

İcmal

Antioksidant fermentlərin aktivliyinin və malon dialdehidinin miqdarının idmançıların qanında müqayisəli tədqiqi

Əliyev S.A., Əliyev İ.S., Əlibəyova S.S.¹

¹Azərbaycan Dövlət Bədən Tərbiyəsi və İdman Akademiyası

Nəşr tarixi

Qəbul edilib 1 mart 2018

Dərc olunub: 5 iyun 2018

© 2018 ADBTİA. Bütün hüquqlar qorunur.

Açar sözlər: oksidləşdirici stres, oksigenin aktiv formaları, antioksidant müdafiə, lipidlərin peroksidləşməsi, sərbəst radikallar, fiziki yüklər, antioksidant fermentlər.

Annatasiya. İdmançıların qanında eritrositlərində malon-dialdehidinin (MDA) miqdarı, antioksidant fermentlərdən superoksiddismutazanın (SOD), katalazanın (KAT) və qlütation-S-Transferazanın (QST) aktivliyi yarışqabağı dövrdə öyrənilmişdir. MDA-nın miqdarı idmançıların qan plazmasında və eritrositlərində müəyyən qədər fərqli (müvafiq olaraq, 7.7 və 11.6 mk mol/q Hb); ($p < 0.05$; $n=20$) və etibarlı olmuşdur. MDA-nın ən yüksək miqdarı üzgüçülərin eritrositlərində müşahidə olunmuş və bu qatılıq antioksidant fermentlər aktivliyinin aşağı olduğu zaman futbolçularla müqayisədə yüksək olmuşdur. SOD, KAT, OST-nin aktivliyi və MDA-nın qatılığı futbolçuların və üzgüçülərin məhz yaxşı idman formasında olduqları zaman kəskin fərqlənmişlər. SOD, KAT, OST-nin aktivliyinin futbolçularda üzgüçülərə nəzərən yüksək olduğu da müəyyən olunmuşdur.

Giriş. İdmançı orqanizmində oksigenin aktiv formalarının (OAF) toplanmasına səbəb həddən artıq gərginliyə malik olan fiziki yüklərin və psixosomasiyal gərginliklərin yaratdığı oksidativ stress və iltihabi reaksiyalardır. Mötəbər yarışlar yaxınlaşdıqca yüksək dərəcəli idmançılarda belə halların yaranması intensivləşir. Oksigenin aktiv formalarına (OAF) superoksid anion-radikalı (eritrositlərin membranını zədələyir), hidrogen peroksid (zülalların tərkibində olan SH-qruplarını oksidləşdirir, membranlarda olan

doymamış yağ turşularını peroksidləşdirir) və s. aiddir. Sərbəst radikalların zədələyici təsirinin və lipidlərin peroksidləşməsinin qarşısını çoxkomponentli antioksidant müdafiə sistemi (AOS) alır, sərbəst radikalların birləşməsinə və rekombinasiyasını təmin edir, peroksid birləşmələrin yaranmasının qarşısını alır və ya onların zədələyici təsirini ləngidir (1, 2, 5).

Orqanizmin antioksidant müdafiə sistemi müasir təsnifata görə iki əsas hissəyə bölünür: fermentativ və qeyri-fermentativ. Superoksiddismutaza (SOD), katalaza (KAT) qlütationperoksidaza (QP) və qlütation-S-transferaza (QST) orqanizmin çox vacib antioksidant müdafiə sisteminin elementləri olub, superoksid anion-radikalının aradan götürülməsində əsas rol oynamaqla, hüceyrənin oksidativ zədələnməsinin qarşısını alır. Oksigenin aktiv formalarından qorunmasının ikinci hissəsini katalaza təşkil edir, superoksiddismutaza reaksiyasının məhsulu olan H_2O_2 zərərsizləşdirir. Həmçinin, H_2O_2 parçalanmasında qlütationperoksidaza fermenti də mühüm rol oynayır. Qlütation-s-transferaza fermenti (QST) membranlarda, reduksiya olunmuş qlütationun hesabına lipoperoksidləri regenerasiya edir və bu zaman heç bir fosfolipaz hidrolizinə ehtiyac olmadan oksidləşdirici stressin və endogen intoksikasiyaların təsirlərini zəiflədir. LPO-nun zərərli məhsullarının qlütationla konyuqasiyası və zülalların oksidləşdirici modifikasiyası sayəsində onların

orqanizmdən xaric olunmasına şərait yaranır (6, 7, 11).

Lipidlərin peroksidləşməsinin son məhsullarından biri olan malon-dialdehidinin (MDA) sərbəst yağ turşularının oksidləşdirici parçalanması zamanı yaranır. MDA öz növbəsində zülalların amin qrupları ilə şifon əsaslarını əmələ gətirir, nəticədə həll olmayan lipid-zülal kompleksləri yaranır. Bu məhsulları çox vaxt köhnəlmiş piqmentlər (lipofursinlər) də adlandırırlar. Malon-dialdehidinin yaranmasının sürətinə görə LPO-nun aktivləşməsi haqqında fikir irəli sürmək olar.

Son onilliklərdə oksigenin aktiv formalarının öyrənilməsi tədqiqatçıların böyük diqqətini cəlb etmişdir. Belə hesab edilir ki, OAF orqanizmdə ayrıca bir sistem təşkil edərək, bir sıra fizioloji funksiyalarda və patoloji proseslərdə iştirak edir. Bu sistemin mexanzimini bilməklə orqanizmin toxumalarında və orqanlarında fizioloji funksiyaların normal qanunauyğunluqlarını başa düşmək olar. Belə ki, bir çox patoloji proseslərin xüsusiyyətlərini və onlara aktiv təsir edən vasitələrin seçməklə, yaranan xəstəliklərin müalicəsi üçün yeni texnologiyaların istehsalına, onların uğurlu tətbiqinə və nəticədə insan ömrünün uzadılmasına, fiziki imkanlarının yüksəldilməsinə nail olmaq olar (3, 4).

Yüksək intensivli fiziki yüklərin tətbiqimüasir idmana xasdır və onların sistematik təsiri zamanı orqanizmə daxil olan oksigenin bir hissəsinin 5% qədər onun aktiv formalarına çevrilməsinə rəvac verir. Belə yüklər OAF-nin yaranmasına güclü təsirə malikdir və sərbəst radikallaşma proseslərinin şaxələnməsinə səbəb olur. Fiziki yüklər idmançı orqanizminin fermentativ sistemində kompleks dəyişikliklər yaradır və bunlar müsbət kompensator xarakterə malik olmaqla yanaşı, bir çox hallarda dekompensasiyaya və antioksidant müdafiə mexanzimlərinin sıxışdırılmasına, toxumalarda zədələyici təsirə malik olan OAF-nin izafi miqdarda toplanmasına səbəb olar (8, 9, 10).

Əzələ təqəllüsünün normal getməsi üçün mülayim intensivlikli məşq yüklərinin

təsirindən yaranan OAF-nin fizioloji səviyyəsi əzələ hüceyrələrində normal proseslərin getməsi üçün vacibdir. Mülayim şiddətli fiziki yüklərin təsiri zamanı yaranan oksidativ stressin müsbət effektdə malik olması ilə bağlı fikirlərdə məlumdur. Lakin, bu zaman əzələ toxumasının zədələnməsi zamanı yaranan sərbəst radikallar reperasiya prosesləri üçün vacib tənzimləyicilərdir, yüklərin təsirinə qarşı əzələ toxumasının adaptasiyasının əsasında durur. OAF-nin aşağı qatılığı hüceyrənin siqnal yollarını modullaşdırır, çoxlu sayda genlərin ekspressiyasını tənzimləyir. Bunun da əsasında antioksidant müdafiə sisteminin fermentlərini, istilik şokunun zülallarını, DNT reperasiyasının və tənəffüs zəncirinin fermentlərini kodlaşdıran genlər də olur. Yüksək intensivliyə malik olan uzunmüddətli fiziki yüklər təqəllüs edən miositlərin sturukturunda olan zülalların və lipidlərin oksidləşdirici zədələnməsinə səbəb olur (4, 11-13).

Orqanizmin OAF qorunması antioksidant müdafiə sisteminin (AOS) köməyi ilə həyata keçirilir. Antioksidant müdafiə sisteminin kiçikmolekullu antioksidantları (AO)-qlütationun və askorbatın oksidləşməsinə və reduksiyasına həyata keçirən fermentləri, həmçinin də oksigenin aktiv formalarının dismutədicisi və peroksidlərinin elminədicisi fermentləri də daxildir. OAF qorunmasında iştirak edən aşağıdakı fermentləri xüsusi qeyd etmək olar: qlütationperoksidaza, qlütationreduktaza superoksidismutaza (SOD), katalaza (KAT), qlütation-s-transferaza (QST). Antioksidant müdafiəni təşkil edən fermentlərin aktivliyi sabit deyil, idmançının fiziki aktivliyindən və məşq olunma səviyyəsindən asılıdır. Əki, bir çox tədqiqatçılar göstərir ki, dözümlü mənşəli məşqi zamanı SOD aktivliyi 20%-dən 112%-ə qədər, qlütationperoksidazanın 20%-dən 117%-ə qədər yüksəlir. Qeyd etmək lazımdır ki, belə halda həm sitozol və həm də mitoxondrial fraksiyalarda qlütationperoksidazanın aktivliyi yüksəlir. Göstərilən fermentlərin aktivliyinin yüksəlməsi məşq yüklərinin intensivliyindən və davam etmə müddətindən asılı olur. Fermentlərin aktivliyi

həm aerob və həm də anaerob məşq yüklərin təsiri altında baş verir. Belə hesab olunur ki, adaptasiya mexanizmləri OAF siqnal molekullarına çevrilməsi səbəbindən işə düşür, antioksidant müdafiə sisteminin genlərinin ekspressiyasını stimullaşdırır. Bu zaman həm DNT reparasiyası və həm də digər müdafiə prosesləri stimullaşdırılır. Onu da qeyd etmək vacibdir ki, antioksidant müdafiənin bəzi genləri patoloji proseslərin təsirinə qarşı cavab olaraq daha tez aktivləşir, bu da, çox güman ki, OAF artması ilə bağlıdır (14 – 18)

Beləliklə, son dövrlərdə bu istiqamətdə aparılan çoxsaylı elmi tədqiqatların artmasına baxmayaraq, sistemə təsirə malik yüksək intensivlikli fiziki yüklərin icrası şəraitində antioksidant müdafiə sistemində baş verən kəskin dəyişikliklər haqqında məlumatlar çox azlıq təşkil edir. Fiziki yüklərin prooksidant sistemin dinamikasına, antioksidant müdafiə sisteminin mexanizminə təsiri öz aktuallığını saxlamaqdadır.

Tədqiqat işinin əsas məqsədi antioksidant müdafiə sistemi fermentlərinin aktivliyini və lipidlərin peroksidləşməsinin məhsulu olan malon-dialdehidinin miqdarının yüksək intensivlikli, uzunmüddətli fiziki yüklərin təsirindən sonra idmançıların qan plazmasında və eritrositlərdə öyrənmək olmuşdur.

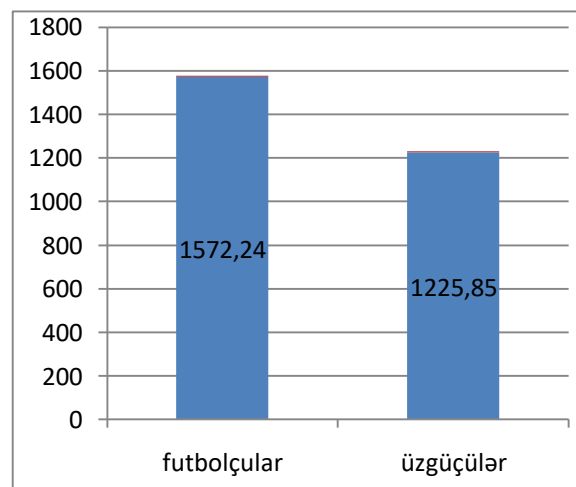
Tədqiqatın metodları. Tədqiqatlarda 20 nəfər idmançı iştirak etmiş və onlar iki komandanı təmsil etmişlər: 12 nəfəri futbolu və 8 nəfəri isə üzgüçülüğü. Komandaların hər birinin özünəməxsus məşq və yarış rejimi olmuş, hər iki komandanın üzvləri kişilərdən ibarət olmuşdur. Onların orta yaş həddi 20-22 il olmuşdur. Tədqiqatın obyekt qan plazması və eritrositləri olmuş və onlarda superoksiddismutazanın (SOD), katalazanın (KAT), qlütation-S-transferazanın (QST) aktivliyi və lipidlərin peroksidləşmə məhsullarından olan malon dialdehidinin (MDA) miqdarı təyin olunmuşdur.

Superoksiddismutaza fermentinin aktivliyinin təyini qələvi mühitdə SOD iştirakı ilə adrenalinin öz-özünə oksidləşməsi

reaksiyasının ingibirləşməsinə əsaslanmışdır. Oksidləşmənin müəyyən mərhələsində superoksid anion-radikalların dismutasiyası nəticəsində yaranan metabolitlərdən biri bu mərhələnin oksidləşmə məhsulu kimi sonrakı mərhələlərin iştirakçısına çevrilir. Katalaza fermentinin aktivliyi hidrogen-peroksidin molibidant ammoniumla reaksiyasının katalizi gedişində parçalanmamış H_2O_2 əmələ gətirdiyi sarı rəngli kompleksinin yaranmasına əsaslanır. Qlütation-S-transferazanın aktivliyi isə qlütationla (Q-SH) 1 - xlor - 2,4 – dinitrobenzo turşusu (XDNB) arasında reaksiya zamanı qlütation-S-konyuqatlarının yaranmasının sürətinə görə təyin olunmuşdur. Lipidlərin peroksidləşməsinin məhsulu olan MDA-nın səviyyəsi onun 2-tiobarbitur turşusu ilə əmələ gətirdiyi xromogenin miqdarının spektrofotometrik üsulla 532 nm dalğa uzunluğunda ölçülməsi ilə təyin olunur.

Alınmış nəticələr və onların müzakirəsi. Antioksidant fermentləri olan SOD, KAT, QST aktivliyi və MDA qatılığının futbolçularda və üzgüçülərdə, onların yaxşı idman formasında olduqları zaman tədqiqi gedişində məlum olmuşdur ki, bu göstəricilərə görə onlar arasında kəskin fərqlər vardır ($p < 0.05$; $n = 20$) (Şəkil 1). Şəkil 1-də superoksiddismutaza fermentinin aktivliyinin göstəriciləri əksini tapmışdır.

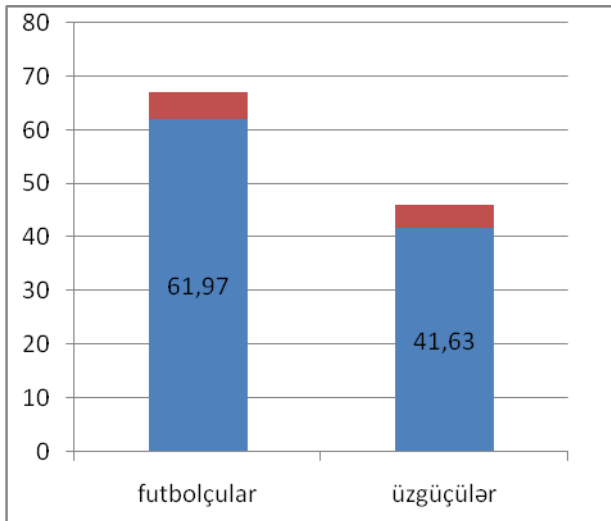
Şerti vahid (ş.v.) /dəq.qHb



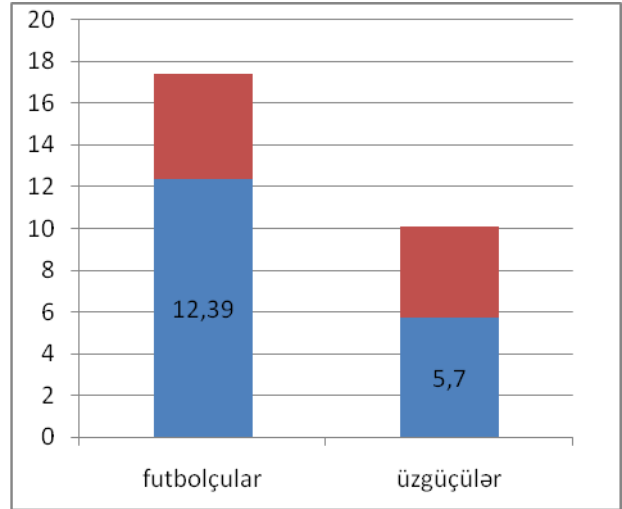
Superoksiddismutaza fermentinin aktivliyi futbolçularda üzgüçülərə nəzərən xeyli yüksək olub, 1572,24 şərti vahid/dəq q Hb təşkil edirsə, bu göstərici üzgüçülərdə 1225,85 şərti vahid/dəq q Hb olmuşdur.

Katalaza fermentinin futbolçuların və üzgüçülərin eritrositlərindəki aktivliyi şəkil 2-də əksini tapmışdır. Onun aktivliyi futbolçularda 61.97 mmol/dəq q Hb, üzgüçülərdə isə 41.63 mmol/dəq q Hb olmuşdur.

SOD-un aktivliyi kimi katalazanın da aktivliyi futbolçularda yüksək olmuşdur. mmol/dəq.qHbQlütation-S-transferazanın aktivliyinin eritrositlərdə təyini zamanı alınan nəticələr şəkil 3-də əksini tapmışdır. Alınan nəticələrdən görüldüyü kimi, QST aktivliyi futbolçularda üzgüçülərə nəzərən yüksəkdir. Futbolçularda bu aktivlik 12.39 m mol/dəq qHb, üzgüçülərdə isə 5.7 m mol/dəq qHb olmuşdur.



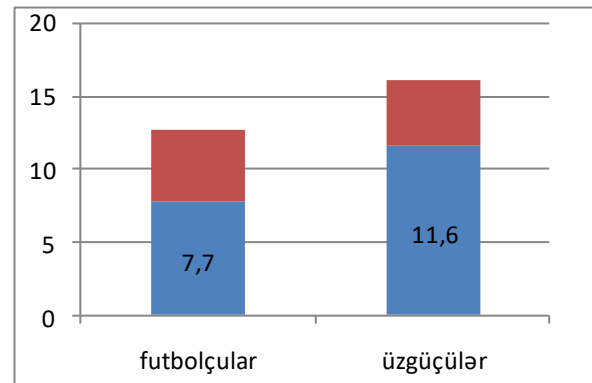
Şəkil 2. İdmançıların eritrositlərində katalazanın aktivliyi. mkmol/dəq.qHb



Şəkil 3. İdmançıların eritrositlərində qlütation - s-transferazanın aktivliyi

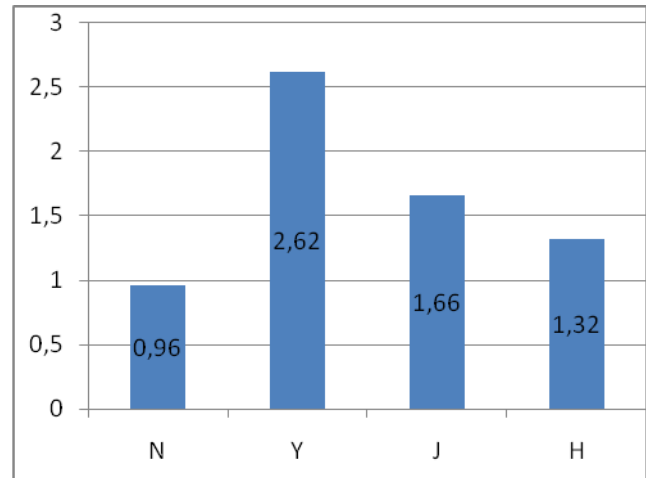
Alınmış nəticələrin müqayisəli analizi göstərmişdir ki, daha böyük fərqlər QST aktivliyində müşahidə olunmuşdur. Bu QST lipid peroksidlərinin hüceyrə membranından kənarlaşdırılmasında və oksidləşdirici stressin fəsadlarının aradan qaldırılmasında iştirakı ilə əlaqədardır.

Malon-dialdehidin səviyyəsi qırmızı qan hüceyrələrinin membranlarının tərkibinə daxil olan fosfolipidlərin strukturundakı polien yağ turşularının oksidləşdirici stressin təsiri ilə dəyişməsinin dərəcəsini əks etdirən bir göstəricidir. Futbolçuların və üzgüçülərin eritrositlərinin oksidləşdirici stressin təsirinə cavab olaraq onların plazmatik membranında MDA-nın səviyyəsi müxtəlif olur (7.7 və 11.6 mk mol/q Hb, müvafiq olaraq, $p \leq 0.05$). Bu göstəricilər aşağıdakı şəkildə əksini tapmışdır (şəkil 4). mkmol/dəq.qHb



Şəkil 4. İdmançıların eritrositlərində malon dialdehidinin miqdarı (mk mol/q Hb, $p \leq 0.05$)

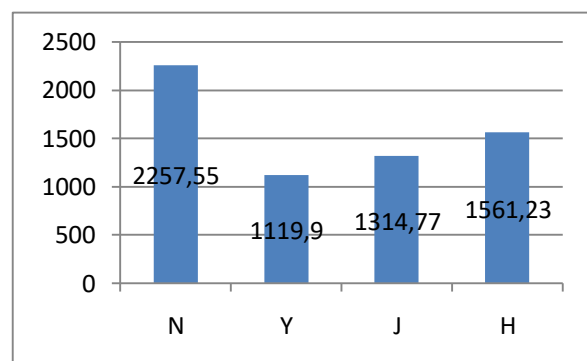
Malon dialdehidinin ən yüksək qatılığı futbolçularla müqayisədə üzgüçülərin eritrositlərində müşahidə olunur. Marafılı odur ki, bu qatılıq tədqiq olunan antioksidant fermentlərin aktivliyinin aşağı olduğu zaman, daha yüksək olmuşdur. Aparılmış tədqiqatların gedişində o da məlum olmuşdur ki, icra olunan fiziki yüklərin təsirindən asılı olaraq antioksidant müdafiə sisteminin fermentlərinin aktivliyində etibarlı fərqlər nəzərə çarpır. İntensiv fiziki yüklərin təsirindən sonra idmançıların orqanizmin bərpa olunması dövründə antioksidant müdafiə sisteminin fermentlərinin aktivliyində yüksəlmə baş verir. Həm də üzgüçülərin və futbolçuların eritrositlərində fermentlərin aktivliyi fərqi olur və daha yüksək aktivlik futbolçuların qırmızı qan hüceyrələrində müşahidə olunmuşdur. İdmançıların qan plazmasında yarış dövrünün sonunda MDA-nın səviyyəsi nəzarət qrupunu 174% ($p < 0,05$), istirahətdən sonra 85% ($p < 0,05$), hazırlıq dövründən sonra isə 60% ($p < 0,05$) üstələnmişdir (şəkil 5). Alınmış nəticələr ədəbiyyat mənbələri ilə uyğunluq təşkil etmişdir (16). Xüsusi bir hal kimi onu da qeyd etmək olar ki, istirahət dövrünün 30-cu günün davam etməsinə baxmayaraq, MDA-nın qatılığının səviyyəsinin nəzarət qrupunun göstəricilərinə qədər enməsi müşahidə olunmur. Bu da onu güman etməyə imkan verir ki, yarış dövrünün gedişi prosesində antioksidant müdafiə sistemində dekompensasiyanın formalaşması baş verir.



Şəkil 5. Qan plazmasında malondialdehidin qatılığı (mk mol/q zülal): N – nəzarət qrupu; Y – yarış dövründə idmançılarda; İ – keçid (istirahət) dövrünün sonunda idmançılarda; H – hazırlıq dövrünün sonunda idmançılarda

Məlum olduğu kimi, insanın orqanizmində SOD üç növü vardır: sitoplazmatik (SOD₁), mitoxondrial (SOD₂) və ekstrasellyiyar (SOD₃). SOD-un yüksək molekulyar forması endoteliositlərin qlikokalisinin heparin sulfat ilə möhkəm rabitələr yaradaraq onları sərbəst radikalların təsirindən qoruyur. Qanın plazmasında əsasən hüceyrə xarici SOD₃, həmçinin SOD₁ və SOD₂ də müəyyən qədər rast gəlinir, onların qatılıqları əsasən toxumaların zədələnməsi və qanın hemoliz zamanı artır.

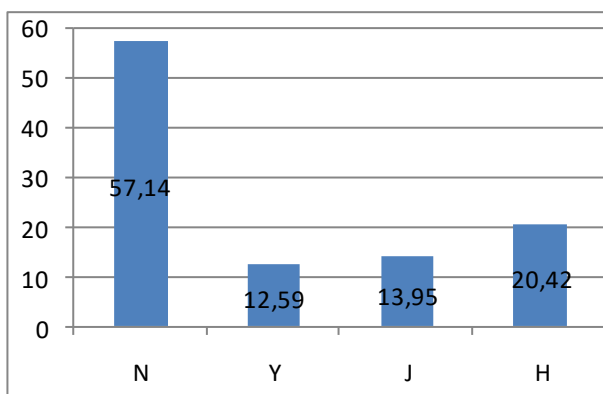
İdmançılarda SOD aktivliyi nəzarət göstəriciləri ilə müqayisədə yarış dövrünün sonunda 47%-ə qədər ($p < 0.05$), istirahətdən sonra 37% ($p < 0.05$) və hazırlıq dövrünün sonunda isə 26% ($p < 0.05$) aşağı enmişdir (şəkil 6).



Şəkil 6. Superoksiddismutaza fermentinin qan plazmasındakı aktivliyi (şərti vahid/dəq q zülal): H – nəzarət qrupu; Y – yarış dövrünün sonunda; İ- keçid (istirahət) dövrünün sonunda; H – hazırlıq dövrünün sonunda

Göründüyü kimi, belə hallardada fiziki yüklərin təsirindən fəallaşan OAF səviyyəsinə cavab olaraq fermentin aktivliyinin dinamikasında kompensator olaraq yüksəlmə müşahidə olunmalı idi. Lakin, Soloqub və əmək. gəldiyi qənaətə görə, qan plazmasında SOD aktivliyinin kompensator səviyyəsi, artıq üçüncü günə qədər tükənir (10). Beləliklə yüksək intensivlikli sistemik fiziki yüklər şəraitində qan plazmasında SOD aktivliyinin tükənməsi baş verir. Lakin nə istirahət vaxtı və nə də hazırlıq dövrünün gedişində ilkin normal göstəricilər səviyyəsinə qayıtmır.

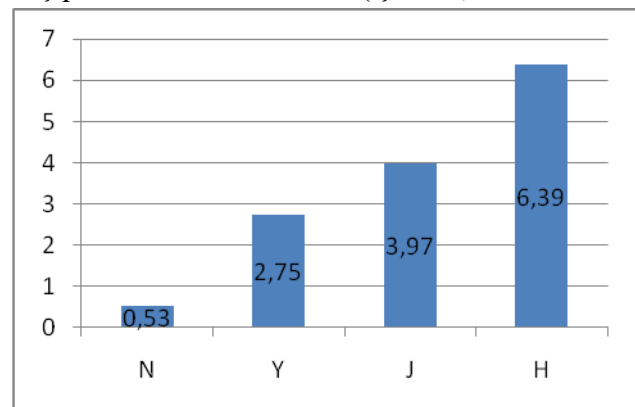
Analoji dəyişikliklər həmçinin də katalazanın aktivliyində də müşahidə edilmişdir (şəkil 7).



Şəkil7. Katalazanın qan plazmasında aktivliyi (mk mol/dəq q zülal): N – nəzarət qrupu; Y – yarış dövründə idmançılarda; Y- keçid dövrünün (istirahət) sonunda; H – idmançılarda hazırlıq dövrünün sonunda

Şəkil 7-dən göründüyü kimi, katalaza fermenti üçün aktivliyin sınırlanması daha kəskin olmuşdur. Belə ki, yarış dövrünün sonunda katalazanın aktivliyinin səviyyəsi nəzarət qrupu ilə müqayisədə 75% ($p<0.05$) keçid dövrünün sonunda dəyişiklik müşahidə olunmur, aktivlik nəzarət qrupuna nəzərən aşağı

olur – 73% ($p<0.05$). Hazırlıq dövrünün sonunda isə fermentin aktivliyi nəzarət qrupunun səviyyəsindən 60% ($p<0.05$) aşağı olur. Antioksidant müdafiənin bu növünün kompensasiyaedici funksiyasının kəskin azalması orqanizmin uzun müddət oksidativ stress şəraitində olması ilə əlaqədardır. Bu fikir aldıkları nəticələrlə də uyğunluq təşkil edir. Onlar müəyyən etmişlər ki, zərərli istehsalatda işləyən fəhlələrdə katalazanın aktivliyinin kompensator olaraq artması daha çox əmək stajı az olan şəxslərdə olmuşdur. Beş və daha çox il staja malik olan şəxslərdə isə katalazanın aktivliyi əhəmiyyətli dərəcədə aşağı enmişdir (8). Qlütation-s-transferaza fermentinin idmançıların qan plazmasında dəyişilməsi tam başqa xarakterə malik olur (şəkil 8).



Şəkil 8. Qlütation – s – transferaza fermentinin idmançıların qan plazmasındakı aktivliyi (mk mol/dəq q zülal); N – nəzarət qrupu; Y – idmançılarda yarış dövrünün sonunda idmançılarda; İ – keçid (istirahət) dövründə idmançılarda; H – idmançılarda hazırlıq dövründə

Beləki, yarış dövrünün sonunda qlütation-s-transferaza fermentinin aktivliyi nəzarət qrupu ilə müqayisədə 243% ($p<0.05$), istirahət (keçid) dövründən sonra idmançılarda 398% ($p<0.05$), hazırlıq dövrünün sonunda isə 660% - ə qədər ($p<0.05$) yüksəlmişdir. Bu nəticələr ədəbiyyat mənbələri ilə uyğunluq təşkil edir. Göstərilir ki, antioksidant müdafiə sisteminin fermentlərinin aktivliyinin

kompensator artması və qlütation-s-transferaza aktivliyinin 20%-dən 800%-ə qədər yüksəlməsi yüksək fiziki yüklərin təsiri zamanı baş verir (3, 4, 9, 10, 13, 15). Onu da nəzərə almaq lazımdır ki, QST fermenti qlütationun reduksiyası olunması hesabına membranlarda lipopeksidləri regenerasiya edir və bu halda heç bir fosfolipaz hidrolizə öncədən ehtiyac olmur, oksidləşdirici stressin fəsadlarının intoksikasiya proseslərini zəiflədir, LPO məhsullarının orqanizmdən xaric olunmasına, zülalın oksidləşdirici modifikasiyasına şərait yaradır. Bu fermentin kompensator aktivliyinin yüksək intensivliyə malik yüklərin icrası zamanı artması tamamilə qanunauyğun görünür. Onu da qeyd etmək maraqlıdır ki, yarış dövrünün sonunda tükəndirici yüklərin təsirindən QTS fermentinin aktivliyinin azalması baş verir. Lakin yaranmış bu vəziyyət yüklərin icrasının əvvəlində aktivliyin həddən artıq artması ilə nizamlanır. Beləliklə, belə fərz etmək olar ki, məhz qlütation-s-transferaza fermenti oksidləşdirici stressi yüksək intensivli fiziki yükləri təsirini kompensasiya etmiş olur.

Nəticələr. İllik məşq dövrünün makrotsiklində idmançıların qan plazmasındamalondialdehidin qatılığının səviyyəsi nəzarət qrupu ilə müqayisədə xeyli yüksək olur. Yarış dövrünün sonunda MDA-nın qatılığı maksimal səviyyəyə çatır və istirahət dövründə bərpa olunmur. Superoksiddismutazanın və katalazanın qan plazmasında aktivliyi kəskin azalır və illik hazırlıq müddətində nəzarət qrupunun göstəricilərinin səviyyəsinə çatmır. Göstərilən nəticələrin dəyişilməsi antioksidant müdafiə sistemində xroniki kompensasiyanın getdiyini təsdiq edir. Qan plazmasında yaranan oksigenin aktiv formalarından müdafiəni təmin edən aparıcı fermentlərdən qlütation-s-transferazanı xüsusi qeyd etmək lazımdır. Qlütation-s-transferazanın kompensator aktivliyinin idmançılarda yüksəlməsi nəzarət qrupu ilə müqayisədə 660% qədər yüksəlməsi antioksidant müdafiə sisteminin gücləndiyini göstərir.

İdmançılarda yarışlara hazırlığın sonunda, yaxşı idman formasında olduğu dövrdə qanın eritrositlərində antioksidant fermentlərdənolan SOD, KAT, QST aktivliyi və LPO-nun paçalanma məhsulu MDA-nın qatılığının səviyyəsinin təyini göstərmişdir ki, alınan nəticələr bir-birindən kəskin fərqlənmir. Məlum olmuşdur ki, hər üç fermentin aktivliyi üzgüçülərlə müqayisədə futbolçularda yüksək olmuşdur. Göründüyü kimi, ən yüksək aktivlik QST müşahidə olunmuşdur. Bu da hüceyrə membranından LPO məhsullarının zərərsizləşdirilməsində QST bir başa iştirakı ilə bağlıdır. İntensiv fiziki yüklərin təsiri ilə artan enerji tələbatının ödənilməsi üçün orqanizmə daxil olmuş oksigenin hüceyrə membranlarından nəqli zamanı, OAF-ın yaranması ilə oksidləşdirici stressin fəsadlarının aradan götürülməsi və intoksikasiya proseslərini ləngitməsi ilə bağlıdır. Bu zaman QST kompensator fəallığının artması tamamilə qanunauyğun haldır. Futbolçularda enerjinin, əsasən, aerob yolla alındığına, tənəffüs zəncirində və hüceyrə membranında oksigenin nəql olunması prosesində uyğunsuzluğunun yaranması OAF və lipidlərin peroksidləşmə məhsullarının daha artıq miqdarda yaranmasına rəvac verdiyindən, QST fermenti də yaranmış vəziyyətin kompensasiyasına aktiv olaraq cəlb olunur.

Malon dialdehidin səviyyəsinin futbolçularla müqayisədə üzgüçülərdə yüksək olması isə eritrositlərdə oksidləşdirici stressin təsirinə cavab olaraq plazmatik membranın dəyişiklikliyə uğraması ilə bağlıdır, onların tərkibində olan fosfolipidlərin strukturundakı polien yağ turşuların oksidləşdirici stressin təsirini əks etdirən MDA-nın səviyyəsi bir meyyar rolunu oynayır və oksidativ stressin dərəcəsini müəyyən etməyə imkan verir. MDA-nın qatılığının futbolçulardamüqayisədə üzgüçülərdə yüksək olmasının səbəbi isə, çox güman, üzgüçülük idman növünün daha yüksək emosionallıqla keçməsi, oksidativ stressin təsiri və anaerob enerji istehsalının üstünlüyü ilə

əlaqədar yaranan aralıq məhsulların çoxluğu ilə bağlıdır. Məlumdur ki, MDA-nın qatılığının səviyyəsi antioksidant müdafiənin aparıcı fermentlərin aktivliyinin azaldığı dövrdə daha yüksək olmuşdur.

Ədəbiyyatlar:

1. Абрамов Ж.И., Оксенгендлер Г.И. Человек и противокислительные вещества/ Ж.И. Абрамов, Г.И. Оксенгендлер. – Л: Наука, 1985. -230 стр.
2. Антоненков В.Д. Дегидрогеназы пентозного цикла в пероксисомах печени крыс/ В.Д. Антоненков, ЛФ. Пасченко // Биохимия. -1984. – Т.49.-С.1159-1165
3. Базарин К.П., Титова Н.М., Кузнецов С.А. Динамика показателей антиоксидантного статуса у спортсменов, членов команды по спортивному ориентированию// Бюл.ВСНЦСОРАМН.-2013.–№ 5.-С.9-12
4. Воскресенский О.Н. Перекисы липидов в живом организме /О.Н.Воскресенский., А.П.Левицкий // Вопросы медицинской химии. 1992.- №4. С. 21-26
5. Донцов В.И., Крутько В.Н., Мрикаев Б.М., Уханов С.В. Активные формы кислорода как система: значение в физиологии, патологии и естественном старении // Труды ИСА РАН .-2006.-№19.- С.50-69
6. Заварухина С.А., Состояние системы «ЛПО – АОС» защита подвлиянием аэробных физических нагрузок у женщин 20-33 лет. Челябинск, автореферат. дисс...канд.биол.наук, 2010, 23 стр.
7. Кубрикова Ю.В., Попова Т.Н., Макеев А.В. Активность каталазы и супероксиддисмутазы в сыворотке крови людей, работающих в условиях повышенной концентрации металлов в окружающей среде// Успехи современного естествознания .-№6.-2011.-С.50-51.
8. Савченко А.А., Базарин К.П. Состояние активности НАД и НАДФ – зависимых дегидрогеназ в нейтрофильных гранулоцитах у спортсменов в динамике тренировочного цикла // Ж. Сибирского федерального университета. Биология . -2013. -№ 6 (2). – С.151-162.
9. Сологуб Т.В., Романцов М.Г., Кремень Н.В. и др. Свободнорадикальные процессы и воспаление (патогенетические, клинические и терапевтические аспекты). – М.:Академия Эстествознания, 2008, -162с.
10. Alessio Н.М., Hagerman А.Е., Fulkerson В.К., Ambrose J. Et.al. Generation of reactive oxygen species after exhaustive aerobic and isometric exercise // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 2000. –Vol.32 (9). – P.1576-1581.
11. Gomez-Cabrera М.С., Domenech E., Vina J. Moderate exercise is an antioxidant: upregulation of antioxidant genes by training // Free Radic. Biol, Med. -2008. –Vol. 44(2). – P.129-131.
12. Habig W.H., Pabst M.J., Jakoby W.B. Glutathione S-transferase: The first enzymatic step in mercapturic acid formation // J.Biol. Chem. -1974. -Vol. 249. –P. 7130-7139.
13. Ko K.M., Godin D.V. Inhibition of transition metal ion-catalysed ascorbate oxidation and lipid peroxidation by allopurinol and oxypurinol // Biochem. Pharmacol. -1990. – Vol.40. –P.1243-1276.
14. Powers S.K., Jackson M.J. Exercise – induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production // Physiological Reviews. -2008. –Vol.88 (4). – P.1243-1276.

15. Radak Z., Chung H.Y., Goto S. Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise // *Free Radic. Biol. Med.* -2008. –Vol 44(2). –P.153-159.
16. Ramel A., Wagner K.H., Elmadfa İ. Correlations between plasma noradrenaline concentrations, antioxidants, and neutrophil counts after submaximal resistance exercise in men // *Br.J.Sports Med.* -2004. –Vol. 38(5). – P.22.
17. Tanskanen M., Atalay M., Uusitalo A. Altered oxidative stress in overtrained athletes // *J.Sports Sci.* 2010. –Vol.28(3). –P.309-317.
18. Xu X., Arriaga E.A. Qualitative determination of superoxide release at both sides of the mitochondrial inner membrane by capillary electrophoretic analysis of the oxidation products of triphenylphosphonium hydro-ethidine // *Free Radic. Biol.Med.* -2009.-Vol.46 (7).-P.905-913.