

**доц. д-р Любомир Петров**

**Резюмета на публикации индексирани в Scopus и/или в Web of Science.**

**13 статии; Общо – 200.5 точки**

1. Karakashev P, Petrov L, Alexandrova A, Paraquat-induced lipid peroxidation and injury in Ehrlich ascites tumor cells. Neoplasma, 2000, 47(2), 122-124. (Web of Science, Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/12498> (60/3=20)

#### Abstract

The participation of lipid peroxidation products in the mechanisms of paraquat toxicity in Ehrlich ascites tumor (EAT) cells was observed. Paraquat in a concentration 0.5-1.0 mmol increased the level of lipid peroxidation according to the Ohakawa TBARS (thiobarbituric acid-reactive substances) method. These changes in TBARS production in EAT cells correlated with paraquat toxicity on the cells registered by using the method for cell injury, which is based on changes in lactate dehydrogenase activity. The metal chelator DTA removed the effect of paraquat on TBARS production and on cell injury. The present data suggested that the increased level of lipid peroxidation and cell injury is a result of the paraquat action in EAT cells depending on iron.

#### Резюме

Беше наблюдавано участието на продуктите на липидна пероксидация в механизмите на токсичност на параквата в клетките на Ehrlich ascites tumor (EAT). Паракват в концентрация 0,5-1,0 mmol повишава нивото на липидна пероксидация определен по TBARS (тиобарбитурова киселина реактивни продукти), като използвахме метода на Ohakawa. Тези промени в производството на TBARS в EAT клетките корелират с токсичността на параквата върху клетките, регистрирани чрез използване на метода за клетъчно увреждане, който се основава на промени в активността на лактат дехидрогеназата. Металният хелатор DTA премахва ефекта на параквата върху производството на TBARS и върху клетъчното увреждане. Настоящите данни предполагат, че повишеното ниво на липидна пероксидация и клетъчно увреждане е резултат от желязо-зависимо действие на параквата в EAT клетките.

2. Tsvetanova E, Kessiova M, Alexandrova A, Petrov L, Kirkova M, Todorov S, In vivo effects of CB1 receptor ligands on lipid peroxidation and antioxidant defense systems in the rat brain of healthy and ethanol-treated rats. Pharmacological Reports. 2006, 58(6), 876-883. (Web of Science, Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/130063>; (60/6=10) (Cyma = 30)

## Abstract

In vivo experiments were conducted to study the effects of N-(piperidin-1-yl)-5-(4-chlorophenyl)-1-(2,4-cochlorophenyl)-4-methyl-1H-pyrazole-3-carboxamide (SR141716A; a potent and selective CB-receptor antagonist) and arachidonyl-2-chloroethylamide (ACEA; a selective CB-receptor agonist) on spontaneous lipid peroxidation, glutathione (GSH) level and activities of antioxidant enzymes in rat tissues. Single doses of SR141716A (3 mg/kg, ip) and ACEA (10 mg/kg, ip) had no effect on all indices, studied in the brain, except for a decrease in GSH level by 10 mg/kg of SR141716A. The effects of repeated administration of the CB-receptor ligands (3 mg/kg, ip, once daily for 2 days) on the above indices in the brain and liver of control and ethanol-treated animals were also studied. Two weeks after ethanol exposure, the rats lost weight (by 41%), which correlated with their decreased water and food consumption (by 52% and 33%, respectively). The time of ethanol action was not sufficient to change the biochemical parameters in the brain, except for the lipid peroxidation. However, a decrease in GSH level and superoxide dismutase activity, as well as an increase in lipid peroxidation and glucose-6-phosphate dehydrogenase activity were registered in the liver. The repeated administration of CB receptor ligands restored some of ethanol-induced changes. The present results suggested lack of pro-oxidant activity and potential antioxidant ability of the studied CB receptor ligands, which might contribute to their beneficial effects.

## Резюме

Бяха проведени експерименти *in vivo* за изследване на ефектите на N-(piperidin-1-yl)-5-(4-chlorophenyl)-1-(2,4-cochlorophenyl)-4-methyl-1H-pyrazole-3-carboxamide (SR141716A; мощен и селективен антагонист на СВ-рецепторите) и arachidonyl-2-chloroethylamide (ACEA; селективен агонист на СВ-рецепторите) върху спонтанната липидна пероксидация, нивото на глутатиона (GSH) и активността на антиоксидантните ензими в тъканите на плъхове. Единичните дози SR141716A (3 mg/kg, ip) и ACEA (10 mg/kg, ip) не оказват ефект върху всички показатели, изследвани в мозъка, с изключение на намаляване на нивото на GSH при приложение на SR141716A (10 mg/kg). Бяха изследвани и ефектите от многократното приложение на СВ-рецепторните лиганди (3 mg/kg, интраперитонеално, веднъж дневно в продължение на 2 дни) върху горните показатели в

мозъка и черния дроб на контролни и третирани с етанол животни. Две седмици след експозицията на етанол, плъховете губят тегло (с 41%), което корелира с намалената им консумация на вода и храна (съответно с 52% и 33%). Времето на действие на етанола не е достатъчно за промяна на биохимичните параметри в мозъка, с изключение на липидната пероксидация. Въпреки това, в черния дроб се регистрира намаляване на нивото на GSH и активността на супероксид дисмутаза, както и повишаване на липидната пероксидация и глюкозо-6-фосфат дехидрогеназната активност. Многократното приложение на СВ рецепторни лиганди възстановява някои от промените, предизвикани от етанол. Настоящите резултати предполагат липса на прооксидантна активност и потенциална антиоксидантна способност на изследваните СВ рецепторни лиганди, което може да допринесе за изясняване на техните полезни ефекти.

3. Alexandrova A, Petrov L, Kirkova M, Proteasome activity in experimental diabetes. Central European Journal of Biology, 2006, 1(2), 289-298. <https://doi.org/10.2478/s11535-006-0017-3>; (Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/4800152309>; (60/3 = 20) (Сума = 50)

## Abstract

Numerous studies have indicated that oxidative stress contributes to the development and progression of diabetes and other related complications. Since the ubiquitin-proteasome pathway is involved in degradation of oxidized proteins, it is to be expected that alterations in proteasome-dependent proteolysis accompany diabetes. This paper focuses on the role of the proteasome in alloxan-induced experimental diabetes. The changes in proteasomal activity and oxidative stress indices (protein oxidation and lipid peroxidation) were evaluated. The obtained results revealed increased protein oxidation and lipid peroxidation, as well as alterations in proteasomal activities in diabetic rats. Our data indicates a significant decrease in chymotryptic-like activity; increased tryptic-like activity; and unchanged post-glutamyl peptide hydrolytic-like activity. These findings suggest the presence of oxidative stress in diabetes that appears to result in changes to the ubiquitin-proteasome pathway.

## Резюме

Многобройни проучвания показват, че оксидативният стрес допринася за развитието и прогресията на диабета и други свързани с него усложнения. Тъй като убикитин-протеазомният път участва в разграждането на окислените протеини, може да се очаква, че промените в протеазомно-

зависимата протеолиза придружават диабета. Тази статия се фокусира върху ролята на протеазомите при експериментален диабет, предизвикан от алоксан. Оценени са промените в протеазомната активност и индексите на оксидативен стрес (окислени протеини и липидна пероксидация). Получените резултати показват повишено окисление на протеините и повишена липидна пероксидация, както и промени в протеазомната активност при диабетни плъхове. Нашите данни показват значително намаляване на химотрипсинната активност; повишена трипсиноподобна активност, и непроменена пост-глутамил пептидна хидролитична активност. Тези находки предполагат наличието на оксидативен стрес при диабет, който изглежда води до промени в убикитин-протеазомния път.

4. Alexandrova A, Petrov L, Georgieva A, Kessiova M, Tzvetanova E, Kirkova M, Kukan M, Effect of copper intoxication on rat liver proteasome activity: relationship with oxidative stress. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*. 2008, 22(5):354-62. <https://doi.org/10.1002/jbt.20248> (Web of Science, Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/29550> (60/7=8.5) (Сума = 58.5)

## Abstract

Copper toxicity is associated with formation of reactive oxygen species, which are capable to oxidize proteins. The selective removal of the latter by the 20S proteasome is considered an essential part of the cell antioxidant defense system. The aim of the present study was to investigate whether peptidase activities of rat liver proteasomes were affected by chronic (40 mg CuSO<sub>4</sub>/rat/daily with the drinking water for 2 weeks) and acute (20 mg/kg CuSO<sub>4</sub>, s.c.) copper treatment. To evaluate the role of proteasome, its inhibitor MG132 was also used. The degree of copper-induced oxidative stress (OS), established by measuring lipid peroxidation, protein oxidation, and cellular glutathione level, as well as activities of antioxidant enzymes—catalase, superoxide dismutase, and glutathione peroxidase, depended on the mode of copper administration. Chronic copper administration (mild oxidative stress) did not affect proteasome activities, whereas acute copper treatment (severe oxidative stress) caused a decline in chymotryptic- and tryptic-like activities. The treatment of copper-loaded animals with MG132 did not change copper-induced alterations in the tested indices, except an additional increase in protein oxidation and inhibition of glutathione peroxidase activity. The results suggested that the in vivo copper-induced oxidative stress was associated with changes in the catalytic activity of proteasome.

## Резюме

Токсичността на медта е свързана с образуването на реактивни форми на кислорода, които са способни да окисляват протеините. Селективното отстраняване на окислените протеини от 20S протеазомите се счита за съществена част от клетъчната антиоксидантна защитна система. Целта на настоящата работа е да се проучи доколко пептидазната активност на чернодробните протеазоми на плъх е повлияна от хронично третиране с мед (40 mg CuSO<sub>4</sub>/на плъх/дневно, с питейната вода в продължение на 2 седмици) и остро (20 mg/kg CuSO<sub>4</sub>, sc). За да се оцени ролята на протеазомите, беше използван и неговият инхибитор MG132. Степента на индуцирания от мед оксидативен стрес (OS), установена чрез измерване на липидната пероксидация, протеиновото окисление и нивото на клетъчния глутатион, както и активността на антиоксидантните ензими - каталаза, супероксид дисмутаза и глутатионин пероксидаза, зависи от начина на приложение на медта. Хроничното приложение на мед (лек оксидативен стрес) не повлиява протеазомната активност, докато острото третиране с мед (тежък оксидативен стрес) причинява спад в химотрипсиновата и трипсиновата им активности. Третирането на животни, третирани с мед, с MG132 не променя индуцираните от мед промени в изследваните индекси, с изключение на допълнително повишаване на окислението на протеина и инхибиране на активността на глутатионин пероксидазата. Резултатите предполагат, че индуцираният от мед оксидативен стрес *in vivo* е свързан с промени в каталитичната активност на протеазомите.

5. Alexandrova A, Petrov L, Georgieva A, Kessiova M, Tzvetanova E, Kirkova M, Kukan M, Effect of MG132 on proteasome activity and prooxidant/antioxidant status of rat liver subjected to ischemia/reperfusion injury. *Hepatology Research*. 2008, 38(4), 393-401. <https://doi.org/10.1111/j.1872-034X.2007.00270.x> (Web of Science, Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/28373> (60/7=8.5) (Сума = 67)

## Abstract

**Aim:** Previous studies have shown that proteasome inhibitors exerted protective effects against ischemia/reperfusion injury (IRI) of brain, heart, kidney, and intestine. The aim of the present study was to investigate: (i) whether the proteasome inhibitor MG132 protects rat liver against IRI; and (ii) whether MG132 modulates prooxidant/antioxidant status of rat liver subjected to warm IRI.

**Methods:** The left lateral and medial lobes (approximately 70% of the total liver volume) of livers of male Wistar rats were subjected to 30-min ischemia

followed by 60-min reperfusion. Lactate dehydrogenase (LDH), aspartate aminotransferase (AST), and alanine aminotransferase (ALT) levels were measured in the plasma. Proteasome chymotryptic-like (ChT-L) activity, levels of thiobarbituric acid-reactive substances (TBARS), protein carbonyls (PC) and glutathione (GSH), as well as superoxidase dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase and glutathione reductase activities were measured in liver fractions.

**Results:** Thirty-min ischemia followed by 60-min reperfusion increased liver TBARS and PC, CAT and SOD activities, but decreased GSH level. Ischemia/reperfusion-induced oxidative stress was exacerbated in mitochondria, indicating that these organelles are the preferential target of IRI. Plasma LDH and AST levels were decreased by MG132 during both ischemia and reperfusion, while ALT values were decreased only after 30 min of reperfusion. MG132 did not significantly affect liver TBARS and GSH levels, but it increased PC and decreased ChT-L activity; the activities of CAT and SOD were also decreased.

**Conclusions:** MG132 exerts a protective effect during the early phase of reperfusion, and it modulates prooxidant/ antioxidant status of rat liver subjected to warm IRI.

## Резюме

**Цел:** Предишни проучвания показват, че протеазомните инхибитори оказват защитни ефекти срещу исхемично/реперфузионно увреждане (IRI) на мозъка, сърцето, бъбреците и червата. Целта на настоящото изследване е да се изследва: (i) дали протеазомният инхибитор MG132 защитава черния дроб на плъх срещу IRI; и (ii) дали MG132 модулира прооксидантния/антиоксидантния статус на черния дроб на плъх, подложен на топло IRI.

**Метод:** Левите странични и медиалните дялове (приблизително 70% от общия обем на черния дроб) на черния дроб на мъжки плъхове Wistar бяха подложени на 30-минутна исхемия, последвана от 60-минутна реперфузия. В плазмата бяха измервани активността на лактат дехидрогеназата (LDH), аспартат аминотрансферазата (AST) и аланин аминотрансферазата (ALT). Протеазомната химотрипсинова (ChT-L) активност, нивата на тиобарбитурова киселина реактивните продукти (TBARS), протеиновите карбонили (PC) и глутатиона (GSH), както и активността на супероксид дисмутаза (SOD), каталазата (CAT), глутатионин пероксидазата и на глутатионин редуктазата беше измерена в чернодробните фракции.

**Резултати:** 30-минутната исхемия, последвана от 60-минутна реперфузия, повишава чернодробните TBARS, PC активността на CAT и SOD, но



намалява нивото на GSH. Индуцираният от исхемия/реперфузия оксидативен стрес в митохондриите е силно изразен, което показва, че тези органели са преференциална цел на IRI. Плазмените нива на LDH и AST са намалени от MG132, както по време на исхемия, така и по време на реперфузията, докато стойностите на ALT са намалени само след 30 минутна реперфузия. MG132 не повлиява значително нивата на TBARS и GSH в черния дроб, но повишава PC и намалява ChT-L активност на протеазомите; намалява и активността на CAT и SOD.

**Заключения:** MG132 упражнява защитен ефект по време на ранната фаза на реперфузия и модулира прооксидантния/антиоксидантния статус на черния дроб на плъх, подложен на топъл IRI.

6. Petrov L, Atanasova M, Alexandrova A, Comparative study of the antioxidant activity of some thiol-containing drugs. Central European Journal of Medicine, 2012, 7(2), 269-273. <https://doi.org/10.2478/s11536-011-0132-z> (Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/4800152309> (60/3=20) (Сума = 87)

## Abstract

**Background:** Therapeutic thiol administration has been shown to have great potential in a variety of pathological conditions associated with oxidative stress. In the present study, the free radical scavenging effects against superoxide anion ( $O_2^-$ ) and hydroxyl ( $\cdot OH$ ) radicals of captopril were compared with those of cysteamine and mercaptoethanol. **Methods:** The  $O_2^-$  and  $\cdot OH$  were generated in vitro. Deoxyribose (DR) was used as a detector of  $\cdot OH$  radicals. The degradation of DR was measured in terms of the formation of thiobarbituric acid reactive substances, which were quantified spectrophotometrically. Superoxide anion radicals were generated photochemically and  $O_2$ -produced nitro-blue tetrazolium (NBT) reduction was measured. **Results:** Using two distinct  $\cdot OH$  generating systems, the DR test showed that in the absence of the chelator diethylene triamine pentaacetic acid (DTPA) cysteamine was much more potent inhibitor of the formation of thiobarbituric acid reactive substances (TBARs) than captopril and mercaptoethanol, and that in the presence of DTPA captopril and mercaptoethanol decreased the TBARs formation in presence of  $H_2O_2$  better than cysteamine. Captopril in concentration of 9.34 mM and cysteamine in concentration of 1.21 mM inhibited the  $O_2^-$  provoked NBT reduction by 50%. Mercaptoethanol up to 10 mM did not manifest an inhibitory effect. **Conclusions:** Captopril and mercaptoethanol are potent free radical scavengers, reacting rapidly with  $\cdot OH$ , whereas cysteamine acts preferentially as a chelator of iron and in this way prevents the formation of  $\cdot OH$ .

## Резюме

**Увод:** Доказано е, че терапевтичното приложение на тиоли има голям потенциал при различни патологични състояния, свързани с оксидативен стрес. В настоящото изследване бяха сравнени свободни радикали-улавящите ефекти спрямо супероксидни аниони ( $O_2^-$ ) и хидроксилни радикали ( $\cdot OH$ ) на каптоприл, цистеамин и меркаптоетанол. **Методи:**  $O_2^-$  и  $\cdot OH$  бяха генерирани *in vitro*. Дезоксирибозата (DR) беше използвана като детектор на  $\cdot OH$  радикали. Разграждането на DR беше оценявана по образуването на тиобарбитурова киселина реактивни продукти, които бяха определяни количествено спектрофотометрично. Фотохимично бяха генерирани супероксидни анионни радикали и беше измервана редукцията на произвеждания от  $O_2^-$  nitro-blue tetrazolium (NBT). **Резултати:** Използвайки две различни системи за генериране на  $\cdot OH$  и DR тестът беше показано, че в отсъствието на хелатор - диетилен триамин пентаоцетна киселина (DTPA) цистеаминът е много по-мощен инхибитор на образуването на тиобарбитурова киселина реактивни продукти (TBARs), отколкото каптоприла и меркаптоетанола, и чев присъствието на DTPA каптоприл и меркаптоетанол намаляват образуването на TBARs в присъствието на  $H_2O_2$  по-добре от цистеамин. Каптоприлът в концентрация от 9,34 mM и цистеаминът в концентрация от 1,21 mM инхибират  $O_2^-$ -провокираното намаляване на NBT с 50%. Меркаптоетанолът до 10 mM не проявява инхибиторен ефект. **Заключения:** Каптоприлът и меркаптоетанолът са мощни ловители на свободни радикали, реагират бързо с  $\cdot OH$ , докато цистеаминът действа предимно като хелатор на желязо и по този начин предотвратява образуването на  $\cdot OH$ .

7. Nenkova G, Petrov L, Alexandrova A, Role of trace elements for oxidative status and quality of human sperm. *Balkan Medical Journal*, 2017, 34, 343-8. ([http://balkanmedicaljournal.org/uploads/pdf/pdf\\_BMJ\\_1726.pdf](http://balkanmedicaljournal.org/uploads/pdf/pdf_BMJ_1726.pdf))  
<https://doi.org/10.4274/balkanmedj.2016.0147> (Web of Science, Scopus)  
<https://www.scopus.com/sourceid/19900192138> (60/3=20) (Сума = 107)

## Abstract

**Background:** Oxidative stress affects sperm quality negatively. To maintain the pro/antioxidant balance, some metal ions (e.g. copper, zinc, iron, selenium), which are co-factors of the antioxidant enzymes, are essential. However, iron and copper could act as prooxidants inducing oxidative damage of spermatozoa. **Aims:** To reveal a possible correlation between the concentrations of some metal ions (iron, copper, zinc, and selenium) in human seminal plasma, oxidative stress, assessed by malondialdehyde and total glutathione levels, and



semen quality, assessed by the parameters count, motility, and morphology. **Study Design: Descriptive study. Methods:** The semen analysis for volume, count, and motility was performed according to World Health Organization (2010) guidelines, using computer-assisted semen analysis. For the determination of spermatozoa morphology, a SpermBlue staining method was applied. Depending on their parameters, the sperm samples were categorized into normozoospermic, teratozoospermic, asthenoteratozoospermic, and oligoteratozoospermic. The seminal plasma content of iron, copper, zinc, and selenium was estimated by atomic absorption spectroscopy. The malondialdehyde and total glutathione levels were quantified spectrophotometrically. **Results:** In the groups with poor sperm quality, the levels of Fe were higher, whereas those of Zn and Se were significantly lower than in the normozoospermic group. In all groups with poor sperm quality, increased levels of malondialdehyde and decreased glutathione levels were detected as evidence of oxidative stress occurrence. All these differences are most pronounced in the asthenoteratozoospermic group where values differ nearly twice as much compared to the normozoospermic group. The Fe concentration correlated positively with the malondialdehyde ( $r=0.666$ ,  $p=0.018$ ), whereas it showed a negative correlation with the level of total glutathione ( $r=-0.689$ ,  $p=0.013$ ). The total glutathione level correlated positively with the sperm motility ( $r=0.589$ ,  $p=0.044$ ). **Conclusion:** The elevated levels of Fe and the reduced Se levels are associated with sperm damage. The changes in the concentrations of the trace elements in human seminal plasma may be related to sperm quality since they are involved in the maintenance of the pro-/antioxidative balance in ejaculate.

## Резюме

**Увод:** Оксидативният стрес се отразява негативно на качеството на спермата. За поддържане на про/антиоксидантния баланс, някои метални йони (напр. мед, цинк, желязо, селен), които са кофактори на антиоксидантните ензими, са от съществено значение. Въпреки това, желязото и медта могат да действат като прооксиданти, предизвикващи окислително увреждане на сперматозоидите. **Цели:** Да се разкрие възможна корелация между концентрациите на някои метални йони (желязо, мед, цинк и селен) в човешката семенна плазма, оксидативния стрес, оценен чрез нивата на малондиалдехид и общия глутатион, и качеството на спермата, оценено чрез оценка на параметрите, подвижност и морфология. **Дизайн на изследването и Методи:** Анализът на спермата за обем, брой и подвижност е извършен съгласно насоките на Световната здравна организация (2010), като се използва компютърно подпомаган анализ на сперма. За определяне на морфологията на сперматозоидите се прилагаше методът за оцветяване SpermBlue. В зависимост от техните

параметри, сперматозоидните пробите бяха категоризирани на нормозооспермични, тератозооспермични, астенотератозооспермични и олиготератозооспермични. Съдържанието в семенната плазма на желязо, мед, цинк и селен беше определено чрез атомно-абсорбционна спектроскопия. Нивата на малоновия диалдехид и общия глутатион бяха определени спектрофотометрично. **Резултати:** В групите с лошо качество на спермата нивата на Fe са по-високи, докато тези на Zn и Se са значително по-ниски, отколкото в нормозооспермичната група. Във всички групи с лошо качество на спермата бяха открити повишени нива на малонов диалдехид и понижени нива на глутатион, което доказателство за наличието на оксидативен стрес. Всички тези разлики са най-силно изразени в астенотератозооспермичната група, където стойностите са почти два пъти по-високи в сравнение с нормозооспермичната група. Концентрацията на Fe корелира положително с малоновия диалдехид ( $r=0.666$ ,  $p=0.018$ ) и в същото време показва отрицателна корелация с нивото на общия глутатион ( $r=-0.689$ ,  $p=0.013$ ). Общото ниво на глутатиона корелира положително с подвижността на сперматозоидите ( $r=0.589$ ,  $p=0.044$ ). **Заключение:** Повишените нива на Fe и намалените нива на Se са свързани с увреждане на сперматозоидите. Промените в концентрациите на микроелементите в човешката семенна плазма може да са свързани с качеството на спермата, тъй като те участват в поддържането на про-/антиоксидативния баланс в еякулата.

8. Alexandrova A, Petrov L, Makaveev R, Tsvetanova E, Georgieva A, Kolimechkov S, Erythrocyte Oxidative Status after Maximal Aerobic Test in Wrestlers. Human Sport Medicine, 2019, 19(1), 15-21.  
<https://doi.org/10.14529/hsm190102>  
<https://www.scopus.com/sourceid/21100899284>; (Scopus, Web of Science, 60/6=10) (Сума = 117)

## Abstract

**Aim.** The aim of this study was to determine the changes in the erythrocyte oxidative status of the wrestlers after performing the maximal aerobic test, by registering in erythrocytes the levels of lipid peroxidation (LPO), total glutathione (tGSH) and activities of catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD), and glutathione peroxidase (GPx). **Materials and methods:** A group of 12 healthy wrestlers conducted a treadmill maximal aerobic test, and venous blood samples were obtained before and immediately after the exercise. Erythrocytes were separated from plasma and used for spectrophotometric determination of LPO, tGSH and enzyme activities. Plasma was used for determination of hemoglobin concentration (Hb) as an index of hemolysis.

**Results:** The performance of the maximal aerobic test resulted in a significant increase of Hb in blood plasma, a decrease of LPO, and no changes of the tGSH level in erythrocytes. In regard to antioxidant enzymes, our results showed an increase in the activity of GPx, while the CAT and SOD activity remain unchanged. **Conclusions:** It can be concluded that in active athletes, predominate erythrocytes that are more resistant to oxidative stress, because of the accelerated hemolysis induced by physical exercise, lead to the elimination of the old and oxidative modified cells.

## Резюме

**Цели:** Целта на това изследване беше да се определят промените в еритроцитния оксидативен статус в кръвта на състезатели по борба след извършване на максимален аеробен тест, чрез регистриране в еритроцитите на нивата на липидна пероксидация (LPO), общия глутатион (tGSH) и активността на каталазата (CAT), супероксид дисмутаза (SOD) и глутатион пероксидаза (GPx). **Материали и метод:** Група от 12 клинично здрави борци проведеха максимален аеробен тест на бягаща пътека и бяха взети проби от венозна кръв преди и непосредствено след теста. Еритроцитите бяха отделяни от плазмата и бяха използвани за спектрофотометрично определяне на LPO, tGSH и ензимните активности. Плазмата беше използвана за определяне на концентрацията на свободен хемоглобин (Hb) като индекс на хемолиза. **Резултати:** Изпълнението на максималния аеробен тест води до значително повишаване на Hb в кръвната плазма, намаляване на LPO и липса на промени в нивото на tGSH в еритроцитите. По отношение на антиоксидантните ензими, нашите резултати показаха повишаване на активността на GPx, докато активността на CAT и SOD остава непроменена. **Изводи:** Може да се заключи, че при активно спортуващи преобладават еритроцитите, които са по-устойчиви на оксидативен стрес, поради ускорената хемолиза, предизвикана от физическите натоварвания, които водят до елиминиране на старите и оксидативно-модифицирани червени кръвни клетки.

9. Penov R, Petrov L, Kolimechkov S, Changes in heart rate and blood lactate concentration during karate kata competition. Pedagogy of physical culture and sports (old name Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports), 2020, 24(3), 137-142. <https://doi.org/10.15561/26649837.2020.0306> (Web of Science) 60/3=20 (Сума = 137)

## Abstract

**Purpose:** Karate is going to take part in the Olympic games, for the first time in Tokyo 2020. The aim of this study was to analyse the changes in heart rate (HR) and blood lactate concentration of karate practitioners performing different katas in competitive conditions. **Material:** This study consisted of five elite male athletes ( $26.80 \pm 5.97$  years), members of the Bulgarian national team in Shotokan karate, competing in the kata discipline. The study was conducted in competitive conditions during national competitions, in which three katas were performed by each of the competitors. Capillary blood lactate concentration (La) was determined at rest and after each kata. Heart rate (HR) was registered and physical activity was monitored by using three-dimensional accelerometers. **Results:** The mean La increased progressively after each following kata:  $1.4 \pm 0.32$  mmol/L at rest,  $4.7 \pm 1.91$  mmol/L after the first,  $6.8 \pm 2.59$  mmol/L after the second, and  $7.1 \pm 2.35$  mmol/L after the third kata. This increase was significant after the second ( $p < 0.05$ ) and third ( $p < 0.01$ ) kata, in comparison with the registered La at rest. The mean HR values reached  $179 \pm 11.55$  bpm during the first,  $180 \pm 11.63$  bpm during the second, and  $181.5 \pm 15.44$  bpm during the third kata. Notwithstanding the differences in the physiological and biochemical parameters of participants No1 and No2, the mean physical activity units (FAU) were similar: 120 165 FAU after the first kata, and 111 805 FAU after the second vs 126 618 FAU after the first, and 89 544 FAU after the second kata, respectively. The explanation of these different observations is probably due to the style of the competitors. For instance, according to his coaches, participant No2 is performing kata with a higher level of tension in those muscle groups which are not necessarily involved in maintaining the posture and executing the moves. In contrast, the lower La values observed in participant No1, in comparison with the other competitors, were probably due to a more relaxed performance with smaller amplitude of the moves. Participants No4 and No5 from our study showed moderate La values after each of the three katas. According to their coaches, those competitors perform kata with optimal speed and amplitude, without too high a level of tension in the muscle groups which are not involved in the moves. **Conclusions:** The La appeared to be a more informative parameter than heart rate, and the moderate increase of the La values (4-6 mmol/L) indicated optimal muscle tension and amplitude of moves when performing katas in competitive conditions. Further research is needed to determine the optimal La levels for the performance of different katas.

## Резюме

Цел: Карате ще бъде за първи път олимпийски спорт на Олимпийските игри в Токио 2020 година. Целта на това проучване беше да се анализират промените в сърдечната честота (HR) и концентрацията на лактат в кръвта на каратисти, изпълняващи различна ката в състезателни условия. **Метод:**

В това изследване участваха петима мъже ( $26.80 \pm 5.97$  години) елитни състезатели, членове на българския национален отбор по шотокан карате, състезаващи се в дисциплината ката. Изследването беше проведено в състезателни условия по време на национални състезания, в които всеки един от състезателите изпълнява по три кати. Концентрацията на лактат в капилярната кръв (La) се определя в покой и след всяка ката. Сърдечната честота (HR) беше запиван, а физическата активност беше регистрирана с помощта на триизмерен акселерометър. **Резултати:** Средната концентрация на La нараства прогресивно след всяка следваща ката:  $1,4 \pm 0,32$  mmol/L в покой,  $4,7 \pm 1,91$  mmol/L след първата,  $6,8 \pm 2,59$  mmol/L след втората и  $7,1 \pm 2,35$  mmol/L след трета ката. Това увеличение е достоверно след втора ( $p < 0,05$ ) и трета ( $p < 0,01$ ) ката, в сравнение с регистрирания La в покой. Средните стойности на HR достигат  $179 \pm 11.55$  bpm през първата,  $180 \pm 11.63$  bpm през втората и  $181.5 \pm 15.44$  bpm по време на третата ката. Независимо от разликите във физиологичните и биохимичните параметри на участниците No1 и No2, средните единици за физическа активност (FAU) бяха сходни: 120 165 FAU след първата ката и 111 805 FAU след втората срещу 126 618 FAU след първата, и 89 544 FAU след втората ката, респ. Обяснението на тези различни наблюдения вероятно се дължи на стила на състезателите. Например, според неговите треньори, участник No2 изпълнява ката с по-високо ниво на напрежение в онези мускулни групи, които не участват непременно в поддържането на стойката и изпълнението на движенията. По-ниските стойности на La, наблюдавани при участник No1, в сравнение с останалите състезатели, вероятно се дължат на по-спокойното изпълнение с по-малка амплитуда на движенията. Участниците No4 и No5 от нашето проучване показаха умерени стойности на La след всяка от трите ката. Според техните треньори тези състезатели изпълняват ката с оптимална скорост и амплитуда, без твърде високо ниво на напрежение в мускулните групи, които не участват в движенията. Изводи: La се оказва по-информативен параметър от сърдечната честота, а умереното повишаване на стойностите на La ( $4-6$  mmol/L) показва оптимално мускулно напрежение и амплитуда на движения при изпълнение на ката в състезателни условия. Необходими са допълнителни изследвания, за да се определят оптималните нива на La за изпълнение на различни ката.

10. Izov N, Alexandrova A, Petrov L, Kachaunov M, Sheytanova T, Kolimechkov S, Dynamics of Training Distress, Performance, and Excretion of Cortisol and Cortisone in Urine During Six Weeks of Training in Elite Swimmers. Human Sport Medicine, 2020, 20(S1), 84–91. <https://doi.org/10.14529/hsm20s111> (Web of Science, Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/21100899284> (60/6=10) (Сума = 147)

## Abstract

**Aim.** Optimal balance between training intensity and recovery is of particular importance for elite swimmers in order to improve their results. The aim of this study was to record the dynamics of training distress, performance, and excretion of cortisol and cortisone in urine during six weeks of training in elite swimmers. **Materials and Methods.** Twenty-four participants (10 women and 14 men) from the national swimming team of Bulgaria took part in this study, with an average age of  $18.7 \pm 3.78$  years. Training distress (TDS) and urine concentration of cortisol and cortisone were evaluated every two weeks. In total, the measurements were taken on the 1-st (T1), 14-th (T2), 28-th (T3) and 42-nd days (T4). Anthropometric measurements were also taken at T1 and T4, and body fat percentage and muscle mass percentage were calculated by skinfold methods. **Results.** The TDS score at T4 ( $6.92 \pm 7.15$ ) was significantly lower than this at T1 ( $14.96 \pm 10.63$ ) and T2 ( $15.21 \pm 12.44$ ). The concentrations of cortisol at T3 ( $35.9 \pm 47.7$ ) and T4 ( $35.0 \pm 24.2$ ) were also significantly lower than that registered at T1 ( $82.7 \pm 62.8$ ). The concentration of cortisone did not show any significant differences across T1 to T4, but the sum of cortisol and cortisone urine concentration was significantly lower in T3 and T4 vs T1. **Conclusion.** The significantly reduced cortisol concentration in urine in T4, as well as the sum of the concentrations of cortisol and cortisone, were in line with the reduction of the TDS score in T4

## Резюме

**Цел:** Оптималният баланс между интензивността на тренировката и възстановяването е от особено значение за елитните плувци. Целта на това проучване беше да се проследи динамиката на тренировъчния дистрес, състезателните резултати и екскрецията на кортизол и кортизон в урината при елитни плувци по време на шест седмици тренировки. **Материали и методи.** В изследването взеха участие 24 участници (10 жени и 14 мъже) от националния отбор по плуване на България на средна възраст  $18,7 \pm 3,78$  години. Тренировъчният дистрес (TDS) и концентрацията на кортизол и кортизон в урината бяха оценявани на всеки две седмици. Общо са направени 4 измервания: на 1-ви (T1), 14-ти (T2), 28-и (T3) и 42-ри ден (T4). Антропометрични измервания също бяха направени на T1 и T4 и процентът на телесните мазнини и процентът на мускулната маса бяха изчислени чрез измерване на кожни гънки. **Резултати:** TDS при T4 ( $6,92 \pm 7,15$ ) е значително по-нисък от този при T1 ( $14,96 \pm 10,63$ ) и T2 ( $15,21 \pm 12,44$ ). Концентрациите на кортизола при T3 ( $35,9 \pm 47,7$ ) и T4 ( $35,0 \pm 24,2$ ) също са значително по-ниски от регистрираните при T1 ( $82,7 \pm 62,8$ ). Концентрацията на кортизон не показва значителни разлики между T1 до



T4, но сумата на концентрацията на кортизол и кортизон в урината е значително по-ниска при T3 и T4 спрямо T1. Заключение. Значително намалената концентрация на кортизол в урината в T4, както и сумата от концентрациите на кортизол и кортизон, са в съответствие с намаляването на TDS резултата в T4.

11. Miteva S, Yanev I, Kolimechkov S, Petrov L, Mladenov L, Georgieva V, Somlev P, Nutrition and body composition of elite rhythmic gymnasts from Bulgaria. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 2020, 15(1), 108–116. <https://doi.org/10.1177/1747954119892803> (Web of Science, Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/19700180783> (60/7=8.5) (Сума = 155.5)

## Abstract

Rhythmic gymnastics is a sport in which special consideration is given to diet and body appearance. The purpose of this study was to assess the nutrient intake and body composition of elite rhythmic gymnasts in comparison with guidelines for female gymnasts. Twenty-one elite rhythmic gymnasts from Bulgaria were divided into three groups: First National Team, mean age 24.2; Second National Team, mean age 17.8; and Junior National Team, mean age 12.6. Body fat and muscle mass were estimated by skinfold methods, and a food frequency questionnaire was applied to assess the nutrient intake. The gymnasts showed low per cent of body fat (13.9% for the First National Team, 17.0% for the Second National Team, and 15.6% for the Junior National Team) and high per cent muscle mass (44.0, 40.5, and 37.6%, respectively). They kept their weight close to the ideal one, as recommended by the coaches, and the following equation best corresponded to the recommended ideal weight: height (cm) 118. The energy intake was lower than the calculated energy requirements, in addition to low intake of fat and carbohydrates. The relative protein intake was 1.7 g/kg for the First National Team, 1.7 g/kg for the Second National Team, and 1.9 g/kg for Junior National Team, and the energy contribution of proteins was higher than the recommended 15%. Rhythmic gymnasts should be encouraged to maintain their ideal weight without great variance from the health-related guidelines, and coaches should consider not only the body image, but also the norms relating to body composition in women when determining ideal weight.

## Резюме

Художествената гимнастика е спорт, в който се обръща специално внимание на диетата и външния вид на състезателките. Целта на това проучване беше да се оцени приема на хранителни вещества и телесния

състав на елитни художествени гимнастички в сравнение с препоръките за жени гимнастички. Двадесет и една български елитни състезателки по художествена гимнастика бяха разделени в три групи: Първи национален отбор, средна възраст 24,2 години; Втори национален отбор, средна възраст 17,8; и юношески национален отбор, средна възраст 12,6. Телесните мазнини и мускулната маса бяха оценени по метода на кожните гънки и беше приложен въпросник за честотата на приема на хранителни продукти. Гимнастичките показаха нисък процент телесни мазнини (13,9% за първи национален отбор, 17,0% за втори национален отбор и 15,6% за юношески национален отбор) и висок процент мускулна маса (44,0%, 40,5% и 37,6%) съответно). Те поддържаха теглото си близо до идеалното, както е препоръчано от треньорите, а следното уравнение най-добре отговаряше на препоръчителното идеално тегло: Височина (см) - 118. Енергийният прием беше по-нисък от изчислените енергийни нужди, в допълнение към ниския прием на мазнини и въглехидрати. Относителният прием на протеин е 1,7 g/kg за първи национален отбор, 1,7 g/kg за втори национален отбор и 1,9 g/kg за юношески национален отбор, а енергийният принос на протеините е по-висок от препоръчителните 15%. Художествените гимнастички трябва да бъдат насърчавани да поддържат идеалното си тегло без голямо отклонение от здравните препоръки, а треньорите, когато определят целевото тегло, трябва да вземат предвид не само изгледа на тялото, но и нормите, свързани с телесния състав при жените.

12. Kolimechkov S, Castro-Piñero J, Petrov L, Alexandrova A, The effect of elbow position on the handgrip strength test in children: validity and reliability of TKK 5101 and DynX dynamometers. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*. 2020, 24(5), 240-7. <https://doi.org/10.15561/26649837.2020.0504> (Web of Science, 60/4=15) (Сума = 170.5)

## Abstract

**Purpose:** One of the most widely applied methods to assess upper-body strength in children and adolescents is the handgrip strength test. While in adolescents it has been determined which elbow position, and which type of dynamometer are most appropriate for achieving the maximal grip strength, in children is still not clear. Therefore, the purpose of this study was to investigate whether elbow position and the type of dynamometer affect the handgrip strength in children. **Material:** Grip strength was measured by TKK and DynX dynamometers, and their validity and reliability were also analyzed. A total of 60 children, 6 to 11 years old, participated in this study, and performed the handgrip strength test with their elbow extended and flexed at 90°. **Results:** While using the TKK

dynamometer, grip strength was significantly higher when the test was performed with elbow extended, in contrast to those obtained with elbow flexed ( $14.58 \pm 3.04$  kg vs  $12.97 \pm 2.99$  kg,  $p < 0.001$  for right, and  $14.25 \pm 3.05$  kg vs  $12.61 \pm 2.99$  kg,  $p < 0.001$  for left hand). Likewise, when using the DynX dynamometer, the difference between the two elbow positions was smaller but still significant ( $13.84 \pm 3.22$  kg vs  $13.35 \pm 3.01$  kg,  $p = 0.035$  for right, and  $13.35 \pm 2.95$  kg vs  $12.77 \pm 2.96$  kg,  $p = 0.003$  for left hand). **Conclusions:** Both dynamometers provided sufficient results in terms of their reliability and the TKK dynamometer showed to be more valid. Performing the handgrip strength test with elbow extended appears to be the most appropriate position in order to obtain maximal results in children

## Резюме

**Цел:** Един от най-широко прилаганите методи за оценка на силата на горната част на тялото при деца и юноши е тестът за сила на хвата. Докато при подрастващите е установено коя позиция на лакътя и кой тип динамометър са най-подходящи за постигане на максимална сила на хвата, при децата все още този въпрос не изследван. Целта на това проучване беше да се проучи дали позицията на лакътя и видът на динамометъра влияят върху силата на хвата при деца. **Материал:** Силата на захващане беше измерена с динамометри ТКК и DynX, като тяхната валидност и надеждност също бяха анализирани. Общо 60 деца на възраст от 6 до 11 години участваха в това проучване и извършиха теста за сила на хвата с изпънатата и сгънатата на  $90^\circ$  в лакътя ръка. **Резултати:** Измервана с динамометър ТКК, силата на захващане е сигнификантно по-висока, когато тестът е извършен с изпънат лакът, за разлика от тази, получена със сгънат лакът ( $14,58 \pm 3,04$  kg срещу  $12,97 \pm 2,99$  kg,  $p < 0,001$  за дясно и  $14,25 \pm 3,05$  kg срещу  $12,61 \pm 2,99$  kg,  $p < 0,001$  за лява ръка). По същия начин, когато се използва динамометър DynX, разликата между двете позиции на лакътя беше по-малка, но все още значима ( $13,84 \pm 3,22$  kg срещу  $13,35 \pm 3,01$  kg,  $p = 0,035$  за дясно и  $13,35 \pm 2,95$  kg срещу  $12,77 \pm 2,96$  kg,  $p = 0,035$  kg,  $p = 2,96$  kg,  $p = 0,035$  kg,  $p = 2,96$  kg,  $p = 0,035$  kg,  $p = 2,96$  kg,  $p = 12,77 \pm 2,96$  kg,  $p = 0,035$  kg vs.  $0,003$  за лява ръка). **Заключения:** И двата динамометъра дадоха задоволителни резултати по отношение на тяхната надеждност, но динамометърът ТКК показва по-висока валидност. Извършването на теста за сила на хвата с изпънат лакът изглежда най-подходящата позиция, за постигне на максимални резултати при деца.

13. Kachaunov M, Lubomir P, Upper body anaerobic power and freestyle swimming performance, Journal of Physical Education and Sport, 2020, 20(4), 1957–1963. <https://doi.org/10.7752/jpes.2020.04265> (Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/19900191849> (60/2=30) (Cyma = 200.5)

## Abstract

Most of the official swimming events involve a significant use of anaerobic energy systems. Therefore, the evaluation of these systems plays an important role in monitoring in swimming. Various laboratory anaerobic tests have been described in the literature, but one of the most commonly used in swimming is the upper body Wingate anaerobic test (WAnT). Some of the studies conducted so far have observed high correlations between the different indicators of WAnT and swimming speed or swimming achievements, and others have observed a lower or no significant correlations. The participants in this study are 52 swimmers from the Bulgarian Youth National Swimming Team - 15 girls at an average age of  $15.5 \pm 1.46$  years and 37 boys at an average age of  $15.9 \pm 1.29$  years. They performed the upper body WAnT with a resistance of 5% of body weight. As a result, the WAnT test parameters correlate significantly with the swimming achievements, with the highest correlation being observed between the average power and 50 m freestyle for both sexes-  $r = -0.788$  ( $p < 0.001$ ) for girls and  $r = -0.811$  ( $p < 0.001$ ) for boys). The observed high correlations allow us to recommend the test for anaerobic power monitoring in swimmers.

## Резюме

Повечето от дисциплините в официалните състезания по плуване изискват значително използване на анаеробните енергийни системи. Следователно оценката на тези системи играе важна роля при контрола на тренировъчния процес при плувци. В литературата са описани различни лабораторни анаеробни тестове, но един от най-често използваните при плувци е анаеробният тест Wingate (WanT). Някои от проведените досега проучвания са наблюдавали високи корелации между различните показатели на WanT и скоростта на плуване и плувните постижения, а други отбелязват по-ниски или никакви значими корелации. Участниците в това проучване бяха 52-ма плувци от Българския младежки национален отбор по плуване – 15 момичета на средна възраст  $15,5 \pm 1,46$  години и 37 момчета на средна възраст  $15,9 \pm 1,29$  години. Те изпълниха WanT на горната част на тялото със съпротивление от 5% от телесното тегло. Параметрите на теста WanT корелират значително с постиженията на изследваните лица в състезанията, като най-висока корелация се наблюдава между средната мощност и постиженията на 50 м свободен стил за двата пола -  $r = -0,788$  ( $p < 0,001$ ) за момичета и  $r = -0,811$  ( $p < 0,001$ )

за момчета). Наблюдаваните високи корелации ни позволяват да препоръчаме използването на теста Wingate за горната част на тялото за мониторинг на анаеробна мощност при плувци.

**доц. д-р Любомир Петров**

**Резюмета на публикации индексирани в Scopus и/или в Web of Science,  
еквивалентни на монографичен труд**

**10 статии; Общо – 109 точки**

1. Alexandrova A, Georgieva A, Petrov L, Tsvetanova E, Kirkova M, Comparative study of alloxan effects in copper-loaded and iron-loaded rats: lipid peroxidation, protein oxidation, proteasome and antioxidant enzyme activities. Central European Journal of Biology, 2006, 1(2), 235-248. <https://doi.org/10.2478/s11535-006-0013-7>; (Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/4800152309> (60/5 = 12)

#### **Abstract**

The in-vivo effects of alloxan on protein oxidation and lipid peroxidation, as well as on proteasome and antioxidant enzyme activities in liver and kidney of copper-loaded and iron-loaded rats, were studied. In control animals, a single alloxan dose (120 mg/kg, i.p.) increased blood-glucose concentration at the 24th hr and 48th hr and, especially, on the 5th day. For these periods of alloxan action, no changes in lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities were found; only a slight increase of carbonyl content and strong increase of trypsin-like proteasome activity in rat liver on the 5th day was observed. Five days after alloxan injection, the blood-glucose concentration in iron-pretreated rats was similar to that of the controls. However, it was significantly lower in copper-pretreated animals; hence, insulin-mimetic action of copper might be suggested. The lower proteasome activity, measured in liver of copper-pretreated diabetic rats is probably due to a potential copper-chelating ability of alloxan. The present results showed that the action of alloxan was different in copper- and iron-pretreated rats. Analogous studies, using pretreatment with other metals, would contribute to a further elucidation of the role of different metals in diabetes development, especially in regions with environmental metal contamination.



## Резюме

Изследвани са *in vivo* ефектите на алоксан върху окислението на протеините и липидната пероксидация, както и върху активността на протеазомите и антиоксидантните ензими в черния дроб и бъбреците на обременени с мед и желязо плъхове. При контролните животни, единична доза алоксан (120 mg/kg, i.p.) повишава концентрацията на глюкозата в кръвта на 24-ия и 48-ия час и особено на 5-ия ден. За тези периоди на действие на алоксана не са открити промени в липидната пероксидация и активността на антиоксидантните ензими; наблюдава се само леко повишаване на съдържанието на карбонили и силно повишаване на трипсин-подобната протеазомна активност в черния дроб на плъх на 5-ия ден. Пет дни след инжектирането на алоксан, концентрацията на глюкозата в кръвта при плъхове, третирани с желязо, е подобна на тази на контролите. Въпреки това, тя е значително по-ниска при животни, третирани с мед; следователно може да се предположи инсулиномиметично действие на медта. По-ниската протеазомна активност, измерена в черния дроб на диабетни плъхове, третирани с мед, вероятно се дължи на потенциалната способност на алоксана за хелатиране на медта. Настоящите резултати показват, че действието на алоксана е различно при предварително третирани с мед и желязо плъхове. Аналогични проучвания, използващи предварителна обработка с други метали, биха допринесли за по-нататъшно изясняване на ролята на различните метали в развитието на диабета, особено в региони със замърсяване с метали в околната среда.

2. Alexandrova A, Petrov L, Kessiova M, Kirkova M, In vitro effects of alloxan/copper combinations on lipid peroxidation, protein oxidation and antioxidant enzymes. *Acta Biologica Hungarica*. 2007, 58(4), 359-367. <https://doi.org/10.1556/ABiol.58.2007.4.3> (Scopus)  
<https://www.scopus.com/sourceid/12453> (60/4=15) (Cума =27)

## Abstract

The in-vitro effects of alloxan and the product of its reduction dialuric acid (alone or in combination with copper ions) on lipid peroxidation, carbonyl content, GSH level and antioxidant enzyme activities in rat liver and kidney have been studied. The effects of Cu<sup>2+</sup>/alloxan and Cu<sup>2+</sup>/dialuric acid were compared with those of Fe<sup>3+</sup>/alloxan and Fe<sup>3+</sup>/dialuric acid. Unlike alloxan, dialuric acid increased liver and kidney lipid peroxidation; similar effects were registered in the presence of Fe<sup>3+</sup>. In the presence of Cu<sup>2+</sup>/dialuric acid, the lipid peroxidation was strongly inhibited and vice versa – the liver protein oxidation was increased. Alloxan and dialuric acid, as well as their combinations

with  $\text{Fe}^{3+}$  had no effect on the total GSH level. Both substances did not affect the  $\text{Cu}^{2+}$ -induced changes in GSH level, glucose-6-phosphate dehydrogenase and glutathione reductase activities. In contrast,  $\text{Cu}^{2+}$  had no effect on dialuric-acid induced changes in glutathione peroxidase and superoxide dismutase activities. The present *in vitro* results, concerning the metal dependence of the effects of alloxan and dialuric acid, are a premise for *in vivo* study of alloxan effects in metal-loaded animals.

## Резюме

Проучени са *in vitro* ефектите на алоксана и продукта от неговата редукция диалурова киселина (самостоятелно или в комбинация с медни йони) върху липидната пероксидация, съдържанието на карбонили, нивото на GSH и антиоксидантната ензимна активност в черния дроб и бъбреците на плъхове. Ефектите на  $\text{Cu}^{2+}$ /алоксан и  $\text{Cu}^{2+}$ /диалурова киселина бяха сравнени с тези на  $\text{Fe}^{3+}$ /алоксана и  $\text{Fe}^{3+}$ /диалуринова киселина. За разлика от алоксана, диалуровата киселина повишава липидната пероксидация в черния дроб и бъбреците; подобни ефекти са регистрирани в присъствието на  $\text{Fe}^{3+}$ . В присъствието на  $\text{Cu}^{2+}$ /диалурова киселина, липидната пероксидация е силно инхибирана и обратно – окислението на чернодробните протеини се повишава. Алоксанът и диалуровата киселина, както и техните комбинации с  $\text{Fe}^{3+}$  не оказват влияние върху общото ниво на GSH. И двете вещества не повлияват  $\text{Cu}^{2+}$ -индуцираните промени в нивото на GSH, активността на глюкозо-6-фосфат дехидрогеназата и глутатион редуктазата. Обратно,  $\text{Cu}^{2+}$  няма ефект върху индуцираните от диалуровата киселина промени в активностите на глутатион пероксидазата и супероксиддисмутазата. Настоящите *in vitro* резултати, отнасящи се до зависимите от метали ефекти на алоксана и диалуровата киселина, са предпоставка за *in vivo* изследване на ефектите на алоксана при животни, обременени с метали.

3. Kirkova M, Kesiova M, Konstantinova S, Alexandrova A, Petrov L, Tsvetanova E, Todorov S, In vivo effects of amtolmetin guacyl on lipid peroxidation and antioxidant defense systems in different models of gastrointestinal injury. *Autonomic and Autacoid Pharmacology*, 2007, 27(1), 63-70. <https://doi.org/10.1111/j.1474-8673.2006.00390.x> (Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/37697> (60/7=8.5) (Cyma = 35.5)

## Abstract

1 The in vivo effects of the non-steroid anti-inflammatory drug (NSAID) amtolmetin guacyl (AMG) on lipid peroxidation (LP) and on antioxidant enzyme and non-enzyme defense systems were investigated in models of stomach and colon damages, induced by other NSAIDs, by ethanol or by 2,4,6-trinitrobenzenesulfonic acid (TNBS).

2 Indomethacin increased LP, glutathione peroxidase (GSH-PX) and glucose-6-phosphate dehydrogenase (Glu-6-P-DH) activities and decreased glutathione levels in gastric mucosa. Pretreatment with AMG normalized some of the parameters affected by indomethacin.

3 Treatment of rats with ethanol for 0.5 h led to a decrease in glutathione levels as well as activities of glutathione reductase and Glu-6-P-DH in gastric mucosa. AMG, administered 0.5 h before ethanol, limited the adverse actions of ethanol.

4 Amtolmetin guacyl failed to abolish the TNBS-induced changes in the followed-up parameters in colon mucosa and liver, but additional alterations (as with tolmetin) were not observed.

5 The beneficial profile of AMG in the various experimental models of free radical-induced damage investigated in this study suggests the possibility that this drug might possess antioxidant activity.

## Резюме

1 *In vivo* ефектите на нестероидното противовъзпалително лекарство (НСПВЛ) амтолметин гуацил (AMG) върху липидната пероксидация (LP) и антиоксидантните ензимни и неензимни защитни системи бяха изследвани в модели на увреждания на стомаха и дебелото черво, индуцирани от други НСПВЛ, с етанол или с 2,4,6-тринитробензенсулфонова киселина (TNBS).

2 Индометацина повишава LP, активността на глутатион пероксидазата (GSH-PX) и глюкозо-6-фосфат дехидрогеназата (Glu-6-P-DH) и намалява нивата на глутатион в стомашната лигавица. Предварителното третиране с AMG нормализира някои от параметрите, предизвикани от индометацина.

3 Третирането на плъхове с етанол в продължение на 0,5 часа води до намаляване на нивата на глутатион, както и активността на глутатион редуктазата и Glu-6-P-DH в стомашната лигавица. AMG, приложен 0,5 часа преди етанола, ограничава неблагоприятните му действия.

4 Amtolmetin guacyl не премахва предизвиканите от TNBS промени в проследяваните параметри в черния дроб и лигавицата на дебелото черво, но допълнителни промени (както при толметин) не бяха наблюдавани.

5 Благоприятният профил на AMG в различните експериментални модели на увреждане, предизвикано от свободните радикали, изследван в това проучване, предполага възможността това лекарство да притежава антиоксидантна активност.

4. Alexandrova A, Petrov L, Georgieva A, Kirkova M, Kukan M, Effects of proteasome inhibitor, MG132, on proteasome activity and oxidative status of rat liver. Cell Biochemistry and Function, 2008, 26(3), 392-398. <https://doi.org/10.1002/cbf.1459> (Web of Science, Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/16940> (60/5=12) (Сума = 47.5)

## Abstract

In vivo effects of N-benzyloxycarbonyl (Cbz)-Leu-Leu-leucinal (MG132) on chymotryptic-like (ChT-L), tryptic-like, and post-glutamyl peptide hydrolytic-like proteasome activities, protein oxidation, lipid peroxidation (LP), glutathione (GSH) level, as well as on the activity of antioxidant enzymes (superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione peroxidase (GSH-Px), and glutathione-reductase) in the rat liver were studied. The possibility of MG132 provoking the formation of free oxygen radicals was also assayed in primary hepatocytes. The following results were obtained: (1) In vivo, MG132 did not change the spontaneous LP, but increased Fe-induced LP and the amount of oxidized proteins; it decreased the GSH level in liver. From the proteasome activities studied in liver cytosol only ChT-L activity was significantly decreased after MG132 administration. Furthermore, MG132 increased antioxidant enzyme activities of SOD, CAT, and GSH-Px. (2) In vitro, MG132 increased free radical oxygen species in hepatocytes; this effect disappeared in the presence of CAT or mannitol. In conclusion, since nowadays proteasome inhibitors are entering into the swing of laboratory and clinical practice, the present data could provide useful information for MG132 action. Consequently, future in vivo experiments with MG132 could highlight the possibility of its use at different pathological conditions.

## Резюме

Бяха изследвани *in vivo* ефектите на N-бензилоксикарбонил (Cbz)-Leu-Leu-левцинал (MG132) върху химотрипсин-подобни (ChT-L), трипсинови пост-глутамил пептидни хидролитични протеазомни активности, окисляване на протеини, липидна пероксидация (LP), ниво на глутатиона (GSH), както и върху активността на антиоксидантните ензими (супероксид дисмутаза (SOD), каталаза (CAT), глутатион пероксидаза (GSH-Px) и глутатион-редуктаза) в черния дроб на плъхове. Възможността MG132 да провокира образуването на свободни кислородни радикали също беше анализирана в първични хепатоцити. Получени са следните резултати: (1) *In vivo*, MG132 не променя спонтанната LP, но увеличава Fe-индуцираната LP и количеството на окислените протеини; намалява нивото на GSH в черния дроб. От изследваните протеазомни активности в чернодробния цитозол само ChT-L активността е значително намалена след прилагане на MG132. Освен това, MG132 повишава антиоксидантната ензимна активност на SOD, CAT и GSH-Px. (2) *In vitro*, MG132 увеличава кислородните свободни радикални в хепатоцитите; този ефект се изчезва в присъствието на CAT или манитол. В заключение, тъй като в днешно време протеазомните инхибитори навлизат в лабораторната и клиничната практика, настоящите данни биха могли да предоставят полезна информация за действието на MG132. Следователно, бъдещите *in vivo* експерименти с MG132 биха могли да изяснят възможността за неговото използване при различни патологични състояния.

5. Tzvetanova E, Pavlova A, Alexandrova A, Nenкова G, Petrov L, Kirkova M, Girchev R, Naydenova E, Are nociceptin(1-13)NH<sub>2</sub> and its structural analogue [ORN(9)]nociceptin(1-13)NH<sub>2</sub> able to affect brain antioxidant status in control and kainic acid-treated rats? Cell Biochemistry and Function. 2009 Jun, 27(4), 243-50. <https://doi.org/10.1002/cbf.1566> (Web of Science, Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/16940> (60/8=7.5) (Cyта = 55)

## Abstract

In-vivo effects of nociceptin (N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub>) on the levels of lipid peroxidation and cell enzyme (superoxide dismutase, glutathione peroxidase and glutathione reductase) and non-enzyme (glutathione) antioxidants in brain of control and kainic acid-treated rats were studied. N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> effects were compared with those of its structural analogue [Orn<sup>9</sup>]N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub>. Kainic acid (25 mg, i.c.v) increased the lipid peroxidation (4 and 24 h after kainic acid treatment) and decreased the glutathione level (1 h after kainic acid injection). We failed to find, any changes in antioxidant enzyme activities, independently of the time of kainic acid treatment. At the background of kainic acideffects,

N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> and [Orn<sup>9</sup>] N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub>, injected 30 min before kainic acid, had no effects on all parameters, tested in brain. In addition, the neuropeptides did not change the antioxidant status in brain of control animals. It might be concluded that N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> and [Orn<sup>9</sup>]N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> have neither pro- nor anti-oxidant activity.

## Резюме

Бяха изследвани *in vivo* ефектите на ноцицептин (N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub>) върху нивата на липидната пероксидация и клетъчните ензими (супероксид дисмутаза, глутатион пероксидаза и глутатион редуктаза) и неензимни (глутатион) антиоксиданти в мозъка на контролни и третирани i.c.v с каинова киселина плъхове. Ефектите на N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> бяха сравнени с тези на неговия структурен аналог [Orn<sup>9</sup>]N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub>. Каиновата киселина (25 mg, i.c.v) повишава липидната пероксидация (4 и 24 часа след третирането с каинова киселина) и намалява нивото на глутатиона (1 час след инжектиране на каинова киселина). Не успяхме да открием промени в активността на антиоксидантните ензими, независимо от времето на третиране с каинова киселина. На фона на ефектите на каиновата киселина, N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> и [Orn<sup>9</sup>]N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub>, инжектирани 30 минути преди каиновата киселина, нямат ефект върху всички изследвани в мозъка параметри. В допълнение, неuropeптите не променят антиоксидантния статус в мозъка на контролните животни. Може да се заключи, че N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> и [Orn<sup>9</sup>]N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> нямат нито про-, нито антиоксидантна активност.

6. Petrov L., Tzvetanova E, Pavlova A, Alexandrova A, Zamfirova R, Kirkova M, Todorov S, In-vivo effects of nociceptin and its structural analogue [Orn<sup>9</sup>] nociceptin on the antioxidant status of rat blood and liver after carragenan-induced paw inflammation. Central European Journal of Medicine, 2010, 5(1), 123-131. <https://doi.org/10.2478/s11536-009-0117-3> (Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/4800152309>; (60/7=8.5) (Cyma = 63.5)

## Abstract

The production of reactive oxygen species (ROS) in cells is well balanced with their elimination by the antioxidant defense system. This balance is essential for maintenance of physiological conditions, and its disturbance (oxidative stress) has been suggested as a potential pathogenic mechanism in a variety of diseases, accompanied by inflammation. In this study, the in-vivo effects of nociceptin (N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub>) and its structure analogue [Orn<sup>9</sup>]N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> were studied on markers of oxidative stress in erythrocytes and liver of rats 4 hours



after subplantar administration of carrageenan (CG) (1%, 100  $\mu$ l) in the right hind paw. A considerable inflammatory oedema of the paw was observed. CG did not change blood haemoglobin content, hematocrit value, glutathione level and antioxidant enzyme activities in the erythrocytes, but there was an increase in lipid peroxidation. In liver, CG-induced imbalance was manifested by an increase in lipid peroxidation and a decrease in glutathione level. Both peptides (20  $\mu$ g, i.p.), when administered alone, had no effect on all parameters tested. When either [Orn<sup>9</sup>]N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> or N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> was injected simultaneously with CG or 15 minutes before it, they did not affect the CG-induced changes in the antioxidant status of the erythrocytes and liver. Our results suggest that the peptides tested did not play a role in the free radical processes that accompany CG-induced paw inflammation.

## Резюме

Производството на реактивни кислородни радикали (ROS) в клетките е добре балансирано с тяхното елиминиране от антиоксидантната защитна система. Този баланс е от съществено значение за поддържане на физиологичните състояния и неговото нарушение (оксидативен стрес) се предполага като потенциален патогенен механизъм при различни заболявания, придружени от възпаление. В това проучване бяха изследвани *in vivo* ефектите на ноцицептин (N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub>) и неговия структурен аналог [Orn<sup>9</sup>]N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> върху маркерите на оксидативния стрес в еритроцитите и черния дроб на плъхове 4 часа след субплантарно приложение на карагенан (CG) (1%, 100  $\mu$ l) в дясната задна лапа. Наблюдава се значителен възпалителен оток на лапата. CG не променя съдържанието на хемоглобин в кръвта, стойността на хематокрита, нивото на глутатион и антиоксидантната ензимна активност в еритроцитите, но се наблюдава повишаване на липидната пероксидация. В черния дроб, CG-индуциран дисбаланс се проявява чрез повишаване на липидната пероксидация и намаляване на нивото на глутатион. И двата пептида (20  $\mu$ g, i.p.), приложени самостоятелно, нямат ефект върху всички тествани параметри. Когато [Orn<sup>9</sup>]N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> или N/OFQ(1-13)NH<sub>2</sub> бяха инжектирани едновременно с CG или 15 минути преди него, те не повлияха на CG-индуцираните промени в антиоксидантния статус на еритроцити и черен дроб. Нашите резултати предполагат, че тестваните пептиди не играят роля в процесите на свободните радикали, които съпътстват CG-индуцираното възпаление на лапите.

7. Yakimov L, Tsvetanova E, Georgieva A, Petrov L, Alexandrova A, Assessment of the Oxidative Status of Black Sea Mussels (*Mytilus Galloprovincialis* Lamark, 1819) From Bulgarian Coastal Areas with Introduction of Specific Oxidative Stress Index. Journal of Environmental Protection and Ecology, 2018, 19(4), 1614–1622. (Web of Science, Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/12400154728> (60/5=12) (Cyma = 75.5)

## Abstract

Traditionally, the risk assessment of pollution and changes in marine ecosystems was based mainly on physicochemical analysis of environmental samples or contents of pollutants in sentinel marine organisms while the specific biological effects on the organisms themselves remained underestimated. More recently, a number of biomarkers and also multi-biomarker approaches were used to assess ecosystem health and identify impacts of environmental stress on organisms. The aim of the present study was to estimate the pro/antioxidant status in the gills, hepatopancreas and foot of specimens of *M. galloprovincialis* from different sites of the Bulgarian Black Sea coastal area by assessment of lipid peroxidation, glutathione levels and the activities of antioxidant enzymes catalase, superoxide dismutase, and glutathione peroxidase, as well as the glutathione reductase and glucose-6-phosphate dehydrogenase. All tested tissues were susceptible to oxidative stress (OS). The studied indicators varied among organs and sites. In order to estimate the overall effect of the marine environment on the studied mussels we constructed a Specific Oxidative Stress index (SOS) which is based on a new algorithm for interpreting the OS biomarkers. The proposed methodology can be successfully used to screen the state of the coastal marine environment using *M. galloprovincialis* as indicator.

## Резюме

Традиционно, оценката на риска от замърсяване и промени в морските екосистеми се основава главно на физико-химичен анализ на проби от околната среда или съдържанието на замърсители в контролните морски организми, докато специфичните биологични ефекти върху самите организми остават слабо проучени. Съвсем наскоро бяха използвани редица биомаркери, както и подходи с множество биомаркери за оценка на състоянието на екосистемата и идентифициране на въздействията от стреса от фактори на околната среда върху организмите. Целта на настоящото изследване е да се оцени про/антиоксидантния статус в хрилете, хепатопанкреаса и крак на екземпляри от *M. galloprovincialis* от различни места на българското черноморско крайбрежие, чрез оценка на липидната пероксидация, нивата на глутатион и активността на антиоксидантните ензими каталаза, супероксид дисмутаза и глутатион пероксидаза, както и

глутатион редуктаза и глюкозо-6-фосфат дехидрогеназа. Всички тествани тъкани са податливи на оксидативен стрес (OS). Изследваните показатели варират според органите и местата на обитаване на мидите. За да се оцени цялостният ефект на морската среда върху изследваните миди, ние съставихме индекс на специфичен оксидативен стрес (SOS), който се основава на нов алгоритъм за интерпретиране на биомаркерите на OS. Предложената методология може успешно да се използва за скрининг на състоянието на крайбрежната морска среда, като се използва *M. galloprovincialis* като индикатор.

8. Petrov L, Penov R, Kolimechkov S, Alexandrova A, Physiological and biochemical changes after a programmed kumite in male Shotokan karate practitioners. Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports, 2018, 14, 171 - 178. (Web of Science) (60/4=15) (Сума = 90.5)

#### Abstract

In recent years, physiological testing in karate has been focused on the specific characteristics of this sport. Some of the tests in karate have their intensity close to competitive bouts, but do not simulate competitive conditions, while other tests simulate a competitive workload, but their intensity is not pre-determined. The aim of this study was to create a model of programmed kumite, which includes the techniques most often used in competitions, and which has a pre-determined intensity close to that employed under competitive conditions. This study included 14 men (18-29 years old), who were members of the Bulgarian national team in Shotokan karate, competing in the kumite discipline. The study was conducted in two stages: 1) in competitive conditions during the National Championships, when capillary blood lactate concentration was determined after each bout; 2) in training conditions when the programmed kumite was performed. Heart rate was registered, and blood lactate concentration was determined before and after the programmed kumite. The lactate concentration increased progressively in each bout under competitive conditions. After performing the programmed kumite, the lactate concentration did not differ significantly from the one after the first bout in competition, and heart rate remained nearly constant throughout the workload with a mean heart rate of 168.7 bpm. The programmed kumite model has an intensity which is close to bouts under competitive conditions and can be used as a specific pre-competition test in the conditioning preparation of karate practitioners.

## Резюме

През последните години физиологичните тестове в карате са фокусирани върху специфичните характеристики на този спорт. Някои от тестовете в карате имат интензивност, близка до състезателните схватки, но не симулират състезателните условия, докато други тестове симулират състезателните техники, но тяхната интензивност не е предварително определена. Целта на това изследване беше да се създаде модел на програмирано кумите, който включва техниките, които се използват най-често в състезания, и да имат предварително определена интензивност, близка до тази в състезателни условия. Това проучване включва 14 мъже (18-29 години), членове на българския национален отбор по шотокан карате, състезаващи се в дисциплината кумите. Изследването беше проведено на два етапа: 1) в състезателни условия по време на Националното първенство, когато след всеки двубой се определя концентрацията на лактат в капилярната кръв; 2) в тренировъчни условия, при изпълнение на програмираното кумите. Беше регистрирана сърдечната честота и се определяше концентрацията на лактат в кръвта преди и след програмираното кумите. Концентрацията на лактат нараства прогресивно във всеки двубой при състезателни условия. След изпълнение на програмираното кумите, концентрацията на лактат не се различава значително от тази след първия двубой в състезанието, а сърдечната честота остава почти постоянна през цялото работно натоварване - средно 168,7 bpm. Програмираният модел на кумите има интензитет, близък до схватките при състезателни условия и може да се използва като специфичен предсъстезателен тест в кондиционната подготовка на практикуващите карате.

9. Kiuchukov I, Yanev I, Petrov L, Kolimechkov S, Alexandrova A, Zaykova D, Stoimenov E, Impact of gymnastics training on the health-related physical fitness of young female and male artistic gymnasts. Science of Gymnastics Journal, 2019, 11(2), 175 - 187. (Web of Science, Scopus) <https://www.scopus.com/sourceid/21100220434>; (60/7=8.5) (Cyma = 99)

## Abstract

Artistic gymnastics can be practiced from an early age and develops the main components of physical fitness. The aim of this study was to assess the physical fitness of young competitive artistic gymnasts from Bulgaria. A total of 161 gymnasts (81 females and 80 males), who were divided into three groups (from 5-8, 9-11, and 12-15 years of age), with sports experience from 12 to 180 months, took part in this study. All of the participants completed the extended version of the Alpha-Fit physical fitness test battery, with European norms being

applied to calculate percentile scores for each fitness test. The height-for-age percentile scores in the groups between the ages of 9-11 and 12-15 were significantly lower from the 50th percentile of the international norms, both for male and female gymnasts. Gymnasts showed substantially lower body fat, and only one gymnast was assessed as overweight, with two being classified as obese. The percentile scores of the standing long jump and the 4x10 m SRT in the groups were significantly greater than the 50th percentile of the available European norms. The percentile scores of the  $VO_2\text{max}$  in all female groups were also higher than the 50th percentile of the European norms, while those for males did not differ from the 50th percentile, except in the 5-8 age range. Artistic gymnastics improves the physical fitness components and positively influences children's physical development. Both female and male artistic gymnasts had better physical fitness in most parameters, in comparison with their peers.

## Резюме

Спортната гимнастика може да се практикува от ранна възраст и развива основните компоненти на физическата годност. Целта на това изследване е да се оцени физическата годност на млади състезатели по гимнастика от България. Участваха общо 161 гимнастици (81 жени и 80 мъже), които бяха разделени в три групи (от 5-8, 9-11 и 12-15 години) със спортен стаж от 12 до 180 месеца. Всички участници изпълниха разширената версия на батерията тестиране за физическата годност Alpha-Fit, като бяха приложени европейските норми за изчисляване на персентилните оценки за всеки фитнес тест. Персентилните оценки на ръста в групите на възраст между 9-11 и 12-15 години са значително по-ниски от 50-ия персентил на международните норми, както за гимнастиците, така и за гимнастичките. Изследваните показаха значително по-ниски телесни мазнини и само една гимнастичка беше оценена с наднормено тегло и само двама бяха класифицирани като затлъстели. Персентилните оценки на скока на дължина от място и 4x10 м SRT в изследваните групи са значително по-високи от 50-ия персентил от наличните европейски норми. Персентилните оценки на  $VO_2\text{max}$  във всички групи на гимнастичките също са по-високи от 50-ия персентил на европейските норми, докато тези за мъжете не се различават от 50-ия персентил, освен във възрастовия диапазон 5-8 години. Спортната гимнастика подобрява компонентите на физическата подготовка и влияе положително на физическото развитие на децата. Както жените, така и мъжете състезатели по спортна гимнастика имат по-добра физическа подготовка в повечето параметри в сравнение с връстниците си.

10. Petrov L, Alexandrova A, Kachaunov M, Penov R, Sheytanova T, Kolimechkov S, Effect of glutathione supplementation on swimmers' performance. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 2021, 25(4), 215-224. <https://doi.org/10.15561/26649837.2021.0403>; (Web of Science) (60/6=10) (Cyma = 109)

## Abstract

Continuously increasing the volume and intensity of the training sessions often leads to overtraining. It has been demonstrated that glutathione supplementation might improve the aerobic metabolism in skeletal muscle and reduce exercise-induced muscle fatigue. The aim of the study was to assess the effect of glutathione supplementation on fatigue, recovery processes, and competitive results of elite swimmers during a six-week training period. Twenty-four elite swimmers (10 women and 14 men) from the Bulgarian national swimming team, with a mean age of  $18.7 \pm 3.78$  years, took part in this double-blind placebo control study. The swimmers from the experimental group were supplemented once a day with a capsule of 250mg glutathione, whilst the swimmers from the control group took a placebo once a day. The urine concentration levels of cortisol and cortisone, as well as the degree of overtraining, were evaluated on the 1st(T1), 14th(T2), 28th(T3), and 42nd(T4) days. Anthropometric measurements and a nutritional assessment were performed at T1 and T4. The swimmers showed a gradual decrease of cortisol and cortisone during the study, with significantly lower concentrations in the experimental vs the control group at T4 (19.4 vs 42.5 ng/mL,  $p < 0.05$ ). At the end of the study, the swimmers from the experimental group showed improvements in their time in 41 out of the 43 swimming events, whilst those from the control group had significantly smaller improvements (-1.66 vs -0.97%,  $p < 0.05$ ). In conclusion, glutathione supplementation at a dose of 250mg/day for six weeks improves the adaptation of elite swimmers towards training schedules, which is likely to lead to better sports results. glutathione, supplements, elite, swimming, performance

## Резюме

Непрекъснатото увеличаване на обема и интензивността на тренировките често води до претренираност. Доказано е, че добавянето на глутатион може да подобри аеробния метаболизъм в скелетните мускули и да намали мускулната умора, причинена от натоварванията. Целта на проучването беше да се оцени ефектът от добавката на глутатион върху умората, възстановителните процеси и състезателните резултати на елитните плувци в рамките на шестседмичен тренировъчен период. В това двойно-сляпо плацебо контролно проучване взеха участие 24 елитни плувци (10 жени и 14 мъже) от българския национален отбор по плуване, със средна



възраст  $18,7 \pm 3,78$  години. Плувците от експерименталната група бяха суплементирани веднъж дневно с капсула с 250 mg глутатион, докато плувците от контролната група приемат плацебо веднъж дневно. Концентрация на кортизол и кортизон в урината, както и степента на претренираност, бяха оценени на 1-ви (T1), 14-ти (T2), 28-и (T3) и 42-ри (T4) дни. Антропометрични измервания и хранителна оценка бяха извършени при T1 и T4. Плувците показаха постепенно намаляване на кортизола и кортизона по време на проучването, със значително по-ниски концентрации в експерименталната спрямо контролната група при T4 (19,4 срещу 42,5 ng/mL,  $p < 0,05$ ). В края на изследването плувците от експерименталната група показаха подобрене на състезателните си времена в 41 от 43 плувни състезания, докато тези от контролната група имаха значително по-малки подобрения (-1,66 срещу -0,97%,  $p < 0,05$ ). В заключение, суплементирането с глутатион в доза от 250 mg дневно, в продължение на шест седмици, подобрява адаптацията на елитните плувци към тренировъчния режим, което вероятно обяснява до по-добрите спортни резултати.