

## ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОХИМИЧЕСКОГО СТАТУСА БОКСЕРОВ

**Р.М. РАДЖАБКАДИЕВ, И.В. КОБЕЛЬКОВА,  
К.В. ВЫБОРНАЯ, С.В. ЛАВРИНЕНКО,  
М.М. СЕМЕНОВ, А.И. СОКОЛОВ, Д.Б. НИКИТЮК,  
ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи, г. Москва**

### **Аннотация**

В исследовании приняли участие 34 боксера-юниора высокой квалификации разных весовых категорий, входящие в состав мужской сборной команды России. Средний возраст обследуемых составил  $20,3 \pm 1,4$  года. Изучили некоторые биохимические параметры в сыворотке крови спортсменов (активность аланинамино- и аспаратаминотрансферазы (АЛТ, АСТ), креатинфосфокиназы (КФК), щелочной фосфатазы (ЩФ), содержание в крови молочной кислоты, кортизола, тестостерона, Cross-Laps-B, железа и кальция. Обнаружили существенное повышение (в 2,2 раза) активности КФК у 50% обследованных спортсменов. При этом коэффициент вариации активности данного фермента равнялся 90%. В 85% случаев отношение активности КФК/АСТ было повышено, что свидетельствует о наличии у обследуемых повреждений клеток мышечной ткани. У всех спортсменов наблюдали высокое содержание лактата в сыворотке крови, в среднем на 73% превышающее физиологическую норму. У 78% обследованных боксеров было выявлено умеренное повышение уровня кортизола в крови. Отмечено, что у всех спортсменов содержание тестостерона находилось в пределах физиологической нормы. Индекс анаболизма не превысил 2%, что может свидетельствовать о выраженной перетренированности обследуемых. Концентрация Cross-Laps-B в сыворотке крови всех спортсменов была значительно выше нормальной величины и в среднем составила  $1,3 \pm 0,38$  нг/мл. Полученные данные, вероятно, свидетельствуют о высокой степени микротравматизации костной ткани боксеров.

**Ключевые слова:** боксеры, биохимический статус, гормоны, спорт, адаптация.

## ESTIMATION OF SOME BIOCHEMICAL STATUS PARAMETERS IN BOXERS

**R.M. RADZHABKADIEV, I.V. KOBELKOVA,  
K.V. VYBORNAYA, S.V. LAVRINENKO,  
M.M. SEMYONOV, A.I. SOKOLOV, D.B. NIKITYUK,  
FRC of Nutrition and Biotechnology, Moscow**

### **Abstract**

34 professional junior boxers of different weight categories were examined. The average age of the subjects was  $20.3 \pm 1.4$  years. We studied some biochemical parameters in the blood serum of athletes (activity of alaninamino- and aspartate aminotransferase (ALT, AST), creatine phosphokinase (CPK), alkaline phosphatase (ALP), blood levels of lactic acid, cortisol, testosterone, b-CrossLaps, Fe and Ca. Found a significant (2.2 times) excess of the activity of CPK in 50% of the examined athletes. The coefficient of variation of the activity of this enzyme was equal to 90%. In 85% of cases the ratio CPK/AST activity higher than the physiological norm, indicating the presence of the examined damage to muscle cells. All athletes observed a high content of lactate in the blood serum on average 73% higher than the physiological norm. In 78% of the surveyed revealed a moderate excess of cortisol in the blood. The testosterone content of all athletes was within the physiological norm. The anabolism index did not exceed 2%, indicating a pronounced overtraining of the subjects. The serum concentration of Cross-Laps-B in all examined athletes significantly exceeded normal values and averaged  $1.3 \pm 0.38$  ng/ml. The data obtained probably indicate a high degree of bone tissue microtraumatics in boxers.

**Keywords:** boxers, biochemical status, hormones, sport, adaptation.

Бокс – один из сложнейших видов спорта, требующий от спортсмена высокой физической и психологической подготовки. Помимо развития скоростно-силовых качеств при подготовке боксеров немаловажное значение отдается развитию у спортсмена координации, гибкости,

скорости принятия решений, различных технических навыков, способности мгновенно ориентироваться в постоянно меняющихся условиях боя, тактического мышления и морально-волевых качеств. Тренировочный процесс у спортсменов этого вида спорта носит динамический



характер и отличается цикличностью выполняемой работы [1]. Профессиональная деятельность боксеров, наряду с иными видами единоборств, целью которых является нанесение максимального урона сопернику, сопряжена с высоким риском травматизации. В этой связи мониторинг биохимических параметров организма спортсменов, в частности, контактных видов спорта, обретает особую актуальность. С учетом вышеизложенного, нами было проведено исследование, целью которого являлась оценка биохимического статуса профессиональных боксеров.

### Материалы и методы исследования

Изучение биохимических показателей сыворотки крови спортсменов проводили в предсоревновательный период их спортивной подготовки во время планового углубленного медицинского обследования (УМО). В исследовании приняли участие 34 боксера-юниора (кмс, мс, мсмк) разных весовых категорий, входящие в состав сборной команды России. Средний возраст обследуемых составил  $20,3 \pm 1,4$  года. Исследование биохимических показателей включало в себя определение активности некоторых ферментов сыворотки крови – аланинаминотрансферазы (АЛТ, АСТ), креатинфосфокиназы (КФК), щелочной фосфатазы (ЩФ)) и содержания в крови молочной кислоты, кортизола, тестостерона, *Cross-Laps-B*, железа и кальция. Исследования сыворотки крови проводили на анализаторах “Konelab Prome 30i” (Финляндия) и “Cobasc-311” (Германия) в рамках углубленного медицинского обследования спортсменов высших достижений. Индекс анаболизма (ИА) рассчитывали по формуле:  $IA (\%) = \text{Тестостерон} / \text{Кортизол} \times 100\%$  [2, 3, 4]. Снижение величины ИА ниже 3% рассматривали как состояние перетренированности [5, 6, 7]. Индекс повреждения мышц рассчитывали соотношением абсолютных значений КФК и АСТ [5, 7]. Измерение антропометрических показателей проводили по унифицированной методике с использованием стандартных медицинских весов «МАССА-К» («МАССА-К», Россия) и медицинского ростомера “Tanita HR-001” (“Tanita”, Япония). Оценку показателей состава тела проводили методом биоимпедансометрии (БИА) на анализаторе «МЕДАСС АВС-01» (Россия). Обследование спортсменов было проведено утром натощак и по истечении не менее 12 часов после тренировки. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием IBM SPSS Statistics v. 23.0 (США) и Microsoft Excel (2007). Результаты представили в виде средних величин, стандартного отклонения ( $M \pm \sigma$ ) и *min ÷ max*. Оценку достоверности различий средних величин провели с использованием *t*-критерия Стьюдента. Корреляционный анализ проводили с помощью коэффициента Пирсона. Уровень значимости различий считали достоверным при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования

Анализ антропометрических показателей и показателей состава тела выявил значительные различия между

спортсменами. С учетом того, что обследуемые спортсмены относятся к различным весовым категориям, изучение средних величин соматометрических параметров является нецелесообразным. В таблице 1 отражены минимальные и максимальные значения спортсменов и популяционные нормы.

Таблица 1

#### Некоторые антропометрические параметры и параметры состава тела боксеров

Показатель	<i>Min ÷ max</i>	Референтные интервалы [8]
Рост (см)	157 ÷ 189,4	172,9–181,7
МТ (кг)	50,9 ÷ 97,1	63,4–77,7
СММ (кг)	25,3 ÷ 45	29,1–34,14
СММ (%)	39,1 ÷ 55,6	41,1–48,9
ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	18,6 ÷ 28,4	20,6–24,0

Биохимические параметры крови обследованных боксеров отражены в таблице 2.

Как видно из данных, представленных в табл. 2, уровень активности КФК в среднем по группе превысил нормальные величины на 41,3%. При этом у 50% обследованных спортсменов отмечено превышение данного показателя в 2,2 раза относительно референтных величин. Коэффициент вариации активности биомаркера составил 89,8%, что, вероятно, свидетельствует о различиях в уровне адаптационного потенциала и тренированности спортсменов.

Важно отметить, что для боксеров в связи с высоким риском черепно-мозговой травмы особую значимость обретает необходимость изучения активности в сыворотке крови изофермента головного мозга – КФК-ВВ [9, 10, 11, 12].

Активность трансаминаз (АЛТ и АСТ) практически у всех обследуемых спортсменов находилась в пределах нормальных величин. Незначительное превышение нормы наблюдалось лишь в единичном случае.

Немаловажным при оценке физического состояния спортсменов, особенно контактных видов спорта, является расчет индекса повреждения мышц (КФК/АСТ). В 84,7% случаев значения индекса превысили 10 у.е., что свидетельствует о наличии повреждений клеток мышечной ткани у обследуемых боксеров [7]. Среднегрупповые значения индекса повреждения мышц отражены в табл. 2.

По мнению ряда авторов, между величиной мышечного компонента тела и активностью КФК наблюдается прямая зависимость [13, 14, 15]. Однако в нашей работе она не была выявлена. Вероятно, высокие значения КФК у боксеров обусловлены прежде всего микротравмами мышц во время тренировочных поединков.

Активность ЩФ практически у всех спортсменов находилась в пределах физиологической нормы. Несущественное превышение наблюдалось лишь у двоих спортсменов.



Таблица 2

## Некоторые биохимические параметры крови боксеров

Показатель	Мужчины		
	$M \pm \sigma$	$Min \div max$	Референтные интервалы
КФК (Ед/л)	435,2 ± 390,8	118 ÷ 1306	39–308
АСТ (Ед/л)	25,0 ± 8,6	15,6 ÷ 47,1	0–40
АЛТ (Ед/л)	23,3 ± 12,5	7 ÷ 49,2	0–40
ЩФ (Ед/л)	87,0 ± 37,4	44 ÷ 168	40–130
КФК/АСТ	15,7 ± 9,4	6,8 ÷ 38,4	10 [7]
Лактат (ммоль/л)	3,8 ± 0,9	2,4 ÷ 6,2	0,5–2,2
Кортизол, нмоль/л	580,0 ± 125,4	300 ÷ 852,3	171–536
Тестостерон (нг/мл)	4,8 ± 2,0	0,61 ÷ 8,01	3,3–8,05
ИА (%)	0,94 ± 0,4	0,09 ÷ 2,07	> 3 [7]
<i>Cross-Laps-B</i> (нг/мл)	1,3 ± 0,38	0,77 ÷ 2,05	0–0,58
Кальций общий (ммоль/л)	2,3 ± 0,07	2,1 ÷ 2,5	2,1–2,55
Железо (мкмоль/л)	16,7 ± 9,8	6,9 ÷ 48,3	11,6–31,3

Содержание лактата в крови всех спортсменов было высоким и в среднем на 72,7% превысило физиологическую норму (табл. 2). При этом коэффициент вариации составил 25,4%.

В ряде исследований убедительно показано, что интенсивные физические нагрузки приводят к активации симпатoadренальной и гипоталамо-гипофизарно-адренокортикальной системы, что сопровождается мобилизацией энергетических резервов организма и развитием срочной адаптации [16]. Скорость восстановления уровня кортизола до нормальных величин после интенсивной физической нагрузки отражает степень тренированности спортсмена [17]. У преобладающего большинства обследуемых нами спортсменов (в 78% случаев) было выявлено умеренное превышение концентрации кортизола в сыворотке крови.

Таким образом, у боксеров во время тренировочных сборов наблюдалось нарушение биохимического гомеостаза. Отмечено снижение АИ у всех спортсменов и значительное превышение индекса повреждения мышц у 84,7% обследованных. Высокие значения активности КФК, наблюдаемые у боксеров, могут быть обусловлены механическими повреждениями мышечных волокон. Важно также отметить, что у всех спортсменов обнаружено высокое содержание в сыворотке крови *Cross-Laps-B*, свидетельствующее о деструктивных процессах в костной ткани. Низкое содержание железа в крови спортсменов может быть объяснено недостаточным потреблением белка с рационом.

Перспективы дальнейших исследований: для своевременного выявления перетренированности, приводящей к срыву адаптации и снижению физической

Следует отметить, что у всех обследованных спортсменов содержание тестостерона находилось в диапазоне нормы. При этом индекс анаболизма, выступающий как эндокринный маркер процессов восстановления, не достиг 3% (табл. 2). Низкие показатели индекса анаболизма свидетельствуют о выраженной перетренированности обследуемых спортсменов [6, 7].

Содержание в сыворотке крови *Cross-Laps-B* – маркера костной резорбции – у всех обследуемых спортсменов значительно превышало нормальные величины и в среднем составило 1,3 ± 0,38 нг/мл (табл. 2). Полученные данные, вероятно, свидетельствуют о высокой степени микротравматизации костной ткани боксеров.

Важно также отметить, что у значительного числа спортсменов содержание железа в крови находилось на нижней границе нормы.

### Заключение

работоспособности, существует острая необходимость систематического мониторинга биохимического статуса спортсменов не только при проведении УМО, но и в динамике во время тренировочного и соревновательного периодов. Изучение биохимических параметров в различные этапы подготовки и при реализации различных целей спортсмена, например, стонке лишнего веса, дало бы объективную информацию о процессах срочной и долговременной адаптации. Для данного вида спорта также важно уделить особое внимание изучению маркеров повреждения головного мозга (КВК-ВВ, S100β, NSE, MBP, BDNF и другие) [18]. Полученные данные позволили бы выработать диагностически значимые критерии оценки метаболических сдвигов и оптимальные величины биохимических показателей для спортсменов, специализирующихся в боксе.



**Литература**

1. Barley O.R. Considerations When Assessing Endurance in Combat Sport Athletes / O.R. Barley, D.W. Chapman, S.N. Guppy, C.R. Abbiss // *Front Physiol.* – 2019. – No. 10 (205). – DOI: 10.3389/fphys.2019.00205
2. Уилмор, Дж. Х. Физиология спорта и двигательной активности: пер. с англ. / Дж.Х. Уилмор, Д.Л. Костил. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 504 с.
3. Painter, K.B., Haff, G.G., Triplett, N.T., Stuart, C., Hornsby, G., Ramsey, M.W., Bazylar, C.D., Stone, M.H. Resting Hormone Alterations and Injuries: Block vs. DUP Weight-Training among D-1 Track and Field Athletes // *Sports.* – 2018. – No. 6 (3). – Doi: 10.3390/sports6010003
4. Yiannis Michailidis. Stress hormonal analysis in elite soccer players during a season / M. Yiannis // *Journal of Sport and Health Science.* – 2014. – No. 3 (4). – Pp. 279–283.
5. Афанасьева, И.А. Сдвиги в популяционном составе и функциональной активности лимфоцитов, продукции цитокинов и иммуноглобулинов у спортсменов при синдроме перетренированности / И.А. Афанасьева // *Вестник спортивной науки.* – 2011. – № 3. – С. 18–24.
6. Василенко, В.С. Зависимость клеточного иммунитета от индекса анаболизма у спортсменов с аритмической формой кардиомиопатии перенапряжения / В.С. Василенко, Н.Д. Мамиев, З.В. Лопатин, Е.Б. Карповская // *Медицина: теория и практика.* – 2017. – Т. 2. – № 1. – С. 8–14.
7. Василенко, В.С. Факторы риска и заболевания сердечно-сосудистой системы у спортсменов / В.С. Василенко, М.Я. Левин, И.Н. Антонова. – Санкт-Петербург: СпецЛит, 2016. – 206 с.
8. Руднев, С.Г. Биоимпедансное исследование состава тела населения России / С.Г. Руднев, Н.П. Соболева, С.А. Стерликов, Д.В. Николаев // *РИО ЦНИИОИЗ.* – 2014. – 493 с.
9. Kilianski, J. Plasma creatine kinase B correlates with injury severity and symptoms in professional boxers / J. Kilianski, S. Peeters, J. Debad, J. Mohamed, S.E. Wolf, J.P. Minei, R. Diaz-Arrastia, J.W. Gatson // *J. Clin Neurosci.* – 2017. – No. 45. – Pp. 100–104. – Doi: 10.1016/j.jocn.2017.07.021
10. Sharma, R.A. blood-based biomarker panel to risk-stratify mild traumatic brain injury / R. Sharma, A. Rosenberg, E.R. Bennett, D.T. Laskowitz, S.K. Acheson // *PLoS One.* – 2017. – No. 12 (3), e0173798. – Doi: 10.1371/journal.pone.0173798
11. Brayne, C.E. Blood creatine kinase isoenzyme BB in boxers / C. E. Brayne, S.P. Calloway, L. Dow, R.J. Thompson // *The Lancet.* – 1982. – No. 2 (8311). – Pp. 1308–1309. – Doi: 10.1016/s0140-6736(82)91512-4
12. Graham, M.R. Direct hits to the head during amateur boxing is associated with a rise in serum biomarkers for brain injury / M.R. Graham, T. Myers, P. Evans, B. Davies, S.M. Cooper, K. Bhattacharya, F.M. Grace, J.S. Baker // *J. Immunopathol. Pharmacol.* – 2011. – No. 24 (1). – Pp. 119–125.
13. Рыбина, И. Активность сывороточных ферментов в мониторинге тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта / И. Рыбина // *Вестник новых медицинских технологий.* – 2016. – № 1. – С. 135–139.
14. Brancaccio, P. Creatine kinase monitoring in sport medicine / P. Brancaccio, N. Maffulli, F.M. Limongelli // *British Medical Bulletin.* – 2007. – No. 82 (1). – Pp. 209–230. – Doi: 10.1093/bmb/ldm014
15. Mougios, V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes / V. Mougios // *British Journal of Sports Medicine.* – 2007. – No. 41 (10). – Pp. 674–678. – Doi: 10.1136/bjism.2006.034041
16. Guilhem, G. Salivary Hormones Response to Preparation and Pre-competitive Training of World-class Level Athletes / G. Guilhem, C. Hanon, N. Gendreau, D. Bonneau, A. Guével, M. Chennaoui // *Front Physiol.* – 2015. – Vol. 6. – 333 p.
17. Исамикулин, П.Н. Индекс анаболизма у юношей с различным уровнем тренированности в условиях постнагрузочного восстановительного периода / П.Н. Исамикулин, А.В. Грязных, Р.В. Кучин // *Теория и практика физической культуры.* – 2018. – № 3. – С. 57–59.
18. Маркелова, Е.В. Нейропептиды как маркеры повреждения головного мозга / Е.В. Маркелова, А.А. Зенина, Р.В. Кадыров // *Современные проблемы науки и образования.* – 2018. – № 5. – С. 1–13.

**References**

1. Barley, O.R., Chapman, D.W., Guppy, S.N. and Abbiss, C.R. (2019), Considerations When Assessing Endurance in Combat Sport Athletes, *Front Physiol.*, no. 10 (205), doi: 10.3389/fphys.2019.00205
2. Wilmore, H.J. and Costill, D.L. (1997), *Physiology of Sport and Exercise*, Kiev: Olympic literature, 504 p.
3. Painter, K.B., Haff, G.G., Triplett, N.T., Stuart, C., Hornsby, G., Ramsey, M.W., Bazylar, C.D. and Stone, M.H. (2018), Resting Hormone Alterations and Injuries: Block vs. DUP Weight-Training among D-1 Track and Field Athletes, *Sports*, no. 6 (3), doi:10.3390/sports6010003
4. Michailidis, Y. (2014), Stress hormonal analysis in elite soccer players during a season, *Journal of Sport and Health Science*, no. 3 (4), pp. 279–283.
5. Afanasyeva, I.A. (2011), Overtraining syndrome in athletes: endogenous intoxication and factors of innate immunity, *Vestnik sportivnoy nauki*, no. 12 (82), pp. 24–30.
6. Vasilenko, V.S., Mamiev, N.D., Lopatin, Z.V. and Karpovskaya, E.B. (2017), Dependence of cellular immunity on anabolic index in athletes with an arrhythmic form of cardiomyopathy of overstrain, *Medicina: teoriya i praktika*, vol. 2, no. 1, pp. 8–14.



7. Vasilenko, V.S., Levin, M.Ya. and Antonova, I.N. (2016), *Risk factors and diseases of the cardiovascular system in athletes*, St. Petersburg: SpecLit, 206 p.
8. Rudnev, S.G., Soboleva, N.P., Sterlikov, S.A., Nikolaev, D.V., Starunova, O.A., Chernykh, S.P., Eryukova, T.A., Kolesnikov, V.A., Melnichenko, O.A. and Ponomareva, E.G. (2014), *Bioimpedance study of body composition in the Russian population*, Moscow: RIOTSNIIOIZ, 493 p.
9. Kilianski J., Peeters, S., Debad, J., Mohmed, J., Wolf, S.E., Minei, J.P., Diaz-Arrastia, R., Gatson, J.W. (2017), Plasma creatine kinase B correlates with injury severity and symptoms in professional boxers, *J. Clin Neurosci*, no. 45, pp. 100–104, doi: 10.1016 / j.jocn.2017.07.021
10. Sharma, R., Rosenberg, A., Bennett, E.R., Laskowitz, D.T. and Acheson, S.K. (2017), A blood-based biomarker panel to risk-stratify mild traumatic brain injury, *PLoS One*, no. 12 (3), e0173798, doi: 10.1371/journal.pone.0173798
11. Brayne, C.E., Calloway, S.P., Dow, L. and Thompson R.J. (1982), Blood creatine kinase isoenzyme BB in boxers, *The Lancet*, no. 2 (8311), pp. 1308–1309, doi: 10.1016/s0140-6736(82)91512-4
12. Graham, M.R., Myers, T., Evans, P., Davies, B., Cooper, S.M., Bhattacharya, K., Grace, F.M. and Baker, J.S. (2011), Direct hits to the head during amateur boxing is associated with a rise in serum biomarkers for brain injury, *J. Immunopathol Pharmacol*, no. 24 (1), pp. 119–25.
13. Rybina, I.L. (2016), Activity of serum enzymes in monitoring the training process of elite cyclic sports athlete, *Vestnik novykh medicinskih tekhnologiy*, no. 1, pp. 135–139.
14. Brancaccio, P., Maffulli, F. and Limongelli, N.M. (2007), Creatine kinase monitoring in sport medicine, *British Medical Bulletin*, no. 82 (1), pp. 209–230, doi: 10.1093/bmb/ldm014
15. Mougios, V. (2007), Reference intervals for serum creatine kinase in athletes, *British Journal of Sports Medicine*, no. 41 (10), pp. 674–678, doi: 10.1136/bjism.2006.034041
16. Guilhem, G., Hanon, C., Gendreau, N., Bonneau, D., Guével, A. and Chennaoui, M. (2015), Salivary Hormones Response to Preparation and Pre-competitive Training of World-class Level Athletes, *Front Physiol*, vol. 6, 333 p.
17. Isamikulin, P.N., Gryaznykh, A.V. and Kuchin, R.V. (2018), Anabolic index in young men with different levels of fitness in the post-load recovery period, *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*, no. 3, pp. 57–59.
18. Markelova, E.V., Zenina, A.A. and Kadyrov, R.V. (2018), Neuropeptides as markers of brain damage, *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, no. 5, pp. 1–13.

