

Répás Zoltán főhadnagy – Bakos Csaba Attila ezredes – Hajdú Ferenc ezredes – Buzás-Bereczki Orsolya – Győri Zoltán:

A MAGYAR HONVÉDSÉG ÉLELMEZÉS-ELLÁTÁSÁNAK MODERNIZÁCIÓS LEHETŐSÉGEI

DOI: 10.35926/HSZ.2023.5.8

ÖSSZEFOGLALÓ: A Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program részeként kidolgozott Szuper Atléta Program remek alapot biztosít a jelenlegi ételmezési rendszer modernizációs lehetőségeinek vizsgálatára. A szerzők célja az volt, hogy ezen alapokat felhasználva összeállítsanak egy olyan ajánlást, amely megfelel a mai kor elvárásainak és nem rugaszkodik el a valóságtól. Munkájuk során a feladatvégrehajtás függvényében kategorizálták a szolgálati napokat, és eszerint állapították meg az energiaszükségletet, valamint a makrotápanyagok (fehérje, zsír és szénhidrát) minőségét és ajánlott napi abszolút és egymáshoz viszonyított mennyiségét. Javaslatuk kidolgozásánál figyelembe vették a NATO-ajánlásokat, a nemzetközi szakirodalmat és a legújabb kutatási eredményeket is.

KULCSSZAVAK: ételmezés, modernizálás, tápanyag, energia

A SZERZŐKRŐL:

- ▶ Répás Zoltán főhadnagy (Magyar Honvédség 30. Kinizsi Pál Páncélozott Gyalogdandár), PhD-hallgató (Debreceni Egyetem) (ORCID: 0000-0001-9463-1943; MTMT: 10089021)
- ▶ Bakos Csaba Attila ezredes (Magyar Honvédség Haderőmodernizációs és Transzformációs Parancsnokság) (ORCID: 0000-0002-7326-9639; MTMT: 10039209)
- ▶ Dr. Hajdú Ferenc ezredes (PhD) (Óbudai Egyetem) (ORCID: 0000-0003-0449-7678; MTMT: 10002977)
- ▶ Dr. Buzás-Bereczki Orsolya, molekuláris biológia kutató (VisalPlus Kft.) (ORCID: 0000-0002-7297-8820; MTMT: 10029189)
- ▶ Dr. Győri Zoltán (DSc), professzor emeritus (Debreceni Egyetem) (ORCID: 0000-0003-4169-0514; MTMT: 10001300)

BEVEZETÉS

A mai korban egyre nagyobb a jelentősége a katonai fejlesztésnek és a haderő modernizálásának, mellyel jelentős előny érhető el béke- és háborús körülmények közt. A kutatás és fejlesztés minden szakterületen folyamatos, az a kérdés, hogy egy haderő mit tud belőle hasznosítani. Ahhoz, hogy egy hadsereg minden tekintetben ütőképes maradjon, kulcsfontosságú a lépéstartás, de még fontosabb a lépéselőny megteremtése minél több területen. A logisztikai rendszer egyik meghatározó eleme az ételmezési ellátás, ami a katona legalapvető biológiai szükségletét elégíti ki, az étkezést és a folyadékpótlást. Fontos, hogy a biológiai szükségleteken túl valóban megfelelő tápanyagokat kapjon a katona, oly módon, hogy az megfeleljen a vallási szempontoknak, illetve egészségügyi diétát vagy speciális étkezést tartók részére is. Nagy kérdés, hogy vajon van-e lehetőség a katona képességeinek fejlesztésére az elfogyasztott tápanyagok útján, amellyel előnybe kerülhet az esetleges harc során? Vajon hogyan tudjuk befolyásolni a katonák képességeit táplálkozással, hozzájárulva ezzel a sikeres harc megvívásához?

A tanulmányban azon lehetőségeket vizsgáljuk meg, amelyek a jelenlegi katonai ellátás rendszerébe beépítve támogatják a katona mentális és fizikai állapotát, ezzel támogatva a harc eredményes megvívását.

MODERNIZÁCIÓS LEHETŐSÉGEK

A Zrínyi Honvédelmi és Haderőfejlesztési Program alapján kidolgozott „Digitális Katona” koncepcióban megfogalmazott humánerőforrás-fejlesztéssel kapcsolatos célok elérése érdekében létrejött a Szuper Atléta Program. A program céljainak továbbgondolása lehetőséget biztosít egy alapjaiban újratervezett ételmezési ellátás megvalósításának vizsgálatára.

A katona, az ember alapvető biológiai szükségletekkel rendelkezik, amelyek közül a legfontosabb a folyadék és a tápanyagok biztosítása. A Magyar Honvédségnél szolgálatot teljesítő személyi állomány rendkívül heterogén. Férfiak, nők, 50 kg-os testtömegtől 100 kg feletti testtömegig, 18 éves kortól egészen az aktív kor végéig szolgálják hazánkat különböző feladatok végrehajtásával, amelyek az íróasztal melletti tervezéstől, a terepen levezetett harcászati foglalkozáson át egészen a nagy figyelmet igénylő speciális feladatok végrehajtásáig terjednek. A fenti felsorolás jól jellemzi a változatosságot. A szerzők elismerik, hogy egy új, korszerű étrend önmagában nem fog kielégíteni minden táplálkozási igényt, ugyanakkor nagyon sok szolgálatot teljesítő katona számára előnyös lehet, hozzájárulhat a fizikai és szellemi egészség fenntartásához, a speciális igények kielégítéséhez.

AZ ENERGIASZÜKSÉGLET MEGHATÁROZÁSA

Egy átlagos NATO-katona 175 cm magas, 19–50 év közötti, és testtömege 79 kg.¹ A magyar honvéd norma szerinti ételmezési ellátását, energiaigényét és a szükséges makrotápanyagok arányát a hatályon kívül helyezett hadtápszabályzat részletezte.² A NATO az iránymutató-számban az elvégzett feladat aktivitása, energiaigénye szerinti bontásban, normál és harctevékenységgel járó feladat szerint fogalmazza meg ajánlásait. Műveleti területre a „normál” intenzitású feladatvégzéshez szükséges napi energia mennyisége minimálisan 3600 kcal (15,1 MJ), de harctevékenységgel járó feladatok esetében ez az érték már 4900 kcal.³ A fenti elv alapján egy hasonló, az energiaigényhez illeszkedő rendszer kiépítése lehetséges lehetne a jelenlegi ellátórendszerünkben a vonatkozó jogszabályok és rendeletek esetleges módosításával vagy mentességével.

Meglátásunk szerint a napi energiaigény meghatározása szerint három csoportba lehet sorolni a napokat:

- laktanyai napok, melyek alacsonyabb fizikai aktivitással járnak (sport, gyengébb fizikai aktivitással járó feladatok végzése, tantermi kiképzés, lövészet);
- kiképzéses napok, melyek már magasabb fizikai aktivitással járnak (terepen levezetésre kerülő foglalkozások, harcászati foglalkozások, gyakorlatok);
- műveleti napok (alapvetően missziós szolgálatteljesítés vagy egyéb katonai műveletek esetére).

¹ Amedp-1.11 NATO Standard Requirements of Individual Operational Rations for Military Use. Edition B Version 1, North Atlantic Treaty Organization, Allied Medical Publication. NATO Standardization Office (NSO) 2019, 2–3.

² A Magyar Honvédség Hadtáp Szabályzata az ételmezési szakterület részére, Htp/8. Magyar Honvédség, 2014.

³ Nutrition Science and Food Standards for Military Operations, North Atlantic Treaty Organization, Research and technology Organization. NATO Standardization Office (NSO), 2010.

A kiképzés napok fizikai igénye nagyban egyezik a műveleti napok igényével. Egy kiképzésnek a valósághoz legközelebbi állapot megteremtésével kell történnie, így javasoljuk e két típus összevonását, s ezt így a továbbiakban műveleti napokként fogunk jelölni. Műveleti feladat végrehajtásához speciálisan összeállított, megfelelő makro- és mikrotápanyagokat tartalmazó étkezés ajánlott a nagy fizikai és pszichikai terhelésre tekintettel. Ezen eltérő igények miatt szükséges az ételmezési ellátás külön kezelése és tervezése. A fentiekben túl meg kell említeni a kórházi ellátást, mely energiában szegényebb – a napi aktivitáshoz mérten –, de tápanyagban speciális igényű, mert a bevitt élelmiszereknek olyan alkotóelemekből kell állniuk, amelyek elősegítik a sebgyógyulást, így hozzájárulnak ahhoz, hogy a katona hamarabb visszatérjen szolgálati helyére. Az, hogy nemenként, korcsoportokként és testtömeg-kategóriánként történjen még további csoportbontás, nem releváns az alap ételmezési ellátás esetében, így ennek a lehetőségét jelen tanulmányban nem vizsgáltuk.

Az Egyesült Nemzetek Szervezetének Ételmezési és Mezőgazdasági Szervezete (FAO), az Egészségügyi Világszervezet (WHO), valamint az Egyesült Nemzetek Egyeteme (UNU) szakértőinek meghatározása szerint az energiaszükségleten azt az energiamennyiséget értjük, ami mellett a bevitt és a leadott energia egyensúlyban van oly módon, hogy az egyén testtömege, testösszetétele és fizikai aktivitásának mértéke hosszú távon összhangban van az egyén egészségi állapotával, és ami lehetővé teszi a gazdaságilag szükséges és szociálisan kívánatos fizikai tevékenységet. A szervezet az életműködéshez szükséges energiamennyiséghez az energiát szolgáló tápanyagoknak (fehérje, zsír, szénhidrát) anyagcserefolyamatok útján történő elégetésével jut.

Extrém igénybevétel során nagymértékben nő az energiaigény, és igen magas a veszélye az esetleges túl- vagy alulkalkulálásnak. Példaként említjük, hogy norvég katonák téli kiképzése során 7000 kcal energiatartalmú élelmiszert kaptak. A kiképzés során azonban ennek az energiamennyiségnek csak a felét voltak képesek elfogyasztani, amely nagymértékű energiahiányt, fokozott gyulladós állapotot, izomkárosodást, fájdalmat, fáradtságot, illetve testtömeg-, vas-, fehérje- és teljesítményvesztést eredményezett.⁴ Az Egyesült Államokban egy különleges műveleti alapképzés és minősítő felkészítés során a részt vevő katonák 5200 kcal energiatartalmú ellátást kaptak, melyből csak körülbelül 2500 kcal-t fogyasztottak el naponként, ami több mint 50%-os energiahiányt és közel 3 kg testtömeg-vesztést eredményezett a 10 napos megfigyelési időszak során.⁵ Egy másik tanulmányban a különleges műveleti katonák körülbelül 3900 kcal/nap energiatartalmú ellátást kaptak a küldetés előtti kiképzés során, és 4500 kcal/napit a harci bűvár képesítési tanfolyamon.⁶ Amerikai különleges alakulatok tanfolyamai esetében pedig pont az energiadeficit állapot megteremtése a cél, hogy még nagyobb stressznek legyenek kitéve a katonák, amit pszichológiai és mentális kimerüléssel párosítanak, hogy a lehető legvalóságosabb körülményeket hozzák létre a kiképzés során. A US Army Ranger School kiképzése során energiadeficitet (2200 kcal/nap) és alváshiányos (0–5 óra éjszakánként) állapotot létrehozva a kiképzésben részt vevő személyi állomány jelentős mennyiségű testtömeget veszített a 61 napos tanfolyam alatt, továbbá az anabolikus

⁴ Lee M. Margolis et al.: Effects of winter military training on energy balance, whole-body protein balance, muscle damage, soreness, and physical performance. *Applied Physiology Nutrition, and Metabolism*, Volume 39, 2014/12., 1395–1401. DOI: 10.1139/apnm-2014-0212

⁵ Lee M. Margolis et al.: Energy balance and body composition during US Army special forces training. *Applied Physiology Nutrition, and Metabolism*, Volume 38, 2013/4., 396–400. DOI: 10.1139/apnm-2012-0323

⁶ Lee M. Margolis et al.: Energy requirements of US Army Special Operation Forces during military training. *Nutrients*, Volume 6, 2014/5., 1945–1955. DOI: 10.3390/nu6051945

hormonok (pl. tesztoszteron és inzulinszerű növekedési faktor-1) keringő szintjének jelentős csökkenése következett be, ami súlyosbíthatta az izomtömeg elvesztését.⁷

Az energiaszükséglet 24 órára vonatkozik, alkotói az alapanyagcsere és a fizikai tevékenységhez felhasznált energiából adódnak össze. Az alapanyagcsere a szervezet életfunkcióinak a fenntartásához szükséges minimális energia, amely éber, szellemi és testi nyugalmi állapotban, előzetesen 12–14 órát éhező, gyógyszerektől nem befolyásolt, felöltözve 20°C, levetkőzve 28°C-on levő ember energiaszükséglete.

Az alapanyagcsere kiszámítása⁸ 18–30 éves férfiak esetében:

$$15,3 \times 79 \text{ kg} + 679 = 1887,7 \text{ kcal/nap}$$

Az alapanyagcsere kiszámítása 30–60 éves férfiak esetében:

$$11,6 \times 79 \text{ kg} + 879 = 1795,4 \text{ kcal/nap}$$

Az energiaigény, illetve a makro- és mikrotápanyagok mennyiségének meghatározása során a vizsgált korosztályok esetében a különbség minimális, így további számítások során a NATO-ajánlás szerinti, 18–30 éves és 79 kg testtömegű férfit vettük alapul.

Az életkor szerinti szétválasztást jelenleg nem találtuk kivitelezhetőnek, továbbá az ellátás sérülésének elkerülése érdekében mi is a 18–30 éves férfi egyén igényeinek megfelelően terveztük az ajánlásainkat. Meg kell említeni, mivel nem mértük, hanem számoltuk az alapanyagcsere mennyiségét, így ± 7 –10% hibahattárral kell kalkulálni.⁹ A pontos tervezéshez fontos a különböző munka- és szabadidő-tevékenységek végzéséhez szükséges energiaszükségletet jellemző átlagos faktor meghatározása.¹⁰

Mérsékeltén aktív szabadidős tevékenység mellett, könnyű munkát végző férfi faktora: 1,5

Mérsékeltén aktív szabadidős tevékenység mellett, nehéz munkát végző férfi faktora: 1,8

Aktív szabadidős tevékenység mellett, nehéz munkát végző férfi faktora: 1,9

A terepen levezetésre kerülő kiképzések energiaszükséglete változik, és nehéz meghatározni egy standard értékkel, ezért a két faktor számtani átlagával – 1,85-tel – javasoljuk a számvetést.

Laktanyai nap: $1887,7 \times 1,6 = 2831,6$ ~ 2800 kcal/nap

Műveleti nap: $1887,7 \times 1,85 = 3492,245$ ~ 3500 kcal/nap

⁷ Paul C. Henning et al.: Recovery of endocrine and inflammatory mediators following an extended energy deficit. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. Volume 99, 2014/3., 956–964. DOI: 10.1210/jc.2013-3046

⁸ Energy and protein requirements, WHO Technical Report Series, 724. World Health Organization, Genova, 1985.

⁹ Rodler Imre: Új tápanyagtáblázat. Medicina könyvkiadó, 2005, 30.

¹⁰ Dietary reference values for food energy and nutrients for the United Kingdom. Report of the Panel on Dietary Reference Values of the Committee on Medical Aspects of Food Policy. Reports on health and social subjects. 1991/41., 1–210.

MAKROTÁPANYAGOK MENNYISÉGÉNEK MEGHATÁROZÁSA

Fehérjeszükséglet

A tanulmányban elsődlegesen az ajánlott napi bevitt fehérjemennyiség meghatározása a cél. Természetesen elismerjük, hogy további ajánlások szükségesek, amelyek haderőnem vagy fegyvernem szerinti specifikus aminosav-ajánlásokat tartalmaznak. Sejtjeink fő szerkezeti összetevője a fehérje, mely aminosavakból épül fel. A fehérjék enzimekként, membránként, hordozóanyagként és hormonként is funkcionálhatnak, illetve ezek építőelemei. A megfelelő mennyiségű táplálékfehérje elengedhetetlen a sejtek építéséhez, működéséhez, valamint a biológiai egyensúly fenntartásához és az egészséges élethez.

A Food and Nutrition Board, Institute of Medicine (IOM) of the National Academies az Amerikai Egyesült Államok hadserege számára 0,8 g fehérje/testtömeg-kilogramm napi fehérjebevitelt ajánl. Ez a mennyiség megfelel a legtöbb személy számára, különösen akkor, ha az aktivitási szint alacsony, és az energiabevitel elegendő az egészséges testsúly és egyensúly fenntartásához. Amennyiben figyelembe vesszük a kiképzés és a valós műveletek során megnövekedett anyagcsereigényt, különösen az energiadeficittel járó napi aktivitás során, akkor már magasabb, 1,5–2,0 g/ttkg az ajánlott napi fehérjebevitel annak érdekében, hogy mérsékelje az izomtömeg-vesztés mértékét, amely az energiahiányt okozó, hosszan tartó vagy ismételt terhelés során jelentkezik.^{11, 12}

A napi fehérjebevitel legalább 1,5 g/ttkg-ra történő emelésével csökken az izomlebontás folyamata, fenntartható marad az anabolizmus, és ez a bevitt napi mennyiség kíméli az izomtömeget tartós katonai jellegű energiahiány esetén.^{13, 14} Táplálkozási szakértők nemzetközileg elismert csoportja nemrégiben egyetértett abban, hogy a megnövekedett anyagcsereigény és energiahiány időszakában a katonai személyzetnek 1,5–2,0 g fehérjét kell fogyasztania testtömegkilogramként.¹⁵

A különleges katonai műveletekben részt vevő személyi állomány igénybevétele még specifikusabb. Hosszabb időn át tartó, magas intenzitású fizikai és pszichés megterhelésben vesznek részt katonai műveletek vagy a kiképzés végrehajtása során. Norvég katonákon végzett vizsgálatok során 1,7 g/ttkg mértékű fehérjebevitel esetében még izomtömegvesztés volt megfigyelhető. Sarkvidéki kiképzés során 5500 kcal energiataralmú élelmiszert kaptak a kiképzésen részt vevő katonák, melyből napi 1850 kcal-t nem tudtak elfogyasztani, így az kidobásra került. Fontos megjegyezni, hogy az el nem fogyasztott élelmiszerek szénhidrátalapúak és magas cukortartalmúak voltak.¹⁶

¹¹ Stefan M. Pasiakos: Metabolic advantages of higher protein diets and benefits of dairy foods on weight management, glycemic regulation, and bone. *The Journal of Food Science*, Volume 80, 2015. Suppl. 1., A2–A7. DOI: 10.1111/1750-3841.12804

¹² Stefan M. Pasiakos et al.: Protein supplementation in U.S. military personnel. *The Journal of Nutrition*, Volume 143, 2013/11., 1815S–1819S. DOI: 10.3945/jn.113.175968

¹³ Stefan M. Pasiakos et al.: Effects of high-protein diets on fat-free mass and muscle protein synthesis following weight loss: a randomized controlled trial. *Federation of American Societies for Experimental Biology*, Volume 27, 2013/9., 3837–3847. DOI: 10.1096/fj.13-230227

¹⁴ José L. Areta et al.: Reduced resting skeletal muscle protein synthesis is rescued by resistance exercise and protein ingestion following short-term energy deficit. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, Volume 306, 2014/8., 989–997.

¹⁵ Stefan M. Pasiakos et al.: Efficacy and safety of protein supplements for U.S. Armed Forces personnel: consensus statement. *The Journal of Nutrition*. Volume 143, 2013/11., 1811S–1814S. DOI: 10.3945/jn.113.176859

¹⁶ Uo. 4.

A magas fizikai aktivitást végző emberek gyakran nagy mennyiségű fehérjét akarnak fogyasztani (több mint 2,0 g/ttkg), mert úgy vélik, hogy nagyobb izmok és jobb teljesítmény érhető el ezáltal.^{17, 18, 19} Ezek az egyének ismereteiket testépítő magazinokból, barátoktól vagy társaktól kapott információkra alapozzák, és nem mindig a megfelelő háttérrel rendelkező táplálkozástudományi ajánlásokból.²⁰

A pontos fehérjebevitel meghatározása és betartása rendkívül fontos a hosszú távú egészség megőrzés érdekében. A túlzott fehérjefogyasztás következtében leggyakrabban idézett egészségügyi probléma a kialakuló vesefunkció-csökkenés. Az emelt mennyiségű fehérjebevitel növeli a vesék által termelt fehérje-anyagcserével járó salakanyagok mennyiségét (pl. ammónia és karbamid-nitrogén), melyek eltávolítása többletvizet és -munkát igényel a szervezettől.

A testtömegkilogrammra vonatkoztatott napi fehérjeigény-ajánlások az alábbiak:

Sportolóknak ajánlott napi fehérjeigény:	1,5 g/ttkg ²¹
NATO-ajánlás átlagos NATO-katonára:	1,5 g/ttkg ²²
NATO-ajánlás NATO Response Force-katonák számára:	2,0 g/ttkg ²³
Pályakerékpáros, úszó:	1,6–1,8 g/ttkg ²⁴
Birkózó, tornász, atléta:	1,8–2,0 g/ttkg
Súlyemelő, testépítő:	2,0–2,5 g/ttkg

A fenti adatokkal kapcsolatos ajánlásunk nagymértékben megegyezik a NATO-ajánlással, átlagos napok esetében 1,5 g/ttkg, műveleti igénybevétel esetén 2,0 g/ttkg.

A fenti mennyiség energiatartalma:

$$79 \text{ kg} \times 1,5 \text{ g/ttkg} = 118,5 \text{ g}$$

$$79 \text{ kg} \times 2 \text{ g/ttkg} = 158 \text{ g}$$

$$\text{Energiatartalma} = 118,5 \text{ g} \times 4,08 \text{ kcal/g} = 483,48 \text{ kcal}$$

$$\text{Energiatartalma} = 158 \text{ g} \times 4,08 \text{ kcal/g} = 663,6 \text{ kcal}$$

$$\text{Napi fehérjeigény energiatartalma} / \text{napi energiaigény} = 663,6 \text{ kcal} / 2800 \text{ kcal} = 23,7\% \sim 25\%$$

$$\text{Napi fehérjeigény energiatartalma} / \text{napi energiaigény} = 663,6 \text{ kcal} / 3500 \text{ kcal} = 18,9\% \sim 20\%$$

¹⁷ Harris R. Lieberman et al.: Use of dietary supplements among active-duty US Army soldiers. The American Journal of Clinical Nutrition, Volume 92, 2010/4., 985–995. DOI: 10.3945/ajcn.2010.29274

¹⁸ Tzu-Cheg Kao et al.: Health behaviors associated with use of body building, weight loss, and performance enhancing supplements. Annals of epidemiology, Volume 22, 2012/5., 331–339. DOI: 10.1016/j.annepidem.2012.02.013

¹⁹ Ronald J. Maughan et al.: Dietary supplements for athletes: emerging trends and recurring themes. Journal of Sports Sciences, Volume 29 (Suppl. 1.), S57–66. 2011. DOI: 10.1080/02640414.2011.587446

²⁰ Maria E. Bovill et al.: Nutrition knowledge and supplement use among elite U.S. army soldiers. Military Medicine., Volume 168, 2003/12., 997–1000.

²¹ D. Travis Thomas et al.: Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. Journal of the American Academy of Nutrition and Dietetics, Volume 116, 2016/3., 501–528. DOI: 10.1016/j.jand.2015.12.006

²² Uo. 1.

²³ Uo. 3.

²⁴ Figler Mária: A sporttáplálkozás alapjai. Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, 2015, 46–63.

Szénhidrát- és zsírszükséglet

A táplálkozással bevitt szénhidrát és zsír arányának, típusának, minőségének és mennyiségének meghatározására rendkívül széles a szakirodalmi ajánlás, és napjainkban is több kutatás tárgyát képezi. A zsírbevitel NATO-ajánlás alapján nem lehet több, mint a napi energia mennyiségének 35%-a. Zsírbevitel szempontjából a több táplálkozási ajánlás a napi energiabevitel 25–30%-át ajánlja.^{25, 26} Az ajánlott szénhidrátmennyiség a napi táplálkozás 50–55%-a. Az ajánlások nem térnek ki az úgynevezett glikémiás index (GI) figyelembevételére, amely meghatározza, hogy egységnyi mennyiségű szénhidrát energiatartalma mennyi idő alatt szabadul fel a szervezetben. A magas GI-értékkel rendelkező alapanyagok, például a mono- és diszaszacharidok (cukrok) fogyasztásának mellőzését javasoljuk. Ennek oka, hogy a cukrok neurológiai úton felborítják az éhségérzet természetes szabályozását és állandó fogyasztásra ösztönző ingert váltanak ki.²⁷

Munka végzéséhez és az életben maradáshoz elengedhetetlen, hogy a sejtjeink számára rendelkezésre álljon adenozin-trifoszfát (ATP), mint energiát adó és hordozó vegyület. Az ATP szintézisének hatékonysága elsődlegesen az elfogyasztott és a szervezetbe bevitt tápanyagoktól függ, összetett biokémiai folyamatok útján. Az ATP előállításáért felelős az ATP-szintáz, amely a sejtjeinkben jelenlevő mitokondriumokba integrált „nanomotor”. Úgy is jellemezhetnénk, mint egy kis elektronmotort, amit valójában protonok (H^+) hajtanak. A „meghajtásért felelős” H^+ a mitokondriumban lejátszódó, Szent-Györgyi–Krebs-ciklus során szabadul fel, mely citromsavciklusként is ismert. A lejátszódó folyamat részleges felfedezésével kapcsolatos munkásságáért Szent-Györgyi Albert 1937-ben Nobel-díjat kapott. A megfelelő hatékonyságú ATP-termelés érdekében elengedhetetlen az ATP-szintázok megfelelő mennyiségű és minőségű H^+ atommal történő ellátása. Ezek a protonok az elfogyasztott élelmiszerekből származnak. A szerzők elismerik, hogy az ATP-szintézishez szükséges biokémiai reakciók sorához és a zavartalan mitokondriális működéséhez több metabolikus folyamat is hozzájárul.

A szénhidrátok és zsírok – mint a szervezet részére elsődlegesen energiát adó anyagok – között fontos különbség a hordozott H atomok stabil izotóparánya. A deutérium (D) a H stabil izotópja. Abban különbözik a próciumtól („normál hidrogén atom”), hogy atommagja a protonon kívül egy neutron is tartalmaz. A különbség következtében az atommag tömege közel kétszer olyan nagy, de a töltése nem változik, mivel a neutron töltés nélküli atommagalkotó. A deutenomika mint napjaink új tudományos területe az ezen izotópkülönbségből eredő hatásokat kutatja. A D környezetünkben, az élelmiszereinkben, vizeinkben természetes módon előfordul és jól meghatározhatóan különbéleképp dúsul.²⁸ Az emberi szervezetbe táplálkozás útján (étel-ital) jut be. Az egészségmegőrzésben, a szubmolekuláris szabályozási mechanizmusban (SMRS) az a jelentősége, hogy aránya befolyásolja a Na^+/H^+ transzportrendszer működését és a sejtosztódást.²⁹ Hatással van a mitokondriumokban

²⁵ Gyimes Ernő – Csercsics Dóra: Sporttáplálkozás. Szegedi Tudományegyetem, 2012.

²⁶ Bartusné Dr. Szmodis Márta: Táplálkozástan. Testnevelési Egyetem, EFOP-5.2.5-18-2018-00012, 2018.

²⁷ Zane B. Andrews et al.: UCP2 mediates ghrelin's action on NPY/AgRP neurons by lowering free radicals. *Nature*, No. 454, 2008, 846–851. DOI: 10.1038/nature07181

²⁸ Hanns-Ludwig Schmidt et al.: Systematics of $2H$ patterns in natural compounds and its importance for the elucidation of biosynthetic pathways. *Phytochemistry Reviews*, Volume 2, 2003/1., 61–85. DOI: 10.1023/B:PHYT.0000004185.92648.ae

²⁹ Gábor Somlyai et al.: Deuterium Content of the Organic Compounds in Food Has an Impact on Tumor Growth in Mice. *Molecular Biology*, Volume 45, 2023/1., 66–77. DOI: 10.3390/cimb45010005

lejátszódó citromsavciklusra.^{30,31} Jelentősége a sejtjeinkben jelenlevő mitokondrium membránjába integrált ATP termelésének hatékonyságában is kifejeződik.^{32,33,34,35} Az ATP-szintáz speciális úton szelektálja,³⁶ de egy bizonyos D-tartalom felett a szűrés hatékonysága csökken,³⁷ és a magasabb D-tartalom károsíthatja működését. A D-tartalom természetes eloszlást mutat az élelmiszerekben.³⁸ Jellemzően vannak alacsonyabb és magasabb D-tartalommal rendelkező ételek, italok. Az ételek természetes deutériumtartalma fokozza a rákos sejtek növekedését, s ezt állatkísérletek során már bizonyították.³⁹

A fentieket összefoglalva rendkívül szoros az összefüggés a táplálkozás során bevitt élelmiszerek és folyadékok deutériumtartalma, a teljesítőképesség és a különféle betegségek megelőzése közt.

A tejtermékek közül javasoljuk a konjugált linolsavat (CLA) tartalmazó ételeket, például a vaját az antioxidáns^{40,41,42,43} és rákmegelőző hatása miatt.^{44,45,46} A zsiradékok közül javasoljuk előnyben részesíteni az állati zsiradékokat a növényiekkel szemben. Fontos tény, hogy zsír és zsír közt nem csak az eredete a különbség: a zsír zsírsavak különböző láncosszú

³⁰ James Lech, C. et al.: What to feed or what not to feed that is still the question. *Metabolomics*, Volume 17, 2021/12., 102. DOI: 10.1007/s11306-021-01855-7

³¹ Youfeng Yang et al.: Metabolic reprogramming for producing energy and reducing power in fumarate hydratase null cells from hereditary leiomyomatosis renal cell carcinoma. *PLoS One*, Volume 8, 2013/8., e72179. DOI: 10.1371/journal.pone.0072179

³² Abdullah Olgun: Biological effects of deuteration: ATP synthase as an example. *Theoretical Biology and Medical Modelling*, Volume 4, 2007/9. DOI: 10.1186/1742-4682-4-9

³³ J. L. Urbauer et al.: Effects of deuterium on the kinetics of beef heart mitochondrial ATPase. *Archives of biochemistry and biophysics*, 1984/2., 498. DOI: 10.1016/0003-9861(84)90413-2

³⁴ Boros G. Laszlo: Biological Nanomechanics, ATP Synthesis and Deuterium Depletion. Conference: Jo Anne Brasel Basic Science Seminar, Los Angeles Biomedical research Institute at the Harbor-UCLA Medical Center, 2016. DOI: 0.13140/RG.2.2.31944.72961

³⁵ D. D. Clark et al.: Kinetic and thermodynamic properties of beef heart mitochondrial ATPase: Effect of cosolvent systems. *Journal of bioenergetics and biomembranes*, 1980/12., 369–378. DOI: 10.1007/BF00748765

³⁶ R. J. Robins et al.: Natural mechanisms by which deuterium depletion occurs in specific positions in metabolites. *Eur. Chem. Bull.*, 2012, 1(1), 39–40.

³⁷ Paolo Bernardi et al.: The Mitochondrial Permeability Transition Pore: Channel Formation by F-ATP Synthase, Integration in Signal Transduction, and Role in Pathophysiology. *Physiological Reviews*, Volume 95, 2015/4., 1111–1155. DOI: 10.1152/physrev.00001.2015

³⁸ Sandrine Markai et al.: Natural Deuterium Distribution in Branched-Chain Medium-Length Fatty Acids is Non-statistical: A Site-Specific Study by Quantitative ²H NMR Spectroscopy of the Fatty Acids of Capsaicinoids. *ChemBioChem*, 2002/3., 212–218. DOI: 10.1002/1439-7633(20020301)3:2/33.0.CO;2-R

³⁹ Gábor Somlyai et al.: Deuterium Content of the Organic Compounds in Food Has an Impact on Tumor Growth in Mice. *Molecular Biology*, Volume 45, 2023/1., 66–77. DOI: 10.3390/cimb45010005

⁴⁰ Ha, Y. L. et al.: Inhibition of benzo(a)prene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Research*, Volume 50, 1990/4., 1097–1101.

⁴¹ Ip, C. et al.: Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer research*, Volume 51, 1991/22., 6118–6124.

⁴² Z. Y. Chen et al.: Reassessment of the antioxidant activity of conjugated linoleic acids. *Journal of American Oil Chemists Society*, 1997/6., 749–753.

⁴³ J. J. M. Van den Berg et al.: Reinvestigation of the antioxidant properties of conjugated linoleic acid. *Lipids*, Volume 30, 1995/7, 599–605. DOI: 10.1007/BF02536996.

⁴⁴ D. M. Klurfeld et al.: Inhibition of chemically-induced colon or breast-cancer by milk-fat and milk solids. *Federation Proceedings*, Volume 42, 1983/4., 802–802.

⁴⁵ D. M. Klurfeld et al.: Comparison of semi purified and skim milk protein containing diets on DMBA-induced breast cancer in rats. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, No. 35, 1983, 421–422.

⁴⁶ K. K. Carroll – H. T. Khor: Effects of level and type of dietary fat on incidence of mammary tumors induced in female Sprague-Dawley rats by 7,12-dimethylbenz(anthracene). *Lipids*, Volume 6, 1971/6., 415–20. DOI: 10.1007/BF02531379

és különböző módon telített vagy telítetlen zsírsavak keverékéből áll. A növényiolaj-szárma-zékokat, mint a margarin, a nem megfelelő telítetlen zsírsavak aránya miatt több szerző is a rák, a cukorbetegség és szívbetegség kialakulásával kapcsolja össze.^{47, 48}

A fent felsoroltak alapján ajánljuk az alacsonyabb D-tartalmú élelmiszereket, szemben a magasabb D-tartalmú élelmiszerekkel. Javasoljuk a napi értendet úgy összeállítani, hogy az energia túlnyomó része állati zsiradékból származzon. Elismerjük, hogy nagyon nehéz lenne kivitelezni egy teljes ketogén étrend kialakítását az ellátórendszerben, de bizonyos fokú zsír és szénhidrát mennyiségének szabályozásánál már érzékelhetők a ketogén jellegű étrend pozitív hatásai és csökkenthetők a szénhidrát alapú étrend negatív hatásai. Ezt mint egy első lépés megtételét mindenféleképp javasoljuk. Ugyancsak javasoljuk a zsír és a szénhidrát egymáshoz viszonyított arányát a napi étkezés során legalább 40-40%-ban szabályozni, majd a zsír arányának fokozatos emelését.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az ételmezést szabályzó jelenlegi honvédségi szabályzók érintőlegesen már tárgyalják a napi energia vagy makrotápanyagok mennyiségét, ezért jó kiindulási alapot biztosítanak az ételmezési ellátás modernizációjához. Ahogy a táplálkozástudomány új ismeretanyagokkal bővül, úgy ezen ismeretanyagokat be lehetne építeni a Magyar Honvédség ételmezési ellátórendszerébe. A táplálkozás teremt meg a megfelelő stabil alapot a maradéktalan feladat-végrehajtáshoz, a rövid és hosszú távú egészséghez, egészségmegőrzéshez. Javasoljuk megkülönböztetni a napokat napi energiaigény szerint laktanyai és műveleti napokra. A kiképzés nap energiaigénye megegyezne a műveleti nap energiaigényével. Laktanyai napokra 2800 kcal, műveleti napokra 3500 kcal energiamennyiséget javaslunk. A makrotápanyagok mennyiségét javasoljuk szabályozni. A fehérje mennyiségét laktanyai napok esetében 118,5 g (25%), műveleti napokra 158 g (20%) mennyiségben javasoljuk. Zsírok és szénhidrátok tekintetében javasoljuk az állati zsiradékban gazdagabb ketogén jellegű étrendet. Kezdetben egyenlő zsír- és szénhidrátarányt (energiatartalom szerint), majd a zsír mennyiségének fokozatos növelését. Javasoljuk a szénhidráttartalmú élelmiszerek esetében a glikémiás index és az élelmiszerek természetes deutériumtartalmának figyelembevételét. Javasoljuk a tervezés megkezdése előtt a tápanyagtartalomra vonatkozó saját mérések elvégzését, mert a központi adatbázisokban fellelhető adatok régebben végzett mérésekből és többször ezek matematikai átlagából származnak.

A leírtak kivitelezéséhez javasoljuk a receptúrák megfelelő módosítását a kívánt makrotápanyag-mennyiségek és a napi energiamennyiség biztosítására. A módosított és standardizált receptúrák alapján az ételmezés szakágon dolgozó kollégák már könnyedén, speciális szaktudás nélkül is összeállíthatják a szükséges étlapokat. Műveleti ellátás során javasoljuk a komplettírozott élelmiszercsomagok fentiek szerinti tervezését és összeállítását.

⁴⁷ Sara Huerta-Yépez et al.: Role of diets rich in omega-3 and omega-6 in the development of cancer. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, Volume 73, 2016/6., 446–456. DOI: 10.1016/j.bmhmx

⁴⁸ Kshiti Bhardwaj, J. et al.: Significance of Ratio of Omega-3 and Omega-6 in Human Health with Special Reference to Flaxseed Oil. *International Journal of Biological Chemistry*, Volume 10, 2016, 1–6. DOI: 10.3923/ijbc.2016.1.6

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Amedp-1.11 NATO Standard Requirements of Individual Operational Rations for Military Use. Edition B Version 1, North Atlantic Treaty Organization, Allied Medical Publication. NATO Standardization Office (NSO) 2019, 2–3.
- Andrews, Zane B. et al.: UCP2 mediates ghrelin's action on NPY/AgRP neurons by lowering free radicals. *Nature*, No. 454, 2008, 846–851. DOI: 10.1038/nature07181
- Areta, José L. et al.: Reduced resting skeletal muscle protein synthesis is rescued by resistance exercise and protein ingestion following short-term energy deficit. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, Volume 306, 2014/8., 989–997.
- Bartusné Dr. Szmodis Márta: Táplálkozás. Testnevelési Egyetem, EFOP-5.2.5-18-2018-00012, 2018.
- Bernardi, Paolo et al.: The Mitochondrial Permeability Transition Pore: Channel Formation by F-ATP Synthase, Integration in Signal Transduction, and Role in Pathophysiology. *Physiological Reviews*, Volume 95, 2015/4., 1111–1155. DOI: 10.1152/physrev.00001.2015
- Bhardwaj, Kshiti et al.: Significance of Ratio of Omega-3 and Omega-6 in Human Health with Special Reference to Flaxseed Oil. *International Journal of Biological Chemistry*, Volume 10, 2016, 1–6. DOI: 10.3923/ijbc.2016.1.6
- Boros G. Laszlo: Biological Nanomechanics, ATP Synthesis and Deuterium Depletion. Conference: Jo Anne Brasel Basic Science Seminar, Los Angeles Biomedical research Institute at the Harbor-UCLA Medical Center, 2016. DOI: 0.13140/RG.2.2.31944.72961
- Bovill, Maria E. et al.: Nutrition knowledge and supplement use among elite U.S. army soldiers. *Military Medicine.*, Volume 168, 2003/12., 997–1000.
- Carroll, K. K. – Khor, H. T.: Effects of level and type of dietary fat on incidence of mammary tumors induced in female Sprague-Dawley rats by 7,12-dimethylbenz()anthracene. *Lipids*, Volume 6, 1971/6., 415–20. DOI: 10.1007/BF02531379
- Chen, Z. Y. et al.: Reassessment of the antioxidant activity of conjugated linoleic acids. *Journal of American Oil Chemists Society*, 1997/6., 749–753.
- Clark, D. D. et al.: Kinetic and thermodynamic properties of beef heart mitochondrial ATPase: Effect of co-solvent systems. *Journal of bioenergetics and biomembranes*, 1980/12., 369–378. DOI: 10.1007/BF00748765
- Dietary reference values for food energy and nutrients for the United Kingdom. Report of the Panel on Dietary Reference Values of the Committee on Medical Aspects of Food Policy. Reports on health and social subjects. 1991/41., 1–210.
- Energy and protein requirements, WHO Technical Report Series, 724. World Health Organization, Genova, 1985.
- Figler Mária: A sporttáplálkozás alapjai. Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar, 2015, 46–63.
- Gyimes Ernő – Csercsics Dóra: Sporttáplálkozás. Szegedi Tudományegyetem, 2012.
- Ha, Y. L. et al.: Inhibition of benzo(a)prene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Research*, Volume 50, 1990/4., 1097–1101.
- Htp/8. A Magyar Honvédség Hadtáp Szabályzata az ételmezési szakterület részére. Magyar Honvédség, 2014.
- Henning, Paul C. et al.: Recovery of endocrine and inflammatory mediators following an extended energy deficit. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*. Volume 99, 2014/3., 956–964. DOI: 10.1210/jc.2013-3046
- Huerta-Yépez, Sara et al.: Role of diets rich in omega-3 and omega-6 in the development of cancer. *Boletín medico del Hospital Infantil de Mexico*, Volume 73, 2016/6., 446–456. DOI: 10.1016/j.bmhmx

- Ip, C. et al.: Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer research*, Volume 51, 1991/22., 6118–6124.
- Kao, Tzu-Cheg et al.: Health behaviors associated with use of body building, weight loss, and performance enhancing supplements. *Annals of epidemiology*, Volume 22, 2012/5., 331–339. DOI: 10.1016/j.annepidem.2012.02.013
- Klurfeld, D. M. et al.: Comparison of semi purified and skim milk protein containing diets on DMBA-induced breast cancer in rats. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, No. 35, 1983, 421–422.
- Klurfeld, D. M. et al.: Inhibition of chemically-induced colon or breast-cancer by milk-fat and milk solids. *Federation Proceedings*, Volume 42, 1983/4, 802–802.
- Lech, James C. et al.: What to feed or what not to feed that is still the question. *Metabolomics*, Volume 17, 2021/12., 102. DOI: 10.1007/s11306-021-01855-7
- Lieberman, Harris R. et al.: Use of dietary supplements among active-duty US Army soldiers. *The American Journal of Clinical Nutrition*, Volume 92, 2010/4., 985–995. DOI: 10.3945/ajcn.2010.29274
- Margolis, Lee M. et al.: Effects of winter military training on energy balance, whole-body protein balance, muscle damage, soreness, and physical performance. *Applied Physiology Nutrition, and Metabolism*, Volume 39, 2014/12., 1395–1401. DOI: 10.1139/apnm-2014-0212
- Margolis, Lee M. et al.: Energy balance and body composition during US Army special forces training. *Applied Physiology Nutrition, and Metabolism*, Volume 38, 2013/4., 396–400. DOI: 10.1139/apnm-2012-0323
- Margolis, Lee M. et al.: Energy requirements of US Army Special Operation Forces during military training. *Nutrients*, Volume 6, 2014/5., 1945–1955. DOI: 10.3390/nu6051945
- Markai, Sandrine et al.: Natural Deuterium Distribution in Branched-Chain Medium-Length Fatty Acids is Nonstatistical: A Site-Specific Study by Quantitative ²H NMR Spectroscopy of the Fatty Acids of Capsaicinoids. *ChemBioChem*, 2002/3. 212–218. DOI:10.1002/1439-7633(20020301)3:2/33.0.CO;2-R
- Maughan, Ronald J. et al.: Dietary supplements for athletes: emerging trends and recurring themes. *Journal of Sports Sciences*, Volume 29, (Suppl. 1), S57–66. 2011. DOI: 10.1080/02640414.2011.587446
- Nutrition Science and Food Standards for Military Operations, North Atlantic Treaty Organization, Research and technology Organization. NATO Standardization Office (NSO), 2010.
- Olgun, Abdullah: Biological effects of deuteration: ATP synthase as an example. *Theoretical Biology and Medical Modelling*, Volume 4, 2007/9. DOI: 10.1186/1742-4682-4-9
- Pasiakos, Stefan M. et al.: Effects of high-protein diets on fat-free mass and muscle protein synthesis following weight loss: a randomized controlled trial. *Federation of American Societies for Experimental Biology*, Volume 27, 2013/9., 3837–3847. DOI: 10.1096/fj.13-230227
- Pasiakos, Stefan M. et al.: Efficacy and safety of protein supplements for U.S. Armed Forces personnel: consensus statement. *The Journal of Nutrition*. Volume 143, 2013/11., 1811S–1814S. DOI: 10.3945/jn.113.176859
- Pasiakos, Stefan M. et al.: Protein supplementation in U.S. military personnel. *The Journal of Nutrition*, Volume 143, 2013/11., 1815S–1819S. DOI: 10.3945/jn.113.175968
- Pasiakos, Stefan M.: Metabolic advantages of higher protein diets and benefits of dairy foods on weight management, glycemic regulation, and bone. *The Journal of Food Science*, Volume 80, 2015. Suppl. 1., A2–A7. DOI: 10.1111/1750-3841.12804
- Robins, R. J. et al.: Natural mechanisms by which deuterium depletion occurs in specific positions in metabolites. *Eur. Chem. Bull*, 2012, 1(1), 39–40.
- Rodler Imre: Új tápanyagtáblázat. *Medicina könyvkiadó*, 2005, 30.
- Schmidt, Hanns-Ludwig et al.: Systematics of ²H patterns in natural compounds and its importance for the elucidation of biosynthetic pathways. *Phytochemistry Reviews*, Volume 2, 2003/1., 61–85. DOI: 10.1023/B:PHYT.0000004185.92648.ac

- Somlyai, Gábor et al.: Deuterium Content of the Organic Compounds in Food Has an Impact on Tumor Growth in Mice. *Molecular Biology*, Volume 45, 2023/1., 66–77. DOI: 10.3390/cimb45010005
- Somlyai, Gábor et al.: Naturally occurring deuterium is essential for the normal growth rate of cells. *Federation of European Biochemical Societies letters*, 1993/1–2., 1–4. DOI: 10.1016/0014-5793(93)81479-j
- Thomas, D. Travis et al.: Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the American Academy of Nutrition and Dietetics*, Volume 116, 2016/3., 501–528. DOI: 10.1016/j.jand.2015.12.006
- Urbauer, J. L. et al.: Effects of deuterium on the kinetics of beef heart mitochondrial ATPase. *Archives of biochemistry and biophysics*, 1984/2., 498. DOI: 10.1016/0003-9861(84)90413-2
- Van den Berg, J. J. M. et al.: Reinvestigation of the antioxidant properties of conjugated linoleic acid. *Lipids*, Volume 30, 1995/7., 599–605. DOI: 10.1007/BF02536996.
- Yang, Youfeng et al.: Metabolic reprogramming for producing energy and reducing power in fumarate hydratase null cells from hereditary leiomyomatosis renal cell carcinoma. *PLoS One*, Volume 8, 2013/8., e72179. DOI: 10.1371/journal.pone.0072179