

İDMAN GENOMİKASI: ƏHƏMIYYƏTİ, TƏTBİQİNDƏ PERSPEKTİVLƏR VƏ MƏHDUDİYYƏTLƏR

t.ü.e.d. İ.Ə.Həsənov^{1a}, Ş.N.Məmmədova^{1b}, M.M. Qəniyeva^{1c},
K.F. Məmmədova^{1d}, b.ü.f.d., dos. S.Ş. Məmmədova^{1e}

¹*Azərbaycan Dövlət Bədən Tərbiyəsi və İdman Akademiyası*

^ailgar.hasanov@sport.edu.az, orcid.org/0000-0002-2040-6580

^bshalala.mammadova@sport.edu.az, orcid.org/0009-0001-7574-4077

^cmatanat.qaniyeva@sport.edu.az, orcid.org/0009-0003-4885-3010

^dkonul.mammadova@sport.edu.az, orcid.org/0009-0008-2609-5542

^esabina.mammadova1@sport.edu.az, orcid.org/0009-0001-1455-7383

Nəşr tarixi

Qəbul edilib: 09 yanvar 2023

Dərc olunub: 29 mart 2023

© 2021 ADBTİA Bütün hüquqlar qorunur

Annotasiya. “İdman genomikası” – elit idmançılarda genomu və müvafiq genetik-molekulyar tədqiqat metodlarını öyrənən bir elm sahəsidir. Hazırda idman genomikasında bir sıra hüquqi, etik və elmi-texniki problemlər həll olunmamışdır. Genetik təhlillərin nəticələrinin idmana və sağlam həyat tərzinə birbaşa tətbiqi hələ də mübahisəlidir. Məqalədə 2000-2022-ci illərdə Medline, PubMed, GrossRef, Türkiyə Akademik Arşivi (Harman) və РИИЦ məlumat bazalarında idman genomikasının bəzi aspektlərinə dair ədəbiyyat mənbələri təhlil və müqayisə edilmişdir. Sonda genetik analizlər üçün kontingentin seçilməsi, onların icrası və nəticələrinin şərhə barədə bəzi yekun müdaxilələr verilmişdir.

Açar sözlər: *idman genomikası, genetik analizlər.*

Giriş. “Genomika” – müxtəlif canlılarda genlərin quruluşunu, funksional təyinatını, təkamülünü, mutasiyalarını öyrənir və onların xəritələşdirilməsi ilə məşğul olur. Son illərin uğurları müxtəlif sahələrdə genetik testlərin daha geniş və əsaslandırılmış istifadəsinə zəmin yaratmışdır. Genetik testlərin icra müddəti qısalmış və maddi dəyəri xeyli azalmış, onların nəticələrinin dəqiqliyi, diaqnostik və proqnostik əhəmiyyəti isə artmışdır [1]. Bu, xüsusən də tibbdə və sağlam həyat tərzini əlaqəli elmi-praktik ixtisas sahələrində özünü

daha qabarıq göstərməkdədir. Bununla yanaşı, hazırda idman və məşq tibbində məlumatlı genetik sınaqların nisbi azlığı müşahidə edilir; kompleks tədqiqatlar hələlik azsaylıdır və onların nəticələrinin praktik əhəmiyyətləri barədə rəylər ziddiyyətlidir. Ancaq yaxın illərdə bu çatmamazlığın aradan qaldırılacağı güman edilir, belə ki, son 10-15 ildə “idman genomikası” ayrıca bir tədqiqat sahəsi kimi formalaşmışdır; bir sıra mərkəzlərdə isə idmanda genetik tədqiqatlar intensiv şəkildə icra edilməkdədir [2, 3].

“İdman genomikası” – elit idmançılarda genomu və müvafiq genetik-molekulyar tədqiqat metodlarını öyrənən bir elm sahəsidir. Onun nailiyyətləri və tövsiyyələri idman tibbində, fərdi məşqlərdə, fiziki hərəkətlər və travmalar ilə şərtlənmiş xəstəliklərin profilaktikasında, həmçinin optimal qidalanma rejimlərinin seçilməsində tətbiq oluna bilər [3, 4]. Bəzi tədqiqatçılar hesab edirlər ki, genetik testləşdirmə tezliklə idman tibbi və sağlam həyat tərzini / kütləvi idman sahələrini daha geniş əhatə edəcəkdir [5,6]. Bu isə, öz növbəsində, idmanda müvafiq genetik testlərin siyahısının dəqiqləşdirilməsini, nəticələrin praktik tətbiq imkanlarını və məhdudiyyətlərini sistemləşdirməyi zəruri edir.

Təhlil məqsədi. Yuxarıda qeyd edilənlər əsas götürülməklə, hazırkı təhlilin məqsədi idman genomikasında son illər toplanmış məlumatları sistemləşdirmək və genetik təhlillərin idmanda tətbiqi imkanlarını nəzərdən keçirmək olmuşdur.

Təhlil obyektləri. Təhlil ədəbiyyat mənbələri üzərində aparılmışdır. Medline, PubMed, GrossRef, Türkiyə Akademik Arşivi (Harman) və PИHЦ məlumat bazalarındakı 2000-2022-ci illərin ədəbiyyat mənbələri təhlil və müqayisə edilmişdir. Orijinal tədqiqatlara, icmallara, konfransların təqdimatlarına və ayrı-ayrı ölkələrdə idman genomikası üzrə tövsiyələrə baxılmışdır. Axtarış aşağıdakı terminlər üzrə icra olunmuşdur: human genome, sports genetics, sports genomics, significance of sports genomics, spor`da genetik testler, spor genetiği, спортивная генетика и ее значение.

Təhlil nəticələri. Ədəbiyyat mənbələrinin təhlili göstərir ki, idman qabiliyyəti (performansla) bağlı genomik tədqiqatlar tibbin və molekulyar genetikanın hələ yeni bir sahəsidir, bunların icrası və şərh, az saylı tədqiqatçılar istisna olmaqla, geniş elmi ictimaiyyətə tanış deyildir. Bu sahədə xüsusi təhsil almamış bir idman həkimi üçün genetik analiz nəticələrini şərh etmək çətin ola bilər. Məlumatların yanlış təfsiri ehtimalı kifayət qədər yüksəkdir; idman qabiliyyəti (performansı) genomikası araşdırmaları lazımi səviyyədə statistik əsaslandırılmamışdır və praktikada kifayət qədər sınaqdan çıxarılmamışdır.

I. İdmançıların genetik tədqiqatlara cəlb edilməsi. Genetikada yeniliklərin praktika tətbiqi kifayət qədər çətin və vaxt alan məsələdir. Genom tədqiqatlarının icrasında sırf hüquqi, etik çətinliklər ilə yanaşı, elmi, texniki icra problemləri də mövcuddur (müvafiq laborator baza, nümunələrin və məlumatların saxlanması, nəticələrin dəqiqliyinin kontrolu və s.). Tədqiqat məqsədləri üçün insanların genetik testləri bir sıra milli və beynəlxalq elmi-hüquqi səlahiyyətli orqanlar tərəfindən idarə olunur [5,7].

Hüquqi özəlliklər. Genetik təhlil nəticələrinin istifadə məqsədləri sadə dildə aydın və şəkildə ifadə edilməlidir. Hüquqi cəhətdən xüsusilə də elit idmançıları əhatə edən tədqiqatda iştirak etmək istəyi (razılıq) ilk növbədə idmançının özü tərəfindən verilməli və yalnız bundan sonra onun hüquqi əlaqəli olduğu məşqçisi və idman təşkilatı bu barədə məlu-

matlandırılmalıdır. Bütün tibbi müayinələrdəki kimi, genetik testlər də yalnız şəxsin razılığı ilə aparılmalıdır. Bu müddəa birbaşa idmançılara tətbiq edilməlidir. Belə ki, bütün idmançıların genetik testdən imtina etmək hüququ vardır (o cümlədən - elmi tədqiqatların bir hissəsi kimi aparılan genetik araşdırmalar). Ancaq genetik testdən imtina etmək qərarı idmançının konkret komandadakı və ya idman təşkilatındakı mövqeyinə və ya onun elit idman təlim proqramına seçilmə ehtimalına təsir etməməlidir. İdmançılar genetik təhlillər ilə bağlı məsələləri tam başa düşməyincə onlarda zədələnmə riski ilə bağlı testlər aparılmamalıdır.

Bir çox ölkələrin (məsələn: Avstraliyanın) milli tövsiyələrində idmanda genetik testin 18 yaşdan kiçik idmançılara təklif edilməməsi xüsusi vurğulanır [8,9,10].

Etik özəlliklər. Etik problemlər də hökmən nəzərə alınmalıdır. Belə ki, insan sağlamlığının digər sahələrində genetik tədqiqatdakı etik yanaşma prinsipləri idmançıların iştirak etdiyi genetik araşdırmalarda da eyni qüvvədədir.

Elmi, texniki icra özəllikləri. Digər tərəfdən də, genin konkret kimyəvi tərkib və quruluş variantlarının hansı risklər ilə əlaqəli olduğunu aydın göstərmək, bu variantların klinik əhəmiyyətini dəqiqləşdirmək də asan deyildir. Buna görə də genetik tədqiqatların nəticələrinin praktika tətbiqini təmin etmək üçün çox sayda iştirakçı, dolğun obyektiv məlumat, həmçinin elmi, texniki, kadr potensialı yüksək səviyyədə olan laborator-tədqiqat baza və s. tələb edilir [8,9,10].

İdman genomikasında əhəmiyyətli ola bilən genom sahələrini və onların transkripsiya məhsullarının praymerləri barədə təsnifatlaşdırılmış sistemli məlumatlara rast gəlmədik. Ancaq təhlil əsasında bəzi allellərin praymerlərini aşağıdakı kimi qruplaşdırdıq (cədvəl 1).

Ədəbiyyat mənbələrinə görə, idman qabiliyyətləri nöqtəyi-nəzərindən qiymətləndirilən ilk iki gen və onların transkripsiya məhsulu olan zülallar aşağıdakılar olmuşdur:

- 1) angiotenzin-I-çevirici ferment geni –ACE;
- 2) α -aktinin-3 zülalı geni - ACTN3.

İdman genomikasında əhəmiyyəti ola bilən genetik təhlillər

GENETİK TƏHLİLİN MƏQSƏDİ	GENETİK TEST OBYEKTİ	MARKER GENLƏR
İdmanın müxtəlif növlərinə fərdi ge-netik meyilliliyin təyini	Əzlə tiplərini müəyyən edən gen	ACTN3
	Əzələ işi zamanı skelet əzələlərinin enerji metabolizmində həlledici gen	AMPD1
	Lipidlərin metabolizmində fermentlərin genləri	APOE, APOC-III, PON1, NOS3
	Detoksikasiyanın I, II və III fazalarındakı zülalların genləri	CYP2C9, CYP2D6, MDR1
	Androgen hormonların reseptor zülalı geni	AR
	Homosistein turşusu mübadiləsi ferment təminatında həlledici gen	MTHFR
	Adrenalin metabolizmi ferment təminatında həlledici genlər	ADRB2, ADRB1
	Arterial təzyiq tənzimində əhəmiy-yətə malik zülalların genləri	ACE, NOS3, AGT, AGTR1, AGTR2, BDKRB2 (BKR), REN
	Qan laxtalanması və fibrinoliz mexanizmlərində iştirak edən zülalların genləri	F1 (FGB), F2 (FII), F5 (FV), ITGB3 (GPIIIa), PAI1
	β-adrenoreseptorlar zülalları genləri	ADRB1, ADRB2
	Yağ turşularının oksidləşməsi və xolesterolin mübadiləsi fermentləri genləri	PPARA,PPARD, PRARG, UCP2, UCP3
	Transkripsiya faktorları koaktivator hissələri genləri	PPARα, PPARγ
	Estrogen və mineralokortikoid hormonların α- və β- reseptorları koaktivator hissələri genləri	PPARGC1A (PGC-1α)
	Sümük toxuması matriksi (kollagen karkas) formalaşmasına məsul gen	COL1A1
	Mineral maddələr mübadiləsində və kalsium metabolizmində iştirak edən zülalların genləri	CALCR VDR
	Dofamin reseptorunun tanıdıcı geni	DRD2A
	Serotonin reseptorunun tanıdıcı geni	HTR2A (SR)
	İltihabyönlü sitokin olan “Şiş nekrozu faktoru-α (TNF-α)” geni	G-308A
Miokard böyüməsində tanıdıcı gen	PPP3R1 (CnB)	
Qəfil (qəfləti) ölüm riski	Qan laxtalanması III faktoru geni	ITGB3 (GPIIIa)

ACE fermenti geni variantları idmançıların dözümlülük potensialının qiymətləndirilməsində istifadə oluna bilər. Belə ki, dözümlülük tələb edən idman növlərində bu genin polimorfizmi xüsusən əhəmiyyət qazanır; bu barədə kifayət qədər çoxsaylı və əsaslandırılmış tədqiqatlara rast gəldik [11,12,13,14,15].

ACTN3 R577X polimorfizmi isə ACTN3 genindəki əsas dəyişiklikləri əks etdirir. Həmin dəyişikliklər α -aktinin-3 zülalı sintezinin ləngiməsinə və hətta çatışmazlığına səbəb olur. N. Yang, D.G. MacArthur, J.P. Gulbin et al. hələ 2003-cü ildə ACTN3 ilə atletik qabiliyyətlər arasında əlaqəni göstərmişdilər. Belə ki, kişi və qadın elit sprinterlərdə, nəzarət qrupu ilə nisbətə, 577X normal allelinin rastgəlmə tezliyi əhəmiyyətli dərəcədə az olmuşdu. Nəticə isə ondan ibarət idi ki, bu alleldə dəyişikliklər (α -aktinin-3 zülalı) sprinter qaçışında uğur üçün əsas amillərdən biri ola bilər [11]. Daha uzunmüddətli dözümlülük tələb edən idman növlərində isə, əksinə, idmançılarda normal 577X allelinin daha yüksək rastgəlmə tezliyi müəyyən edilmişdi. Sonrakı tədqiqatlarda da təkrarlanan bu nəticələr əsasında fərdlərin ya sürət/güc, ya da dözümlülük tələb olunan idman növlərinə düzgün yönləndirilməsi üçün təkliflər hazırlandı [12,14,15].

Ədəbiyyatın meta-analizini aparmış F. Ma, Y. Yang, X. Li et al. (2013) belə nəticəyə gəldilər ki, "ACE-II genotipi ilə dözümlülük dərəcəsi və ACTN3 R alleli ilə güc arasında əlaqələr barədə əsaslı sübutlar vardır" [14].

II. Genetik tədqiqatlar və gen dopinqi.

Genetik tədqiqatların nailiyyətləri idmanda da istifadə olunmaq potensialına malikdir. Belə ki, "gen terapiyası" texnologiyasını "qüvvə/güc, sürət, dözümlülük" kimi atletik göstəriciləri artırmaq istəyən idmançıların da tətbiq etməsi mümkündür. Ancaq belə bir istifadənin mümkünlüyü "gen dopinqi" kimi tanınan bir dopinq formasına da zəmin yaradır.

İdman göstəricilərini yüksəltmək məqsədi ilə elit idmançıların genetik modifikasiyasına cəhd etmək ilk növbədə qeyri-etikdir. Bundan başqa, müvafiq klinik əsaslandırılmalar yoxdursa, belə prosedurlar idmançıların sağlamlığı üçün birbaşa təhlükə yarada bilər. Ona

görə də qeyd etdiyimiz prosedurlar qadağandır; gen dopinqi elit idmançılarda və ya konkret idman növü seçimində istifadə edilməməlidir.

Ədəbiyyat araşdırmaları göstərir ki, hazırda idman təbabətində hüquqi və etik çərçivələrdə icra edilən genetik tədqiqatlar gen dopinqinin aşkarlanması strategiyasının hazırlanması və dopinqlə daha fəal mübarizə aparmaq potensialına malikdir.

Gen və ya hüceyrə dopinqi nədir? Ümumdünya Antidopinq Agentliyi (WADA) gen dopinqinin mahiyyətini aşağıdakı kimi ifadə edir: "idman qabiliyyətini artırmaqla genlərin, genetik elementlərin və / yaxud hüceyrələrin qeyri-terapevtik istifadəsi". 2015-ci ilin "Qadağan Siyahısı"nda göstərilir ki, peşəkar idmanda "idman qabiliyyətini (performansını) artırmaq potensialı olan aşağıdakı prosedurlar qadağandır:

- nuklein turşularının və ya nuklein turşusu analoqları polimerlərinin köçürülməsi;
- normal və ya genetik cəhətdən dəyişdirilmiş hüceyrələrdən istifadə [16,17].

III. Genetik testlər və zədələnmə riskləri. Zədələr idmançıların məşqdən və yarışlardan kənarlaşdırılmasına səbəb olur, yüksək səviyyəli yarışlarda uğurlar qazanmasını məhdudlaşdırır. Bəzən isə zədə idmançının sağlamlığında geri dönməz dəyişikliklərə və xəstəliklərin yaranmasına gətirib çıxarır. Hazırda müxtəlif idman növlərində spesifik və qeyri-spesifik zədələrə aid çoxsaylı sistemli tədqiqatlar və icmalar mövcuddur [3,4,5,18].

Spesifik zədələrin təsiri bir çox peşəkar idman qurumları tərəfindən kompleks şəkildə öyrənilməkdədir. Məsələn, beynəlxalq futbol qurumu - FIFA 1998-ci ildən bəri öz turnirlərindəki futbol zədələrini araşdırır və hər oyunda zədələnmə tezliyinin 2,6 zədə olduğunu bildirir. London Olimpiya Oyunlarının təhlilinə əsasən, idmançıların 11%-i Oyunlar zamanı zədələndiyi barədə məlumat vermişdir. İdmanın qaçış növlərində aşağı ətraf zədələrinin ümumi tezliyinin 19,4%-79,3% arasında dəyişməsi bildirilmişdir, bu zaman 2 həftəlik tədqiqat dövründə iştirakçıların təxminən 5,0%-i zədə almışdır [2,3,4,18].

Elit idman sektoru zədə və ya xəstəlik nəticəsində itirilmiş məşq günlərinin sayını azaltmaq üçün yeni yanaşmalara, informativ tədqiqatlara üstünlük verir. Həm də zədə və ya xəstəliyin idarə olunmasını təkmilləşdirməyə yardımçı ola biləcək tədqiqatlar idman idarəçilərinə böyük maraq doğurur. Bu cəhətdən genom analizləri xüsusi bir yer tutur. Belə ki, idmançıları zədələrə meyilləndirən genetik faktorların müəyyən edilməsi məşq yüklərini fərdiləşdirməyə imkan verə bilər. Klinisistlər, idman tibbi-bioloji təminatçıları və həkimləri idmançıda zədə riskini azaltmaq üçün profilaktik, sübuta əsaslanan müdaxilələr icra edə bilərlər [6].

Bir sıra tədqiqatlar genetik variantlar və idman zədələnmələri riski arasında əlaqəni nümayiş etdirdi. Məşq nəticəsində yaranan zədələrə dair dərc edilmiş genetik tədqiqatlar ilk növbədə yumşaq toxumalara, o cümlədən vətərlərə aiddir. Vətər quruluş zülalları, hüceyrələrdə xaric proteinazaları və siqnal molekullarını kodlayan genlərdə yerləşən bir neçə markerin xroniki Axilles tendinopatiyası ilə əlaqəsi göstərilmişdir. Qadın idmançılarda diz oynaqında ön çarpaz bağın yırtılması riskinə də genetik dəyişikliklərin mümkün təsiri aşkarlanmışdır [2,3,4,5]. Ancaq qeyd edilən tədqiqatlar kiçiksaylı kontingentdə yerinə yetirilmişdir və əlavə araşdırmalar zərurəti vardır. Sərt toxumaların zədələnmə riskləri ilə genetik polimorfizmlər arasında əlaqələrə gəlincə, bu sahədə tədqiqatlar olduqca azdır və dəqiq nəticələr alınmamışdır [5, 18, 19].

Nəticələr

1. “Genomika” - idman təbabəti də daxil olmaqla bütün tibbi fənlər üzrə sürətlə inkişaf edən bir sahədir. Texnoloji nailiyyətlər və xərclərin azaldılması genetik tədqiqatların idmanda get-gedə daha əlçatan olmasına zəmin yaradacaqdır.
2. Bəzi genlər və atletikada nailiyyətlər arasındakı korrelyasiyaya baxmayaraq, təkcə genetik profillərin tədqiqi hazırda etibarlı seçim və proqnoz meyarı sayıla bilməz. Genetik özəlliklər atletlərin uğur qazanmasında çoxsaylı amillərin yalnız bir qrupu kimi dəyərləndirilməlidir.

3. İdmançıların genetik testdən imtina etmək hüququ vardır. İdmanda tədqiqat məqsədilə genetik test 18 yaşdan kiçik idmançılar üzərində aparılmamalıdır.
4. Sağlamlıqla əlaqəli məqsədlər üçün genetik test yalnız həkim tərəfindən təyin edilməlidir.
5. Tədqiqat layihəsinin bir hissəsi kimi genetik test yalnız iştirakçıların məlumatlandırılması və yazılı razılığı ilə aparılmalıdır. Bu zaman genetik məlumatın hansı məqsədlər üçün istifadə ediləcəyi idmançılara və onların hüquqi nümayəndələrinə aydın şəkildə bildirilməlidir.
6. Tədqiqatda iştirak etməzdən əvvəl genetik test nəticələrinin və bunların istifadə məqsədlərinin məxfi saxlanacağı idmançıya aydın şəkildə bildirilməlidir.
7. Genetik tədqiqatda iştirak edən idmançılar öz materiallarını və/və ya nəticələrini üçüncü tərəfə göndərmək hüququna malikdirlər.
8. İdman qabiliyyətinin (performansın) artırılması üçün genetik manipulyasiyaların icrası qadağandır. Ancaq zədələri azaltmaq və sağlamlığı yaxşılaşdırmaq məqsədilə sübuta əsaslanan müdaxilələri istiqamətləndirmək üçün genetik məlumatlardan istifadə qanuni və etibarlı sayıla bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. *1000 Genomes Project Consortium. A map of human genome variation from population-scale sequencing. Nature. 2010. vol. 467, pp. 1061-1073.*
2. **Eroğlu O.** *Genetik Araşdırmaların Spordaki Yeri.* İn: The International Balkan Conference in Sport Sciences, 2017. <https://hdl.handle.net/11552/2115>.
3. **Guilherme J.P.L.F., Lucía A.** *Introduction to genetics of sport and exercise.* In Sports, Exercise, and Nutritional Genomics: Current Status and Future Directions; Barh, D., Ahmetov, I., Eds.; Academic Press: Cambridge, MA, USA, 2019; pp. 3-22.
4. **Guilherme J.P.L.F., Tritto A.C.C., North K.N. et al.** *Genetics and sport*

- performance: current challenges and directions to the future. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 2014, vol. 28, pp.177-193.
[doi:10.1590/S1807-55092014000100177](https://doi.org/10.1590/S1807-55092014000100177).
5. **Ahmetov I.I., Hall E.C.R., Semenova E.A. et al.** *Advances in sports genomics*. *Adv. Clin. Chem.*, 2022, vol 107.
 6. **Jones N., Kiely J., Suraci B. et al.** *A genetic-based algorithm for personalized resistance training*. *Biol. Sport*, 2016, vol. 33, p.117.
 7. **NCBI Resource Coordinators.** *Database resources of the National Center for Biotechnology Information*. *Nucleic Acids Res.*, 2018, vol. 46, D8–D13.
 8. **Vlahovich N., Fricker P.A., Brown M. A. et al.** *Ethics of genetic testing and research in sport: a position statement from the Australian Institute of Sport*. *British Journal of Sports Medicine*, 2017, vol. 51, pp. 5-11.
 9. **World Medical Association.** *World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects*. *JAMA*, 2013, vol. 310(20), pp. 2191-2194.
[doi:10.1001/jama.2013.281053](https://doi.org/10.1001/jama.2013.281053).
 10. **Guth L.M., Roth S.M.** *Genetic influence on athletic performance*. *Curr. Opin. Pediatr.*, 2013 vol. 25(6), pp.653-658.
[doi: 10.1097/MOP.0b013e3283659087](https://doi.org/10.1097/MOP.0b013e3283659087).
PMID: 24240283; PMCID: PMC3993978.
 11. **Yang N, MacArthur D.G, Gulbin J.P. et al.** *ACTN3 genotype is associated with human elite athletic performance*. *Am. J. Hum. Genet.*, 2003, vol. 73, pp.627-631.
[doi:10.1086/377590](https://doi.org/10.1086/377590).
 12. **Ahmetov A.M., Druzhevskaya I.V., As-tratenkova D.V. et al.** *The ACTN3 R577X polymorphism in Russian endurance athletes*. *British Journal of Sports Medicine*, vol. 44, no. 9, pp. 649-652, Jul. 2010,
[doi: 10.1136/bjism.2008.051540](https://doi.org/10.1136/bjism.2008.051540).
 13. **Eynon N., Hanson E.D., Lucia A. et al.** *Genes for elite power and sprint performance: ACTN3 leads the way*. *Sports Med.*, 2013, vol. 43, pp. 803-817.
[doi:10.1007/s40279-013-0059-4](https://doi.org/10.1007/s40279-013-0059-4).
 14. **Ma F., Yang Y., Li X. et al.** *The association of sport performance with ACE and ACTN3 genetic polymorphisms: a systematic review and meta-analysis*. *PLoS ONE*, 2013, vol. 8:e54685.
[doi:10.1371/journal.pone.0054685](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054685).
 15. **Ulucan K.** *Spor Genetiği Açısından Türk Sporcuların ACTN3 R577X Polimorfizm Literatür Özeti*. *Clin. Exp. Health Sci.*, 2016, vol. 6, p. 44-47.
 16. **Ginn S.L., Alexander I.E., Edelstein M.L. et al.** *Gene therapy clinical trials worldwide to 2012—an update*. *J. Gene Med.*, 2013, vol. 15, pp. 65-77.
[doi:10.1002/jgm.2698](https://doi.org/10.1002/jgm.2698).
 17. **World Anti-Doping Agency.** *The World Anti-Doping Code: the 2015 Prohibited List International Standard*. 2015. <http://www.fivb.org/EN/Medical/Document/WADA-Prohibited-List-2015-EN.pdf>. (accessed November 2016).
 18. **Maffulli, N., Margiotti, K., Longo, U.G. et al.** *The genetics of sports injuries and athletic performance*. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2013, vol. 3, pp. 173-189.
 19. **Thiene G.** *Sudden cardiac death in the young: A genetic destiny?* *Clin. Med.*, 2018, vol. 18, pp. 17-23.

СПОРТИВНАЯ ГЕНОМИКА: ЗНАЧЕНИЕ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

докт. мед. наук И.А. Гасанов^{1a}, Ш.Н. Мамедова^{1b}, М.М. Ганиева^{1c},
К.Ф. Мамедова^{1d}, докт. фил. по биол., доц. С.Ш. Мамедова^{1e}

¹ Азербайджанская Государственная Академия Физической Культуры и Спорта

^ailgar.hasanov@sport.edu.az, orcid.org/0000-0002-2040-6580

^bshalala.mammadova@sport.edu.az, orcid.org/0009-0001-7574-4077

^cmatanat.qaniyeva@sport.edu.az, orcid.org/0009-0003-4885-3010

^dkonul.mammadova@sport.edu.az, orcid.org/0009-0008-2609-5542

^esabina.mammadova1@sport.edu.az, orcid.org/0009-0001-1455-7383

Аннотация. «Спортивная геномика» - область науки, изучающая геном и соответствующие молекулярно-генетические методы исследования элитных спортсменов. В настоящее время не решен ряд правовых, этических и научно-технических проблем спортивной геномики. Хотя и известна корреляция некоторых генных мутаций с уровнем спортивных достижений и риском спортивных травм, вопрос о прямом применении результатов генетических анализов в спорте и массово-оздоровительных мероприятиях до сих пор остается спорным. В

настоящей статье проанализированы и сопоставлены литературные источники по избранным аспектам спортивной геномики в базах данных Medline, PubMed, CrossRef, Türkiye Academic Archive (Harman) и РИНЦ за 2000-2022 гг. В конце приведены некоторые заключительные положения по отбору контингента для генетического анализа, их проведению и интерпретации результатов.

Ключевые слова: спортивная геномика, генетические анализы.

SPORTS GENOMICS: SIGNIFICANCE, PERSPECTIVES AND LIMITATIONS OF APPLICATION

dr. sc., med. dr. I.A. Hasanov^{1a}, Sh.N. Mammadova^{1b}, M.M. Ganiyeva^{1c},
K.F. Mammadova^{1d}, Ph.dr., ass. prof. S.Sh. Mammadova^{1e}

¹Azerbaijan State Academy of Physical Education and Sport

^ailgar.hasanov@sport.edu.az, orcid.org/0000-0002-2040-6580

^bshalala.mammadova@sport.edu.az, orcid.org/0009-0001-7574-4077

^cmatanat.qaniyeva@sport.edu.az, orcid.org/0009-0003-4885-3010

^dkonul.mammadova@sport.edu.az, orcid.org/0009-0008-2609-5542

^esabina.mammadova1@sport.edu.az, orcid.org/0009-0001-1455-7383

Annotation. "Sports genomics" is a field of science that studies the genome and related molecular genetic methods for studying elite athletes. Currently, a number of legal, ethical, scientific and technical problems of sports genomics have not been resolved. Although the correlation of some gene mutations with the

level of sports performance and the risk of sports injuries is known, the question of the direct application of the results of genetic analyzes in sports and recreational activities is still controversial. This article analyzes and compares literature sources on selected aspects of sports genomics in the Medline, PubMed,

GrossRef, Turkey Academic Archive (Harman) and РИИЦ databases for 2000-2022. At the end, some final provisions on the selection of a contingent for genetic analysis, their im-

plementation and interpretation of the results are given.

Keywords: *sports genomics, genetic analysis.*