

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi
Azərbaycan Respublikası Gənclər və İdman Nazirliyi
Azərbaycan Dövlət Bədən Tərbiyəsi və İdman Akademiyası

Fakültə: İdman tibbi və menecment
Kafedra: Tibbi-bioloji elmlər

Əlyazması hüququnda

Rübabə Mübariz qızı Quluzadə

“Fiziki yüklənmə zamanı yorğunluğun yaranmasında oksidləşdirici stresin tədqiqi”
Magistr dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş

D İ S S E R T A S İ Y A

İxtisasın şifri və adı – 060802 Bədən tərbiyəsi və idman

İxtisaslaşma – Bədən tərbiyəsi və idmanda tibbi-bioloji təminat

Elmi rəhbər: B.ü.f.d., dos. Şükürova P.A.

Bakı – 2022

MÜNDƏRİCAT

| | |
|---|----|
| GİRİŞ..... | 3 |
| I FƏSİL. ƏDƏBİYYAT XÜLASƏSİ. FİZİKİ İŞ FONUNDA YORULMANIN YARANMA SƏBƏBLƏRİNİN MÜASİR ASPEKTLƏRİ..... | 6 |
| 1.1. Fiziki yüklənmə zamanı yorulmanın yaranma mexanizmləri..... | 6 |
| 1.2. Fiziki yüklənmə zamanı ərəbət radikalların əmələ gəlməsi mexanizmləri..... | 16 |
| 1.3. Oksigenin aktiv formalarının (OAF) fizioloji rolu və zədələyici təsiri..... | 22 |
| II FƏSİL. METODİK HİSSƏ..... | 29 |
| 2.1. Tədqiqatın təşkili..... | 29 |
| 2.2. Tədqiqatın metodları..... | 30 |
| 2.2.1. Biokimyəvi tədqiqat üsulları..... | 30 |
| 2.2.2. LPO məhsullarının miqdarının təyini..... | 30 |
| 2.3. Tədqiqatların nəticələrinin statistik işlənməsi..... | 32 |
| III FƏSİL. TƏCRÜBİ HİSSƏ. ALINMIŞ NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ..... | 32 |
| 3.1. Siçovullarda qanın biokimyəvi parametrlərinə fiziki yüklənmənin təsiri..... | 34 |
| 3.2. Fiziki yorulma zamanı sərbəstradikallı oksidləşmə proseslərinin intensivliyindəki dəyişikliklərin dinamikası..... | 38 |
| NƏTİCƏLƏR..... | 41 |
| TÖVSIYYƏ..... | 42 |
| İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT..... | 43 |
| ƏLAVƏLƏR..... | 55 |

GİRİŞ

Tədqiqatın aktualığı. Hal-hazırda ifrat fiziki yüklənmə zamanı sərbəst radikallı oksidləşmə proseslərin aktivləşməsi idmançının bacarığını məhdudlaşdıran və bir çox patoloji proseslərin inkişafına səbəb olan ən vacib amil kimi nəzərə alınır. Belə ki, ifrat fiziki yüklənmə stress faktor kimi orqanizmdə müxtəlif zəncirvari reaksiyalar törədir həmçinin, bu reaksiyalar arasında lipidlərin peroksidli oksidləşməsi (LPO) prosesinin intensivləşməsi və nəticədə sərbəst radikalların (SR) miqdarının artması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Lakin əmələ gələn LPO məhsullarının stasionar səviyyəsini saxlamaq üçün orqanizmdə təkamül prosesində oksidləşmə əleyhinə sistem və mexanizmlər formalaşmışdır. Bunlar ferment və qeyri-ferment antioksidant müdafiə sistemidir (AOMS) və fəaliyyəti LPO zəncirinin müxtəlif həlqələrinin neytrallaşdırıcı təsirdən ibarətdir. İşin əsas məqsədi müxtəlif intensivliyə malik fiziki yüklənmənin yerinə yetirilməsi zamanı fiziki yorulmanın yaranmasında LPO rolunun tədqiqindən ibarətdir.

Tədqiqatın obyektı. Müxtəlif intensivli fiziki yüklərin təsiri zamanı LPO məhsullarının səviyyəsi və bəzi biokimyəvi göstəricilər (süd turşusunun, sidik cövhəri, kreatin, qlükozanın qatılığının) ağ siçovullar üzərində aparılacaq.

Tədqiqatın predmeti. Məlumdur ki, fiziki yüklənmələr məşq prosesinin və idman nəticələrinin effektivliyini məhdudlaşdıran hipoksiya vəziyyətlərinin inkişafı ilə müşayiət olunurlar. Hipoksiya vəziyyətinin inkişafı makroergik birləşmələrin çatışmazlığına əsaslanır, bu proses öz növbəsində mitoxondriyada oksidləşdirici fosforlaşmanın zəifləməsinin nəticəsidir. Hipoksiya membran zədələnməsinə və LPO proseslərinin aktivləşməsinə gətirib çıxarır. Bütün hipoksiya növləri mütləq sərbəst radikal proseslərin aktivləşməsi ilə müşayiət olunur. Bununla əlaqədar olaraq SRO proseslərinin qarşısını almaq üçün və AOMS fəallığını artırmaq üçün antioksidant və antihipoksant maddələrin istifadəsi məqsədəuyğundur.

Tədqiqatın məqsədi. İşin əsas məqsədi müxtəlif intensivli fiziki yüklənmələr fonunda yaranan yorulma şəraitində orqanizmin antioksidant sistemin fəaliyyətinin xüsusiyyətlərinin eksperimental tədqiqi. Fiziki yüklənmələr zamanı LPO göstəricilərinin təyini yaranan yorulmanın korreksiyasına kömək edə bilər.

Tədqiqatın vəzifələri. Qarşıya qoyulmuş məqsəd və vəzifələrə müvafiq olaraq aşağıdakı tədqiqatların vəzifələrinin həlli planlaşdırılır:

1. Fiziki yüklənmə zamanı yaranan yorulmanın biokimyəvi mexanizmlərinin tədqiqi.

2. Optimala yaxın fiziki yüklənmədən sonra yaranan yorulma zamanı lipidlərin peroksidləşməsi (LPO) prosesinin intensivliyinin və bəzi biokimyəvi göstəricilərin təyini.

3. Optimal fiziki yüklənmədən sonra hidroperekislər (HP), malondialdehidin (MDA) və bəzi biokimyəvi göstəricilərin miqdarının təyini.

4. İfrat fiziki yüklənmədən sonra HP, MDA miqdarı, qlükoza, süd turşusu və sidik cövhərinin səviyyələrinin təyini.

Tədqiqatın fərziyyəsi. Optimal fiziki gərginlik zamanı eksperimental siçovullarda əmələ gələn metabolik dəyişikliklər karbonhidrat çatışmazlığı fonunda anaerob qlikoliz proseslərinin intensivləşməsində inkişaf edir. Bu metabolik dəyişikliklər həmçinin lipid peroksidasiyasının intensivləşməsi, kəskin olmayan ketonemiya və purin mononukleotidlərin katabolizmində artım olmadan baş verir və nəticədə antioksidant sisteminin və həyati vacib orqanların (ürək, qaraciyər) fizioloji funksiyaların qorunub saxlanmasını təmin edir. Təcrübə siçovullarda fiziki güc zamanı yorulmanın inkişafına təkan verən mexanizm - orqanizmin qeyri-effektiv enerji təchizatıdır. Bu vəziyyət həmçinin hiperlaktatemiya və karbohidrat çatışmazlığının inkişafı ilə müşahidə olunub anaerob qlikoliz reaksiyalarının intensivləşməsinə gətirib çıxarır. Nəticədə proses purin mononukleotidlərin sidik turşusuna katabolizmi ilə nəticələnir və paralel olaraq eksperimental heyvanlarda kontrol qrup ilə müqayisədə antioksidant sisteminin funksional fəallığının azalması, LPO proseslərin sürətlənməsi, həyati vacib orqanların (ürək, qaraciyər) funksiyalarındakı dəyişikliklər laktatın, piruvatın, sidik turşusunun, MDA həddindən artıq artımı qlükoza və qlükoza-6-fosfat dehidrogenaza aktivliyinin azalması ilə müşahidə olunur.

Tədqiqatın metodları. «Hospitex Diagnostics» (İtaliya) firmasının reaktivlərinin köməyi ilə qanda sidik turşusunun, süd turşusunun, sidik cövhərinin, «Ольвекс Диагностикум» (Sankt-Peterburq) firmasının reaktivləri vasitəsilə qlükoza

səviyyəsi təyin edilib. Lipidlərin peroksidləşməsinin məhsullarının səviyyəsi Asakawa T., Matsushita S. (1980) üsulu ilə müəyyən edilib. Eksperimentlərdə fiziki yüklənmə heyvanların xüsusi hovuzda məcburi üzmək üsulu ilə yaradılıb (Karkişenko V.N., 2011).

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Alınan nəticələr əsasında belə qənaətə gəlmək olar ki, fiziki fəaliyyətin intensivliyinin artması sərbəst radikalların oksidləşmə proseslərinin intensivləşməsinə səbəb olur. Fiziki iş nəticəsində yorulmanın yaranmasının təkanverici mexanizminin aşkarlanması yorulma zamanı metabolik dəyişikliklərin qiymətləndirilməsi və korreksiyası üsullarının işlənilib hazırlanmasına şərait yarada bilər.

Nəzəri əhəmiyyət. Fiziki fəaliyyətin intensivliyinin artması sərbəst radikalların oksidləşmə proseslərinin intensivləşməsinə səbəb olur.

Praktiki əhəmiyyət. Fiziki iş nəticəsində yorulmanın yaranmasının təkanverici mexanizminin aşkarlanması yorulma zamanı metabolik dəyişikliklərin qiymətləndirilməsi və korreksiyası üsullarının işlənilib hazırlanmasına şərait yarada bilər.

Dissertasiya işinin strukturu və həcmi. Dissertasiya kompüterdə yığılmış, mətni 55 səhifədən ibarət olub: girişdən, ədəbiyyat icmalından, obyekt və tədqiqat üsullarının təsvirindən, tədqiqatların nəticələrindən, onların müzakirəsindən, əsas nəticələrdən, nəşr olunmuş işlərin və istifadə edilmiş ədəbiyyat mənbələrinin siyahısından ibarətdir. İllüstrativ material 1 cədvəl və 6 şəkildən ibarətdir. Ədəbiyyat 3-ü azərbaycan, 75-i rus və 28-i ingilis dillərində olan 106 mənbəni əhatə edir.

Dissertasiyanın mövzusu üzrə 3 məqalə tərtib edilmişdir.

I FƏSİL

ƏDƏBİYYAT XÜLASƏSİ. FİZİKİ İŞ FONUNDA YORULMANIN YARANMA SƏBƏBLƏRİNİN MÜASİR ASPEKTLƏRİ

1.1. Fiziki yüklənmə zamanı yorulmanın yaranma mexanizmləri

Müasir dövrdə çoxsaylı elmi ədəbiyyat məlumatların 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 [46, 63, 66, 67, 69, 70, 89, 92, 93, 99].

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. Alekseev N.A. və b. (2014) yorulmanı müəyyən bir fəaliyyət növü nəticəsində baş verən və iş qabiliyyətinin və hərəkət keyfiyyətlərinin müvəqqəti azalması, hərəkət texnikasının pozulması kimi müəyyən edirlər. Belə ki, bu fizioloji vəziyyət həm sinir-əzələ fəaliyyətində, həm də daxili orqanların fəaliyyətində dəyişikliklərlə xarakterizə olunur, və orqanizmin müəyyən sisteminin funksionallığının azalmasının nəticəsi kimi özünü biruzə verir (36).

Müasir idmanda rekordların və idman nailiyyətlərinin davamlı artması məşqlərin, yarışların sayının artmasına, bərpa prosesinin pisləşməsinə səbəb olur ki, bu da idmançılarda yorulmanın və xəstəliklərinin artmasına səbəb olur. Hal-hazırda məşq edən bir idmançının vəziyyətinin təcili monitorinqi və yorulmanın ilkin əlamətlərinin erkən aşkarlanması üçün effektiv metodların tətbiqi aktualdır (10, 12, 16).

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 [73, 105]. 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 [52, 82, 84].

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, ürək-damar sisteminin fiziki yüklənmələrə normal reaksiyasını və ifrat məşqlərə reaksiyalarını ayıran meyarlar hələ də tam öyrənilməyib. İdmançılar üçün normativ (referent) biokimyəvi qan parametrlərinin müəyyən edilməsi vacibdir. Həmçinin idmançılarda müxtəlif patologiyaların qarşısının alınması və diaqnostikasını müəyyən edən klinik təlimatların hazırlanması da mühüm məsələlərdən biridir. Qeyd etməyə lazımdır ki, hal-hazırda yorulmanı, artıq fiziki yüklənməni və ifrat yüklənməni təyin etmək üçün etibarlı diferensial markerlər işlənilib hazırlanmayıb. Bu anlayışların təfsirində birmənalı yanaşma da yoxdur (41).

Biokimyəvi və immunoloji göstəricilər orqanizmin funksional vəziyyətini qiymətləndirmək imkanlarını əhəmiyyətli dərəcədə tamamlayır və genişləndirir, metabolik proseslərin gedişatını obyektiv qiymətləndirməyə və sağlamlıqda müəyyən dəyişikliklərin dərəcəsini düzgün qiymətləndirməyə imkan verir. Fəaliyyəti intensiv əzələ yüklənmələri ilə müşayiət olunan şəxslərin sağlamlıq vəziyyətinin monitorinqi və ümumi vəziyyətini qiymətləndirmək üçün vacib yerlərdən birini tuturlar. Fiziki yüklənmələr zamanı orqanizmin bütün sistemləri prosesdə iştirak etdiyi üçün müəyyən bir sistemin işində erkən dəyişiklikləri əks etdirən informativ və həssas göstəricilərin seçilməsi aktual məsələlərdən biridir.

Müasir elmdə intensiv fiziki gərginlik zamanı yorulmanın yaranması və orqanizmə təsiri haqqında məlumatları əks etdirən çoxlu nəşrlər mövcuddur (65, 68, 72, 80, 82, 89, 93, 96). Belə ki, dinamik və kinematik göstəricilərə əsaslanaraq, A.V.Qurskinin tədqiqatı göstərir ki, xizəkçilərin 30 km-lik distansiyada yarışı şəraitində idmançıların ikinci və üçüncü 5-kilometrlik məsafəni dəf etmə müddətində azalma müşahidə olunur. Dördüncü beş kilometrlik distansiyada məsafəni dəf etmə müddəti sabitləşir, sonuncu distansiyada isə artır, bu da, öz növbəsində, idmançı

orqanizminin yaranan yorulmaya uyğunlaşmasının və müqavimətinin təzahürü kimi qiymətləndirilə bilər (26).

Fiziki yüklənmələr zamanı idmançı orqanizmində enerji ehtiyatlarının səfərbərliyi baş verir. Belə şəraitdə enerji yüklənməyə məruz qalmış orqan və toxumalara arasında paylanır (35). İşləyən əzələlərin enerji təchizatı bu proseslər arasında xüsusi yer tutur. Belə ki, intensiv əzələ işi zamanı enerjiyə ehtiyac 200 və ya daha çox dəfə arta bilər [35, 45].

Əzələlər üç əsas biokimyəvi proses nəticəsində enerji ilə təmin olunur: anaerob alaktat, anaerob laktat (qlikolitik) və aerob [45, 48]. Bu proseslərin hər birinin imkanları enerjinin ayrılma sürəti və substratların kəmiyyət tərkibi ilə müəyyən edilir. Belə ki, fiziki yüklənmələr zamanı enerjinin ayrılması və ATF sintezi ilə müşayiət olunur katabolik proseslərin sürəti artır, eyni zamanda müxtəlif sintezləri təmin etmək üçün əhəmiyyətli miqdarda ATP istehlak edir anabolik proseslərin sürəti isə azalır. Fiziki yüklənmələr zamanı işlək əzələlərin enerji təchizatını yaxşılaşdırmaq üçün qaraciyərin funksiyaları aktivləşdirilir [45]: glikogenez və qlükoneogenez prosesləri artır və piy hüceyrələrinin hidrolizi sürəti artır.

Enerji təchizatı sistemindəki pozulmalar fiziki yüklənməyə, ifrat yüklənməyə və hətta idmançıların bəzi orqan və toxumalarında patoloji vəziyyətinin yaranmasına səbəb ola bilər. Bu sistemin monitorinqi çox vacibdir və burada əsas rol qan serumunda bir sıra informativ göstəriciləri müəyyən edən biokimyəvi nəzarətə aiddir [23, 29, 35].

Fiziki yüklənmə endokrin sistemin işində əhəmiyyətli dəyişikliklərlə müşayiət olunan əsas stress faktorlarından biridir [1, 29, 32, 45, 47, 49]. Qeyri-adekvat ifrat fiziki yüklənmələr hipofiz vəzinin ön payında adrenokortikotrop və tireotrop hormonlarının ifrazına təsir edir, böyrəküstü vəzinin hormonal funksiyasını zəiflədir (47). Həmçinin, intensiv fiziki yüklənmələr zamanı bir sıra hormonların "geri əlaqə" mexanizminin pozumasə baş verir.

Qan zərdabında hormonların tərkibindəki bütün dəyişikliklərin miqyası yerinə yetirilən yüklərin gücündən və müddətindən, orqanizmin fiziki hazırlığının dərəcəsindən, bərpa dövrünün müddətindən asılıdır [53, 54, 63]. Bu disbalans nəinki fiziki yüklənmələr fonunda müşahidə olunur, hətta fiziki yüklənmənin təsirindən sonra

kifayət qədər uzun müddət özünü biruzə verir. Bu hal da öz növbəsində gələcəkdə bir çox orqan və sistemlərin işində geridönməyən dəyişikliklərə səbəb ola bilər və nəticədə və nəticədə bir sıra xəstəliklərin inkişafına gətirib çıxara bilər. Buna görə fiziki yüklənmənin idmançılara təsirini nəinki fiziki yüklənmə zamanı və ya ondan dərhal sonra, hətta endokrin sistemin işinin sabitləşdiyi "bərpa dövründə" qiymətləndirmək vacibdir [54]

XIX-XX-ci əsrlərdə yorulmanın əsas səbəblərini izah etmək üçün bir neçə nəzəriyyələr irəli sürülmüşdür. Humoral-lokalistik nəzəriyyə bu vəziyyəti işlək əzələlərdə daxili dəyişikliklər ilə əlaqələndirdi. Bu nəzəriyyə əzələdə enerji mənbələrinin tükənməsini (tükənmə nəzəriyyəsi), süd turşusunun toplanmasını və asidozun yaranmasını, hipoksiyanın meydana gəlməsini işlək orqanda yorulmanın əmələ gəlmə səbəblərindən biri kimi izah edir. Mərkəzi sinir nəzəriyyəsi yorulmanın yaranmasını fiziki fəaliyyətinin yerinə yetirilməsini təmin edən müvafiq sinir mərkəzlərindəki dəyişikliklərlə əlaqələndirdi. Belə ki, əvvəlcə sinir hüceyrələrində adozinüçfosfat (ATF) çatışmazlığı əmələ gəlir və qlutamin turşusunun metabolizmi dəyişir. Sonrakı mərhələdə qlutamin turşusu γ -amin-yağ turşusuna çevrilir. Bu amin turşusunun miqdarı uzunmüddətli fiziki iş zamanı artır və neyronlarda tormozlanma proseslərini aktivləşdirir. Bu səbəbdən əzələlərin fəaliyyəti pozulur və nəticədə fiziki iş əhəmiyyətli dərəcədə azalır. Müasir ədəbiyyatda bir çox alimlərin əsərlərində yorulmanın yaranmasında sinir sisteminin aparıcı rolu göstərilir [56,65,72]. Belə ki, A.A. Uxtomski, orqanizmdə yorulmanın baş verməsini təkcə beyin qabığının neyronları ilə deyil, həm də fiziki fəaliyyətdə iştirak edən sinir sisteminin digər şöbələri ilə əlaqəli olduğunu göstərmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, yorulma zamanı orqanizmdə fizioloji sistemlərin funksional imkanlarının azalması tədricən baş verir [68].

Eyni zamanda orqanizmdə yorulmanın yaranması fiziki fəaliyyətin həcmi və növü, onun intensivliyi və orqanizmin adaptiv reaksiyası ilə də əlaqədardır [55,68, 105]. Müəyyən olunub ki, orqanizmdə yorğunluq zamanı skelet əzələlərində kreatin fosfat və qlikogen tükənir, laktat və ketonlar toplanır, pH dəyişir, miozin ATF-azanın aktivliyi azalır, kreatinfosfatın miqdarı aşağı düşür, kreatinfosfokinaz reaksiyasının

sürəti azalır, zülalların katabolizmi yüksəlir. Bu prosesin inkişafına fiziki yüklənmələrin xüsusiyyəti təsir göstərir: maksimal məşq yükləri zamanı yorulmanın yaranması ATP resintezinin qeyri-adekvat sürəti və əzələdaxili glikogen ehtiyatlarının tükənməsi ilə əlaqələndirilir; ifrat və həddən artıq məşq yükləri zamanı - yuxarıda göstərilən amillərə asidoz və laktoasidoz qoşulur; optimal məşq yükləri zamanı yorulmanın yaranma səbəblərinə qeyd olunanlarla yanaşı orqanizmdə hipoplíkemiyanın, susuzlaşmanın və ketoasidozun yaranması da aiddir [24, 66, 67, 68].

Aşağıdakı əlamətlər idmançı orqanizmdə yorulmanın yaranmasına dəlalət edir: tənqənəfəslik, idman fəaliyyətinin nəticələrinin azalması, həddindən artıq tərləmə, hərəkətlərin koordinasiyasının pozulması. Fiziki yorğunluq orqanizmin oksigeni nəqli sisteminin funksional vəziyyətinin azalması ilə müşayiət olunur. Eyni zamanda, tənəffüsün dəqiqə həcmnin və oksigen istifadəsinin göstəricilərində də azalma qeyd olunur. Fiziki yorulma zamanı ürək-damar, tənəffüs, sinir və orqanizmin digər sistemlərinin fəaliyyətində dəyişikliklər baş verə bilər [31, 32, 46, 93, 100].

Aşırı fiziki yüklənmə uzun müddət davam edərsə və ya dəfələrlə təkrarlanırsa, onda bu fonda məşq yüklərinin intensivliyi və istirahət rejiminin ahəngdar əvəz olunması prosesinin pozulması səbəbindən “tükədiçi” yorulma və ya yorulmanın yığılması baş verir [10, 92]. Bərpa dövrünün uzun müddət qısa olması səbəbindən idmançı orqanizmdə xroniki yorulma və ya ifrat yorulma yaranır [12].

İdmançıda məşqdən qabaq subyektiv yorğunluq hissini olmasi xroniki yorulma əlaməti kimi qəbul etmək olar. Belə şəraitdə fiziki iş zamanı tez bir vaxtda yorulma baş verir. Bununla yanaşı idmançının əhval-ruhiyyəsinin dəyişilməsi, əsəbilik, idman göstəricilərinin aşağı düşməsi xroniki yorulmanın xüsusiyyətlərindən hesab olunur [48, 92]. Göstərilmişdir ki, xroniki yorulma əlamətləri yüksək ixtisaslı idmançıların 41%-də qeyd olunur [8].

İfrat yorulma isə fiziki işdən sonra baş verən həddindən artıq yorğunluq hissi, yuxusuzluq, əhval-ruhiyyənin kəskin dəyişilməsi ilə müşahidə olunan vəziyyətdir. İfrat yorulma zamanı güvvə imkanlarının parametrləri əhəmiyyətli dərəcədə azalır; bərpa proseslərinin səmərəliliyi və koordinasiya qabiliyyətləri aşağı düşür [53,59, 84, 92].

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. Eyni zamanda, onun vaxtında diaqnostikası, bir tərəfdən, ifrat yorulma, ifrat məşq, həddən artıq məşqolunma kimi patoloji vəziyyətlərinin proqnozlaşdırılmasını, digər tərəfdən isə idmançı orqanizminin fiziki iş qabiliyyətinin qorunub saxlanılmasına şərait yarada bilərdi.

Yarım əsrdən çox əvvəl idman təbabəti sahəsində sovet mütəxəssisi S.P.Letunov [1975] “məşq yükləri” və “ifrat məşq yükləri” anlayışları arasındakı fərqləri göstərmişdir. Məşq yükləri orqanizmin bütün sistemlərinin, xüsusən hərəkət aparatı və vegetativ funksiyalar, arasında optimal əlaqələr ilə xarakterizə olunan bir vəziyyətdir. Bu vəziyyət sinir sisteminin tənzimləyici, əlaqələndirici rolunu nəticəsində, simpatik sinir sisteminin adaptiv-trofik funksiyası səbəbindən yaranır və əsasən humoral tənzim sisteminin vəziyyətindən asılı olur.

Yaxşı məşq olunmuş orqanizmin kompleks fəaliyyəti onun morfoloji və funksional xüsusiyyətlərinin dəyişməsi ilə təmin edilir. Bu göstəricilərdə öz növbəsində təlim prosesini təşkil edən bütün amillər kompleksinin təsirindən asılıdır (61).

Sistemli təlimin təsiri ilə əlaqəli olaraq orqanizmin funksional baxımından dəyişilməsi (mükəmməl texnika, rəşional taktika və idmançının düzgün könüllü hazırlığı), onun yüksək idman nailiyyətlərə nail olma perspektivlərini müəyyən edir (2, 3). Optimal fiziki yüklənmələrdən fərqli olaraq, ifrat fiziki yüklənmələr idmançının fiziki iş görmə qabiliyyətinin azalması, psixoloji və fiziki vəziyyətinin aşağı düşməsi, işlək və tənzimləyici orqan və sistemlərinin patologiyalara gətirib çıxarda biləcək metabolizmin geniş spektri pozulmaları ilə xarakterizə olunan bir vəziyyətdir. İfrat fiziki yüklənmələr qacılmaz olaraq beyin qabığına təsir edir, oyanma və tormozlama prosesləri arasında qurulan tarazlığı pozur (61).

İfrat fiziki yüklənmə vəziyyəti məşq prosesi zamanı artıq yük daşıyan işlək orqanlarda (ürək, qaraciyər, hərəkət-dayaq sistemi və s.) aydın şəkildə təzahür oluna bilər. aerob və anaerob laktat enerji təchizatı sistemlərini əhatə edən dözümlülük tələb

edən idman növlərində ifrat fiziki yüklənmə ürəyin hiperfunksiyası və simpatoadrenal, hipotalamo-hipofiz-adrenal sistemlərin həddindən artıq funksiyası ilə müşayiət olunur. Bu vəziyyət öz növbəsində ürəyin hemodinamik yüklənməsinə və miokardın distrofik dəyişikliklərin yaranmasına səbəb ola bilər (61).

Hal-hazırda fiziki iş şəraitində yorulmanın və onunla əlaqəli orqanizmin funksional vəziyyəti müəyyənləşdirilməsi əsasən biokimyəvi [9, 30, 49, 54, 91, 100], fizioloji [14, 29, 38, 96, 101] və psixofizioloji [4, 23, 33, 62, 71, 97] tədqiqat metodlarına əsaslanır.

Belə ki, hazırki dövrdə fiziki yüklənmənin dərəcəsini və ya orqanizmin həyat qabiliyyəti səviyyəsinin qiymətləndirilməsinə ehtiyac böyükdür. Bu qiymətləndirilmə idmançılarda zədələnmələrin qarşısının alınması və onların hazırlıq dərəcəsinin qiymətləndirilməsi üçün vacibdir. Həmçinin, belə bir qiymətləndirmə terapevtik və profilaktik təsirlər zamanı orqanizmin yorulma dərəcəsini və onun dəyişikliklərini obyektiv şəkildə qeyd etməyə imkan yarada bilər. Bu qiymətləndirməni keçirtmək üçün müxtəlif yanaşmalar mövcuddur, məsələn, orqanizmin müxtəlif struktur və funksional xüsusiyyətlərinin normadan kənara çıxma dərəcəsini ölçmək və bununla da idmançıların yorğunluq və bərpa dərəcəsini qiymətləndirmək mümkündür (5). Lakin orqanizmin müxtəlif orqan və sistemləri üçün bu dəyişikliklərin müxtəlif vaxtda inkişaf etməsi, müxtəlif dərəcədə təzahür olunması və çoxistiqamətliliyi xarakterikdir (adətən kompensasiya proseslərinin inkişafı nəticəsində).

Fiziki yüklənmənin idmançı orqanizminə təsirini qiymətləndirməyə imkan verən biokimyəvi markerlərin spektri ətrafları aşağıdakı cədvəllərdə verilmişdir (cədvəl 1.1, 1.2.).

Fiziki yüklənmənin intensivliyini müəyyən edən markerlər

| | |
|----------------------------------|--|
| Qanın klinik-biokimyəvi analizi: | Hemoqlobin, hematokrit, retikulositlər |
| Biokimyəvi göstəricilər: | Kreatin, ammoniyak, süd turşusu, sidik turşusu, xolesterin, üçqliseridlər, laktatdehidrogenaza, mioqlobin, ferritin, transferin, dəmit, magnezium, kalium, ümumi zülal və zülal fraksiyaları |
| Hormonlar: | Kortizol, testosteron, noradrenalin, dofamin, eritropoetin |
| Sidiyin biokimyəvi analizi: | pH, zülal, sıxlıq, kreatin, sidikdə kreatinin, keton cisimləri |

Cədvəl 1.2

İfrat fiziki yüklənmə və həddən artıq məşq markerləri

| | |
|--|---|
| Laktat | 1.Fiziki işin enerji təchizatında aerob mexanizmlərin payının artması ilə əlaqəli standart fiziki yükü yerinə yetirərkən laktatın daha az toplanması (məşq etməyənlərlə müqayisədə). 2.Fiziki yüklənmənin şiddətinin artımı fonunda qanda laktatın səviyyəsinin cuzi artımı. 3.Fiziki yüklənmədən sonra, bərpa dövrü ərzində, laktatın mənimsənilməsi sürətinin artması |
| Hemoqlobin | İdmançıların hazırlıq səviyyəsinin artması ilə qanın ümumi həcmnin artımı, bu da hemoglobinin konsentrasiyasının kişilərdə 160-180 q/ l-ə qədər, qadınlarda isə - 130-150 q /l-ə qədər artması |
| Sarkoplazmatik fermentlər | Laktatdehidrogenazana (LDQ) fermentin fəallığının artımı miyositin membran strukturlarının keçiriciliyində əhəmiyyətli dəyişikliyi və orqanizmin yüksək intensivlikli fiziki yüklənmələrə uyğunlaşmasını əks etdirir. Məşq etməyənlərdə skelet əzələlərinin zədələnməsi zamanı LDQ səviyyəsində kəskin artım müşahidə olunur. Belə şəraitdə idmançılarda bu fermentin fəallığı dəyişilməz qalır |
| Mioqlobin və malondialdehidin konsentrasiyası | Mioqlobinin aktivliyinin və malondialdehidin səviyyəsinin artımı miqyası və əzələ toxumasının həddən artıq gərginliyinin və destruksiya dərəcəsini əks etdirir |
| Əzələ zülallarının spesifik metabolitləri - kreatinin və 3-metil-histidin aşkarlanması | Kreatinin və 3-metil-histidin aşkarlanması, əzələlərdə həddindən artıq yüklənmə və patoloji dəyişiklikləri aşkar etmək üçün test kimi istifadə olunur |

Cədvəl 1.2-nin ardı

| | |
|---------------------------------------|---|
| Qanda maqnezium, kaliumun səviyyələri | Fiziki yüklənmə fonunda idmançıların qanında maqnezium, kalium konsentrasiyanın azalması həddindən artıq məşq və yorulmanın nəticəsidir |
| Xrom mikroelementinin səviyyəsi | Orqanizmdə xrom çatışmazlığı olanda idmançılarda mərkəzi sinir sisteminin fəaliyyəti pozulur, narahatlıq, yorğunluq, yuxusuzluq, baş ağrıları yaranır |

Əzələ yorğunluğu (əzələlərin müəyyən bir intensivlikdə əzələ təqəllüsünü təmin edə bilməməsi) əsasən ammiak, laktat, kreatin fosfatın çox olması, zülal çatışmazlığı fonunda yaranan vəziyyətdir (cədvəl 1.3).

Cədvəl 1.3

Yorulmanın markerləri

| | |
|--|---|
| Karbohidrat mübadiləsinin bərpa əmsalı | Bərpa dövründə süd turşusunun mənimsənilməsinin sürəti |
| Lipid mübadiləsinin bərpa əmsalı | Bərpa dövründə qanda aerob oksidləşmənin əsas substratları olan yağ turşuları və keton cisimlərinin miqdarının artması |
| Zülal mübadiləsinin bərpa əmsalı | Sidik cövhərinin səviyyəsinin norma göstəricilərinə qayıtma sürəti. Yarış və məşqlər bitdikdən sonra ertəsi gün sidik cövhərinin miqdarının normadan yüksək olması, idmançı |

| | |
|---|---|
| | orqanizminin tap bərpa olmaması və ya yorulmanın inkişafının göstəricisidir |
| Qanda lipidlərin peroksid oksidləşmə (LPO) məhsullarının -malondialdehidin MDA, dien konyuqatlarının (DK) təyini. | Orqanizmin fiziki yüklənməyə qarşı reaksiyasına biokimyəvi nəzarət, stress sindromunun inkişafı zamanı biodestruktiv proseslərin dərinliyinin müəyyən edilməsi |
| Antioksidant müdafiə sisteminin (AOMS) fermentlərinin təyini | Qlutatioperoksidaza (QPO), qlutationreduktaza (QR) katalaza (Kat), superoksiddismutaza (SOD) fermentlərinin fəallığının təyini |
| Orta kütləli molekulların (OK M) təyini | Zülal maddələrinin peroksid zədələnməsi onların deqradasiyasına və intensiv fiziki yüklənmədən sonra idmançılarda endogen intoksikasiyanın markerləri hesab edilən orta kütləli molekulların zəhərli fraqmentlərinin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Yorulmanın ilkin mərhələlərində OKM səviyyəsi norma ilə müqayisədə orta hesabla 20-30%, yorulmanın orta mərhələsində - 100-200%, yorulmanın sonrakı mərhələsində - 300-400% artır. |

Əzələ zədələnməsinin markerləri

| | |
|--|--|
| Sarkoplazmatik fermentlərin səviyyəsi | Laktatdehidrogenazana (LDQ) fermentin fəallığının təyini |
| Mioqlobin, troponin səviyyələrinin təyini | |
| Qanda lipidlərin peroksidli oksidləşmə (LPO) məhsullarının - malondialdehidin (MDA), dien konyuqatlarının (DK) təyini. | |
| Antioksidant müdafiə sisteminin (AOMS) fermentlərinin təyini | qlutatioperoksidaza (QPO), qlutationreduktaza (QR) katalaza (Kat), superoksiddismutaza (SOD) fermentlərinin fəallığının təyini |
| Oksigenin aktiv formalarının (OAF) səviyyəsi | OMQ testi |
| Əzələ zülallarının spesifik metabolitləri | Kreatinin və 3-metil-histidin aşkarlanması |

Cədvəl 1.5

Fiziki yüklənmədən sonra orqanizmin bərpasının markerləri

| |
|---|
| qlükoza səviyyəsi |
| İnsulin, kortizol səviyyəsi |
| Süd turşusu (laktat) səviyyəsinin bərpa sürəti |
| Laktatdehidrogenazana (LDH) fermentinin səviyyəsinin bərpa sürəti |
| Sidik cövhərinin səviyyəsinin bərpa sürəti |
| Sərbəst yağ turşularının artması |
| Malondialdehidin (MDA), dien konyuqatlarının (DK) səviyyələrinin azalması |
| Ümumi zülal və zülal fraksiyaları |
| Dəyişilmiş göstəricilərin normaya qayıtması. |

İdmançılarda yorulmanın, emosional və fiziki ifrat yorulmalarının yaranma səbəblərinin öyrənilməsi zamanı dəqiqədə ürək yığılmalarının sayının və arterial təzyiqin (AT) göstəricilərinin təyinin vacibliyi dəfələrlə təsdiq edilmişdir [16, 17, 20, 39, 43, 50, 51, 88, 98].

Məlumdur ki, silsiləvi idman növlərində idmançıların funksional hazırlığı fizioloji sistemlərin imkanlarından və ürək-damar sisteminin (ÜDS) fəaliyyətindən asılıdır [60, 74].

Bir sıra tədqiqatlarda ürək vurğularının sayının dəyişilməsinə görə yorulmanın proqnozlaşdırılmasının mümkümlüyünü əks olunub [35, 34, 40, 78, 85, 88, 103].

Adətən fiziki iş yükləri zamanı vegetativ tarazlığın kəmiyyətini müəyyən etmək üçün ortostatik testdən istifadə olunur [13, 76, 104].

Ümumiyyətlə idmançıların fiziki iş görmə qabiliyyətini qiymətləndirmək üçün PWC₁₇₀ testindən istifadə edilir [21,57, 58].

Psixofizioloji göstəricilərə görə yorulmanın təyin olunması V.V. Rojentsov və b. (2006), M.M. Polevşikovun və b. (2014) tədqiqatlarında öz əksini tapıb [64, 65].

Biokimyəvi göstəricilərə gəldikdə isə idmançıların fiziki iş görmə qabiliyyətini qiymətləndirmək üçün hormonal vəziyyətin göstəricilərinin təyini məqsədəuyğundur. Belə ki, idmançıların qanında testosteronun, kortizolun, dehidroepiandrosteron sulfatın, somatotropinin və prolaktinin səviyyələrinin təyini onların funksional hazırlığının obyektiv göstəriciləridir [75, 79, 83, 86].

İdmançıların fiziki iş görmə qabiliyyətinin hal-hazırkı vəziyyətini qiymətləndirmək üçün kreatinkinaza, laktatdehidrogenaza, aspartat aminotransferaza, alaninaminaza fermentlərinin fəallığı, süd turşusu, sidik cövhəri, şəkər və kreatinin səviyyələrinin təyini geniş istifadə olunur [18, 28, 45, 47, 77, 80, 94].

Yuxarıda sadalananları ümumiləşdirərək onu qeyd olar ki, mövcud üsullar fiziki yorulmanın vaxtında aşkarlaması üçün kifayət deyil.

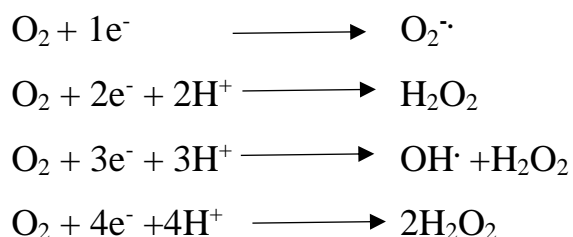
Belə ki, fiziki iş nəticəsində yorulmanın yaranmasının təkanverici mexanizminin aşkarlanması yorğunluq zamanı metabolik dəyişikliklərin qiymətləndirilməsi və korreksiyası üsullarının işlənib hazırlanmasına şərait yarada bilər.

1.2. Fiziki yüklənmə zamanı sərbəst radikalların əmələ gəlməsi mexanizmləri

Mövcud ədəbiyyat məlumatlarına əsaslanaraq qeyd etmək olar ki, müxtəlif fiziki yüklənmələr fonunda fiziki iş qabiliyyətini qiymətləndirmək üçün sərbəst radikallı oksidləşmə (SRO) proseslərini öyrənmək perspektivi haqqında məlumat çoxdur (11, 25). Hələ 70-ci illərin sonlarında fiziki yüklənmələrin SRO proseslərinin fəallaşması ilə müşayiət olunması məlum oldu.

Bir çox ədəbiyyat mənbələrindən məlumdur ki, oksidləşdirici stress (OS) müxtəlif genetik xəstəliklərdə (iltihab prosesləri, ürək-damar xəstəlikləri, yeni törəmələr) müşahidə edilən bir prosesdir (15). Belə ki, müəyyən edilmişdir ki, patoloji proseslər və stress orqanizmdə müxtəlif zəncirvari reaksiyalar törədir və bu reaksiyalar arasında lipidlərin sərbəst radikallı oksidləşməsi (SRO) prosesinin intensivliyin yüksəlməsi və nəticədə sərbəst radikalların (SR) miqdarının artması xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bununla yanaşı qeyd etmək lazımdır ki, LPO prosesləri orqanizmin hüceyrə və toxumalarında baş verən və onların fəaliyyəti üçün lazım olan fiziki-kimyəvi prosesdir. Həmçinin membranların xassələrinin və quruluşunun modifikasiyasına cavabdeh olan mexanizmlərdən biridir. Onu da vurğulamaq lazımdır ki, normal metabolizm şəraitində hüceyrə və toxumalarda LPO-nun stasionar səviyyəsinin mövcudluğu vacib amillərdən biridir. Belə ki, orqanizmin hüceyrələrinin böyüməsində iştirak edən LPO normada canlı toxumalarda təhffüs prosesində, fasiləsiz hüceyrə keçiriliyinin tənzimində, hüceyrə bölünməsi, proqesteron və steroid hormonların, prostaqlandinlərin və leykotriyenlərin biosintezində, xolesterinin hidrosilləşməsində, oksidləşmə-fosforlaşma və zərərli maddələrin detoksikasiyasında əhəmiyyətli funksiyalar yerinə yetirir (15).

Sərbəst radikallar (SR) qısa ömürlü, bir (və ya daha çox) qoşalaşmamış elektrona malik, qeyri-sabitdir və yüksək reaktiv hissəciklərdir. SR hər hansı üzvi birləşmələrlə qarşılıqlı təsir göstərir və zəncirvari kimyəvi reaksiyaların baş verməsinə səbəb olurlar. Bioloji sistemlərin zədələnməsi prosesində oksigenin aktiv formalarının ən azı üç növü iştirak edir: superoksid, hidrogen peroksid və hidroksil radikal. SR əmələ gəlməsi ilə nəticələnən və oksigenin iştirakı ilə qədən elektronun birləşməsi reaksiyaları aşağıdakı sxemdə verilib:



Mitoxondrilərin tənəffüs zənciri orqanizmdə reaktiv oksigen növlərinin əsas mənbəyi hesab olunur [87,36]. Fiziki gərginlik zamanı əzələlər tərəfindən oksigen istehlakı kəskin şəkildə artır, bu da superoksid radikallarının əmələ gəlməsi ehtimalını artırır.

Bununla belə, mitoxondriya zədələndikdə radikalların əmələ gəlməsi əhəmiyyətli dərəcədə arta bilər, buna görə də oksigenin aktiv formalarının (OAF) artması nəinki aerob yeklənmələr zamanı, həm də əzələ hüceyrələri nisbi hipoksiya vəziyyətində olan izometrik yüklər zamanı müşahidə olunur [102].

Oksigen çatışmazlığı zamanı mitoxondriyaların bioenergetik funksiyası pozulması baş verir. Belə şəraitdə ATF-in azalması ion nasoslarının keçiriciliyin pozulmasına və hüceyrədaxili depolardan kalsium ionlarının (Ca^{2+}) çıxmasına, həmçinin Ca^{2+} ionlarının hüceyrələrarası mühitdən “sızmasına” səbəb olur. Nəticədə sitozolda Ca^{2+} toplanması membran fosfolipazlarının aktivləşməsinə, membran fosfolipidlərinin bir hissəsinin hidrolizinə, mitoxondri membranların keçiriciliyinin artmasına və onların ATF sintez etmə qabiliyyətinin itirilməsinə səbəb olur. Mitoxondriyanın tənəffüs zəncirindən elektronların “sızması” və sərbəst radikalların oksidləşməsinin aktivləşməsi ilə nəticələnən mitoxondriyanın hipoksik zədələnməsinin dairəsi yaranır [36]. Mitoxondriyaların strukturunun pozulmasının digər səbəblərdən biri də intensiv fiziki yüklənmələr zamanı laktatın yığılması asidozun inkişafıdır.

Mitoxondrilərin strukturları tənəffüs zəncirinə və ya müxtəlif oksidləşdiricilərin təsiri altında əmələ gələn OAF-ın iştirakı ilə yaranan oksidləşmə stressinə son dərəcədə həssasdır. Oksidləşdirici stress LPO proseslərinin intensivləşməsi, DNT-də mutasiyaların yaranması və zülalların oksidləşməsi ilə müşayiət olunur (11, 25). Oksidləşdirici stress zamanı hüceyrə və onun komponentlərinin membranlarının zədələnməsi ilə qanın lipoproteidləri sərbəst radikalların zədələyici təsirinə məruz qalırlar.

Fiziki yüklənmələr zamanı sərbəst radikalların əmələ gəlməsinin digər səbəblərindən biridə araxidon turşusunun metabolizmdir. Sitozolda Ca^{2+} yığılması nəticəsində yaranan fosfolipaz A2-nin aktivləşməsi membran fosfolipidlərindən

araxidon turşusunun ayrılmasına səbəb olur. Araxidon turşusunun sikloksigenaza və lipoksigenaza yolları vasitəsilə sonrakı oksidləşməsi oksigenin superoksid radikalına çevrilməsində iştirak edən yan məhsulların əmələ gəlməsinə gətirib çıxardır [102]. Araxidon turşusunun metabolizmi məhsulları - eikozanoidlər - iltihab mediatorlarından biridirlər.

Məlumdur ki, hüceyrə membranları çoxlu miqdarda polidoymamışdoymamış yağ turşuları (PDYT) ilə zəngindir. Bu molekullar SR-ın təsirinə məruz qaldıqda asanlıqla zədələnir. Membran lipidlərinin oksidləşməsi onların strukturunda dəyişikliklərə səbəb olur, nəticədə membranların sərtliyi artır və membran zülallarının aktivliyi dəyişir, membran keçiriciliyi, o cümlədən ion nasoslarının fəaliyyəti pozulur.

SR zülallara təsiri müxtəlif dəyişikliklərə səbəb olur: təsirə məruz qalmış birləşmələrin və digər hüceyrə komponentlərinin çarpaz əlaqəsi; zülalların parçalanması; zülalın strukturunu dəyişən və funksional fəallığına təsir edən zülal molekulunun spesifik zədələnməsi. Bu cür dəyişikliklər əhəmiyyətli nəticələrə səbəb ola bilər.

Sərbəstradikallı oksidləşmə (SRO) sahəsində çoxsaylı tədqiqatların mövcudluğuna baxmayaraq, orqanizmin orqan və toxumalarında biokimyəvi proseslərin tənzimlənməsində iştirak edən lipidlərin fiziki-kimyəvi xassələrinin və təsir mexanizmlərinin ətraflı araşdırılması, həmçinin fiziki və kimyəvi xassələri zədələyici amillərin orqanizmə bioloji təsiri zamanı LPO proseslərində baş verən dəyişikliklərin öyrənilməsi istiqamətində aparılan tədqiqatlar hər zaman olduğu kimi yenə də aktualıq kəsb edir (15).

Sərbəstradikallı oksidləşmə intensivliyinə təsir edən amillərdən biri də toxumaların qanla təchizatının pozulması nəticəsində hipoksiya və işemiyanın yaranmasıdır. Bu zaman toxumalar həyat fəaliyyəti üçün vacib olan oksigenlə təmin oluna bilmir. Nəticədə hidrogen və elektronların tənəffüs zəncirinə daşınması tormozlanır, hüceyrələrin oksidləşmə-reduksiya balansı reduksiya olunmuş məhsulların artması istiqamətində dəyişir. Belə şəraitdə reduksiya olunmuş metabolitlərin toplanması pH-ın kəskin sürətdə azalmasına səbəb olur, bu da öz

növbəsində zülalların, xüsusilə də membran zülallarının konformasiya dəyişkənliyi nəticəsində lipid molekulları ilə əlaqələrinin pozulmasına səbəb olur (87,36,102).

Oksidləşdirici stressin ilk təsir hədəflərdən biri - mitoxondrial DNT-dir. Bu birləşmənin oksidləşməsi mitoxondrilərin fəaliyyətinin dayanmasına və hüceyrə ölümünə səbəb olur.

Hüceyrə DNT-nin oksidləşdirici zədələnməsi ilk növbədə hidrosil radikalının təsiri nəticəsində baş verir (superoksid və hidrogen peroksid birbaşa DNT təsir göstərmirlər). Hidrosil radikal DNT-in çoxsaylı modifikasiyasına səbəb olur. Bu cür modifikasiyaların nəticələrindən biri hüceyrə ölümünə səbəb olan DNT replikasiyasının blokadasıdır.

OAF-ın əmələ gəlməsinin artmasının digər səbəbi - məşq zamanı toxumaların qeyri-bərabər oksigen təchizatı ilə əlaqəli olan ksantin oksidaz fermentinin aktivləşməsidir. Toxumaların işemiyası adenil nukleotidlərinin aktiv parçalanması və ksantin oksidaz substratlarının - ksantin və hipoksantin - toplanması ilə müşayiət olunur. Toxumaların sonrakı reoksigenasiyası bu substratların sidik turşusuna aktiv oksidləşməsinə səbəb olur. Belə ki, oksidləşmənin əlavə məhsulu - superoksid radikalıdır (87,36).

Sərbəst radikallı oksidləşmə prosesinin aktivləşməsi orqanizmin müxtəlif müxtəlif dərəcəli fiziki yüklənmələr zamanı yaranan stressə cavabının universal mexanizmidir[5].

Sərbəst radikal oksidləşmə məhsulları stressin "ilkin mediatorları" kimi nəzərdən keçirilir. Əzələ fəaliyyəti ilə bağlı OAF-ın səviyyələrində müəyyən artımı orqanizmin müntəzəm fiziki yüklənmələrə adaptasiyanın yaranmasında mühüm rol oynayır. Belə ki, sərbəst radikallar adaptasiya proseslərinə təkan verən siqnal molekullarının funksiyalarını yerinə yetirir.

Qeyd olunana səbəblərlə yanaşı müasir idmanda fiziki iş görmə qabiliyyətinin stress xüsusyyəti daşdığı da qeyd etmək lazımdır. Stress zamanı simpato-adrenal sistemin aktivləşməsi orqanizmin enerji və funksional resursların səfərbər olmasını təmin edir. Lakin, orqanizmdə katexolaminlərin (adrenalin, noradrenalin, dofamin) yüksək konsentrasiyası sərbəst radikalların əmələ gəlməsini sürətləndirir. Bu,

katexolaminlərin özlərinin metabolizmi ilə bağlıdır: bu birləşmələrin həm sintezi, həm də parçalanması OAF-ın əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur. Bundan əlavə, katexolaminlərin yüksək konsentrasiyası mitoxondriyada oksidləşmə və fosforlaşma proseslərin pozulmasına səbəb olur ki, bu da öz növbəsində miofibrillərin oksigen sərf etməsinin artması şəraitində mitoxondrilərin tənəffüs zəncirindən elektronların "sızmasına" və OAF-ın əmələ gəlməsinə səbəb olur (87,36,102).

LPO-nun toxuma və hüceyrələrdə dağıdıcı təsiri ayrı-ayrı hüceyrə orqanoidlərinin membranlarında baş verən proseslərin ümumi nəticələrindən ibarətdir. İlk növbədə yaranan zərərli metabolitlər əzələ hüceyrələrinin lizosomlarının membranlarını zədələyir. Membranların zədələnməsi nəticəsində fermentlərin xaric olması hüceyrələrdə hidrolitik proseslərin güclənməsinə gətirib çıxardır. Bununla yanaşı endoplazmatik retikulumda biozintez reaksiyaları pozulur və bununla da əzələ toxumalarının hüceyrələrində toksinlərin detoksiyaya sistemi zədələnir; mitoxondrilərdə fosforlaşma proseslərinin pozulması energetik prosesləri zəiflədir; sərbəstradikal oksidləşmə fermentləri inaktivləşir; sulfhidril qrupları (SH-qrupları) oksidləşərək fermentlərin polimerləşməsinə səbəb olur və s. (7, 15).

Lipidlərin peroksidli oksidləşmə (LPO) prosesi təsadüfi hal olmayıb, hüceyrə və membran strukturlarında bu və ya digər dərəcədə baş verir, daimi olaraq membranların lipid tərkibini dəyişir və bunun nəticəsində membran əlqəli fermentlərin fəallığı da dəyişilir. Qeyd etmək lazımdır ki, LPO prosesləri üçün bioloji sistemdə Fe^{+2} ionlarının, OAF-ın və substratın – polidoymamyış yağ turşularının (PDYT) mövcudluğu zəruridir. LPO-i tipik zəncirvari reaksiyalardır, inisiyasiya, zəncirin davam etməsi, zəncirin şaxələnməsi və qırılması mərhələlərindən ibarətdir (15). Lipidlərin peroksidli oksidləşməsi prosesi zamanı baş verən reaksiyalara nəzər saldıqda aşağıdakı mərhələləri ayırd etmək olar: LPO-nun birinci mərhələsində öz-özünə sərbəst radikallara parçalanan kifayət qədər davamsız maddələr – dien konyuqatlar (DK) və hidroperekislər (HP) əmələ gəlir. Zəncirvari şaxələnmən bu reaksiyaların sürəti HP-in davamlılığından və onların miqdarından asılıdır. Bu proseslər zamanı yağ turşularının oksidləşməsi yuxarıda qeyd olunan maddələrdən başqa spirtlər, ketonlar, aldehidlər və s. birləşmələr əmələ gəlir. Bu birləşmələrdən sonra LPO prosesinin ikincili məhsulu –

MDA və sonuncu məhsullar sayılan uçucu karbohidrogenlər, fluofessent lipofussinəbənzərpiqmentlər və s. birləşmələr əmələ gəlir (15).

Müxtəlif intensivlikli fiziki yüklənmələr zamanı sərbəstradikallı oksidləşmə proseslərinin intensivliyinə təsir edən amillərdən biridə əzələ toxumaların qanla təchizatının pozulması nəticəsində hipoksiya və işemiyanın yaranmasıdır. Belə şəraitdə toxumaların onların həyat fəaliyyəti üçün vacib olan oksigenlə təmin olunması pozulur. Nəticədə hidrogen və elektronların tənəffüs zəncirinə daşınması tormozlanır, hüceyrələrin oksidləşmə-reduksiya balansı reduksiya olunmuş məhsulların artması istiqamətində dəyişilir. Belə şəraitdə reduksiya olunmuş metabolitlərin toplanması pH-ın kəskin sürətdə azalması ilə nəticələnir, bu da zülalların, xüsusilə də membran zülallarının konformasoya dəyişikənliyi nəticəsində lipid molekulları ilə əlaqələrinin pozulmasına gətirib çıxardır (15).

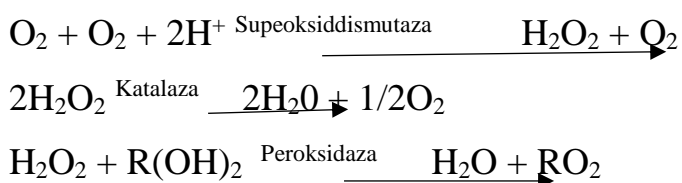
1.3. Oksigenin aktiv formalarının (OAF) fizioloji rolu və zədələyici təsiri

İfrat fiziki yüklənmələri və bir çox patoloji vəziyyətləri müşayiət edən hipoksiya şəraitində lipid peroksidləşmə (LPO) proseslərinin intensivləşməsinə və hüceyrə və subhüceyrə elementlərin zədələnməsinə səbəb olan əsas səbəblərdən biri oksigenin aktiv formalarının (OAF) əmələ gəlməsidir. Normada orqanizmdə antioksidant və prooksidant sistemlər arasında tarazlıq mövcuddur. Lakin, xarici prooksidantların təsiri (radiasiya, ultrabənövşəyi şüalanma, hiperoksiya və b.) və ya OAF-ın endogen mənbələrinin aktivləşməsi antioksidant müdafiə (AOMS) mexanizmlərinin gərginləşməsinə və oksidləşdirici stress (OS) vəziyyətin inkişafına səbəb olur. Belə şəraitdə SR zədələyici təsəri özünü biruzə verir (36,41,42).

Oksidləşdirici stress oksigenin aktiv formalarının (OAF) müxtəlif hüceyrə və orqanlara zədələnməsi prosesidir. Bu vəziyyət sistemdə OAF-ın əmələ gəlməsi prosesinin sistemin onları neytrallaşdırmaq və eliminasiya etmə qabiliyyətinindən üstün olması şəraitində baş verir. Belə disbalans vəziyyəti antioksidantların (AO) əmələ gəlmə və ya paylanma və ya OAF-ın həddəh artıq çox olması nəticəsində yaranan antioksidant müdafiə sistemində (AOMS) çatışmazlığın nəticəsi ola bilər (102). Qeyd etmək lazımdır ki, orqanizmdə əmələ gələn LPO məhsullarının stasionar

səviyyəsini saxlamaq üçün təkamül prosesində oksidləşmə əleyhinə sistem və mexanizmlər formalaşmışdır. Bura ferment və qeyri-ferment antioksidant müdafiə sistemi (AOMS) aiddir və onun fəaliyyəti əsasən SRO-mə zəncirinin müxtəlif həlqələrinə neytrallaşdırıcı təsir etməkdən ibarətdir (44).

Oksigen bütün aerob orqanizmlərin həyatı üçün vacib amillərdən biridir, lakin müəyyən şəraitdə o orqanizmə toksiki təsir göstərir. Oksigenin destruktiv xassələrinə uyğunlaşma prosesində antioksidant aktivliyə malik müxtəlif müdafiə mexanizmlər formalaşmışdır. Təsir mexanizmindən asılı olaraq antioksidant sistemə enzimatik və qeyri-ferment komponentlər aiddir (11, 15, 25). OAF əmələ gəlməsinin qarşısının alınması antioksidant fermentlərinin qarşılıqlı əlaqəli fəaliyyəti nəticəsində həyata keçirilir. Aşağıdakı sxemdə bu fermentlərdən bəziləri və onların həyata keçirdiyi reaksiyalar göstərilib:

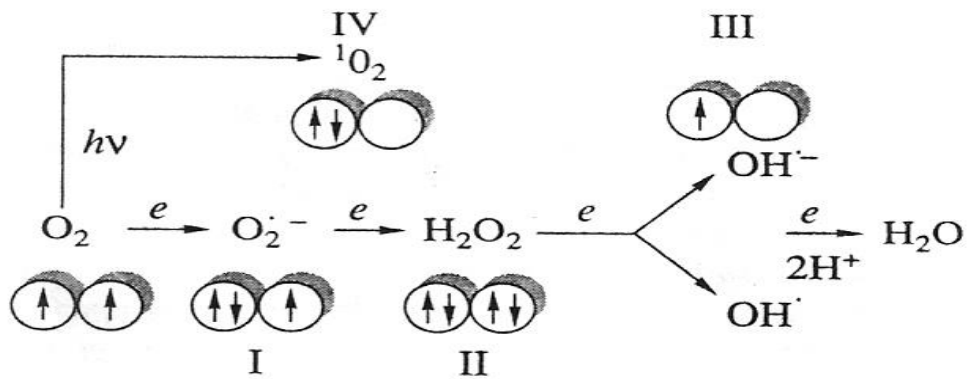


Məlumdur ki, OAF orqanizmin bir sıra biosistemləri üçün siqnal molekulları funksiyasının həyata keçirirlər. Fizioloji konsentrasiyalarda OAF hüceyrə membranı vasitəsilə birincili messendjerlərdən - hormonlar, sitokinlər, neyrotransmitterlər - siqnal ötürülməsində iştirak edən ikinci messendjerlər funksiyasında həyata keçirilər. Hüceyrədaxili vasitəçilər kimi, OAF hüceyrə apoptozunun tənzimlənməsində, bir çox genlərin ekspressiyasını induksiya və ya zəiflətməsində, hüceyrə inkişafının və differensiasiyasının, hüceyrə adqeziyasının, qan laxtalanmasının, damar tonusunun və s. tənzimlənməsində iştirak edirlər. Bununla yanaşı, faqositlərdə OAF-ın əmələ gəlməsi onların mikrobisid, sitotoksik və immunotənzimləyici təsirinin həyata keçirilməsi vacib amillərdən biridir.

Bununla yanaşı, OAF-ın intensiv əmələ gəlməsi ilə əlaqəli müəyyən vəziyyətlərdə, sonuncunun dağıdıcı təsiri özünü biruzə verir. OAF-ı arasında OH[•] hidroksil radikalı ən yüksək aktivlik nümayiş etdirir. Bu hissəciklərin "sürətli" sitotoksik təsirləri membran fosfolipidlərinə təsiri ilə əlaqələndirilir. Hidroksil radikalları zəncirvari mexanizmi ilə inkişaf edən lipid peroksidləşmə (LPO)

reaksiyalarının sürətlənməsinə şərait yaradırlar (şəkil 1.1). Belə vəziyyətdə, doymamış membran fosfolipidlərindən üzvi radikallar əmələ gəlir. Bu birləşmələr öz növbəsində reaksiya zəncirlərinin şaxələnməsinə və oksidləşmə prosesə yeni molekulların cəlb edilməsinə səbəb olurlar. Nuklein turşuları, zülallar, fermentlər radikal oksidləşməyə məruz qala bilər (15, 42).

Belə ki, OAF-ın hüceyrələrə zərərli təsiri zülalların, karbohidratların və DNT-nin oksidləşdirici modifikasiyaya uğramaları ilə də əlaqəlidir. Nuklein turşularının oksidləşməsi nəticəsində onların makromolekulyar strukturu dəyişir. Lipid peroksidləşmə məhsullarının zülallara təsiri və amin turşularının imidazol qalıqlarının və sulfhidril qruplarının oksidləşməsi nəticəsində molekullararası çarpaz əlaqələrin əmələ gəlməsi zülalların strukturunun və funksiyalarının pozulmasına, o cümlədən fermentlərin inaktivasiyasına, reseptorların və membranların ion kanallarının zədələnməsinə səbəb olur. OAF-ın tənzikolunmayan zədələyici təsirləri nəticəsində yaranan geri dönməz dəyişikliklər hüceyrə ölümünə səbəb olur [15; 27].



Şəkil 1.1 Oksigenin ardıcıl reduksiya zamanı onun aktiv formalarının (OAF) növlərinin. Oksigenin (I), hidrogen peroksidin (II), hidrokسيد radikalının (III) və sinqlet oksigenin (IV) superoksid anionunda elektronların spin vəziyyətləri (Boldırevə A.A. görə, 2003).

Bioloji sistemlərdə LPO prosesləri müxtəlif mexanizmlər vasitəsilə tənzim olunur (6). Bu mexanizmləri aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq olar: 1) ferment sistemləri vasitəsilə oksigeninaktiv formaları (⁻O₂, H₂O₂, OH·) və hidroperekسيدləri (ROOH) neytrallaşdırən sistem. Məsələn, superoksid anion-radikal (⁻O₂) superoksiddismutaza (SOD) fermentinin iştirakı ilə dismutasiya olunur. Faqositoza uğrayan hüceyrələrin

aktivləşməsi zamanı mühitdə dəyişən valentli metalların (Fe^{2+}) mövcudluğu ilə hidrogen peroksiddən güclü oksidləşdirici təsirə malik hidrosil radikalı əmələ gəlir. Bu prosesin qarşısının alınması katalaza və qlutationperoksidaza (QPO) fermentləri vasitəsilə hidrogen peroksidin neytrallaşdırılması yolu ilə tənzim olunur; 2) müxtəlif antioksidantlarla LPO prosesini katalizə edən reagentlərin, xüsusilə də müxtəlif dəyişən valentli (Fe^{+2} və Cu^{+2}) ionlara təsir etməklə bu prosesləri inhibə edən maddələr (EDTA kompleksi, sistein, qlutation və s.) sistemi. Eyni zamanda bu qrupa sərbəst radikalları bilavasitə molekulyar birləşmələrə çevirən həqiqi antioksidantlar aiddir. Bunlara E, K, PP vitaminləri, selen, ubixinonlar, biogen amillər, ionol, naftol və s. birləşmələr aiddir. Qeyd olunan antioksidantlar oksidləşmə zəncirinə şaxələnmə və qırılma oksigen və onun fəal formaları ilə az təmasda olaraq oksidləşmə imkanını zəiflədən və nəticədə sərbəst radikalların əmələgəlmə sürətini zəiflədən sistem; 4) bu sistem fosfolipid mübadiləsini tənzim edir, PDYT-nun tərkibinə və doymamış kimyəvi strukturuna təsir edərək oksidləşmə sürətini müəyyən edir. Oksidləşmə zəncirinin müddəti və sürəti fosfolipidləri təşkil edən PDYT-nın tərkibindən, onları doymamış kimyəvi strukturundan əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır.

Orqanizmin antioksidant sisteminin fəaliyyəti toxumalarda OAF-ın fizioloji səviyyəsini saxlamağa yönəldilmişdir. Antioksidant müdafiə sisteminə bir sıra mexanizmlər aiddir, bunlardan ən mühümləri OAF-ın əmələ gəlməsinin zəiflədilməsi və inhibitorlar tərəfindən zəncirvari reaksiyaların “qırılması” nəticəsində LPO prosesinin sürətinin məhdudlaşdırılmasıdır.

Belə ki, superoksiddismutaz (SOD) fermenti O_2^- superoksid radikallarını inaktivləşdirir. Digər fermentlər - katalaza (Kat) və glutathionperoksidaza (QPO) hidrogen peroksidi H_2O_2 -ni parçalayır (90). LPO reaksiyaları nəticəsində əmələ gələn lipid hidroperoksidlərin neytrallaşdırılmasında glutathionperoksidaza (QPO) və qlutationtransferaza (QT) iştirak edir. Bu fermentlərin fəallığı mühitdə tiol birləşmələrinin (tərkibində -SH qrupları olan), ilk növbədə bərpa olunmuş qlutationun miqdarından asılıdır. Qlutationreduktaza (QR) fermentinin təsiri nəticəsində reduksiya olunmuş qlutationun (GSH) bərpası baş verir.

Qeyri-ferment antioksidantlar (antioksidant bufer) OAF-1 birbaşa neytrallaşdırən və ya onların əmələ gəlməsinin qarşısını alan müxtəlif kimyəvi quruluşa malik böyük bir qrup maddələrdir. Antioksidant bufer qrupunq aşağıdakı birləşmələr daxildir: a) vitaminlər (askorbin turşusu, α -tokoferol (vitamin E); b) tiollar (reduksiya olunmuş qlutation, sistein, lipoik turşu); c) hormonlar (kortikosteroidlər, qadın cinsi hormonları, tiroksin); d) biogen aminlər (serotonin, histamin, katexolaminlər, melatonin); e) peptidlər (karnozin, anserin); f) digər antioksidantlar (flavonoidlər və digər fenol birləşmələr, koenzim Q, karotinoidlər, sidik turşusu, bilirubin, fosfolipidlər, bəzi mikroelementlər) [25].

Antioksidant sistemin fəallığı müntəzəm fiziki yüklənmələrin intensivliyinə uyğun olaraq artır. Yüklənmənin aşağı inetsivliyi praktiki olaraq əhəmiyyətli təsir göstərmir. Optimal və ifrat intensivlikli fiziki yüklənmələr zamanı idmançı orqanizmində əhəmiyyətli dəyişikliklər müşahidə olunur. Belə şəraitdə məşqin müddəti də vacib rol oynayır. Gündə 1 saatdan çox məşq antioksidant fermentlərin fəallığında artım, 30 dəqiqəlik məşqlə müqayisədə, daha nəzərə çarpır (11).

Müntəzəm məşqlərin təsiri zamanı antioksidant fermentlərin fəallığı müxtəlif istiqamətli dəyişikliklərə məruz qalır. Araşdırmalarda müəyyən edilmişdir ki, müntəzəm dözümlülük məşqləri SOD və QPO-nun fəallığının müvafiq olaraq 20%-dən 100%-ə qədər artmasına səbəb olur. Bu zaman digər fermentlərin – katalaza və qlutationreduktaza – fəallığının aşağı düşməsi müşahidə olunur. Bu fakt antioksidan fermentlərinin fəallığının adaptiv dəyişikliklərin spesifikliyinə aşkar etdirir (41, 19). İdman növündən asılı olaraq idmançılarda antioksidant sistemin fəaliyyətində fərqlər möbcuddur. Belə ki, yüksək ixtisaslı idmançıların üç qrupunda - triatlonçular, futbolçular və yüngül atletika ilə məşğul olan idmançılarda arasında aparılmış tədqiqatlar zamanı katalaza fermentinin fəallığının və qan zərdabının ümumi antioksidant fəallığının aşağı göstəriciləri triatlonçularda, ən yüksək göstəriciləri isə futbolçularda aşkar edilmişdir (44).

İdmançıların idman hazırlığının müxtəlif dövrlərində prooksidant və antioksidant sistemlərin göstəricilərinin dalğavari dinamikası müşahidə olunur [102]. Belə ki, profesional idmanla məşğul olan üzgüçülərin qanında lipidlərin peroksidləşmə

məhsullarının və katalaza fermentinin fəallığı maksimum səviyyələrini yarış dövrü zamanı qeyd edilmişdir. Lipid peroksidləşmə məhsullarının minimum səviyyəsi bərpa dövründə müşahidə olunmuşdur. Eyni zamanda katalaza fermentinin fəallığı da aşağı idi və keçid və hazırlıq dövrlərində demək olar ki, dəyişilməz olmuşdur.

Lakin belə, sərbəst radikal oksidləşmənin həddindən artıq aktivləşməsi ilə müşayiət olunan yüksək intensivlikli və uzun müddətli fiziki yüklənmə antioksidant müdafiənin dekompensasiyasına, yəni oksidləşdirici stressin yaranmasına səbəb ola bilər (106). Ədəbiyyət məlumatlarından məlumdur ki, oksidləşdirici stress markerlərinin səviyyəsi məşq yüklərinin intensivliyinə mütənasib olaraq müxtəlif fiziki yüklənmələr zamanı artır [106]. Lakin ifrat fiziki yüklənmə zamanı yaranan yorulma sindromu olan idmançılarda bu göstərici istirahət müddətində kontrol qrupla müqayisədə xeyli yüksək olur (11,106). Yorğunluq əlamətləri olan idmançıların qanında lipid peroksidləşmə məhsullarının miqdarının artması ilə yanaşı, antioksidant fermentlərin (SOD, QPO, QR) fəallığında və glutathionun səviyyəsində azalma müşahidə olunur (44,87). Sərbəst radikallar tərəfindən zədələnmiş hüceyrələrdən lipid peroksidləşmə məhsullarının qan dövrünə keçməsi fiziki yüklənmələr zamanı endogen intoksikasiyanın ən vacib mexanizmlərindən hesab olunur (36,102, 19).

Sərbəst radikal oksidləşmənin artması sinir hüceyrələrinin membranlarına və sarkoplazmatik retikuluma zərərli təsir göstərir, bu proses də öz növbəsində sinir impulslarının ötürülməsini pozur və əzələlərin yığılmasının azalmasına səbəb olur. OAF-ın mitoxondrial membrana zərərli təsiri nəticəsində toxuma tənəffüsü səmərəliliyi azalır. Sarkolemmaın keçiriciliyinin artması əzələ hüceyrəsi tərəfindən bir çox vacib maddələrin itirilməsinə səbəb olur. Beləliklə, bütün orqanizmin miqyasında LPO-nun həddindən artıq aktivləşməsi orqanizmin fiziki iş görmə qabiliyyətinin azalması və yorulmanın inkişafı ilə müşayiət olunur (41, 42, 95).

Bir çox müəlliflər göstərilməşdir ki, oksidləşdirici stressin hüceyrə dövrünü və proliferasiyasını tənzimləyən bir çox genlərin supressiyasına səbəb oldur [25, 87, 41, 19]. Həddindən artıq fiziki yüklənmələr və onları müşayiət edən sərbəst radikal oksidləşmənin aktivləşməsi orqanizmin müxtəlif sistemlərində degenerativ-distrofik

proseslərin inkişafına təkanverici qüvvə ola bilər və müxtəlif zədələnmələr ürək-damar, ağ ciyər və digər xəstəliklərin yaranmasına səbəb ola bilər [27].

Sərbəst radikal oksidləşmənin həddindən artıq aktivləşməsinin qarşısını almaq və məşq və yarışlar zamanı idmançıların yüksək fiziki iş görmə qabiliyyətinin qorunub saxlamaq üçün müxtəlif antioksidant maddələrdən istifadə olunur (95,22)

Antioksidantların istifadəsi sərbəst radikal oksidləşmənin həddindən artıq aktivləşməsinin qarşısını almaq, idmançıların göstərdiyi nəticələri yaxşılaşdırmaq və onların bərpasını sürətləndirmək potensialına malikdir. Bununla belə, idmanda antioksidantlardan istifadənin təsiri birmənalı deyil.

İdmançılar tərəfindən antioksidant dərmanların nəzarətsiz istifadəsi oksigenin aktiv formalarının orta miqdarı ilə stimullaşdırılan adaptiv mexanizmlərin aktivləşdirilməsinin qarşısını ala bilər. Antioksidanlar yalnız yüksək intensivlikli məşq zamanı, ifrat fiziki yüklənmələr fonunda sərbəst radikalların əmələ gəlmə sürəti antioksidant sistemin potensialını aşdıqda lazımdır, həmçinin zədələnmədən sonra bərpa dövründə istifadəsi mürəbbətdir. Antioksidantların qəbulu oksidləşdirici stressin dərəcəsinin və idmançının antioksidant vəziyyətinin nəzərə alınması fonunda baş verməlidir

II FƏSİL

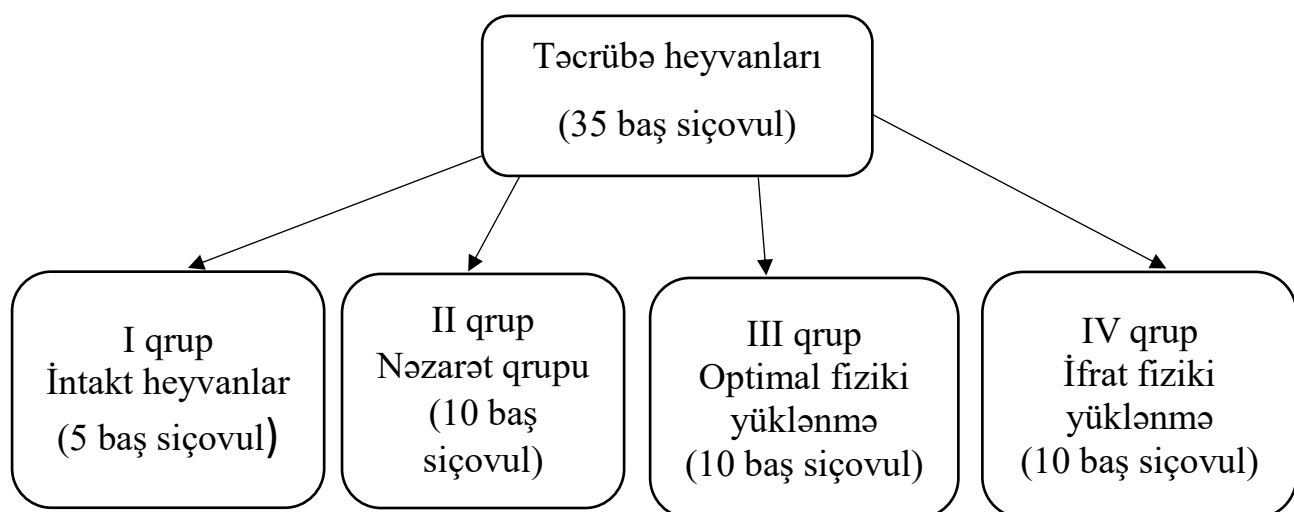
MATERİAL VƏ METODİKA

2.1. Tədqiqatın təşkili

Tədqiqatlar adi vivarium şəraitində saxlanılan, çəkisi 230-240 qr olan adi vivarium şəraitində saxlanılan, vizual baxımdan sağlam, 4 qrupa ayrılmış 35 baş ağ siçovullar üzərində aparılmışdır. Eksperimentlər Avropa Birliyinin (86/609/EC) direktivlərində və Helsinki Bəyannaməsində müəyyən edilmiş heyvanlara qarşı humanist rəftar qaydalarına uyğun olaraq həyata keçirilib (2).

Siçovullarda fiziki iş zamanı yorulma heyvanların xüsusi hovuzda məcburi üzmək üsulu ilə yaradılıb [37]: şüşə qablar (25x25x60 sm ölçülü şəffaf şüşə qablar) 40 sm hündürlükdə, temperaturu 28-30°C olan su ilə doldurulur.

Təcrübə heyvanları 4 qrupa bölünüb. 1-ci qrup intakt heyvanlar, 2-ci qrup heyvanlar (nəzarət qrupu) - hovuzda yüksüz yerləşdirilən siçovullar, 3-cü qrup heyvanlar - hovuzda bədən çəkisinin 10%-ni təşkil edən (optimal fiziki yüklənmə) yüklə yerləşdirilən siçovullar, 4-cü qrup - hovuzda bədən çəkisinin 15%-ni təşkil edən (ifrat fiziki yüklənmə) yüklə yerləşdirilən siçovullar.



Şək. 2.1. Tədqiqatın sxemi.

Heyvanları müşahidə edərkən onların suda qalma vaxtı qeydə alınıb. Kritik məqam - heyvanın suyun səthində qala bilməməsi hesab edilmişdir. Bu zaman siçovul sudan çıxarılıb, dəsmal ilə qurudularaq qəfəsə qaytarılıb. Hər qrupun heyvanları 3 dəfə - təcrübənin 1-ci, 3-cü və 7-ci günündə hovuzla yerləşdirildəndən sonra onlardan qan nümunələri götürülüb. Bu nümunələr 10 dəq. müddətində 3000 dövr/dəq sürətlə sentrifüqaya qoyulur.

2.2. Tədqiqatın metodları

2.2.1. Biokimyəvi tədqiqat üsulları

Qan zərdabında qlükozanın qatılığı (mmol/l) «Ольвекс Диагностикум» (Sankt-Peterburq) firmasının reaktivləri vasitəsilə, süd turşusunun (mmol/l), sidik turşusunun (mkmol/l), sidik cövhərinin (mmol/l) səviyyələri «Hospitex Diagnostics» (İtaliya) firmasının reaktivləri vasitəsilə təyin edilmişdir.

2.2.2. LPO məhsullarının miqdarının təyini

Lipid peroksidləşmə proseslərini təyin etmək üçün birincili məhsul – hidroperekislər (HP) və ikincili məhsul - malondialdehidin (MDA) miqdarı Asakawa T., Matsushita S. (1980) (1980) (81) üsulu ilə təyin olunub.

Hər birinə 0,2 ml qan plazması əlavə olunmuş iki sınaq şüşəsindən birinə etanolda həll olunmuş 0,1 ml 0,25 mM ionol, 0,1 ml 0,2 mM $\text{FeCl}_3 \times 6 \text{H}_2\text{O}$, 1,5 ml 0,2 M qlisin-HCl buferi (pH=3,6), 1,5ml 0,5%-li tiobarbitur turşusu və 0,1 ml 5%-li Na-dodesilsulfat əlavə olunur.

İkinci sınaq şüşəsinə MDA-nı təyin etmək üçün $\text{FeCl}_3 \times 6 \text{H}_2\text{O}$ -dən başqa yuxarıda qeyd olunan bütün komponentlər - etanolda həll olunmuş 0,1 ml 0,25 mM ionol, 0,2 M qlisin-HCl buferi (pH=3,6), 1,5ml 0,5%-li tiobarbitur turşusu və 0,1 ml 5%-li Na-dodesilsulfat - əlavə olunur. Sonra hər iki sınaq şüşəsi 15 dəq. müddətində qaynadılır (su hamamı üzərində) və buz hamamına keçirilərək sürətlə soyudulur. Soyudulan sınaq şüşələrinin üzərinə 1 ml buzlu sirkə turşusu və 2 ml xloroform əlavə olunduqdan sonra nümunələr 15 dəq. müddətində 2500 dövr/dəq sürətlə sentrifüqaya

qoyulur. Alınan supernatantın optik sıxlığı Agilent Technologies firmasının “Cary 60 UV-Vis” spektrofotometrə $\lambda=532$ nm dalğa uzunluğunda təyin olunur.

HP-nin miqdarı dəmir ionları əlavə olunmuş nümunələrin optik sıxlıqlarının fərqiə görə təyin olunur və nisbi vahidlə ifadə olunur. MDA-nın miqdarı (C) isə Fe^{+3} əlavə olunmamış nümunələnin optik sıxlığına(D) görə aşağıdakı düstura əsasən müəyyən olunur:

$$C = \frac{D}{\varepsilon \cdot l}$$

Burada: C – HP və MDA-nın miqdarı;

D – tədqiq olunan nümunənin optik sıxlığı;

ε - $1,56 \cdot 10^5 \text{ M}^{-1}\text{sm}^{-1}$ - ə bərabər olan ekstinsiyanın molyar əmsalı;

l – 1 sm-ə bərabər olan optik yolun uzunluğu.

MDA-nın miqdarı nmol/mq_{zülal}, HP-in konsentrasiyası nisbi vahid ilə ifadə olunmuşdur.

2.3. Tədqiqatların nəticələrinin statistik işlənməsi

Nəticələrin statistik işlənməsi Microsoft Excel (Office-2010) proqramının köməyi ilə həyata keçirilib, kontrol və təcrübə sınaqları üçün alınmış orta qiymətlərin fərqiənin etibarlılığı Stüdentin t-kriteriyası, eyni zamanda Vilkokson -Manna – Uitninin qeyri-parametrik U-meyarı əsasında qiymətləndirilib.

III FƏSİL

TƏCRÜBİ HİSSƏ. ALINMIŞ NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Hal-hazırda müasir elmdə intensiv fiziki gərginlik zamanı yorulmanın yaranması və idmançı orqanizmə təsiri haqqında çoxsaylı məlumatların olmasına baxmayaraq yorulmanın yaranma mexanizmləri ilə bağlı birmənalı fikir yoxdur. Bu da öz növbəsində bu vəziyyətin proqnozlaşdırılmasını çətinləşdirir. Bütün bunlar yorulmanın inkişafına səbəb olan metabolik dəyişikliklərin öyrənilməsinin aktuallığını əsaslandırır. Belə ki, fiziki iş nəticəsində yorulmanın yaranmasının təkanverici mexanizminin aşkarlanması öz növbəsində yorğunluq zamanı metabolik dəyişikliklərin qiymətləndirilməsi və korreksiyası üsullarının işlənilib hazırlanmasına şərait yarada bilər. Müxtəlif intensivli fiziki yüklərin təsiri zamanı LPO məhsullarının səviyyəsi və bəzi biokimyəvi göstəricilərinin (süd turşusunun, sidik turşusunun, sidik cövhərinin səviyyələri, qlükozanın qatılığı) miqdarının dəyişmə dinamikası sədvəl 1-də ətraflı verilmişdir.

Cədvəl 3.1.

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

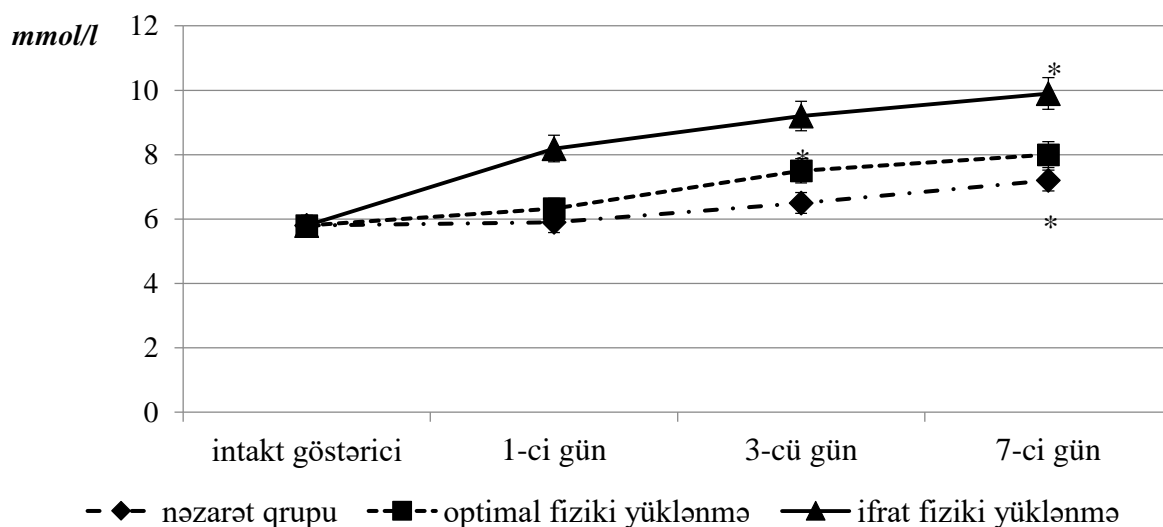
| Göstəricilər | İntakt | Nəzarət qrupu | Optimal fiziki yüklənmə qrupu | İfrat fiziki yüklənmə qrupu |
|------------------------|----------|---------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 1-ci gün | | | | |
| Qlükoza, mmol/l | 7,9±0,5 | 7,8±0,5 | 7,5±0,4 | 7,2±0,3 |
| Süd turşusu, mmol/l | 5,8±0,3 | 5,9±0,3 | 6,33±0,2 | 8,19±0,5 |
| Sidik turşusu, mkmol/l | 72,6±5,1 | 72,6±5,1 | 95,9±7,5 | 100,1±10,5 |
| Sidik cövhəri, mmol/l | 5,3±0,3 | 5,5±0,4 | 5,6±0,5 | 5,8±0,3 |
| HP, nisbi vahid | 17,6±0,3 | 18,09±0,14 | 24,6±0,15 | 19,03±0,4 |
| MDA, nmol/mq zülal | 0,7±0,05 | 0,75±0,06 | 0,8±0,06 | 1,5±0,6 |
| 3-cü gün | | | | |
| Qlükoza, mmol/l | 7,9±0,5 | 7,8±0,4* | 7,2±0,2 | 6,5±1,4 |
| Süd turşusu, mmol/l | 5,8±0,3 | 6,5±0,4 | 7,5±0,4 | 9,2±0,5 |
| Sidik turşusu, mkmol/l | 72,6±5,1 | 74,1±6,2 | 104,8±8,2 | 130,2±11,4 |
| Sidik cövhəri, mmol/l | 5,3±0,3 | 6,2±1,6 | 6,4±1,6 | 6,5±1,4 |
| HP, nisbi vahid | 17,6±0,3 | 18,1±0,16 | 26,5±0,12 | 27,0±0,12 |
| MDA, nmol/mq zülal | 0,7±0,05 | 0,78±0,13** | 1,0±0,17 | 2,2±0,6 |

| 7-ci gün | | | | |
|------------------------|----------|-------------|-------------|---------------|
| Qlükoza, mmol/l | 7,9±0,5 | 7,1±0,4 | 7,7±0,3 | 6,2±3,2*° |
| Süd turşusu, mmol/l | 5,8±0,3 | 7,2±0,4* | 8,0±0,5* | 9,9±0,5*° |
| Sidik turşusu, mkmol/l | 72,6±5,1 | 75,5±6,2 | 108,8±11,5 | 148,2±15,4*°° |
| Sidik cövhəri, mmol/l | 5,3±0,3 | 6,0±1,6 | 6,6±1,6 | 6,6±1,6 |
| HP, nisbi vahid | 17,6±0,3 | 19,03±0,4** | 31,1±0,74°° | 32,7±0,81** |
| MDA, nmol/mq zülal | 0,7±0,05 | 0,97±0,53 | 1,1±0,9** | 2,4±0,8°° |

Qeyd: * - $p<0,05$, ** - $p<0,01$ - intakt göstəriciləri ilə müqayisədə;
° $p<0,05$, °° $p<0,01$ - kontrol qrupu ilə müqayisədə.

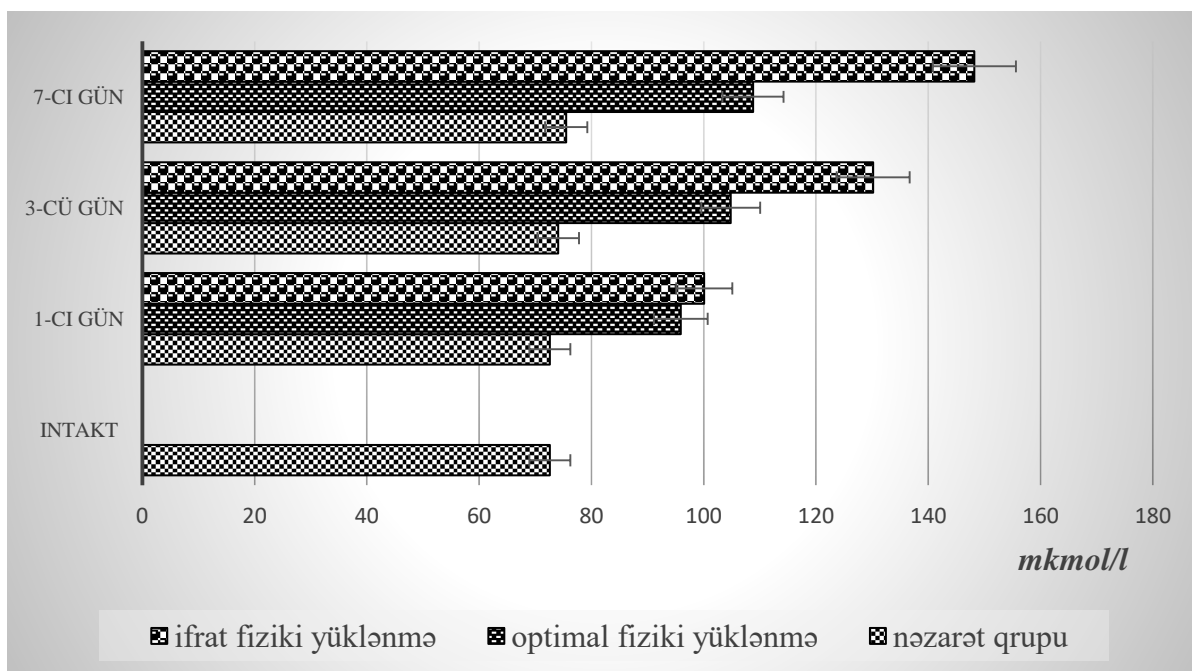
3.1. Siçovullarda qanın biokimyəvi parametrlərinə fiziki yüklənmənin təsiri

Alınmış nəticələrin təhlili zamanı məlum olmuşdur ki, nəzarət qrupuna aid siçovulların yük olmadan məcburi üzmələri onlarda orta dərəcədə metabolik dəyişikliklərin 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. Belə ki, təcrübənin 1-ci günü süd turşusunun səviyyəsi intakt göstəriciyə yaxın olmuşdur ($5,9\pm 0,3$ mmol/l), 3 gün sonra - $6,5\pm 0,4$ mmol/l təşkil etmiş, təcrübənin 7-ci günü isə nisbətən artaraq $7,2\pm 0,4$ mmol/l (intakt qrupu göstəriciləri ilə müqayisədə fərq etibarlı idi, $p<0,05$) (şək. 3.1).

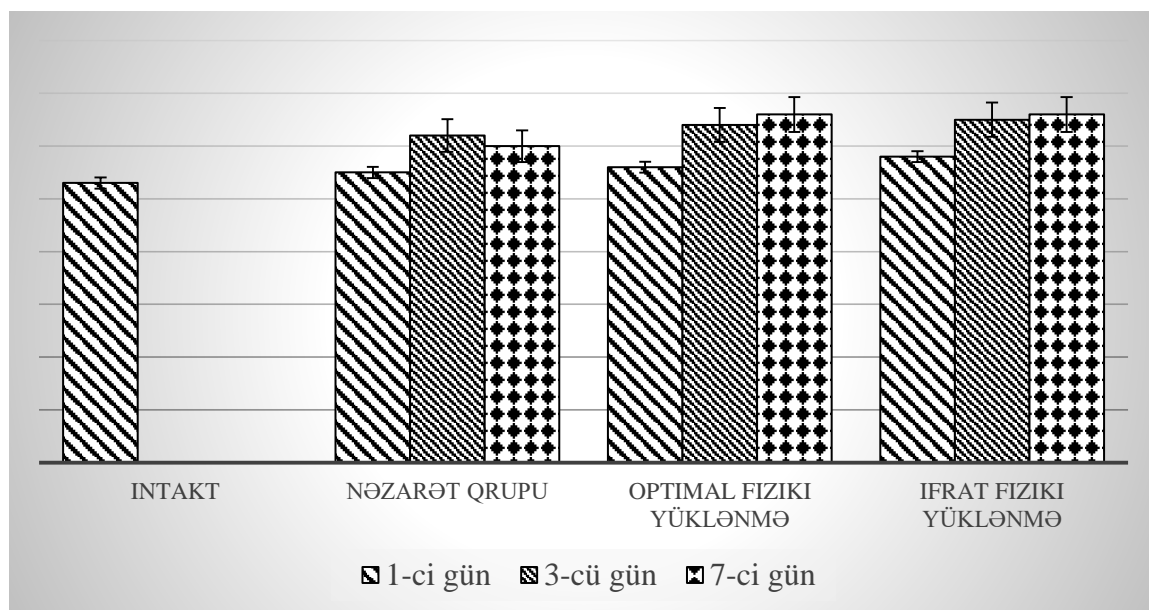


Şək. 3.1 Fiziki yüklənmə fonunda siçovulların qan zərdabında süd turşusunun (mmol/l) səviyyəsi

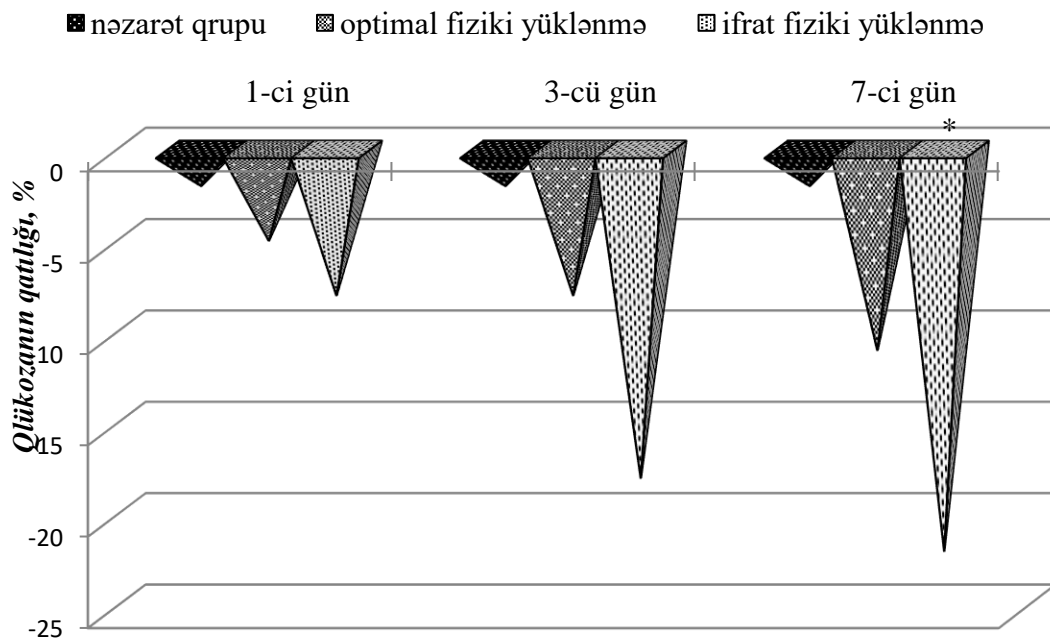
Qeyd: * - $p < 0,05$ intakt göstəriciləri ilə müqayisədə



Şək. 3.2. Fiziki yüklənmə fonunda siçovulların qan zərdabında sidik turşusunun (mkmol/l) səviyyəsinin dəyişilməsi.



Şək. 3.3. Fiziki yüklənmə fonunda siçovulların qan zərdabında sidik cövhərinin (mmol/l) miqdarında baş verən dəyişiklik



Şək. 3.4. Fiziki yüklənmə fonunda siçovulların qan zərdabında qlükozanın qatılığında baş verən dəyişiklik.

Qeyd: * - $p < 0,05$ intakt göstəriciləri ilə müqayisədə

Bununla yanaşı nəzarət qrupuna aid siçovullarda sidik turşusunun və sidik çövhərinin səviyyələrində dəyişikliklər intakt göstərisi ilə müqayisədə demək olar ki, çox dərin təzahür edən dəyişikliklər müşahidə olunmamışdır (şək. 3.2, 3.3).

Lakin bu qrup heyvanlarda qanda qlükozanın azalması müşahidə edilməmişdir (şək. 3.1).

3-cü qrupa (optimal fiziki yüklənmə) aid olan heyvanlarda (hovuza 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 təcrübə boyu dinamik artmış. Təcrübənin ilk günündə süd turşusunun miqdarı $6,33 \pm 0,2$ nmol/l olmuşdur, təcrübənin 3-cü və 7-ci günlərində isə artaraq müvafiq olaraq $7,5 \pm 0,4$ nmol/l (intakt qrupu göstəriciləri ilə müqayisədə fərq etibarlı idi, $p < 0,05$) və $8,0 \pm 0,5$ nmol/l olmuşdur. İntakt qrup heyvanlarla müqayisədə təcrübənin sonunda fərq 24,1% artıq olmuşdur (şək. 3.1).

Həmçinin 3-cü qrupa (optimal fiziki yüklənmə) aid olan heyvanlarda hovuzda bədən çəkisinin 10%-ni təşkil edən yüklə üzmə zamanı qanda sidik turşusunun miqdarında da dəyişikliklər müşahidə olunmuşdur. Təcrübənin ilk günündən sidik turşusunun miqdarı intakt göstəricilərilərindən artıq olmuşdur: optimal fiziki yüklənmə qrupu – $95,9 \pm 7,5$ mkmol/l, intakt göstərici – $72,6 \pm 5,1$ mkmol/l. Təcrübənin 7-ci günü isə sidik turşusunun miqdarı artaraq $108,8 \pm 11,5$ mkmol/l təşkil etmişdir. Bu göstərici intakt qrupu ilə müqayisədə 48,8% ($p < 0,05$), nəzarət qrupu ilə müqayisədə isə 44,1 % çox olmuş (şəkil 3.2). Bu faktı izah etdikdə demək olar ki, belə şəraitdə ATF və adenozin monofosfatın sidik turşusuna katabolizmində artım müşahidə olunmur. Heyvanların hovuzda bədən çəkisinin 10%-ni təşkil edən yüklə üzmə onların qanında sidik cövhərinin miqdarında kiçik fərqləri nəzərə almasaq demək olar ki, bütün təcrübə boyu bu göstərici intakt göstəriciyə yaxın olmuşdur (şəkil 3.3). qlukozanın miqdarında dəyişikliklər aşağıdakı kimi olmuşdur: təcrübənin ilk günündə qlukozanın qatılığı intakt göstəricidən qismən aşağı olmuşdur (5%), sonra isə azalaraq təcrübənin 3-ci günü intakt göstəricidən 8%, təcrübənin 7-ci günü – 11% aşağı olmuşdur (şəkil 3.4).

4-cü qrupa (ifrat fiziki yüklənmə) aid olan heyvanlarda (hovuza 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 vermişdir. Belə ki, ifrat fiziki yüklənmə qrupuna aid siçovulların qanında süd turşusunun miqdarında bütün ölçü vaxtlarında artım müşahidə olunmuşdur: təcrübənin 1-ci günü ifrat fiziki yüklənmə qrupuna aid siçovulların qanında intakt göstəricilərlə müqayisədə süd turşusunun səviyyəsi $8,19 \pm 0,5$ mmol/l olmuşdur (intakt qrupda bu göstərici $5,8 \pm 0,3$ mmol/l təşkil edir); təcrübənin 3-cü günü bu göstərici artaraq $9,2 \pm 0,5$ mmol/l olmuşdur, təcrübənin 10-cu günü bu göstərici $9,9 \pm 0,5$ mmol/l olmuşdur. Bu göstərici intakt göstəricilərlə müqayisədə 70,7% ($p < 0,05$), nəzarət qrupu ilə müqayisədə - 37,5%, optimal fiziki yüklənmə qrupu ilə müqayisədə - 23,7% çox olmuş (şək. 3.1).

Həmçinin təcrübələrdən məlum olur ki, ifrat fiziki yüklənmə qanda sidik turşusunun artımına da səbəb olur. Təcrübənin 1-ci və 3-cü günü bu artım müvafiq olaraq 37,8% və 59,4% olmuş, sonra isə (təcrübənin 7-ci günü) bu göstəricinin miqdarı artaraq intakt göstəricidən 80 %, nəzarət qrupunun göstəricidən 76,3 % ,optimal fiziki göstəricidən 36,2% yüksək olmuşdur (şək. 3.2).

Sonrakı müşahidələr ifrat fiziki yüklənmə şəraitində karbohidrat çatışmazlığın inkişaf etməsini aşkar etmişdi. Belə ki, 4-cü qrupa aid olan heyvanların qan zərdabında qlükozanın qatılığı bütün ölçü vaxtlarında kəskin azalmışdır (şək. 3.4). Belə ki, təcrübənin sonunda 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 (şək. 3.4).

Digər qruplarda apadığımız müşahidələr kimi ifrat fiziki yüklənmə qrupunda da sidik cövhərinin miqdarında nəzərə çarpan dəyişikliklər baş verməmişdir (şək. 3.1). Belə ki, ifrat fiziki yüklənmə qrupunda alınmış nəticələrdə nəzarət və optimal fiziki yüklənmə qruplarının göstəriciləri ilə müqayisədə kiçik fərqləri nəzərə almasaq birbirinə uyğun olmuşdur (şək. 3.3).

Yuxarıda qeyd olunana əsaslanaraq demək olar ki, intensiv fiziki fəaliyyət nəticəsində yaranan yorulma anaerob qlikolizin intensivləşməsi, qlükozanın qatılığının azalması və nəticə kimi – süd turşusunun həddindən artıq artımı ilə müşayiət olunur.

Beləliklə, fiziki yorulma süd turşusunun və sidik cövhərinin səviyyələrinin artımı, qlükozanın isə qatılığının azalması fonunda baş verir. Bu da öz növbəsində orqanizmin funksional sistemlərinin fəaliyyətinin aşağı düşməsinə təkanverici amil kimi nəzərə alın bilər.

3.2. Fiziki yorulma zamanı sərbəstradikallı oksidləşmə proseslərinin intensivliyindəki dəyişikliklərin dinamikası

Hal-hazırda ifrat fiziki yüklənmə şəraitində orqanizmdə sərbəst radikallı oksidləşmə prosesinin sürətlənməsi idmançının fiziki fəaliyyətini məhdudlaşdıran amillərdən hesab olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, LPO orqanizmin hüceyrə və toxumalarında baş verən və onların fəaliyyəti üçün lazım olan fiziki-kimyəvi proses olub, membranların xassələrinin və quruluşunun modifikasiyasına cavabdeh olan mexanizmlərdən biridir. Həmçinin sərbəst radikallar hüceyrə strukturlarını zədələməklə yanaşı orqanizmin fiziki yüklənməyə adaptasiyasını da tənzimləyən markerlər kimi də qəbul olunur. Lakin əmələ gələn LPO məhsullarının stasionar səviyyəsini saxlamaq üçün orqanizmdə təkamül prosesində oksidləşmə əleyhinə sistem və mexanizmlər formalaşmışdır. Bunlar ferment və qeyri-ferment antioksidant müdafiə sistemidir (AOMS). Bu sistemin fəaliyyəti isə SRO zəncirinin müxtəlif həlqələrinə neytrallaşdırıcı təsir etməkdən ibarətdir. Bu sistemin fəaliyyəti isə SRO zəncirinin müxtəlif həlqələrinə neytrallaşdırıcı təsir etməkdən ibarətdir. Belə ki, ifrat fiziki stress zamanı yorulmanın yaranmasının səbəbi SRO məhsulların membranlarda toplanması və miqdarının artması AOMS-nin zəifləməsi və tükənməsi nəticəsində baş verir. Bu səbəbdən idmançıların müasir farmakoloji dəstəyi praktikasında antioksidantlardan geniş istifadə olunur. Bununla belə, idmanda antioksidantlardan istifadə birmənalı qəbul olunmur.

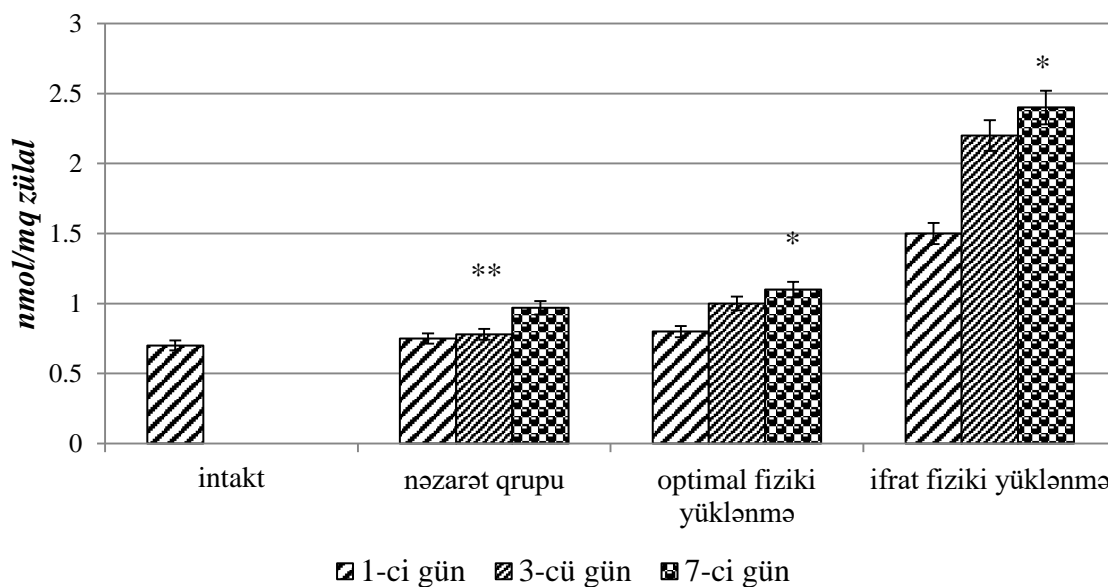
Növbəti eksperimentlər seriyasından alınmış nəticələrin analizi zamanı məlum olmuşdur ki, fiziki iş zamanı LPO məhsullarının miqdarı bütün qruplarda təcrübənin ilk günlərindən artır.

Nəzarət qrupu heyvanlarında (hovuza yüksüz yerləşdirilən siçovullar) LPO-nun birincili məhsulu olan HP-nin miqdarı ilk təyin vaxtlarında intakt göstəriciyə yaxın olmuşdur: nəzarət qrupunun göstəricisi - $18,1 \pm 0,16$ nisbi vahid, intakt göstərici – $17,6 \pm 0,46$ nisbi vahid (şəkil 3.6). Tədqiqatların nəticəsində məlum olmuşdur ki, hovuza yüksüz yerləşdirilən siçovullarda LPO prosesinin ikincili məhsulu olan MDA-

nin miqdarı analoji olaraq HP-nin miqdarı kimi artmışdır. Lakni intakt göstəriciləri müqayisədə bu artım cuzi olmuşdur (şəkil 3.5).

Optimal fiziki yüklənmə qrupuna aid olan heyvanlarda təcrübənin 1-ci günü HP-nin miqdarı intakt göstəriciyə nisbətən 39,7%, təcrübənin 3-cü günü - 50,6% çox olmuş, sonra isə bu artım daha da sürətlənmişdir (cədvəl 1). Hovuza bədən çəkisinin 10%-ni təşkil edən yüklə yerləşdirilən siçovulların qanında MDA-nın miqdarında dəyişikliklər demək olar ki, HP-nin miqdarı ilə eynilik təşkil etmişdir (cədvəl 1).

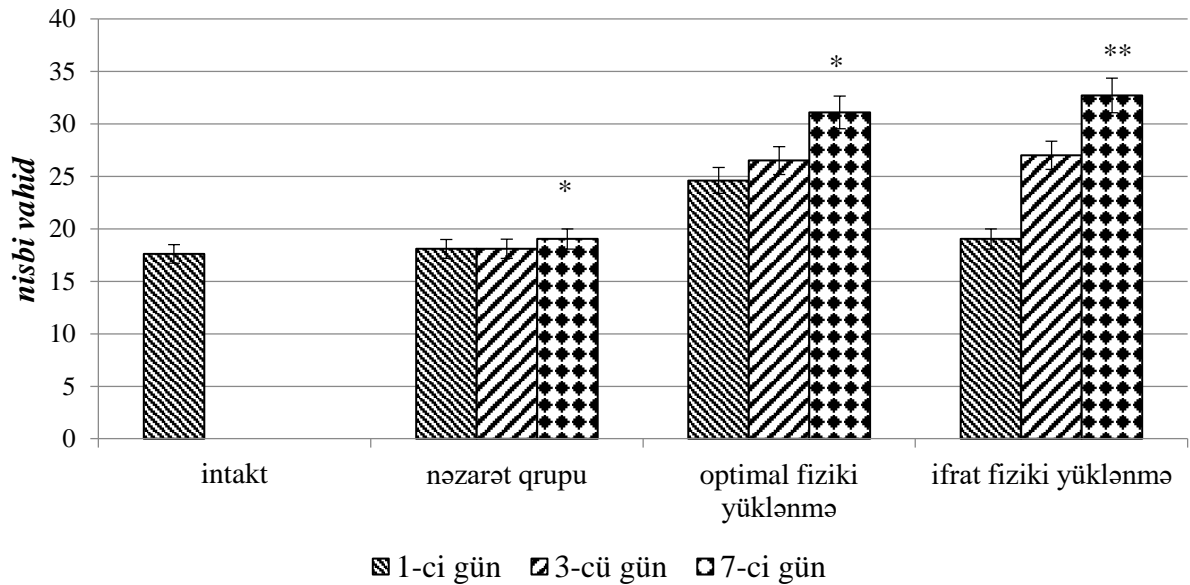
İfrat fiziki yüklənmə (hovuza bədən çəkisinin 15%-ni təşkil edən yüklə yerləşdirilən siçovullar) qrupuna aid siçovulların qanında MDA-nın miqddarında zaman ötdükcə daha dərin dəyişikliklər olmuş və intakt göstəriciyə görə maksimal artım təcrübənin sonunda qeydə alınmışdır (cədvəl 3.1). Alınmış nəticələri təhlil etdikdə məlum olmuşdur ki, təcrübənin 1-ci günü intakt göstəricilərlə müqayisədə MDA miqdarı 20,2% ($p < 0,005$) çoxalmış. 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 olmuş (şəkil 3.5). Eyni zamanda HP miqdarı $19,03 \pm 0,3$ nisbi.vahid. olmuşdur (intakt qrupda bu göstərici $17,6 \pm 0,4$ nisbi vahid,



Şək. 3.5. Fiziki yüklənmə fonunda siçovulların qan zərdabında malondialdehidin (MDA) (nmol/mq zülal) miqdarı

Qeyd: * - $p < 0,05$ intakt göstəriciləri ilə müqayisədə;

** - $p < 0,01$ intakt göstəriciləri ilə müqayisədə



Şək. 3.6. Fiziki yüklənmə fonunda siçovulların qan zərdabında hidroperekislərin (HP) (nisbi vahid) miqdarı

Qeyd: * - $p < 0,05$ intakt göstəriciləri ilə müqayisədə;

** - $p < 0,01$ intakt göstəriciləri ilə müqayisədə

optimal fiziki yüklənmə qrupunda isə $24,6 \pm 0,84$ nisbi vahid təşkil edir) (şəkil 6). Sonrakı günlərdə oksidləşmə prosesinin dərinləşməsi baş vermiş və göstəricilərdə artım müşahidə olunmuşdur. Belə ki, təcrübənin 3-cü günü ifrat fiziki yüklənmə şəraitində MDA-nın miqdarı intakt göstəricilərlə müqayisədə 16,6% ($p < 0,05$), nəzarət qrupu ilə müqayisədə - 12,42% ($p < 0,05$), optimal fiziki yüklənmə qrupu ilə müqayisədə isə - 14,1% ($p < 0,05$) artmışdır. Fiziki işin intensivliyinin artımı fonunda sərbəst radikallı proseslərin aktivləşməsi endogen antioksidantların ehtiyatının tükənməsinə səbəb olur və təcrübənin 7-ci günündə HP və MDA miqdarında artım müşahidə olunmuşdur (intakt göstəriciləri ilə müqayisədə bu artım etibarlı idi $p < 0,05$) (şəkil 3.5, 3.6). Alınan nəticələr əsasında belə qənaətə gəlmək olar ki, fiziki fəaliyyətin intensivliyinin artması sərbəst radikalların oksidləşmə proseslərinin intensivləşməsinə səbəb olur. Fiziki iş nəticəsində yorulmanın yaranmasının təkanverici mexanizminin aşkarlanması yorğunluq zamanı metabolik dəyişikliklərin qiymətləndirilməsi və korreksiyası üsullarının işlənilib hazırlanmasına şərait yarada bilər.

NƏTİCƏLƏR

1. 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.

2. Eksperimental siçovullarda ifrat fiziki yüklənmə zamanı yorulmanın inkişafının təkanvericimexanizmi orqanizmin kifayət qədər enerji təchizatının olmamasıdır. Bu proses öz növbəsində anaerob qlikoliz 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.

3. Alınmış nəticələrin analizi zamanı məlum olmuşdur ki, ifrat fiziki yüklənmə qrupuna aid siçovulların qanında optimal fiziki yüklənmə qrupu ilə müqayisədə sidik turşusunun səviyyəsinin 19,2 %, sidik cövhərinin səviyyəsi 26,6%, MDA-nın miqdarı 14,1% ($p < 0,05$) artımı, qlükozanın qatılığının isə 19,8 % azalması ilə özünü biruzə verir.

TÖVSIYYƏ

Fiziki iş nəticəsində yorulmanın yaranmasının təkanverici mexanizminin aşkarlanması və metabolik dəyişikliklərin düzgün qiymətləndirilməsi yorulmanın korreksiyasına kömək edə bilər və bunda nəticəsində idmançılarda yarışdan sonrakı bərpa dövrünü sürətləndirə bilər.

İSTİFADƏ EDİLMİŞ ƏDƏBİYYAT

1. Əbiyev Q.Ş. Orqanizmin hərəkəti aktivliyi və onun fiziki iş qabiliyyətinin fizioloji əsasları. Bakı: Araz, 2014, 250 s.
2. Qayıbov R.H. İdman fiziologiyası. Bakı: Adiloğlu, 2005, 172 s.
3. Qayıbov R.H., Quliyev Y.N. İdman fiziologiyası magistr səviyyəsi üçün. Bakı: 2012, 85 s.
4. Алексеев Н.А., Кутергин Н. Б. Влияние психофизиологического утомления на надежность двигательного навыка в спортивной борьбе // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2014, № 2 (2), с. 75–79
5. Алиев С.А., Гасанова А.К., Алибекова С.С. Новые аспекты исследований в б/х физических упражнений и спорта. Научный альманах, 2015, № (14), с. 397-404
6. Алиев С.А., Гасанова А.К., Алибекова С.С., Бехбутова Г.М. Механизмы антиоксидантной адаптации скелетных мышц. Научный альманах, 2016, № 2 (26), с. 332-339
7. Алиев С.А., Агаева С.Е. Динамика тиолового содержания и продуктов перекисного окисления липидов в структурах мозга у крыс при голодании. Актуальные проблемы науки и образования, 2012, с. 12-16
8. Алвани А. Структурно-лингвистический подход к оценке функциональных состояний организма у спортсменов высокой квалификации с признаками хронического утомления // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта, 2015, № 8, с. 3–8
9. Артахинова Р.С., Захарова Я.Ю., Захаров А. А. Изменения концентрации лактата в крови в результате соревновательных схваток по мас-рестлингу // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта, 2014, № 10 (116), с. 18–22
10. Бадтиева В.А., Павлов В.И., Шарыкин А.С. и др. Синдром перетренированности как функциональное расстройство сердечно-сосудистой системы, обусловленное физическими нагрузками // Российский кардиологический журнал, 2018, № 23 (6), с. 180–190

11. Базарин К.П. Роль активных форм кислорода в адаптации к физической нагрузке // Спортивная медицина: наука и практика, 2014, №4, с. 7-16
12. Бодров В.А. Профессиональное утомление: Фундаментальные и прикладные проблемы. М: Институт психологии РАН, 2009, 552 с.
13. Бутова О.А., Масалов С.В., Табулов А.Э. Спектральный анализ variability сердечного ритма спортсменов-профессионалов динамических видов спорта // Вестник восстановительной медицины, 2008, № 6 (28), с. 86–89
14. Викулов А.Д., Бочаров М.В., Каунина Д.В. и др. Регуляция сердечной деятельности у спортсменов высокой квалификации // Вестник спортивной науки, 2017, № 2, с. 31-36
15. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах // Сорский образовательный журнал, 2000, №12, с.13-19
16. Волков С.Н. Эргометрические, пульсовые и вентиляционные показатели в системе ранней диагностики синдрома хронического снижения физической работоспособности у спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2011, № 6 (90), с. 21–26
17. Волкова Е.С., Сальникова Е.П. Функциональная оценка утомления у спортсменов-студентов в тренировочном процессе // Современные тенденции развития физической культуры, спорта и адаптивной физической культуры: материалы всероссийской науч.- практич. конф. Липецк: Липецкий государственный педагогический университет имени П.П. Семенова-Тян-Шанского, 2017, с. 118-120
18. Винничук, Ю. Д., Чикина И. В. Маркеры повреждения мышечной ткани у спортсменов // Вісник проблем біології і медицини, 2016, Вип. 2, Том 3, № 130, с. 288– 293
19. Гаджиев А.М., Алиев С.А., Агаева С.Э. Роль эндогенных и экзогенных антиоксидантов в адаптивной мышечной деятельности // Теория и практика физической культуры, 2014, №8, с. 53-57
20. Гарганеева Н.П., Таминова И.Ф., Ворожцова И.Н., Бурматов Н.А. Функциональные особенности сердечно-сосудистой системы у

квалифицированных спортсменов разных видов спорта в зависимости от интенсивности и типа физической нагрузки // Сибирский медицинский журнал, 2012, Т. 27, № 4, с. 47–51

21. Горбанева Е.П., Власов А.А. Специфические особенности функциональной устойчивости у спортсменов с различным характером двигательных актов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта, 2011, № 8 (78), с. 51–56

22. Горчакова Н.А., Гудивок Я.С., Гунина Л.М. и соавт. Фармакология спорта. К. : Олимп. лит., 2010, 639 с.

23. Губа В.П. Эффективность применения интегральной диагностики в спорте высших достижений // Вестник спортивной науки, 2017, № 6, с. 40–44

24. Гунина Л.М. Механизмы влияния антиоксидантов при физических нагрузках // Наука в Олимпийском спорте, 2016, № 1, с. 25–32

25. Гунина Л.М. Окислительный стресс и адаптация: метаболические аспекты влияния физических нагрузок // Наука в олимпийском спорте, 2013, №4, с. 19-25

26. Гурский, А.В. Влияние фактора утомления на параметры двигательных действий в процессе 30 км лыжной гонки // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта, 2014, № 6 (112), с. 60–63

27. Дубинина Е.Е. Продукты метаболизма кислорода в функциональной активности клеток (жизнь и смерть, созидание и разрушение). Физиологические и клинико-биохимические аспекты – СПб. Медицинская пресса, 2006, 400 с.

28. Елисеев М.С., Выходец И.Т., Юнусов В.А. и др. Факторы риска развития гиперурикемии у профессиональных спортсменов различных видов спорта по результатам многолетнего ретроспективного наблюдения // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2019, № 1(149), с. 12–20

29. Жийяр М.В., Бадтиева В.А., Выборнов В.Д., Баландин М.Ю. Оперативный контроль текущего утомления в ситуативных видах спорта // XIII Международная научная конференция по вопросам состояния и перспективам развития медицины в спорте высших достижений «СПОРТМЕД-2018»: сборник

материалов пятой науч.-практич. конф. «Медицинское обеспечение спорта высших достижений». М.: 2018, с. 47–49

30. Захарова М.Ф., Левушкин С.П., Лазарева Э.А. Изменения показателей ферментативной активности лимфоцитов периферической крови у высококвалифицированных легкоатлетов при физических нагрузках различных видов // Теория и практика физ. Культуры, 2013, № 2, с. 27–30

31. Иорданская Ф.А., Абрамова Т.Ф., Бучина Е.В. Функциональная подготовленность спортсменов академической гребли в процессе подготовки и отбора к ответственным соревнованиям // Вестник спортивной науки, 2018, № 4, с. 25–29

32. Иорданская Ф.А. Нарушения показателей «срочной» адаптации в процессе напряженной тренировочной работы высококвалифицированных спортсменов и средства их профилактики // Вестник спортивной науки, 2018, № 3, с. 35–40

33. Иорданская Ф.А., Цепкова Н.К., Абрамова Т.Ф. Приоритетные направления медико-биологического контроля у фигуристов // Вестник спортивной науки, 2019, № 2, с. 41-49

34. Иорданская Ф.А., Малкин Р.В. Вариабельность сердечного ритма в оценке функционального состояния волейболистов (по программе «OMEGA-S») // Вестник спортивной науки, 2019, № 1, с. 55–60

35. Ильин В.Н., Филиппов М.М., Алвани А. Оценка функционального состояния организма человека в экстремальных условиях на основе теории ультрастабильных систем // Ульяновский медико-биологический журнал, 2014, № 3, с. 93–99

36. Калинин Л.А., Стаценко Е.А., Пономарева А.Г. и др. Окислительный стресс при занятиях физической культурой: методы диагностики и коррекции антиоксидантного статуса // Вестник спортивной науки, 2014, №1, с. 31-35

37. 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.

38. Кирьянова М. А., Калинина И. Н. Особенности центральной гемодинамики у спортсменов-пловцов с учетом характера мышечной деятельности // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2011, № 6 (90), с. 15–21

39. Кирьянова М.А., Калинина И.Н. Методика комплексной оценки центрального и периферического кровообращения квалифицированных спортсменов с учетом специфики мышечной деятельности // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2011, № 4 (88), с. 13–19

40. Козлов А.А., Поваренщикова Ю.А. Исследование регуляции ритма в оценке адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы представителей пляжного волейбола / Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2013, № 6 (114), с. 22–25

41. Корнякова В.В., Конвай В.Д., Дятлова А.Ю. Биохимические маркеры утомления при интенсивных физических нагрузках // Медицинская биохимия и клиническая лабораторная диагностика в аспекте модернизации системы научных исследований : материалы Всероссийской научно-практической конференции биохимиков и специалистов по лабораторной медицине., мск: ОмГМА, 2011, с. 154–161

42. Корнякова В.В., Конвай В.Д., Фомина Е.В. Активация перекисного окисления липидов в печени крыс при интенсивных физических нагрузках: механизмы развития, коррекция // Омский научный вестник, 2011, № 1 (104), с. 204–208

43. Корженевский А.Н., Клендар В.А., Бархатов М.Н. Мониторинг функционального состояния с оценкой уровня тренированности по показателям сердечно-сосудистой и анализаторных систем у юных и взрослых борцов // Вестник спортивной науки, 2018, № 1, с. 28 – 30

44. Кремено С.В., Барабаш Л.В., Смирнова И.Н. и др. Особенности функционирования системы прооксиданты-антиоксиданты у

высококвалифицированных спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2014, № 6 (126), с. 17-20

45. Кулиненко О.С., Лапшин И. А. Биохимия в практике спорта. М: Спорт, 2018, 181 с.

46. Кун С., Дьяченко А. Развитие утомления и средства его компенсации в процессе тренировочной и соревновательной деятельности спортсменов в гребле академической // Наука в олимпийском спорте, 2018, № 1, с. 18–27

47. Курашвили В.А. Биохимические показатели // Вестник спортивных инноваций. М. : ЦСТиСК Москомспорта, 2014, Вып. 49 (2 сентября), с. 3–7

48. Левшин И.В., Солодков А.С., Макаров Ю.М., Поликарпочкин А.Н. Функциональные состояния в спорте // Теория и практика физической культуры, 2013, № 6, с. 71–75

49. Ларин О.С., Гаврилов А.Н. Динамика биохимических маркеров на этапе трансформирующего мезоцикла тренировки в пауэрлифтинге // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта, 2015, № 7 (125), с. 119–122

50. Лагутина М.В., Горбанева Е.П., Солопов И.Н. Факторы физической работоспособности спортсменок на этапах многолетней подготовки в фитнес-аэробике // Теория и практика физической культуры, 2013, № 4, с. 76–80

51. Ландырь А.П., Ачкасов Е.Е. Регуляция и определяющие факторы частоты сердечных сокращений в покое у спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2012, № 6 (102), с. 47–51

52. Макарова Г.А., Поляев Б.А. Медико-биологическое обеспечение спорта за рубежом. М: Советский спорт, 2012, с. 310

53. Макарова Г. А., Локтев С. А., Порубайко Л. Н. Факторы риска возникновения синдрома перетренированности у спортсменов // Международный журнал экспериментального образования, 2014, № 4 (1), с. 170–172

54. Макарова Г.А., Холявко Ю.А., Поляев Б.А. Показатели биохимического состава крови в системе срочного и текущего контроля в видах спорта,

направленных на развитие выносливости. (Авторское видение проблемы) // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2018, № 4 (148), с. 28–36

55. Махонин Е.В. Утомление в хореографии // Инновационная наука, 2015, № 1–2, с. 15–17

56. Мирзоев О.М. Применение восстановительных средств в спорте. М: Спортакадемпресс, 2000, с. 204

57. Михайлов В.М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба. Иваново: Талка, 2008, с. 545

58. Михалюк Е.Л. Особенности проведения субмаксимального теста PWC170 у спортсменов с синусовой брадикардией // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2013, № 3 (111), с. 21–24

59. Науменко Д.А., Дижонова Л.Б., Слепова Л.Н., Хаирова Т.Н. Физическая культура как средство профилактики хронического утомления студентов // Успехи современного естествознания, 2013, № 10, с. 210

60. Петрова Г.С. Влияние тренировочного процесса на адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы у пловцов // Спортивная медицина: наука и практика, 2018, Т. 8, № 2, с. 5–11

61. Платонов В. Перетренированность в спорте // Наука в олимпийском спорте, 2015, № 1, с. 19-34

62. Полевщиков М.М., Роженцов В.В., Палагин Ю.С., Матвеев Р.Ю. Определение наступления утомления человека при выполнении физической нагрузки психофизиологическими методами // Вестник восстановительной медицины, 2010, № 3, с. 22–24

63. Полевщиков М.М., Солодков А.С. Особенности утомления и восстановления спортсменов // Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта, 2013, № 6 (100), с. 130–143

64. Полевщиков М.М., Шрага А.М., Афоньшин В.Е., Роженцов В.В. Оценка утомления при занятиях физической культурой и спортом // Теория и практика физической культуры, 2014, № 7, с. 75–78

65. Роженцов В.В., Полевщиков М.М. Утомление при занятиях физической культурой и спортом: проблемы, методы исследования. М: Советский спорт, 2006, с. 280

66. Солодков А. С. Физическая работоспособность спортсменов и общие принципы её коррекции (часть 1) // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта, 2014, № 3 (109), с. 148–158

67. Солодков А.С. Физическая работоспособность спортсменов и общие принципы её коррекции (часть 2) // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта, 2014, № 4 (110), с. 151–158

68. Солодков А.С. Особенности утомления и восстановления спортсменов / Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта, 2013, № 6 (100), с. 130–143

69. Стаценко Е.А. Профилактика и коррекция нарушений функционального состояния у высококвалифицированных спортсменов в условиях тренировочного процесса: Дисс. ... доктора мед. наук. Москва: 2014, 359 с.

70. Тамбовцева Р.В., Войтенко Ю.Л., Орел В.Р. Состояние метаболизма при напряженной мышечной деятельности спортсменов циклических видов спорта: монография. М.: ТВТ Дивизион, 2017, с. 120

71. Таймазов В.А., Голуб Я.В. Психофизиологическое состояние спортсмена (Методы оценки и коррекции). СПб: Олимп. СПб, 2004, с. 400

72. Ухтомский А.А. Возбуждение, утомление, торможение // Физиологический журнал СССР, 1934, № 6, с. 1114–1125

73. 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

74. Хомяков Г.К., Мухопад Ю.Ф. Обеспечение безопасности и эффективности спортивного тренировочного процесса // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2011, № 2 (86), с. 29–33

75. Холявко Ю.А., Макарова Г.А., Кравченко А. А. Показатели гормонального статуса у спортсменов // Лечебная физкультура и спортивная медицина, 2014, № 6 (126), с. 4-12

76. Чан Дык Н. Особенности вегетативных регуляций у спортсменов-бадминтонистов различной квалификации // Физическая культура, спорт – наука и практика, 2012, № 3, с. 65–68

77. Шамитова Е.Н., Александрова Н.Л., Михайлова К.Н. Биохимический контроль реакции организма на повышенную физическую нагрузку // Научное обозрение, 2018, № 2, с. 27–31

78. Шлык Н. И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография. Ижевск: Удмуртский университет, 2009, 255 с.

79. Anderson T., Haake S., Lane A., Hackney A. Changes in resting testosterone, cortisol, and interleukin-6 as biomarkers of overtraining // Balt. J. Sport Health. Sci, 2016, Vol. 101 №2, p. 2–7

80. Aubry A., Hausswirth C., Louis J. et al. The development of functional overreaching is associated with a faster heart rate recovery in endurance athletes // PLoS ONE, 2015, Vol. 10 №10

81. Asakawa T., Matsushita S. Coloring condition of TBA test for detecting lipid hydro peroxides // Lipids, 1980, v.15, № 3, p. 137-140

82. 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

83. Cadegiani F. A., Kater C. E. Hormonal response to a non-exercise stress test in athletes with overtraining syndrome: Results from the Endocrine and metabolic Responses on Overtraining Syndrome (EROS) – EROS-STRES // Journal of Science and Medicine in Sport, 2018, Vol. 21, № 11, p. 648–653

84. Cardoos N. Overtraining syndrome // Curr. Sports Med. Rep, 2015, Vol. 14, № 3, p. 157–158

85. Coates A. M., Hammond S., Burr J. F. Investigating the use of pre-training measures of autonomic regulation for assessing functional overreaching in endurance athletes // *Eur. J. Sport Sci*, 2018, Vol. 18, № 7, p. 965–974

86. Deneen W., Jones A. Cortisol and Alpha-amylase changes during an Ultra-Running Event // *International Journal of Exercise Science*, 2017, Vol. 10, № 4, p. 531–540

87. Djordjevic D., Cubrilo D., Macura M. The influence of training status on oxidative stress in young male handball players // *Mol. Cell. Bio chem.*, 2011, Vol. 351, №1-2, p. 251-259

88. Dong J.G. The role of heart rate variability in sports physiology (Review) // *Experimental and Therapeutic Medicine*, 2016, Vol. 11, № 5, p. 1531–1536

89. Edwards T., Spiteri T., Piggott B. Monitoring and Managing Fatigue in Basketball // *Sports (Basel)*, 2018, Vol. 6, № 1

90. Gadzhiev A.M., Aliyev S.A., Hassanova A.K., Rzayev Z.B. Tissue and subcellular activities of superoxide dismutase in skeletal muscles during physical exercises. *Journal of Life Sciences & Biomedicine*, 2020, vol. 2(75), № 1, p. 30-37

91. Jordalen G., Lemyre P. N., Durand-Bush N. Experiences in Junior Athletes: The Importance of Motivation and Self-Control Competencies // *Front Psychol*, 2016, Vol. 7, p. 1867

92. 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

93. Knicker A.J., Renshaw I., Oldham A.R., Cairns S.P. Interactive processes link the multiple symptoms of fatigue in sport competition // *Sports Medicine*, 2011, Vol. 41, № 4, p. 307–328

94. Kafkas M.E., Taşkıran C., Şahin Kafkas A. Acute physiological changes in elite free-style wrestlers during a one-day tournament // *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2016, Vol. 56, № 10, p. 1113–1119

95. Lambrecht M. Antioxidants in sport nutrition – CRC Press, 2014, p. 299

96. Meeusen R., Nederhof E., Buyse L. et al. Diagnosing overtraining in athletes using the two-bout exercise protocol // *Br. J. Sports Med*, 2010, Vol. 44, № 9, p. 642–648.
97. Mujika I., Halson S., Burke L. M. et al. An Integrated, Multifactorial Approach to Periodization for Optimal Performance in Individual and Team Sports // *Int. J. Sports Physiol. Perform*, 2018, Vol. 13, p. 538
98. Neves E.B., Cunha R.M., Rosa C. Correlation between skin temperature and heart rate during exercise and recovery, and the influence of body position in these variables in untrained women // *Infrared Physics and Technology*, 2016, Vol. 75, p. 70–76
99. 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
100. Palacios G., Pedrero-Chamizo R., Palacios N. et al. Biomarkers of physical activity and exercise // *Nutricion Hospitalaria*, 2015, Vol. 31, № 3, p. 237–244.
101. Pesic, S. Exercise-Induced Changes in Redox Status of Elite Karate Athletes / S. Pesic, V. Jakovljevic, D. Djordjevic [et al.] // *Chin. J. Physiol*, 2012, Vol. 55, № 1, p. 8–15
102. Pingitore A.M.D., Lima G.P.P., Mastori F. et al. Exercise and oxidative stress: potential effects of antioxidant dietary strategies in sports // *Nutrition*, 2015, Vol. 31, p. 916-922
103. Slivka, D. R. Effects of 21 days of intensified training on markers of overtraining // *J. Strength Cond. Res*, 2010, Vol. 24, № 10, p. 2604–2612
104. Schäfer D., Gjerdalen G. F., Khokhlova M., Badtieva V. [et al. Sex differences in heart rate variability: a longitudinal study in international elite cross-country skiers // *Eur. J. Appl. Physiol*, 2015, Vol. 115, № 10, p. 2107–2114
105. Schwellnus 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, p. 1043–1052

106. Turner J.E., Hodges N.J., Bosch J.A. Prolonged depletion of antioxidant capacity after ultraendurance exercise // *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2010, Vol. 431, № 9, p. 1770-1776

ƏLAVƏLƏR

İxtisarlara siyahısı

- AOS – antioksidant sistemi
- AOMS – antioksidant müdafiə sistemi
- GSH – reduksiya olunmuş qlutation
- GSSG – oksidləşmiş qlutation
- HP – hidroperekislər
- QPO – qlutationperoksidaza
- QR – qlutationreduktaza
- LPO – lipidrepoksidləşmə
- MDA – malondialdehid
- OAF – oksigenin aktiv formaları
- PDYT – polidoymamış yağ turşuları
- SOD – superoksiddimutaza
- SRO – sərbəstradikalı oksidləşmə
- SR – sərbəst radikallar