

# NUTRIGENOMIKA ÉS NUTRIGENETIKA ALKALMAZÁSÁNAK SPORTDIETETIKAI VONATKOZÁSÚ LEHETŐSÉGEI

Shenker-Horváth Kinga dietetikus<sup>1</sup>, Répási Eszter okleveles táplálkozástudományi szakember<sup>2</sup>,  
Kapitány Zsuzsa okleveles gyógytornász<sup>1,3</sup>, Nagy Zsolt B. PhD biológus

<sup>1</sup> Semmelweis Egyetem, Alkalmazott Egészségtudományi Intézet

<sup>2</sup> Testnevelési Egyetem, Természettudományi Intézet

<sup>3</sup> Pécsi Tudományegyetem, Egészségtudományi Doktori Iskola

## Absztrakt

Születésünktől kezdve adott a genetikai örökségünk, amelyben a kódolt információ jó része érvényre jut. Ezen információk határozzák meg megjelenésünket, testünk működését, valamint külső-belső tulajdonságaink nagy részét. Számos betegséggel és tulajdonsággal kapcsolatban azonban genetikailag csak a hajlamunk, fogékonyságunk meghatározott, s életmódunktól is függ, hogy elősegítjük-e, lassítjuk-e, vagy megelőzzük-e a kialakulásukat. Napjainkra a genetika vizsgálata egybeolvadt a táplálkozástudománnyal, és olyan dinamikus fejlődő tudományterületek születtek, mint a nutrigenomika és a nutrigenetika. Segítségükkel feltárható a táplálkozás befolyása az egyedi genetikai tulajdonságok szintjén, a gének működésén keresztül az anyagcsere-folyamatokra. Egy sportoló nutrigenomikai és nutrigenetikai profiljának elkészítése során feltérképezhetők olyan genetikai tényezők és génpolimorfizmusok (pl. ACE, ACTN3, NOS3), amelyeknek a jelenléte befolyással lehet sportpályafutására. Fontos szerepet kaphat a nutrigenomika és a nutrigenetika egy sokszakmús munkacsoporton belüli sportdietetikai ellátásban, mivel az egyéni genetikai adatok és a sportteljesítménnyel kapcsolatos genetikai változatok alapján teljesen személyre szabott sportág-specifikus tápanyag-felvételi ajánlásokat tud kidolgozni a sportdietetikus.

**Kulcsszavak:** nutrigenomika, nutrigenetika, sportdietetika, sokszakmús munkacsoport, génpolimorfizmus

## Bevezetés

A szerzők e cikk megírásával a nutrigenomika és a nutrigenetika helyét és jövőbeli felhasználásának lehetőségeit mutatják be egy sokszakmús (multidiszciplináris) munkacsoporton belüli sportdietetikai ellátásban. A sportoló felkészülését, teljesítményét és regenerációját befolyásoló tényezők között meg kell említeni a táplálkozás- és a mozgástudomány erre specializálódott ágait. A sportolók egyénre szabott edzésoptimalizációjához sportág-specifikus, sokszakmús munkacsoportokra van szükség, amelyekben több tudományterületen dolgozó szakember, például sportorvos, sport-specifikus genetikus, sportdietetikus, gyógytornász és sportpszichológus együttes felügyelete teheti még hatékonyabbá és eredményesebbé a felkészítést (1. ábra). A sokszakmús munkacsoport tevékenységébe javasolt integrálni

## Abstract

### APPLICATION POSSIBILITIES OF NUTRIGENOMICS AND NUTRIGENETICS IN SPORTS DIETETICS

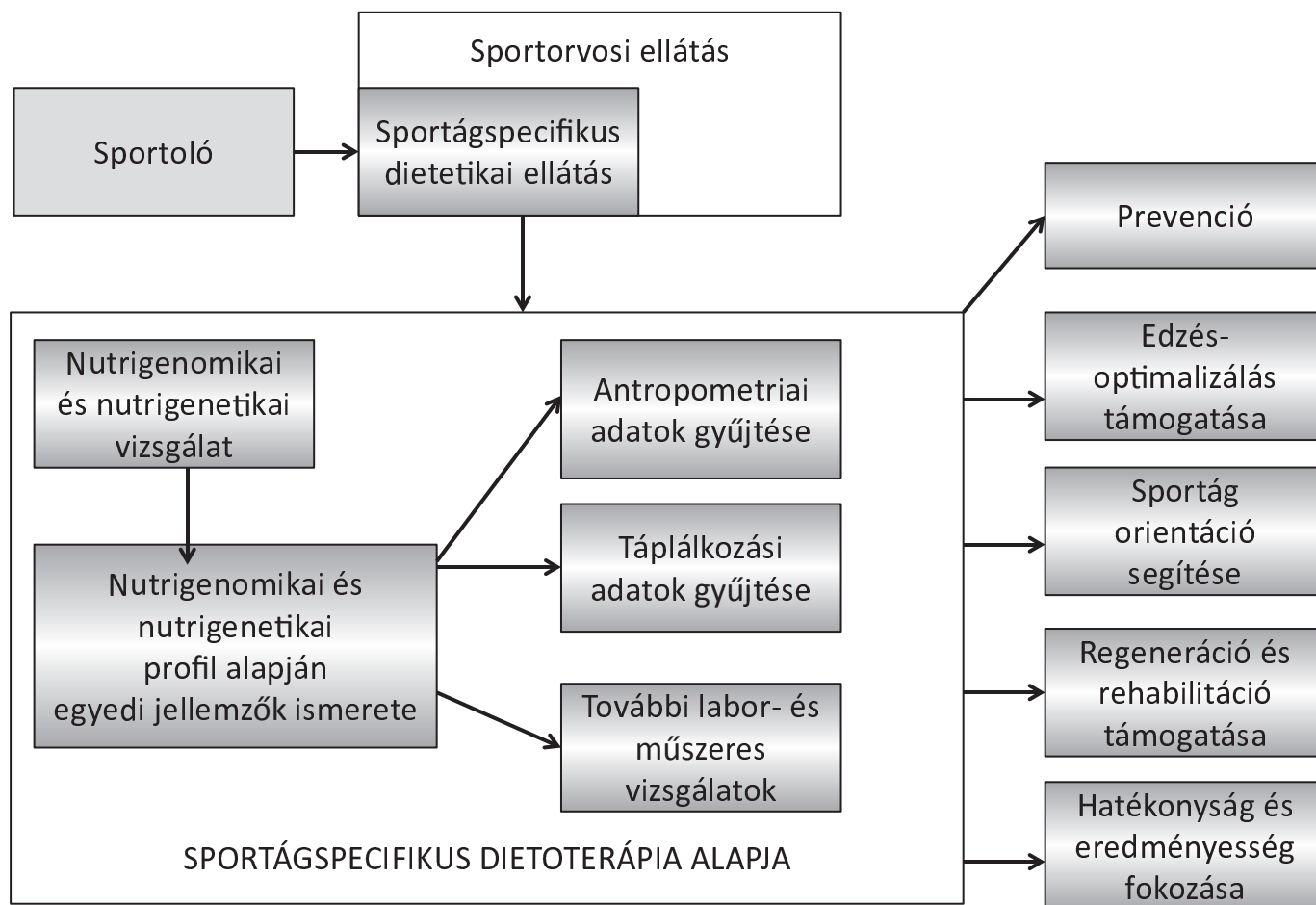
By birth our genetics are given and most of that coded data is expressed. These information determine our looks, physiology and all our properties. Our tendency for the manifestation of diseases are predispositioned according our genom, although their development depend on our lifestyle, speeding up or slowing down the process or preventing. Nowadays genetic studies have blended with nutritional sciences and dynamically evolving new research fields have popped up, like nutrigenomics and nutrigenetics. With the help of nutrigenomics and nutrigenetics the impact of nutrition can be explored on the level of individual properties. In the course of completing an athlete's nutrigenomic and nutrigenetic profile, genetic factors and gene polymorphisms (e.g. ACE, ACTN3, NOS3) can be mapped and their presence can influence a sports career. In the sports dietetic attendance within a multidisciplinary team nutrigenomics and nutrigenetics could get a significant role as on the basis of the personal genetic data and information relating to sports achievements the sports dietitian could advise a more specific and precise nutritional regimen.

**Keywords:** nutrigenomics, nutrigenetics, sports dietetics, multidisciplinary team, gene polymorphism

a különböző szakterületekről származó naprakész, tudományosan megalapozott ismereteket. A sportolóval teammunkában együtt dolgozó sportdietetikusok a nutrigenomika és a nutrigenetika segítségével még inkább tisztában lehetnek azzal, hogy egy adott genotípusú sportembernek milyen étrend összeállítása szükséges a maximális sportteljesítmény eléréséhez.

## Nutrigenomika és nutrigenetika

A táplálkozástudomány innovatív útjai a nutrigenomika és a nutrigenetika, amelyek által a gének működésén keresztül feltárható a táplálkozás hatása a szervezet homeosztázisára és az anyagcsere-folyamatokra (1). A táplálkozás és a genetika összefüggéseivel foglalkozó kutatási terület („the nutritional genomic area”) két részt foglal magában:



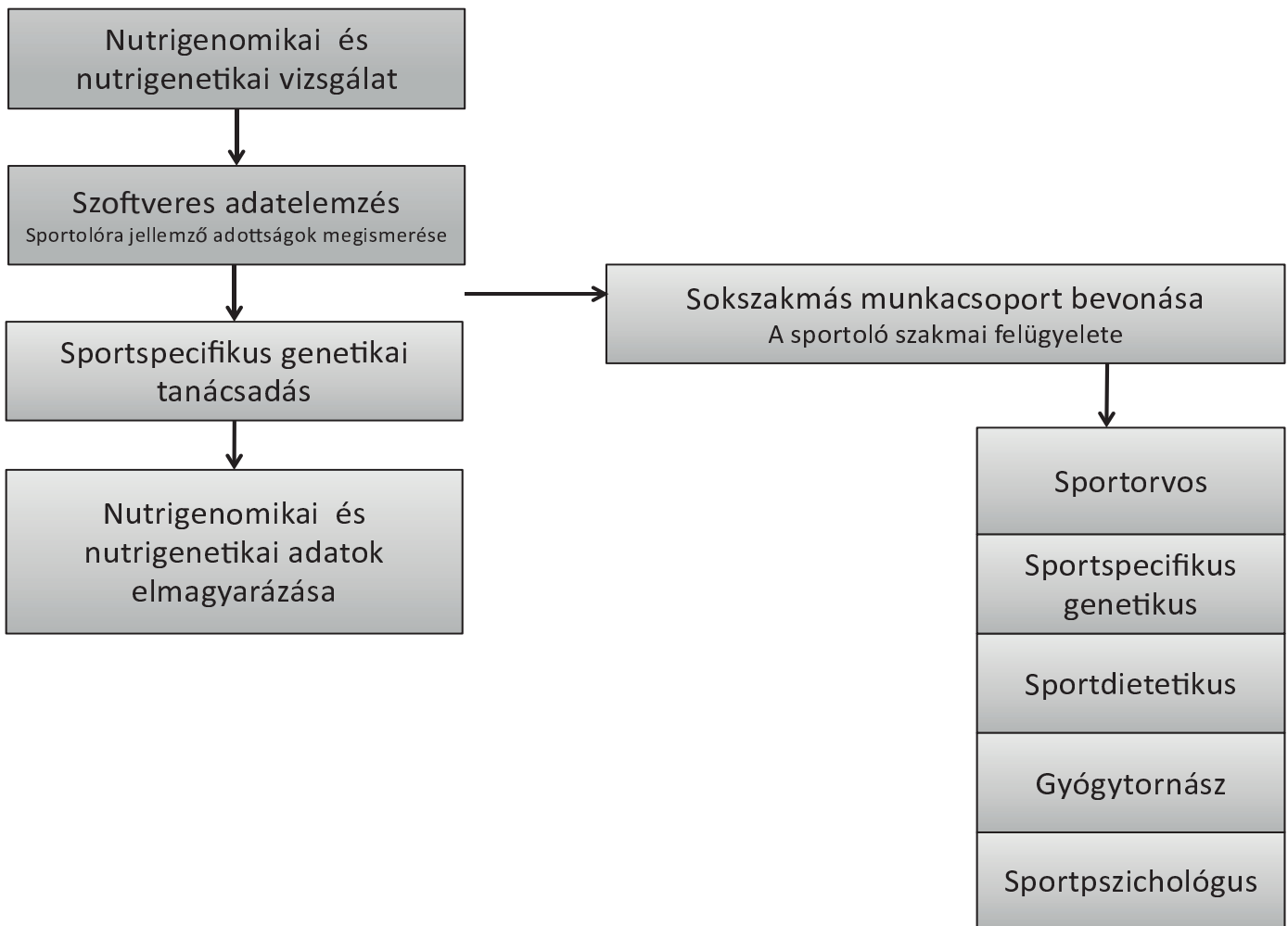
1. ábra Sokszakmús munkacsoport nutrigenomikai és nutrigenetikai adatfelhasználása

1. A nutrigenomika az a tudomány, amelyik a táplálékot alkotó összetevők és a genom közötti kapcsolatot valamint az annak hatására a szabályozásban (például fehérjékben és egyéb anyagcsere-folyamatokban) bekövetkező változásokat kutatja.
2. A nutrigenetika ugyanakkor az étrendi összetevőkre a genetikai különbözőség miatt adott reakciót azonosítja (2).  
A nutrigenomika és a nutrigenetika az egyedi genetikai tulajdonságok szintjén a táplálkozás által kifejtett hatást tanulmányozza, s alkalmazza a tápanyagok genetikai profilra gyakorolt hatásainak összefüggéseit a táplálkozástudományban és az élelmiszer-technológiában. A nutrigenomika és a nutrigenetika tudománya segít meghatározni, hogy egyénenként mire hat kedvezően vagy kedvezőtlenül, illetve mire nincs hatással egy adott élelmiszer, illetve tápanyag. Továbbá ezen tudományterületek segítségével felderíthető, hogy a különböző étrendi megszorítások egyeseknél miért nem működnek a megfelelően kidolgozott és betartott diéta ellenére sem. Például vannak, akiknek koleszterinben gazdag étrend mellett is a normál tartományban marad a koleszterinszintje, míg másoknak koleszterinszegény diéta mellett is megnövekedett vérzsírértékei lehetnek, vagy laktózérzékeny egyénnél az amúgy problémát okozó laktóz csak nagyobb mennyiségben okoz tünetet. Testünk működése egyéni eltéréseket mutat, amelyek hatással vannak az elfogyasztott táplálékok összetételére és mennyiségére adott reakcióinkra. Étrendünkkel a genetikai jellemzőink alapján hatással lehetünk szervezetünk működésére, s bizonyos táplálékok elhagyásával például a

tünetek teljesen el is kerülhetők. Így a genetikai tulajdonságok ismerete hatékony segítséget jelenthet az egyénre szabott étrendek kidolgozása terén, és célzott egészségmegőrzést tesz lehetővé (3). A nutrigenomika és a nutrigenetika az elsődleges megelőzés, a gyógyítás támogatása és ezen belül a táplálkozási terápiák egyik kiemelt eszközüvé válhat. Ha az egyén örökletes jellemzőjének és a tápanyagok arra gyakorolt hatásának összefüggései korai életkorban kiderülnek, akkor a táplálkozását időben, még az első tünetek megjelenése előtt a helyes irányba lehet terelni (4).

#### A sporttáplálkozás, a nutrigenomika és a nutrigenetika kapcsolata

Az élsportolók között a sportágak többségében a győzelem és a vereség között csupán hajszálnyi a különbség, s ezt az apró eltérést jelentheti az egyénre szabott sokszakmús stratégia kidolgozása, amely kiegészülhet a nutrigenomika, a nutrigenetika és a sportoló egyedi genetikai jellemzőinek figyelembevételével is (5). A különböző sportágak atlétáinak szükségletei eltérnek nemtől, kortól, antropometriai adatoktól, az edzések és a versenyek felépítésétől, időtartamától, intenzitásától, továbbá a sportág jellegétől függően. Egy sportoló nutrigenomikai és nutrigenetikai profiljának elkészítése során megismerhetők a pályafutását befolyásoló genetikai tényezők és az esetlegesen felmerülő kockázatok is. Ezáltal a sportemberek több és pontosabb információval rendelkezhetnek saját testük működésével kapcsolatban. Kiemelten



2. ábra A nutrigenomika és a nutrigenetika helye a sportágspecifikus dietetikai ellátásban

fontos szerepet kaphat a nutrigenomika és a nutrigenetika a versenysportban, a sporttáplálkozásban pedig új utakat nyithat meg. A különböző sportágak versenyzőinek DNS-profiljából nyert egyéni genetikai adatok ismerete segíteni tudja a sportdietetikusokat a pontosabb, teljesen személyre szabott, sportágspecifikus tápanyag-felvételi ajánlások és az azokhoz illeszkedő étrend kidolgozásában, amelynek jelentős szerepe lehet a sportolók sikeres teljesítményében (6) (2. ábra).

Számos génpolimorfizmus létezik, amelyeknek a jelenléte befolyással lehet a sportolók eredményességére, például bizonyos génvariánsok érintettek a szénhidrát-homeosztázisban, a lipolízisben és az energia-egyensúlyban (5).

#### Sportteljesítménnyel kapcsolatos génpolimorfizmusok ismertetése

A nutrigenomika és a nutrigenetika gyors fejlődésével egyre több olyan gén–táplálék közötti kölcsönhatás ismeretes, amelynek jelenléte akár nagymértékben befolyásolhatja a különböző sportolók teljesítményét és sikerességét. A továbbiakban ilyen génpolimorfizmusokat mutatunk be. A sportteljesítménnyel kapcsolatos genetikai változatok függvényében a sportolók energia- és tápanyag-felvételét még pontosabban egyénre lehet szabni a genetikai felépítésük ismeretében.

#### ACE-génpolimorfizmusok

Az utóbbi években felfedezett, sportteljesítménnyel összefüggésbe hozott gének közül az ACE-gén az angiotenzin-konvertáló enzimet kódolja, amely a szervezetben a renin-angiotenzin-aldoszteron rendszeren (RAAS) keresztül kulcsszerepet tölt be a vérnyomás szabályozásában. Polimorfizmusa befolyásolja a vérnyomást, ezen kívül az izom hipertrófiáját is. A nagy ACE-koncentráció fokozza a kardiovaszkuláris betegségek (például hipertónia, sztrók) kialakulásának kockázatát, amely sportolók körében kiemelt kockázati tényező (7). A gén D allélja az erő- és állóképességi sportolóknál van jelen nagyobb arányban, mivel ez a genetikai változat nagyobb izomerőt eredményezhet, így egyértelműen összefüggésben van az élsportolói teljesítménnyel (8). A D alléllal kapcsolatba hoznak még olyan egészségügyi állapotokat, mint például a 2-es típusú cukorbetegség, az érfalak megvastagodása, a szívkoszorúér-betegség és a metabolikus szindróma (9, 10).

#### ACTN3-génpolimorfizmusok

Az ACTN3-gén egy aktinkötő fehérjét, az  $\alpha$ -aktinin 3-at kódolja, s polimorfizmusait összefüggésbe hozták az atletikus testalkattal. A gén C (R) allélja esetében a II-es típusú (nagyobb erő kifejtésre képes, de hamar fáradó) izomrostokban nagyobb mennyiségű  $\alpha$ -aktinin 3 fehérje lesz jelen, mint a T(X) allél esetében, ez pedig azt eredményezi, hogy az izom-

rost jobb hatékonysággal képes összehúzódní. A CC genotípusú egyének a gyorsasági sportágak esetében (például rövidtávfutók) sokkal magasabb arányban fordulnak elő (11). A sportteljesítmény befolyásolásával kapcsolatban az ACTN3-gén az egyik legfontosabb markernek számít (12, 13).

### PPARGC-génpolimorfizmusok

A PPARGC-gén által kódolt fehérje alapvető szerepet játszik a sejtek energiaháztartásában, ezáltal a gén polimorfizmusa az állóképességet befolyásolja (14). Az állóképesség javulása összefügg az energiametabolizmusban (anyagcserében) részt vevő enzimek fokozott aktivitásával, valamint a mitokondrium metabolikus aktivitásával. A mitokondrium működésének lényeges szabályozói pedig a peroxiszóma proliferátor-aktivált receptorok (PPAR). A PPAR $\delta$  a zsír- és szénhidrátanyagcsere-folyamatokban szerepet játszó gének szabályozója, továbbá befolyásolja az inzulinérzékenységet, ezáltal módosítja a vázizomszövet glükózfelvételét (12).

### VDR-génpolimorfizmusok

A VDR-gén a D-vitamin receptorát kódolja, s genetikai változatai a nagyobb izomerő és jobb izomtónus meglétét befolyásolják (15). A D-vitamin javítja az izomtónust és az izmok hatékonyságát, valamint képes növelni a II-es típusú izomrostok méretét és számát (16).

### NOS3-génpolimorfizmusok

A NOS3-gén egy nitrogén-monoxid-szintetáz kódol, egyik polimorfizmusát az erőorientált sportágakban kifejtett teljesítménnyel hozzák összefüggésbe (17). A NOS3 kapcsolatban áll az izmok oxigénellátásának növekedésével, ezáltal az állóképesség fokozásával (5). A nitrátok segítenek a nyugalmi vérnyomás és az edzés során az oxigénfelhasználás csökkentésében, illetve a fizikai edzéshez való adaptáció (alkalmazkodás) javításában. Az L-arginin és a citrullin aminosavak a nitrogén-monoxid metabolizmusát segítik. Olyan természetes nitráttartalmú étrendi források, mint például a cékla és a ginzeng, képesek javítani a mentális, valamint a fizikai teljesítményt is (18, 19).

## Nutri genomika és nutrigenetika a jövő sporttáplálkozásában

A nutri genomika és a nutrigenetika által elérhető lesznek kidolgozott bizonyítékalapú ajánlások és beavatkozási stratégiák az egészség megtartásának, illetve számos betegség megelőzésének érdekében, felhasználva az egyén genetikai tulajdonságainak és a tápanyagok arra gyakorolt hatásainak összefüggéseit (4, 20). A táplálkozási, a genetikai és a biokémiai tudományágak kutatóinak együttes munkája képes megválaszolni, hogyan változnak az egyének és a sportolók étrendi ajánlásai a genetikai profiljuktól, koruktól, nemüktől, sportáguktól, valamint életmódjuktól függően. Ezáltal elérhetővé válhat, hogy a sportolók genetikailag meghatározott szükségleteinek megfelelően kerüljenek kidolgozásra a teljesen egyedi táplálkozási ajánlások. A nutri genomika és a nutrigenetika tudománya a pontosabban individualizált (egyenre szabott), az egészség fenntartását és a sportteljesítményt előnyösen befolyásoló étrend tervezése által válhat fontossá a jövőben, valamint a különböző polimorfizmusok

vizsgálata hangsúlyos mutatója lehet a gyermekek tudományosan megalapozott, megfelelő sportágválasztását illetően.

Hazánkban az oktatásban a nutri genomika és a nutrigenetika az okleveles táplálkozástudományi MSc-képzésben szerepel, azonban a tudományterületek gyors fejlődése miatt megfontolandó lenne akár önálló tantárgyként is felvenni a tematikába már a dietetikusi BSc-képzésben is.

### Irodalom

1. Sales NMR, Pelegrini PB. et al. Nutri genomics: definitions and advances of this new science. *J. Nutr. Metab.*, 2014; 1–6. Article ID 202759. 2016. 11. 28. doi:http://dx.doi.org/10.1155/2014/202759
2. Farhud DD, Zarif Yeganeh M. Nutri genomics and nutri genetics. *Iranian Journal of Public Health*, 2010; 39(4):1–14.
3. Bouchard C, Ordo vas JM. Fundamentals of nutri genetics and nutri genomics. *Prog. Mol. Biol. Transl. Sci.*, 2012; 108:1–15.
4. Fenech M, El-Sohe my A. et al. Nutri genetics and nutri genomics: viewpoints on the current status and applications in nutri tion research and practice. *J. Nutri genet. Nutri genomics*. 2011; 4(2):69–89.
5. Kambouris M, Ntalouka F. et al. Predictive genomics DNA profiling for athletic performance. *Recent Patents on DNA and Gene Sequences*. 2012; 6(3).
6. Brunner R. Nutri tional ergogenics and the nutri genome in speed-strength sports. *Nutromic Sport Nutrition Review*, 2014; 9:1–2.
7. Kerekes É, Shenker-Horváth K. et al. Az angiotenzin-konvertáló enzim (ACE) génváltozatainak sportélettani vonatkozásai és hatása a magas vérnyomásra. *Új Diéta*, 2015; 24(5):7–9.
8. Woods DR, Humphries SE. et al. The ACE I/D polymorphism and human physical performance. *Trends Endocrinol Metab.*, 2000; 11(10):416–420.
9. Bhavani BA, Padma T. et al. The insertion I/deletion D polymorphism of angiotensin converting enzyme (ACE) gene increase the susceptibility to hypertension and/or diabetes. *Int. J. Hum. Genet.*, 2005; 5:247–52.
10. Fiala S, Szigethy E. et al. Insertion/deletion polymorphism of angiotensin-1 converting enzyme is associated with metabolic syndrome in Hungarian adults. *J. Renin-Angiotensin-Aldosterone Syst.*, 2011; 12(4):531–538.
11. Yang N, MacArthur DG. et al. ACTN3 genotype is associated with human elite athletic performance. *Am. J. Hum. Genet.*, 2003; 73(3):627–631.
12. Lippi G, Longo UG. et al. Genetics and sports. *British Medical Bulletin*, 2010. doi:10.1093/bmb/ldp007.
13. Marosi K, Horváth E. et al. A sportgenetikai kutatási eredmények áttekintése és gyakorlati alkalmazásuk lehetőségei. *Orvosi Hetilap*, 2012; 15(32).
14. Eynon N, Meckel Y. et al. Do PPARGC1A and PPARalpha polymorphisms influence sprint or endurance phenotypes? *Scand. J. Med. Sci. Sports*, 2010; 20(1):145–150.
15. Puthuchery Z, Skipworth JR. et al. Genetic influences in sport and physical performance. *Sports Med.*, 2011; 41(10):845–859.
16. Ogan D, Pritchett K. Vitamin D and the athlete: risks, recommendations, and benefits. *Nutrients*, 2013; 5(6):1856–1868.
17. Gómez-Gallego F, Ruiz JR. et al. The -786 T/C polymorphism of the NOS3 gene is associated with elite performance in power sports. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 2009; 7(5):565–569.
18. Engan HK, Jones AM. et al. Acute dietary nitrate supplementation improves dry static apnea performance. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 2012; 182:2–3:53–59.
19. Mucalo I, Rahelic D. et al. Effect of American ginseng (*Panax quinquefolius L.*) on glycemic control in type 2 diabetes. *Coll. Antropol.*, 2012; 36(4):1435–1440.
20. Biró Gy. Gondolatok a genetikai és a táplálkozás kapcsolatáról. *Új Diéta*, 2008; 2:1.