

FİZİKİ YÜKLƏNMƏ FONUNDA YARANAN YORULMANIN BİOKİMYƏVİ MEXANİZMLƏRİNİN TƏDQIQI

R.M. Quluzadə^{1a}, P.A. Şükürova^{1,2,b}

¹Azərbaycan Dövlət Bədən Tərbiyəsi və İdman Akademiyası

²AMEA Akademik Abdulla Qarayev adına Fiziologiya İnstitutu

^arubaba.guluzada2020@sport.edu.az, orcid.org/0000-0003-4625-5335

^bshukurovaparvana@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5429-6423

Nəşr tarixi

Qəbul edilib: 4 iyul 2022

Dərc olunub: 20 sentyabr 2022

© 2022 ADBTİA Bütün hüquqlar qorunur

Annotasiya. Təqdim olunan məqalə müxtəlif intensivli fiziki yüklənmələrin təsiri zamanı sərbəst radikallı oksidləşmə proseslərinin intensivliyinə, süd turşusunun, sidik cövhərinin səviyyələri, qlükozanın qatılığının eksperimental tədqiqinə həsr olmuşdur.

Aparılmış tədqiqatlardan məlum olmuşdu ki, eksperimental siçovullarda ifrat fiziki yüklənmə zamanı yorulmanın inkişafının təkanverici mexanizmi orqanizmin kifayət qədər enerji təchizatının olmamasıdır. Bu proses öz növbəsində anaerob qlükoliz reaksiyalarının güclənməsinə səbəb olur və nəticədə lipid peroksidləşməsinin artması ilə əlaqəli olan purin mononukleotidlərinin sidik turşusuna katabolizmin artımı ilə müşahidə olunan hiperlaktatemiya və karbohidrat çatışmazlığının inkişafına gətirib çıxarır.

Açar sözlər: *idmançı, fiziki fəaliyyət, ifrat fiziki yüklənmə, lipidlərin peroksidləşməsi, süd turşusu, sidik cövhəri, qlükoza, erkək siçovullar.*

Giriş. Müasir dövrdə çoxsaylı elmi ədəbiyyat məlumatlarının mövcudluğuna baxmayaraq, fiziki yorulmanın yaranmasının fundamental biokimyəvi və fizioloji mexanizmlərinin öyrənilməsi bərpaedici və idman təbabəti, bədən tərbiyəsi və idman, psixologiya və fiziki əməyin fiziologiyası sahəsində çalışan mütəxəssislər üçün böyük nəzəri və praktiki əhəmiyyət daşıyır [3, s.130-143; 4, s.148-158; 8, s.240-245; 9, s.33].

Yorulma - iş qabiliyyətinin azalması və subyektiv yorulma hissi ilə müşayiət olunan,

intensiv və ya uzunmüddətli əzələ fəaliyyəti nəticəsində əmələ gələn orqanizmin vəziyyəti kimi müəyyən edilir.

Yorulma həm də orqanizmin fəaliyyəti üçün təhlükəli olan orqan və sistemlərin işində dəyişikliklərə, orqanizmin homeostazının, neyro-humoral tənzimləmə proseslərinin pozulmasına qarşı qoruyucu reaksiyasıdır. Qeyd etmək lazımdır ki, orqanizm məhz yorulma vasitəsilə daha intensiv fiziki yüklənmələrə uyğunlaşır. Bu vəziyyətin əlamətləri fiziki fəaliyyət zamanı yaranır və normal istirahətdən sonra yox olur [5, s.118-121; 10, s.1043-1052]. Lakin, yorulma əhəmiyyətlidirsə, fiziki işdən sonra bərpa prosesləri qeyri-kafi olur, bu da peşəkar fəaliyyətin səmərəliliyinin və keyfiyyətinin azalmasına səbəb ola bilər və orqanizmin sağlamlığına təsir göstərə bilər. Belə şəraitdə orqanizmin fizioloji sistemlərində həddindən artıq gərginlik - ifrat məşq vəziyyəti yarana bilər [6, s.23-29; 7, s.157-158]. Təəsüflər olsun ki, müasir elmdə idmançı orqanizmində yorulmanın yaranma mexanizmləri ilə bağlı birmənalı fikir yoxdur. Bu da öz növbəsində bu halın proqnozlaşdırılmasını çətinləşdirir. Hazırda yorulma vəziyyətinin aşkarlanması tam öyrənilməyib.

Belə ki, fiziki yüklənmələr zamanı bəzi biokimyəvi göstəricilərin təyini yaranan yorulmanın korreksiyasına kömək edə bilər.

Tədqiqatın məqsədi: Təqdim olunan işin əsas məqsədi - müxtəlif intensivli fiziki yüklənmələrin təsiri zamanı sərbəst radikallı oksidləşmə proseslərinin (SRO) məhsullarının-hidroperekislərin (HP), malondialdehidin (MDA) miqdarı, süd turşusunun, sidik cövhərinin səviyyələri, qlükozanın qatılığının eksperimental tədqiqi.

Tədqiqatın metodları. Tədqiqatlar çəkisi 230-240 qr olan adi vivarium şəraitində saxlanılan, vizual baxımdan sağlam, 4 qrupa ayrılmış 24 baş ağ siçovul üzərində aparılmışdır. Eksperimentlər Avropa Birliyinin (2010/63/EU) direktivlərində və Avropa İttifaqının müəyyən etdiyi heyvanlara qarşı humanist rəftar qaydalarına uyğun olaraq həyata keçirilib [1, s.62-64].

Heyvanlarda fiziki fəaliyyət zamanı yorulma onların xüsusi hovuzda məcburi üzmək üsulu ilə yaradılıb [2,s.72-74]: şəffaf olan şüşə qablar (25x25x60 sm) temperaturu 28-30°C olan su ilə doldurulur.

Eksperimental heyvanlar 4 qrupa ayrılmışdır. I-ci qrup intakt heyvanlar- bu qrupa aid olan heyvanlar heç bir fiziki yüklənməyə məruz qalmamışdır, II-ci qrup heyvanlar (nəzarət qrupu) – bu qrupa aid olan heyvanlar hovuzda yüksüz yerləşdirilmişdir, III-cü qrup heyvanlar (optimal yüklənmə qrupu)- hovuzda bədən çəkisinin 10%-ni təşkil edən yüklə yerləşdirilən siçovullar, IV-cü qrup (ifrat yüklənmə qrupu)-hovuzda bədən çəkisinin 15%-ni təşkil edən yüklə yerləşdirilən siçovullar. Tədqiqat zamanı əsas məqam - heyvanın suyun səthində qala bilməməsi hesab olunmuşdur. Bu zaman siçovul sudan çıxarılaraq, qəfəsə geri qaytarılıb. Hər qrupun heyvanları təcrübənin I-ci, 3-cü və 7-ci günündə hovuzda yerləşdirildikdən sonra onlardan qan nümunələri götürülüb.

Lipid peroksidləşməsinin (LPO) məhsulları – hidroperekisler (HP) və malondialdehidin (MDA) - miqdarı Asakawa T., Matsushita S. (1980) üsulu ilə, qlükozanın qatılığı (mmol/l) «Ольбекс Диагностикум» (Sankt-Peterburq) firmasının, süd turşusunun (mmol/l), sidik cövhərinin (mkmol/l) səviyyələri «Hospitex Diagnostics» (İtaliya) firmasının reaktivləri vasitəsilə təyin edilmişdir.

Nəticələr Microsoft EXCEL (Office-2010) statistik proqramında işlənmişdir. Nəzarət və təcrübə sınaqları üçün alınmış orta qiymətlərin fərqlinin etibarlılığı Stüdentin t-meyarı əsasında qiymətləndirilib.

Tədqiqatın nəticələri. Alınmış nəticələr təhlil edərəkən məlum olmuşdur ki, nəzarət qrupuna aid siçovulların yük olmadan məcburi üzmələri onlarda orta dərəcədə metabolik dəyi-

şikliklərin baş verməsi ilə müşayiət olunur. Belə ki, bu siçovullarda anaerob qlikoliz reaksiyalarının intensivləşməsi müşahidə olunur. Bu hal özünü nəzarət qrupuna aid heyvanların qanında süd turşusunun intakt göstəricilərlə müqayisədə artımı ilə özünü biruzə verir. Lakin bu qrup heyvanlarda qanda qlükozanın azalması müşahidə edilməmişdir.

III-cü qrupa (optimal fiziki yüklənmə) aid olan heyvanlarda (hovuzda bədən çəkisinin 10%-ni təşkil edən yüklə yerləşdirilən siçovullar) anaerob qlikoliz reaksiyalarında artım müşahidə olunurdu. Bu hal özünü heyvanların qanında süd turşusunun artımı ilə özünü biruzə verir. Belə ki, optimal fiziki yüklənmə qrupuna aid siçovulların qanında süd turşusunun miqdarı $8,0 \pm 0,5$ mkmol/l olmuş. Bu göstərici intakt qrupu ilə müqayisədə 24,1% ($p < 0,05$) çox olmuş.

Bununla yanaşı 3-cü qrupuna (optimal fiziki yüklənmə) aid olan heyvanlarda hovuzda bədən çəkisinin 10%-ni təşkil edən yüklə üzmə zamanı qanda sidik cövhərinin miqdarı $108,8 \pm 11,5$ mkmol/l təşkil etmişdir. Bu göstərici intakt qrupu ilə müqayisədə 48,8% ($p < 0,05$), nəzarət qrupu ilə müqayisədə isə 44,1 % çox olmuş. Bu faktı izah etdikdə demək olar ki, belə şəraitdə ATF və adenzin monofosfatın sidik turşusuna katabolizmində artım müşahidə olunmur,

IV-cü qrupa (ifrat fiziki yüklənmə) aid olan heyvanlarda (hovuzda bədən çəkisinin 15%-ni təşkil edən yüklə yerləşdirilən siçovullar) aparılmış tədqiqatlardan alınmış nəticələrin təhlili zamanı məlum olmuşdur ki, ifrat fiziki yüklənmə zamanı anaerob qlikoliz reaksiyalarında artım müşahidə olunurdu. Bu hal özünü heyvanların qanında süd turşusunun artımı ilə özünü biruzə verir. Belə ki, ifrat fiziki yüklənmə qrupuna aid siçovulların qanında süd turşusunun miqdarı $9,9 \pm 0,5$ mmol/l təşkil etmiş. Bu göstərici intakt qrupla müqayisədə 70,7% ($p < 0,05$), nəzarət qrupu göstəriciləri ilə müqayisədə - 37,5% ($p < 0,05$), III-cü qrupunda alınmış (optimal fiziki yüklənmə) göstəriciləri ilə müqayisədə - 23,7% ($p < 0,05$) çox olmuş.

Bununla yanaşı, ifrat fiziki yüklənmə şəraitində dördüncü qrup heyvanlarda karbohidrat çatışmazlığı inkişaf edir. Belə ki, 4-cü qrup-

pa (optimal fiziki yüklənmə) aid olan heyvanların (hovuzda bədən çəkisinin 15%-ni təşkil edən yüklə üzən) qan zərdabında qlükozanın qatılığı $6,2 \pm 0,2$ mmol/l olmuşdur. Bu göstərici intakt göstəricilərlə müqayisədə 21,5% ($p < 0,05$) (intakt qrupda bu göstərici $7,9 \pm 0,5$ mmol/l təşkil edir), nəzarət qrupu ilə müqayisədə - 12,7% ($p < 0,05$) (nəzarət qrupda bu göstərici $7,1 \pm 0,4$ mmol/l təşkil edir), optimal fiziki yüklənmə qrupu ilə müqayisədə - 19,5% ($p < 0,05$) (optimal fiziki yüklənmə qrupda bu göstərici $7,7 \pm 0,3$ mmol/l təşkil edir) az olmuşdur.

Bununla yanaşı alınmış nəticələrdən məlum olur ki, 4-cü qrupa (ifrat fiziki yüklənmə) aid olan heyvanlarda hovuzda bədən çəkisinin 15%-ni təşkil edən yüklə üzmə zamanı qanda sidik cövhərinin miqdarının artımına səbəb olur. Belə ki, bu qrupda sidik cövhərinin səviyyəsi $148,2 \pm 15,4$ mkmol/l təşkil etmişdir. Bu göstərici intakt göstəricilərlə müqayisədə 21,5%, nəzarət qrupu ilə müqayisədə - 12,7% (nəzarət göstəriciləri ilə müqayisədə fərqlər etibarlı idi, $p < 0,05$), optimal fiziki yüklənmə qrupu ilə müqayisədə - 19,5% (optimal fiziki yüklənmə qrupu göstəriciləri ilə müqayisədə fərqlər etibarlı idi, $p < 0,05$) az olmuşdur.

Cədvəl.

Fiziki yüklənməyə məruz qalmış siçovulların qan zərdabında bəzi biokimyəvi göstəricilər, $M \pm m$

Heyvanlar qrupu	Göstəricilər				
	Qlükoza, (mmol/l)	Süd turşu (mmol/l),	Sidik cövhəri (mkmol/l)	MDA, (nmol/mq zülal)	HP, (nisbi ahid)
İntakt (n=6)	$7,9 \pm 0,5$	$5,8 \pm 0,3$	$72,6 \pm 5,1$	$0,7 \pm 0,01$	$17,6 \pm 0,46$
Nəzarət qrupu, (n=6)	$7,1 \pm 0,4$	$7,2 \pm 0,4^*$	$75,5 \pm 6,2$	$0,9 \pm 0,04$	$18,1 \pm 0,16^{**}$
Optimal fiziki yüklənmə qrupu, (n=6)	$7,7 \pm 0,3$	$8,0 \pm 0,5^*$	$108,8 \pm 11,5$	$1,2 \pm 0,02^{**}$	$26,5 \pm 0,12^{\circ\circ}$
İfrat fiziki yüklənmə qrupu, (n=6)	$6,2 \pm 0,2^{*\circ\circ}$	$9,9 \pm 0,5^{*\circ\circ}$	$148,2 \pm 15,4^{*\circ\circ}$	$2,0 \pm 0,04^{\circ\circ}$	$32,7 \pm 0,81^{**}$

Qeyd: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$ - intakt qrupu ilə müqayisədə; $^{\circ} p < 0,05$, $^{\circ\circ} p < 0,01$ - kontrol qrupu ilə müqayisədə.

Növbəti eksperimentlər seriyasında əldə alınmış nəticələrin təhlili göstərmişdir ki, fiziki fəaliyyət zamanı LPO məhsullarının miqdarı artır. Təcrübənin ilk günü IV-cü qrupa (aşırı fiziki yüklənmə qrupu) aid heyvanların qanında MDA miqdarı $2,0 \pm 0,04$ nmol/mq zülal olmuş, bu da intakt qrupuna aid olan siçovulların göstəriciləri ilə müqayisədə 20,2% ($p < 0,005$) artmışdır. Bu göstərici nəzarət qrupu ilə müqayisədə 14,5% ($p < 0,001$) artmış, optimal fiziki yüklənmə qrupu ilə müqayisədə isə 10,1% ($p < 0,05$) çox olmuşdur. HP miqdarı isə $28,4 \pm 0,3$ nisbi vahid olmuşdur (intakt qrupda bu göstərici $18,09 \pm 0,4$ nisbi vahid, optimal fiziki

yüklənmə qrupunda isə $24,6 \pm 0,84$ nisbi vahid təşkil edir) (cədvəl).

Təcrübənin 3-cü günü aşırı fiziki yüklənmə şəraitində MDA-nın miqdarı intakt qrupuna aid olan heyvanların göstəriciləri ilə müqayisədə 16,6% ($p < 0,05$), nəzarət qrupunun heyvanlarının göstəriciləri ilə müqayisədə - 12,42% ($p < 0,05$), optimal fiziki yüklənmə qrupu ilə müqayisədə isə - 14,1% ($p < 0,05$) çox olmuşdur. Fiziki işin intensivliyinin artımı sərbəst radikal proseslərin intensivləşməsinə və daxili (endogen) antioksidan sisteminin tükənməsinə səbəb olur və nəticədə təcrübənin 7-ci günündə HP və MDA miqdarında artım

müşahidə olunmuşdur (intakt göstəriciləri ilə müqayisədə bu artım etibarlı idi $p < 0,05$).

Beləliklə, optimal fiziki yüklənmə zamanı eksperimental siçovullarda inkişaf edən metabolik dəyişikliklər karbohidrat çatışmazlığının olmaması fonunda anaerob qlikoliz proseslərinin orta intensivləşməsindən və lipidlərin peroksidləşməsinin artmamasından ibarətdir. Bu da öz növbəsində ürək, qaraciyər və s. həyati vacib orqanlarının funksiyalarının qorunmasına səbəb ola bilər. Eksperimental siçovullarda ifrat fiziki yüklənmə zamanı yorulmanın inkişafının təkanverici mexanizmi orqanizmin kifayət qədər enerji təchizatın olmasıdır. Bu proses öz növbəsində anaerob qlikoliz reaksiyalarının güclənməsinə səbəb olur və nəticədə lipid peroksidləşməsinin artması ilə əlaqəli olan purin mononukleotidlərinin sidiq turşusuna katabolizmin artımı ilə müşahidə olunan hiperlaktatemiya və karbohidrat çatışmazlığının inkişafına gətirib çıxarır.

ƏDƏBİYYAT

1. Директива 2010/63/EU Европейского парламента и совета Европейского союза по охране животных, используемых в научных целях. СПб., 2012.
2. Каркищенко В.Н., Капанадзе Г.Д., Деньгина С.Е., Станкова Н.В. Разработка методики оценки физической выносливости мелких лабораторных животных для изучения адаптогенной активности некоторых лекарственных препаратов. Биомедицина, 2011, № 1, с. 72–74.
3. Полевщиков М.М., Солодков А.С. Особенности утомления и восстановления спортсменов. Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта, 2013, № 6 (100), с. 130–143.
4. Солодков А.С. Физическая работоспособность спортсменов и общие принципы её коррекции (часть I). Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта, 2014, № 3 (109), с. 148–158.
5. Фудин, Н.А., Вагин Ю.Е., Пигарева С.Н. Системные механизмы утомления при физических нагрузках циклической направленности. Вестник новых медицинских технологий, 2014, Т. 21, № 3, с. 118–121.
6. Birrer D., Leinhard D., Williams C. et al. Prevalence of non-functional overreaching and the overtraining syndrome in Swiss elite athletes. Schweizerische Zeitschrift Für Sportmedizin Und Sporttraumatologie, 2013, vol. 61, № 4, p. 23–29.
7. Cardoos N. Overtraining syndrome. Curr. Sports Med. Rep, 2015, vol. 14, № 3, pp. 157–158.
8. Kellmann M. Bertollo M., Bosquet L. et al. Recovery and performance in sport: Consensus Statement. Int. J. Sports Physiol. Perform, 2018, vol. 13, № 2, p. 240–245.
9. Nieman D.C., Groen A.J., Pugachev A., Vacca G. Detection of Functional Overreaching in Endurance Athletes Using Proteomics. Proteomes, 2018, vol. 6, № 3, p. 33.
10. Schweltnus M., Soligard T., Alonso J. M. et al. How much is too much? (Part 2) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of illness. Br. J. Sports Med, 2016, vol. 50, pp. 1043–1052.

ИЗУЧЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ УТОМЛЕНИЯ НА ФОНЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Р.М. Гулузаде^{1а}, П.А. Шукюрова^{1,2,б}

¹ Азербайджанская Государственная Академия Физической Культуры и Спорта

² Институт физиологии имени академика Абдуллы Караева НАНА

^аrubaba.guluzada2020@sport.edu.az, orcid.org/0000-0003-4625-5335

^бshukurovaparvana@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5429-6423

Аннотация. Представленная статья посвящена изучению влияния воздействия физических нагрузок различной интенсивности на содержание глюкозы, молочной и мочевой кислот, а также на содержание продуктов свободнорадикального окисления (СРО) – гидроперекисей (ГП) и малонового диальдегида (МДА) в крови у крыс.

В ходе экспериментов было установлено, что физическое утомление возникает на фоне повышенного содержания лактата и мочевой кислоты и снижения уровня глюкозы, а также интенсификации процессов перекисного окисления липидов, что

может послужить пусковым механизмом для снижения функциональной активности систем организма. Также было отмечено, что утомление, вызванное интенсивными физическими нагрузками, сопровождается интенсификацией анаэробного гликолиза, дефицитом глюкозы и, как следствие, чрезмерным повышением лактата.

Ключевые слова: спортсмен, физическая нагрузка, интенсивные физические нагрузки, перекисное окисление липидов, молочная кислота, мочевая кислота, глюкоза, самцы крыс.

STUDY OF BIOCHEMICAL MECHANISMS OF FATIGUE AGAINST THE BACKGROUND OF PHYSICAL LOADS

R.M. Guluzadeh^{1а}, P.A. Shukurova^{1,2,б}

¹Azerbaijan State Academy of Physical Education and Sport

²Abdulla Garayev Institute of Physiology, Azerbaijan National Academy of Sciences

^аrubaba.guluzada2020@sport.edu.az, orcid.org/0000-0003-4625-5335

^бshukurovaparvana@gmail.com, orcid.org/0000-0001-5429-6423

Annotation. The influence of the effect of physical activity of various intensity on the content of glucose, lactic acid and uric acid, as well as on the content of free radical oxidation products (FRO) - hydroperoxides (HP) and malondialdehyde (MDA) in the blood of rats was studied. During the experiments, it was found that physical fatigue occurs against the background of an increased content of lactate and uric acid and a decrease in glucose levels, as well as intensification of lipid peroxidation

processes, which can serve as a trigger for reducing the functional activity of body systems. It was also noted that fatigue caused by intense physical activity is accompanied by an intensification of anaerobic glycolysis, glucose deficiency and, as a result, an excessive increase in lactate.

Keywords: athlete, physical activity, intense physical activity, lipid peroxidation, lactic acid, glucose, uric acid, male rats.