Also it should be specified if the article uses some partial results from certain projects or if these are based on master or doctoral theses sustained by the author.

### **Ethical criteria**

The Editors will notify authors in due time, whether their article is accepted or not or whether there is a need to modify texts. Also the Editors reserve the right to edit articles accordingly. Papers that have been printed or sent for publication to other journals will not be accepted. All authors should send a separate letter containing a written statement proposing the article for submission, pledging to observe the ethics of citation of sources used (bibliographic references, figures, tables, questionnaires).

Editorial submissions will be not returned to authors, whether published or not.

### **FOR THE ATTENTION OF THE SPONSORS**

Requests for advertising space should be sent to the Editors of the "Palestrica of the Third Millennium" journal, 1, Clinicilor St., 400006, Cluj-Napoca, Romania. The price of an A4 full colour page of advertising for 2012 will be EUR 250 and EUR 800 for an advert in all 4 issues. The costs of publication of a logo on the cover will be determined according to its size. Payment should be made to the Romanian Medical Society of Physical Education and Sports, CIF 26198743. Banca Transilvania, Cluj branch, IBAN: RO32 BTRL 0130 1205 S623 12XX (RON); RO07 BTRL 01304205 S623 12XX (EURO); RO56 BTRL 01302205 S623 12XX (USD). SWIFT: BTRLRO 22.

### **SUBSCRIPTION COSTS**

The "Palestrica of the Third Millennium" journal is printed quarterly. The subscription price is 100 EUR for institutions abroad and 50 EUR for individual subscribers outside Romania. For Romanian institutions, the subscription price is 120 RON, and for individual subscribers the price is 100 RON. Note that distribution fees are included in the postal costs.

Payment of subscriptions should be made by bank transfer to the Romanian Medical Society of Physical Education and Sports, CIF 26198743. Banca Transilvania, Cluj branch, IBAN: RO32 BTRL 0130 1205 S623 12XX (RON), RO07 BTRL 01,304,205 S623 12XX (EUR), RO56 BTRL 01,302,205 S623 12XX (USD). SWIFT: BTRLRO 22

Please note that in 2010 a tax for each article submitted was introduced. Consequently, all authors of articles will pay the sum of 150 RON to the Romanian Medical Society of Physical Education and Sport published above. Authors who have paid the subscription fee will be exempt from this tax. Other information can be obtained online at [www.pm3.ro](http://www.pm3.ro) "Instructions for Authors", at our e-mail address [palestrica@gmail.com](mailto:palestrica@gmail.com) or at the postal address: 1, Clinicilor St., 400006, Cluj-Napoca, Romania, phone: +40264-598575.

### **INDEXING**

Title of the journal: Palestrica of the third millennium – Civilization and sport

pISSN: 1582-1943; eISSN: 2247-7322; ISSN-L: 1582-1943

Profile: a Journal of Study and interdisciplinary research

Editor: "Iuliu Hațieganu" University of Medicine and Pharmacy of Cluj-Napoca and The Romanian Medical Society of Physical Education and Sports in collaboration with the Cluj County School Inspectorate

The level and attestation of the journal: a journal rated B+ by CNCISIS in the period 2007-2011 and certified by CMR since 2003

Journal indexed into International Data Bases (IDB): EBSCO, Academic Search Complete, USA and Index Copernicus, Journals Master List, Poland

Year of first publication: 2000

Issue: quarterly

The table of contents, the summaries and the instructions for authors can be found on the internet page: <http://www.pm3.ro>. Access to the table of contents and summaries (in .pdf format) is free.

**Editura Medicală Universitară „Iuliu Hațieganu” Cluj-Napoca**

Tipărit la:

**qual media**

**Producție și Simțire Publicitară**

400117, Calea Dorobantilor nr. 22, Cluj-Napoca, România

Tel.: 004 264 450 006, Fax: 004 264 591 672

E-mail: [office@qualmedia.ro](mailto:office@qualmedia.ro), [www.qualmedia.ro](http://www.qualmedia.ro)