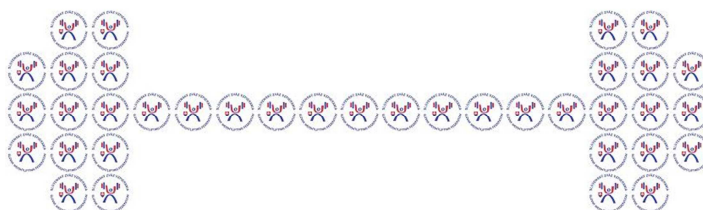


KOLEKTÍV AUTOROV

MÝTY A FAKTY O DOPINGU

STRATÉGIA ZVÝŠENIA EFEKTÍVNOSTI

BOJA PROTI DOPINGU V MLÁDEŽNÍCKYCH KATEGÓRIÁCH



MYTHS AND FACTS ABOUT DOPING

STRATEGY FOR INCREASING EFFICIENCY

IN THE FIGHT AGAINST DOPING IN YOUTHS

18.11.2017

KOŠICE

Organizačný výbor:

Ing. Štefan Korpa - predseda

(Komisia vzdelávania SZV, Športové gymnázium, Košice)

Mgr. Gabriel Buzgó, PhD.

(Komisia vzdelávania SZV, Fakulta telesnej výchovy a športu UK v Bratislave)

Recenzenti:

Mgr. Gabriel Buzgó, PhD.

Mgr. Adrián Novosád, PhD.

Publikáciu podporili:**VEDECKÝ ZBORNÍK**

© Kolektív autorov

Mýty a fakty o dopingu

Stratégia zvýšenia efektívnosti

boja proti dopingu v mládežníckych kategóriách

Myths and facts about doping

Strategy for increasing efficiency

in the fight against doping in youths

Vydal: ICM Agency, Bratislava

*Za odbornú, terminologickú a jazykovú úpravu jednotlivých príspevkov zodpovedajú autori.
Rozsah 67 strán, prvé vydanie, náklad 150 výtlačkov, vydané v Bratislave v roku 2017.*

ISBN 978-80-89257-76-8

EAN 9788089257768

OBSAH

Mgr. Milan Sedliak, PhD.

ZAKÁZANÉ ANABOLICKÉ LÁTKY VO VZPIERANÍ

- FYZIOLOGICKÉ MECHANIZMY ÚČINKU

●

PROHIBITED ANABOLIC SUBSTANCES IN WEIGHTLIFTING

- PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF ACTION5

Mgr. Michal Pokusa, PhD.

VPLYV VYBRANÝCH ANABOLICKÝCH HORMÓNOV NA FUNKCIE NERVOVÉHO SYSTÉMU

●

MODULATING EFFECTS OF SELECTED ANABOLIC HORMONES

ON NERVOUS SYSTEM12

Mgr. Matej Vajda - Mgr. Milan Sedliak, PhD.

VPLYV TELESNÉHO ZAŤAŽENIA NA HORMONÁLNY PROFIL

●

EFFECTS OF PHYSICAL EXERCISE ON HORMONAL RESPONSES24

Mgr. Michal Králik

TELESNÉ ZAŤAŽENIE V TERAPII ANDROGÉNNEJ INSUFICIENCIE

PREHLADOVÁ ŠTÚDIA

●

PHYSICAL EXERCISE IN THERAPY OF ANDROGEN INSUFFICIENCY

REVIEW36

Mgr. Teraza Králová - Jiří Gasior

DOPLŇKY STRAVY VE VÝŽIVĚ SPORTOVČŮ

●

DIETARY SUPPLEMENTS IN ATHLETES' NUTRITION44

Mgr. Petr Krol

SOCIÁLNE PSYCHOLOGICKÉ ASPEKTY DOPINGU

●

SOCIO-PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF DOPINGS55

Mgr. Petr Krol

**VYBRANÉ KAPITOLY SPORTOVNÍ PSYCHOLOGIE V KONTEXTU PRÁCE
S MLÁDEŽÍ V PODMÍNKÁCH VZPÍRÁNÍ**

●

| | |
|--|-----------|
| SPORT PSYCHOLOGY IN CONTEXT OF YOUTH TRAINING WITH RESPECT TO CONDITIONS OF WEIGHTLIFTING | 58 |
|--|-----------|

MUDr. Ľubomír Gulán - Mgr. Žaneta Csáderová, PhD.

**ANTIDOPINGOVÝ PROJEKT TESTOVANIA V KOLEKTÍVNYCH ŠPORTOCH
SO ZAMERANÍM SA NA NIŽŠIE VEKOVÉ KATEGÓRIE**

●

| | |
|--|-----------|
| ANTI-DOPING TESTING PROJECT IN TEAM SPORTS FOCUSING ON YOUNG ATHLETES | 61 |
|--|-----------|



ZAKÁZANÉ ANABOLICKÉ LÁTKY VO VZPIERANÍ - FYZIOLOGICKÉ MECHANIZMY ÚČINKU -

PROHIBITED ANABOLIC SUBSTANCES IN WEIGHTLIFTING - PHYSIOLOGICAL MECHANISMS OF ACTION -

Mgr. Milan Sedliak, PhD.

*Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta telesnej výchovy a športu,
Katedra športovej kinantropológie
Comenius University in Bratislava, Faculty of Physical Education and Sports
Department of sports kinanthropology*

Úvod

Od vzniku Svetovej antidopingovej agentúry (WADA) v roku 1999 sa začali formovať dokumenty, ktoré v súčasnosti tvoria celosvetovo platný právny rámec antidopingového hnutia. Dôležitou skupinou piatich dokumentov sú takzvané Medzinárodné normy. Najznámejšou Medzinárodnou normou je Zoznam zakázaných látok a metód (anglicky *Prohibited list*, ďalej len Zoznam). Zoznam obsahuje v súčasnosti približne 300 konkrétnych zakázaných látok a skupín látok, a niekoľko zakázaných metód (napríklad krvné transfúzie alebo génový doping). O zaradení chemickej látky alebo metódy na Zoznam rozhoduje Výkonný výbor WADA na základe analýz pracovnej skupiny expertov WADA a konzultácií so zainteresovanými stranami. Zakázaná látka alebo metóda musí spĺňať dve z troch podmienok pre zaradenie na Zoznam, a síce:

1. má schopnosť alebo potenciál zvýšiť športový výkon,
2. predstavuje skutočné alebo potenciálne zdravotné riziko pre športovca,
3. porušuje ideu športového ducha.

Z vyššie uvedeného je zrejmé, že nie je potrebné vedecky potvrdiť napríklad zvýšenie športového výkonu danou látkou alebo metódou, stačí deklarovať potenciál. Na Zozname sa nachádzajú napríklad aj látky, u ktorých sa nepreukázal žiadny pozitívny vplyv na športovú výkonnosť. Ide väčšinou o narkotiká ako heroín alebo marihuana, pri užívaní ktorých je ohrozený predovšetkým zdravotný stav športovca. Navyše od roku 2011 bola pridaná kategória S.0 Nezavedené látky zahŕňajúca všetky farmakologické látky, ktoré nie sú zaradené do žiadnej zo skupín v Zozname a ktoré nie sú schválené žiadnym vládny regulačným orgánom pre liečebné použitie v medicíne alebo veterinárstve. Patria sem rôzne látky napr. v klinickom skúšaní či deriváty syntetických drog (SADA 2017).

Podobne ako pri drogách existuje aj pri zakázaných látkach triedenie na „mäkký doping“ a „tvrdý doping“. Medzi „mäkký doping“ patrí napríklad stimulant efedrín, ide o takzvanú špecifikovanú látku. Medzi „tvrdý doping“ je



zaradený napríklad stimulant amfetamín, jedná sa o takzvanú nešpecifikovanú látku. Toto delenie neznamena, že „mäkký doping“ má menšie negatívne zdravotné riziká ako „tvrdý doping“. Toto delenie zohľadňuje riziko užitia špecifikovanej látky napríklad v liekoch, teda nezámerné bez vedomého úmyslu. Efedrín je často jednou zo zložiek liekov a športovec pozitívny na túto látku, v prípade, že dokáže jeho neúmyselné užitie, býva sankcionovaný v menšom rozsahu. Naopak, nešpecifikované látky ako amfetamín alebo anabolické steroidy nie sú bežne používanými liečivami a ich nález u športovca s veľmi vysokou pravdepodobnosťou znamená zámerné užitie s cieľom zvýšenia výkonnosti a sankcia býva preto zvyčajne udelená v plnom rozsahu.

Zakázané látky sa líšia aj podľa toho, či je ich užitie povolené mimo súťaž alebo nie. Napríklad vyššie uvedené stimulanty ako efedrín sú zakázané len v priebehu súťaže, ich pozitívny nález pri mimosúťažnej kontrole nie je postihovaný. Anabolické steroidy sú však zakázané celoročne a športovec je sankcionovaný bez ohľadu na typ testovania – v súťaži aj mimo súťaž. Na zozname sa nachádzajú aj látky, konkrétne alkohol (etanol) a beta-blokátory, zakázané len vo vybraných športoch ako automobilizmus alebo lukostreľba (Prohibited list 2017, WADA).

Podľa internetovej stránky IWF bolo celosvetovo vo vzpieraní len v rokoch 2015 až 2017 celkovo 91 dopingových prípadov (www.iwf.net). Z nich tri prípady spadali pod porušenie dopingových pravidiel bez vlastného nálezu zakázanej látky, napríklad sa zaznamenal jeden pokus o zakázanú manipuláciu so vzorkou. Zo zvyšných 88 nálezov bolo až 75 prípadov spadajúcich do kategórie S.1.1, čiže anabolické androgénne steroidy (AAS). Vzhľadom na silovo-rýchlostný charakter vzpierania ide o typický nález. Aj niektoré zvyšné prípady indikujú zneužitie AAS, napríklad nález lieku Letrozol, patriaceho do skupiny tzv. nesteroidných inhibítorov aromatázy. Enzým aromatáza reguluje premenu testosterónu na estradiol, ženský pohlavný hormón a to predovšetkým v tukovom tkanive, svalu, mozgu a kostnej dreni. Letrozol sa preto používa ako „podporná“ terapia pri užívaní AAS, aby sa minimalizovali vedľajšie negatívne účinky spôsobené zvýšením hladín estrogénov pri nadmerných hladinách AAS. Ďalším typickým, aj keď menej častým nálezom sú iné anabolické látky z kategórie S.1.2. ako klenbuterol alebo GHRH-6 zaradený v skupine S.2.5 medzi peptidy uvoľňujúce rastový hormón. V ďalšom texte sa preto budeme venovať fyziologickým mechanizmom pôsobenia zakázaných anabolických látok, ktoré pre svoje vlastnosti patria medzi skupinu najčastejšie zneužívaných látok vo vzpieraní.

ANDROGÉNNE ANABOLICKÉ STEROIDY (AAS)

AAS, čiže mužské pohlavné hormóny sú dlhodobo najzneužívanjšou skupinou zakázaných látok nielen v rámci vzpierania, ale aj v sumárnych štatistikách pozitívnych dopingových nálezov zo všetkých športov. Zoznam



platný v roku 2017 uvádza 42 exogénnych AAS (teda takých, ktoré sa v ľudskom organizme prirodzene nenachádzajú, ale ľudské bunky na ne reagujú ako na telu vlastné, endogénne AAS) a 33 endogénnych AAS, vrátane primárneho mužského androgénu testosterónu.

Testosterón je u mužov syntetizovaný v Leydigových bunkách semenníkov (95 % z celkovej produkcie), ďalej v zona reticularis kôry nadobličiek a tiež premenou v periférnych tkanivách z nadobličkových androgénov androstenediónu, DHEA a DHEA-S. Testosterón sa môže ďalej konvertovať na iné steroidné hormóny v závislosti od typu tkaniva. Napríklad v prostate, semenných vačkoch, koži, vlasových folikuloch, v menšej miere v pečeni a mozgu je pomerne vysoká aktivita enzýmu 5- α reduktáza, ktorý premieňa testosterón na 5 α -dihydrotestosterón (DHT). V kostrovom svalu je primárnym androgénom testosterón z dôvodu nízkej koncentrácie 5- α reduktázy v tomto tkanive (Bhasin et al., 2003). Udáva sa, že asi 5 % testosterónu je konvertovaných na DHT. DHT má dvoj- až trojnásobne vyššiu afinitu k androgénnym receptorom (AR) (Mozayani, Raymon, 2011), čo je jedným z dôvodov takzvaného vyššieho pomeru anabolických verzus androgénnych efektov DHT v porovnaní s testosterónom. Ďalším dôvodom je, že DHT nemôže byť ďalej aromatizovaný enzýmom aromatáza.

Svoj fyziologický význam má testosterón aj u žien, ale jeho normálne krvné koncentrácie sú asi desaťnásobne nižšie v porovnaní s mužmi (Evans, 2004).

Testosterón je transportovaný v krvi predovšetkým vo forme väzby s bielkovinami (albumín - asi 40 %, SHBG, asi 60 %), približne len dve percentá sú vo forme voľného testosterónu. Voľný testosterón reprezentuje množstvo tzv. bioaktívneho testosterónu, ktorý môže priamo reagovať s (AR) v cieľovom tkanive, napríklad kostrovom svalu. Medzi základné fyziologické účinky testosterónu patrí anabolický efekt zvýšenia syntézy bielkovín (predovšetkým kontraktilných) vo svalovom tkanive (Ferrando et al. 1998), čo má pozitívny vplyv na svalovú hmotu a silu. Okrem toho testosterón znižuje proteínový katabolizmus, pravdepodobne blokovaním glukokortikoidného receptora a/alebo znížením jeho génovej expresie, či postreceptorovým vplyvom na glukokortikoidné signálne cesty (Bhasin et al. 2003, Chen et al., 2005). Testosterón zvyšuje citlivosť svalového tkaniva na inzulínu podobný rastový faktor I (IGF-I) pomocou vplyvu na zvýšenie počtu IGF-I receptorov a zvyšuje proliferáciu satelitných buniek, čoho výsledkom je z dlhodobého hľadiska svalová hypertrofia (Doumit et al. 1996, Sinha-Hikim et al. 2003). Testosterón môže vplývať aj na neuróny centrálného nervového systému priamo zvyšujúc produkciu sily a regeneráciu a rast nervových buniek (Brooks et al. 1998, Nagaya, Herrera, 1995).

Testosterón (a ostatné AAS) majú veľký medicínsky potenciál, spojený bohužiaľ aj so závažnými vedľajšími účinkami. Medzi menej závažné vedľajšie účinky u mužov patrí napríklad rozvoj steroidného akné, plešatenie, zmeny



v pomeroch HDL a LDL a celkového metabolizmu tukov, zmeny v krvnom obraze, gynekomastia, atrofia semenníkov alebo zväčšenie prostaty. Väčšina z týchto zmien je zvratná a bez trvalých následkov, aj keď doba návratu metabolických parametrov do normálnych, fyziologických hodnôt môže trvať už po jednej kúre AAS až 6 mesiacov, v prípade endokrinných parametrov dokonca jeden rok (Garevik et al. 2011). Ženy užívajúce AAS bývajú postihnuté tzv. virilizáciou, teda prejavom typicky mužských charakteristík ako zväčšenie hrtanovej chrupavky, zhrubnutím hlasu, plešatením alebo rastom klitorisu. Niektoré výskumy ukazujú na chronické zmeny vo svalovom tkanive, ktoré pretrvávajú aj niekoľko rokov po skončení užívania AAS. Zväčšený priečny prierez svalových buniek, viac bunkových jadier s väčším výskytom ich centrálnej polohy alebo väčší počet AR môžu dlhodobo zvýhodňovať bývalých užívateľov AAS oproti ostatným športovcom (Eriksson et al. 2006). Bohužiaľ, pravidelné užívanie ASS vedie nezriedka k rozvoju trvalých poškodení predovšetkým srdcového svalu, v závažných prípadoch vedúcich k smrti ich užívateľa. Typickým nálezom pri tzv. anaboličkom srdci je napríklad koncentrická hypertrofia ľavej predsieň, spojená s fibrózou a zmenšením objemu predsieň (Montisci et al. 2011). V postate ide o patologické zhrubnutie stien predsiení, majúce za následok zmeny v prevode elektrického signálu po srdci (Sculthorpe et al. 2010, 2016), k predsieňovým arytmiám a k zmenšeniu vývrhového objemu (Baggish et al. 2010).

KLENBUTEROL

Zoznam uvádza liečivo klenbuterol medzi tzv. inými anabolickými látkami. Z chemického hľadiska nepatrí klenbuterol medzi steroidné hormóny, ale ide o sympatomimetický amín. Jeho pôvodné medicínske využitie je predovšetkým pri astme, kde slúži ako bronchodilatátor. Bronchodilatačnú schopnosť má klenbuterol práve vďaka sympatomimetickým vlastnostiam, čo znamená, že reaguje s β -2 receptormi viažucimi katecholamíny, napríklad adrenalín. Vo vrcholovom a rekreačnom športe je však zneužívaný pre jeho ďalšie účinky na organizmus. Ako sympatomimetikum pomáha redukovať tukové tkanivo, napríklad brzdením akumulácie triacylglycerolu a formovania lipidových kvapôčiek v tkanivách (Fang et al. 2014). Klenbuterol má ale aj mierne anabolické účinky. Vo svalovom tkanive vedie ku zvýšeniu enzymatickej aktivity v rámci signálnych dráh spúšťajúcich svalovú hypertrofiu (Kim et al. 2011) a zabraňujúcich degradácii svalových bielkovín a atrofii (Kline et al. 2007).

Pre tieto vlastnosti je klenbuterol typickou prvou voľbou medzi zakázanými látkami predovšetkým v kulturistike alebo rekreačnom posilňovaní. Jeho užívanie je samozrejme spojené s rizikami. Klenbuterol akútne, v závislosti od dávky, zvyšuje tlak krvi, srdcovú frekvenciu, môže navodzovať nervozitu až



stavy úzkosti. Pri jeho dlhodobom zneužívaní hrozia arytmie, zhoršené prekrvovanie srdca až srdcová hypertrofia.

SELEKTÍVNE MODULÁTORY ANDROGÉNNYCH RECEPTOROV (SARM)

SARM tvoria pomerne novú skupinu liečiv, ktoré sú v ostatných rokoch mimoriadne populárne medzi odbornou aj laickou verejnosťou. Predajcovia ich najčastejšie prezentujú ako tzv. prohormóny, aj keď na rozdiel od exogénnych AAS ich molekulová štruktúra nie je blízko podobná androgénom. Svoj fyziologický účinok dosahujú selektívnou väzbou na AR, teda vnútrobunkové receptory reagujúce na androgény, napríklad testosterón. Pri ich predaji sa najčastejšie zneužíva fakt, že v doteraz publikovaných prácach z klinických skúšaní rôznych SARM sa zistili pozitívne zmeny podobné ASS – nárast svalovej hmoty spojený so zvýšením svalovej sily a rôznych motorických parametrov. Čo je však medicínsky ako aj marketingovo zaujímavejšie, pri klinických skúšaníach sa nezistili žiadne závažné vedľajšie účinky typické pre AAS – zmeny v poruchách pečene, hematokritu, PSA (prostatický špecifický antigén) alebo EKG (napr. Clark et al. 2017). SARM však nie sú, na rozdiel od tvrdení predajcov, úplne bez vedľajších účinkov. Napríklad látka s názvom LGD-4033 spôsobila od dávky závislé zníženie celkového testosterónu, pohlavné hormóny viažuceho globulínu (SHBG), HDL a celkových triglyceridov v krvi (Basaria et al. 2013). Pri vyšších dávkach (1 mg) poklesol významne aj voľný testosterón a folikulostimulačný hormón (FSH).

Popularitu SARM medzi športovcami zvyšuje ich pomerne náročná detekcia v odobratých vzorkách, predovšetkým tých SARM, ktoré sú len v štádiách klinického skúšania (Thevis et al. 2013). A toto je práve najrizikovejšia časť spojená s užívaním SARM. Väčšina publikovaných štúdií testovala jednotlivé SARM len po dobu niekoľkých týždňov, nie však dlhodobo a opakovane. Preto nemáme momentálne k dispozícii vedecký dôkaz o bezpečnosti SARM pri ich dlhodobom zneužívaní zdravými športovcami.

LITERATÚRA

Baggish AL, Weiner RB, Kanayama G, Hudson JI, Picard MH, Hutter AM Jr, Pope HG Jr. Long-term anabolic-androgenic steroid use is associated with left ventricular dysfunction. *Circ Heart Fail.* 2010 Jul;3(4):472-6.

Basaria S, Collins L, Dillon EL, Orwoll K, Storer TW, Miciek R, Ulloor J, Zhang A, Eder R, Zientek H, Gordon G, Kazmi S, Sheffield-Moore M, Bhasin S. The safety, pharmacokinetics, and effects of LGD-4033, a novel nonsteroidal oral, selective androgen receptor modulator, in healthy young men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2013 Jan;68(1):87-95.

Bhasin S, Woodhouse L, Storer TW. Androgen effects on body composition. *Growth Horm IGF Res.* 2003 13(A):63-71.



Brooks BP, Merry DE, Paulson HL, Lieberman AP, Kolson DL, Fischbeck KH. A cell culture model for androgen effects in motor neurons. *J Neurochem.* 1998 70(3):1054-60.

Chen KL, Chi WT, Chiou PW. Caponization and testosterone implantation effects on blood lipid and lipoprotein profile in male chickens. *Poult Sci.* 2005 84(4):547-52.

Clark RV, Walker AC, Andrews S, Turnbull P, Wald JA, Magee MH. Safety, pharmacokinetics and pharmacological effects of the selective androgen receptor modulator, GSK2881078, in healthy men and postmenopausal women. *Br J Clin Pharmacol.* 2017 Oct;83(10):2179-2194.

Doumit ME, Cook DR, Merkel RA. Testosterone up-regulates androgen receptors and decreases differentiation of porcine myogenic satellite cells in vitro. *Endocrinology.* 1996 137(4):1385-94.

Eriksson A, Lindström M, Carlsson L, Thornell LE. Hypertrophic muscle fibers with fissures in power-lifters; fiber splitting or defect regeneration? *Histochem Cell Biol.* 2006 Oct;126(4):409-17.

Evans NA. Current concepts in anabolic-androgenic steroids. *Am J Sports Med.* 2004 32(2):534-42.

Fang Z, Wang S, Du X, Shi P, Huang Z. Phosphatidate phosphatase-1 is functionally conserved in lipid synthesis and storage from human to yeast. *Acta Biol Hung.* 2014 Dec;65(4):481-92.

Ferrando AA, Tipton KD, Doyle D, Phillips SM, Cortiella J, Wolfe RR. Testosterone injection stimulates net protein synthesis but not tissue amino acid transport. *Am J Physiol.* 1998 275(5):E864-71.

Gårevik N, Strahm E, Garle M, Lundmark J, Ståhle L, Ekström L, Rane A. Long term perturbation of endocrine parameters and cholesterol metabolism after discontinued abuse of anabolic androgenic steroids. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2011 Nov;127(3-5):295-300.

Kim KH, Kim YS, Yang J. The muscle-hypertrophic effect of clenbuterol is additive to the hypertrophic effect of myostatin suppression. *Muscle Nerve.* 2011 May;43(5):700-7.

Kline WO, Panaro FJ, Yang H, Bodine SC. Rapamycin inhibits the growth and muscle-sparing effects of clenbuterol. *J Appl Physiol.* 2007 Feb;102(2):740-7.

Montisci M, El Mazloum R, Cecchetto G, Terranova C, Ferrara SD, Thiene G, Basso C. Anabolic androgenic steroids abuse and cardiac death in athletes: morphological and toxicological findings in four fatal cases. *Forensic Sci Int.* 2012 Apr 10;217(1-3)

Mozayani A, Raymon LP. *Handbook of Drug Interactions: A Clinical and Forensic Guide* New York: Humana Press. 2011 828. ISBN 1617792217.

Nagaya N, Herrera AA. Effects of testosterone on synaptic efficacy at neuromuscular junctions in a sexually dimorphic muscle of male frogs. *J Physiol.* 1995 483(1):141-53.



Sculthorpe N, Grace F, Jones P, Davies B. Evidence of altered cardiac electrophysiology following prolonged androgenic anabolic steroid use. *Cardiovasc Toxicol.* 2010 Dec;10(4):239-43.

Sculthorpe N, Taylor L, Grace FM. Prolonged androgenic anabolic steroid (AAS) induced QT interval shortening: a suitable screening tool? *Drug Test Anal.* 2016 Jan;8(1):120-2

Sinha-Hikim I, Roth SM, Lee MI, Bhasin S. Testosterone-induced muscle hypertrophy is associated with an increase in satellite cell number in healthy, young men. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2003 285(1):E197-205.

Thevis M, Piper T, Beuck S, Geyer H, Schänzer W. Expanding sports drug testing assays: mass spectrometric characterization of the selective androgen receptor modulator drug candidates RAD140 and ACP-105. *Rapid Commun Mass Spectrom.* 2013 Jun 15;27(11):1173-82.

INTERNETOVÉ ZDROJE:

<http://www.iwf.net/anti-doping/sanctions/>

<https://www.wada-ama.org/>

<http://www.antidoping.sk/>



VPLYV VYBRANÝCH ANABOLICKÝCH HORMÓNŮV NA FUNKCIE NERVOVÉHO SYSTÉMU

MODULATING EFFECTS OF SELECTED ANABOLIC HORMONES ON NERVOUS SYSTEM

Mgr. Michal Pokusa, PhD.

Martinské centrum pre biomedicínu,

Univerzita Komenského v Bratislave, Jesseniova lekárska fakulta

Biomedical Center Martin,

Comenius University in Bratislava, Jessenius Faculty of Medicine in Martin

ABSTRAKT

Najmotivujúcejším faktorom pre zneužitie anabolicky účinkujúcich látok v silovom športe je ich hypertrofický efekt na kostrové svalstvo a zrýchlenie priebehu regenerácie. Robustnosť hormonálneho efektu na tkanivá je pri tom daná počtom receptných molekúl pre daný typ látky ako aj jej dosiahnutá koncentrácia na cieľovom orgáne. Efekt anabolických androgénnych steroidov (AAS), inzulínu, či rastového hormónu, o ktorých pojednáva tento článok, je tak okrem ich koncentrácie v krvnom riečisku daný distribúciou receptorov naprieč tkanivami ako aj účinnosťou ich prestupu z cirkulácie na miesto určenia. Receptné molekuly všetkých troch typov skloňovaných hormónov boli dokázané aj vo viacerých oblastiach centrálného nervového systému, ku ktorým patria aj talamus, hypotalamus, centrá limbického systému, hipokampus, či dokonca viaceré kôrové oblasti koncového mozgu. U všetkých troch typov signálnych molekúl bol preukázaný funkčný spôsob transportu z krvného riečiska cez hematoencefalickú bariéru, čím sa CNS stáva dostupným signalizačným miestom pre každú zo spomenutých hormonálnych látok. Vzhľadom na nedostatočnú informovanosť športovej komunity v ohľade psychických zmien vyplývajúcej z aplikácie anabolík je preto hlavným cieľom tejto práce priblíženie významnosti dopadu deregulácie centier CNS na kvalitu života.

ABSTRACT

The most motivating factor determining the frequency of doping cases prevalence in strength sport is strong hypertrophic effect of anabolic agents on skeletal muscles and stimulation of their regeneration rate. Effectiveness of endocrine active substances in common is based on the receptor abundance in target tissue as well as hormone access to the signaling site. The effect of anabolic androgenic steroids (AAS), insulin or human growth hormone (GH) discussed in this article is given, except of the bloodstream concentration,



mainly by the barrier standing between blood circulation and specific receptor in target tissue. The expression of high affinity receptors for all three hormones have been proofed in several centers of the central nervous system e.g. thalamus, hypothalamus, limbic system, hippocampus, or even cortical regions of the telencephalon. For all signaling molecules, there is an effective way of transport from the bloodstream through the blood-brain barrier already demonstrated. Furthermore, impact of each hormonal agent on behavioral features has been recorded as well. Main objective of this review is basic knowledge improvement of sport community about the relationship of CNS signaling dysregulation and risk of psychological disorder development based on the abuse of anabolic agents. Further aim is to provide satisfying explanation of elementary physiological functions of important CNS areas insulted preferentially by discussed doping substances.

LITERÁRNY ÚVOD

Podstatou zneužívania anabolicky účinných látok v silovom športe je ich robustný stimulačný efekt na syntézu konštrukčných a funkčných proteínov svalových buniek (Hickson a kol., 1990). Tento proces je súčasťou nadobúdania sekundárnych mužských pohlavných znakov, ktorý má v najväčšej miere na svedomí skupina mužských pohlavných steroidných hormónov nazývaná tiež androgény. Ich účinok sprostredkujú predovšetkým androgénne receptory (AR) prítomné v cytoplazme buniek, ktoré patria do skupiny nukleárných receptorov. Ich aktivácia je spojená s naviazaním sa androgénneho hormónu, čo ďalej vedie ku presunu aktívneho receptora do jadra bunky, kde následne dôjde ku aktivácii transkripcie odpovedajúcich génov a syntéze cieľových molekúl (Tsai a O'malley, 1994). Pre účinok androgénnych hormónov je tak kľúčovou podmienkou prítomnosť vhodných receptorov v cieľovom tkanive. Naopak strata účinku androgénov je podmienená absenciou AR alebo, ako je to vo väčšine prípadov, stratou citlivosti tkaniva formou zníženia počtu AR alebo ich desenzibilizácia. Prítomnosť AR naprieč tkanivami organizmu sa javí ako pleiotropná len so súborom výnimiek, ktorý sa však postupne ďalej a ďalej okliešťuje s pribúdajúcimi poznatkami o prítomnosti AR v ďalších a ďalších tkanivách (Ruizeveld de Winter a kol., 1991). Okrem iného, sú na prítomnosť AR pozitívne aj mnohé oblasti mozgu a takisto miecha.

Okrem steroidných hormónov s anabolickými účinkami je potrebné spomenúť ďalšie zneužívané anabolické faktory účinkujúce endokrinne prostredníctvom obehového systému, ktoré sú podobne ako androgény schopné prestupu hematoencefalickou bariérou (BBB) a to priamo, či alternatívnym spôsobom. Na rozdiel od steroidných pohlavných hormónov, ktoré majú lipofilný charakter, sú tieto látky poväčšine peptidmi s hydrofilnou povahou. Prenos ich účinku do vnútra bunky je preto zabezpečený receptnými molekulami prítomnými v cytoplazmatickej membráne a následne druhými



poslami, ktoré obdobne dokážu preniesť signál až do jadra bunky a ovplyvniť tak expresiu genetického kódu. Najznámejším predstaviteľom tejto skupiny hormónov schopných prestupu BBB je ľudský rastový hormón, ktorého receptory sú prítomné aj vo viacerých štruktúrach mozgu (Nyberg 2000). Ďalšími cirkulujúcimi peptidovými hormónmi, ktoré sa vyznačujú silnou anabolickou aktivitou ako aj silnou komplementaritou účinkou sú inzulín a inzulínu podobné faktory (IGF). Afinita nervových štruktúr voči týmto látkam je dnes už taktiež popísaným faktom (Hill a kol., 1986).

Ako už bolo vyššie spomenuté, zneužitie týchto látok v športe je cielovo orientované na zlepšenie kondície kostrového svalstva a urýchlenie jeho regenerácie. Vedomosti o negatívnych účinkoch spojených so zneužívaním anabolík ako aj s prevyšovaním ich dávkovania sú dnes už rozsiahle. Aj keď sú negatívne efekty zneužívaných látok veľmi dobre zdokumentované v každom ohľade (Birzniece 2015), v bežnej antidopingovej edukácii sa využívajú hlavne informácie o poškodení prevažne periférnych orgánových štruktúr a ich funkcií. Vplyv na psychické funkcie sa poväčšine len načrtáva v podobe zmien nálad a zvýšenia agresivity, ktoré sprevádzajú hlavne používanie anabolických steroidov. Vysoké percento spáchaných samovrážd a smrť spojených s prudkými zmenami nálad spomedzi športovcov dlhodobo vystavených AAS, ako to dokumentuje Thiblin a kol. (2000) je len jednou prácou z mnoho, ktoré oveľa hlbšie upozorňujú na podceňovaný účinok anabolík na CNS. Dôležitým spojením medzi psychiatrickými poruchami sú tiež zmeny v návykovom správaní a dobre zdokumentovaná väčšia prevalencia drogových závislostí u ľudí zneužívajúcich anaboliká (Ipp a kol., 2012).

Vzhľadom na nedostatočnú informovanosť športovej komunity v ohľade zmien v psychike a funkcie nervového systému je preto hlavným cieľom tejto práce detailnejšie priblíženie významnosti a charakteru týchto zmien na úrovni fyziologických vzťahov v nervovej sústave. Práca si taktiež kladie za cieľ sprístupnenie základných poznatkov o dotknutých nervových štruktúrach v mozgu a dopadu ich deregulácie vyplývajúcej z aplikácie anabolík na kvalitu života.

ANDROGÉNY V MOZGU

Metabolity testosterónu s kľúčovou aktivitou pre propagáciu jeho účinkou ako dihydrotestosterón (DHT) a dehydroepiandrosterón (DHEA) sú syntetizované aj samotným CNS, pričom sa doposiaľ hovorí len ako akejsi difúznej expresii, ktorá nie je lokalizovaná do špecifického jadra, či oblasti (Mellon a kol., 2001; Zwain a Yen, 1999). Typickým miestom syntézy androgénnych látok sú však pohlavné žľazy a zona reticularis nadobličiek, pričom najsilnejším stimulátorom ich syntézy je Luteinizačný hormón (LH) vylučovaný predným lalokom hypofýzy (Ubuka a kol., 2014). Vďaka lipofilnému charakteru sú steroidy schopné prestupu BBB a tak môžu prenikať



naspäť do mozgových štruktúr, kde účinkujú okrem iného aj formou spätnej väzby (Choate a Resko, 1996). Iniciujúcim impulzom celej signálnej kaskády smerujúcej z CNS až ku pohlavným žľazám je však počiatočná neuronálna aktivita a syntéza hypotalamického peptidu gonadoliberínu, ktorý je produkován jadrami mediálnej preoptickej oblasti hypotalamu (mPOA) a portálnym obehom sa dostáva ku gonádotrofným bunkám hypofýzy produkujúcim LH (Campbell a kol., 2009). Preoptická oblasť hypotalamu integruje množstvo signálov z viacerých oblastí celého mozgu, pričom je regulovaná aj dopaminergickou (Bryant a kol., 2016) a adrenergickou signalizáciou (Park a kol., 1996), či signálnymi molekulami ako GABA a glutamát (Liu a kol., 2011). Mediálna preoptická oblasť spracúva tieto informácie hlavne v kontexte sexuálnej motivácie, pričom hlavnými integrovanými signálmi sú projekcie z limbického systému (amygdaly) a bed nucleus v stria terminalis, nachádzajúcej sa v mozgovom kmeni uprostred signalizačných ciest z amygdaly do hypotalamu (Paredes, 2003). Úloha mozgovej štruktúry stria terminalis spočíva podľa dostupných informácií hlavne v integrácii a spracovaní signálov pochádzajúcich z centier mozgu aktivovaných bezprostredným ohrozením organizmu nebezpečenstvom, čím hrá významnú úlohu pri vzniku úzkostného správania a nastavenia emočného rozpoloženia v takomto stave (Somerville a kol., 2010). Významnú úlohu v regulácii sexuálneho apetítu teda majú emócie asociované s aktivitou limbického systému a akýsi „monitoring bezpečnosti“ napojený na úzkostné správanie. Spomenuté neuronálne štruktúry vykazujú navyše silný sexuálny dimorfizmus, s čím je spojená vedúca úloha mužských resp. ženských pohlavných hormónov v nastavení charakteru aktivity spomenutých oblastí mozgu ako aj ich veľkosti a štruktúry. Zmeny veľkosti ako aj štruktúry, či už v stria terminalis alebo v hypotalame boli zaznamenané u ľudí s poruchou identity pohlavia a proporcionálne zmeny vo veľkosti spomínaných mozgových štruktúr sa veľmi intenzívne skloňujú aj v súvislosti s hormonálnou terapiou aplikovanou u ľudí podchádzajúcich postupnú zmenu pohlavia (Hulshoff a kol., 2006, Chung a kol., 2002).

Robustnosť účinku pohlavných hormónov v mPOA je z časti limitovaná v dôsledku relatívne slabšej prítomnosti adrenergických ako aj estrogénových receptorov (ER) v tejto oblasti (Hileman a Jackson, 1999) aj keď sa koncentrácia týchto receptorov mení v závislosti od koncentrácie androgénov. Sú to však práve spomínané ďalšie centrá signalizujúce do mPOA so silnou expresiou AR a ER, ktoré hrajú dôležitú úlohu v regulácii syntézy GnRH v mPOA. Viaceré štúdie popisujú prítomnosť AR a ER vo viacerých jadrách hypotalamu, v amygdale ako aj v talamickej štruktúre stria terminalis, ktorá slúži ako hlavná signalizačná cesta z amygdaly do hypotalamu (Crestani a kol., 2013; Zhou a kol., 1994). Veľká väčšina z nich pritom vykazuje aj silný pohlavný dimorfizmus (Zuloaga a kol., 2009). Mnohé získané poznatky, ako už bolo spomenuté spájajú tieto centrá mozgu s emočnými reakciami, úzkosťou, no ďalej aj tvorbou



pamäťových stôp, priestorovou orientáciou a pohybovými schopnosťami. Deregulácia signalizácie zahŕňajúcej tieto mozgové oblasti sa dáva do súvisu so vznikom porúch ako depresia, či úzkostné správanie (Celec a kol., 2012; Lanteaume a kol., 2007).

Už niekoľko dekád je známe, že na jednej strane existuje silná miera negatívnej spätnej väzby medzi cirkulujúcimi androgénmi a LH, no naopak je dlho potvrdená aj absencia zvýšenia vylučovania LH po kastrácii (Steiner a kol., 1982; Lincoln a Kay, 1979). Zmeny koncentrácie cirkulujúcich androgénov dokážu zmeniť aktivitu ako aj mieru syntézy nových receptných molekúl, ktoré majú okrem iného pravdepodobne na svedomí aj spätnoväzobnú reguláciu medzi LH a cirkulujúcimi mužskými pohlavnými hormónmi. Dotknutými oblasťami mozgu sú opäť preoptická oblasť hypotalamu, stria terminalis, amygdala ale aj hypofýza či niektoré oblasti kôry (Choate a Resko 1996). Náhle zmeny cirkulujúceho množstva androgénov vyplývajúce z aplikácie a následného vyradovania z užívania pri dopingovom konaní v športe môžu znamenať eventuálny spúšťač pre vznik abnormálneho psychického stavu. Príčinou môže byť narušenie proporcionálnej rovnováhy množstva AR v spomenutých oblastiach mozgu a následná zmena podielu neurotransmiterov syntetizovaných v daných oblastiach. Ako následok je možné brať do úvahy spomínanú silnú variabilitu nálad, ktorá môže vyústiť až do vzniku psychickej poruchy. Silná asociácia charakteru dotknutých centier CNS z typom pohlavia vystavuje silnému riziku hlavne „ženský“ mozog, ktorý sa môže tak výrazne meniť vplyvom mužských pohlavných hormónov. Za uchránený sa rozhodne nemôže považovať ani „mužský“ mozog, ktorý sa stane ohrozeným práve vo fáze vysadenia AAS, kedy sa prudký prepád koncentrácie AAS podpíše pod nedostatok stimulácie spomínaných oblastí mozgu.

ÚČINOK PEPTIDOVÝCH HORMÓNOV V MOZGU

Rastový hormón

Účinok rastového hormónu (GH) na fyziologické funkcie nervového systému je podobne ako v prípade anabolických steroidov známy už pomerne dlhú dobu (Nyberg 2000). Obdobná je dokonca aj fyziologická regulácia podmozgovej žľazy hypofýzy hypotalamickými regulačnými centrami. Predný lalok hypofýzy totiž syntetizuje ako aj vylučuje hormón do krvného obehu na základe podnetov pochádzajúcich z hypotalamu. Impulzom pre sekréciu je faktor uvoľňujúci rastový hormón (GRF) a naopak syntéza GH ako aj jeho sekrécia je inhibovaná somatostatínom (Mayo a kol., 1996; Brazeau a kol., 1973). Základným rozdielom oproti steroidným hormónom je peptidová povaha GH, ktorá zamedzuje aby tento hormón dokázal samovoľne prestúpiť BBB. Ako sa ukázalo, existujú však alternatívne spôsoby pre propagáciu účinku aj skrz BBB bez nutnosti priameho prechodu látky do vnútorných štruktúr CNS. V prípade GH bola dokázaná hlavne úloha periférne produkovaných



mediátorových molekúl ako IGF-1 aktívne transportovaných do CNS skrz BBB (Coculescu 1999). Druhý mechanizmus počíta s mediátorovými molekulami vylučovanými neuronálnymi oblasťami v mozgu, ktoré sú vyňaté z BBB a sú schopné pomerne flexibilne reflektovať na zmeny koncentrácie GH v cirkulácii. Jedným z najdôležitejších oblastí CNS, čo sa týka účinku GH je choroidný plexus (CP) (Lai a kol., 1991). Táto oblasť mozgu obklopujúca mozgové komory je priamo zodpovedná za produkciu cerebrospinálneho likvoru (CSF), ktorým sú plnené všetky mozgové komory. CP je tak kľúčovým centrom pre nastavenie stáleho vnútorného prostredia CNS za BBB (Sakka a kol., 2011). Okrem iného, štúdie vykonané na pacientoch podstupujúcich substituálnu hormonálnu terapiu s GH dokázali dávkovo závislú eleváciu koncentrácie GH v CSF (Burman a kol., 1995; Johansson a kol., 1995), čo naznačuje buď prítomnosť aktívneho mechanizmu transportu GH, podobne ako v prípade inzulínu, či IGF-1 no bola potvrdená aj syntéza GH viacerými mozgovými štruktúrami (Waters a Blackmore, 2011; Castro a kol., 2000).

S dôkazom expresie GH mozgovými štruktúrami úzko súvisí aj mnoho informácií charakterizujúcich prítomnosť receptných molekúl pre GH vo viacerých oblastiach CNS. Dávnejšie sa vedecká obec zaoberala ich prítomnosťou v hypotalame, kde sa vysvetľovala hlavne potrebou spätnej väzby pri syntéze GRF a somatostatínu (noguchi 1996). Dnes už k hypotalamu pribudli ďalšie centrá ako gyrus dentatus v hipokampe, amygdala, CP, či putamen prúžkovaného telesa (Nyberg 2000), čím sa dnes už úplne rozplývajú úvahy o čisto periférne účinkujúcom GH.

So získanými výsledkami potvrdzujúcimi signalizáciu ako aj vnútromozgovú produkciu GH prišli čoskoro aj poznatky o zmenách správania súvisiacich s pôsobením GH. Ako sa ukázalo, hormón je zodpovedný za reguláciu apetítu, motivačných procesov, s ktorými súvisia hlavne kognitívne funkcie, schopnosť učenia sa, pamäť, pocit „spokojnosti“ (McGauley a kol., 1996), pričom nedostatočná koncentrácia GH v krvi je spojená naopak s úpadkom týchto funkcií (Rosen a kol., 1994). Za pozitívnym účinkovaním GH v CNS stojí predovšetkým fakt, že sa jedná o neuroproliferatívne pôsobiacu molekulu zabezpečujúcu rast nových neurónov a podporných buniek nervového systému, pričom pozitívne stimuluje aj syntézu ďalších neuroprotektívnych a modulačných látok ako napr. opioidné endorfíny (Johansson a kol., 1995). Účinok a aktivita GH je navzájom prepletená navzájom aj s ďalšími hormónmi, okrem iného sú to práve pohlavné steroidy, ktoré syntézu a účinok GH stimulujú (Meinhardt a Ho, 2006). Negatívny vplyv a inhibíciu účinku v CNS možno naopak pozorovať hlavne pri stresových hormónoch, ako bolo preukázané hlavne v prípade glukokortikoidov (Mazziotti a Guistina, 2013).

Súčasný stav poznatkov spojených s nedostatočnou aktivitou GH hlavne u ľudí s nedostatočnou produkciou, či poruchou prenosu hormonálneho signálu, intenzívne poukazuje na závažný dopad GH nedostatočnosti na psychickú stránku jedinca. Veľmi intenzívne sa hovorí o pocitoch celkovej únavy spojenej



s depresívnymi stavmi, pocitmi úzkosti a spánkovou nedostatočnosťou (Graham a kol., 2008). Ako o stave nedostatočnosti je pri tom potrebné hovoriť takmer pri každom prípade zneužitia GH ako dopingového preparátu vo fáze ukončenia „terapie“. Podobne ako v prípade AAS dochádza pri typickom zneužití GH ku niekoľkonásobnému navýšeniu pôvodnej endogénnej koncentrácie peptidu v cirkulácii, ktorá následne spôsobí rádovo silnejší inhibičný spätný impulz pre ďalšiu syntézu GH (Wong a kol., 2006). Okrem toho dochádza ku narušeniu rytmicity jeho vyplavovania, na ktorú je potrebný efekt tohto hormónu veľmi úzko napojený (Velloso 2008). Po takomto nezodpovednom konaní dochádza jednak k narušeniu vlastnej produkcie GH a jeho mediátorov účinku (IGF), no netreba zabúdať na rovnako nebezpečné narušenie rytmicity vyplavovania GH regulovanej niekoľkými centrami CNS. Opísaný stav chronickej únavy a súboru psychologických porúch typický pre GH nedostatočnosť budú s najväčšou pravdepodobnosťou viac, či menej prítomné u športovcov zneužívajúcich tento typ anabolicky pôsobiaceho hormónu. Vznik citelných prejavov bude výsledkom konfrontácie individuálnej tolerancie s faktormi použitej dávky, časovania podávania a dĺžky doby podávania hormónu.

Inzulín

Pri rozprave o zneužívaných látkach v silovom športe je nutné spomenúť zrejme najsilnejší anabolizér syntetizovaný C bunkami pankreasu. Primárna funkcia inzulínu spočíva v znižovaní glykémie, pričom stimuluje transport glukózy do tkanív. Okrem glukózy sa účinkom inzulínu do buniek transportujú aj aminokyseliny, čo z tohto hormónu robí spoločne s predchádzajúcimi dvoma typmi spomenutých hormónov skupinu najintenzívnejšie zneužívaných látok silovo intenzívnymi športovými odvetvami.

Z hľadiska peptidovej povahy hormónu je preň podobne ako pre GH charakteristická obtiažnosť v prekonávaní BBB. Podobne ako v prípade GH je však pre inzulín schodná jedna z alternatívnych ciest účinkovania v CNS. V prípade inzulínu ale napr. aj IGF dochádza ku aktívnemu transportu prostredníctvom endocytózy do vnútorných štruktúr CNS alebo mozgomiešneho moku prostredníctvom cirkumventrikulárnych štruktúr, kde BBB nie je tak silná (Siso a kol., 2010). V rámci mozgových štruktúr bolo pomocou rádioizotopovej analýzy väzobnej kapacity pre inzulín preukázané, že oblasti mozgu ako hypothalamus, čuchová oblasť, limbický región, chóriový plexus ako aj mozoček viažu inzulín vo zvýšenej miere (Hill a kol., 1986). Typickým mediátorom účinkov inzulínu, ako aj rastového hormónu je inzulínu podobný faktor 1 (IGF1). Navyše, samotné receptory pre IGF1, preukazujú silnú afinitu aj voči molekule inzulínu (Belfiore a kol., 2009). Situácia je obdobná aj s inzulínovými receptormi a receptorom pre izoformou IGF2 (Frasca a kol., 2010). Týmto zisteniami sa účinkovanie GH a inzulínu výrazne prepája, čo platí aj pre CNS. Do veľkej miery to odzrkadľuje aj fakt, že inzulín sa podobne ako GH podieľa na nastavení chuti do jedla. Okrem toho je dôležité ho spomenúť aj pri



sexuálnom správaní, nastavení teploty organizmu a produkcii cholesterolu ako aj viacerých typov neurotransmiterov a mitochondriálnej aktivity v celom CNS (Kleinridders a kol., 2014).

Najnebezpečnejším aspektom podania neprimerane vysokej koncentrácie inzulínu je jednoznačne vznik silnej hypoglykémie, ktorá môže mať za následok okamžitú smrť. Oveľa častejším je však poškodenie inzulínovej citlivosti tkanív v dôsledku dlhodobého podávania inzulínu zdravým osobám, čo je charakteristické rovnako aj pre športovú komunitu. Z hľadiska funkcie CNS je potrebné spomenúť, že inzulínová rezistencia má za následok nedostatočnosť účinku inzulínu vo vyššie spomenutých procesoch ako regulácia príjmu potravy, nastavenie mitochondriálnej aktivity, absencia regulácie syntézy neurotransmiterov (Wan a kol., 1997). K najnovším poznatkom súvisiacim s inzulínovou rezistenciou v CNS je veľmi úzka asociácia týchto stavov s neurodegeneratívnymi ochoreniami ako sú Parkinsonova choroba a Alzheimerova choroba. V patogenéze týchto porúch dochádza ku disregulácii syntézy špecifických proteínov účinkujúcich hlavne v nervových bunkách, pričom práve inzulínová rezistencia je ako sa zdá spoločným menovateľom týchto zmien vo viacerých prípadoch (Hu a kol., 2007; Frohlich a kol., 1999).

Vznik vedľajších účinkov nasledujúcich zneužitie inzulínu, čo do dopadu na CNS vykazujú veľmi podobný mechanizmus ako v prípade rastového hormónu, ktorým je porušenie spätnej väzby a deregulácia prenosu signálu s ňou spojená. V prípade inzulínu tak vznikajú anomálie hlavne v oblasti úlohy CNS v nastavení energetického metabolizmu a regulácii kalorického príjmu so širokým dopadom na telesnú hmotnosť a rýchlosť metabolizmu. Postihnutá môže byť aj psychická zložka osobnosti v dôsledku rozkolísania hladín neurotransmiterov limbického, či autonómneho nervového systému ktoré sprostredkujú komunikáciu medzi mozgovými centrami. Prípadné poruchy je možné sledovať v krátkej dobe (týždne, mesiace) počas resp. po ukončení „terapie“. Patogenéza neurodegeneratívnych ochorení spomenutých v súvislosti so vznikom vnútro mozgovej inzulínovej rezistencie je procesom prejavujúcim sa v oveľa dlhších časových horizontoch (roky, dekády). Špecifickým problémom AD ako aj PD je nemožnosť úplného zastavenia chorobného procesu, pričom do úvahy prichádza len akási „kontrola“ priebehu.

ZÁVER

Najvýraznejšou spojnicou látok, ktorým sa tento prehľadný článok venuje, je ich intenzívny anabolický účinok. Pre dotknutých výkonnostných športovcov tento fakt znamená možnosť skrátenia doby regenerácie a zintenzívnenia tréningových dávok a ako aj ich periodicity, čím sa stáva jasným dôvodom dopingového konania. Miera poznatkov o vedľajších účinkoch je naopak často jediným dôvodom, ktorý môže takýto počin zastaviť. Predkladaný článok je priebežným sumárom eventuálneho podielu exogénnych AAS, GH a inzulínu na



„preformátovávani“ fyziologických parametrov CNS. Zmena fungovania jednotlivých oblastí CNS citlivých pre účinok AAS, GH, či inzulínu vďaka prítomnosti receptorov pre tieto molekuly je predispozíciou pre vznik rozmanitých psychických porúch. Emočná nestabilita, miera úzkostnosti, depresívne správanie, či celková únava sprevádzaná kognitívnou nedostatočnosťou a poruchami pamäti sú typickými príkladmi následkov vznikajúcich počas a v krátkej dobe po ukončení aplikovania popisovaných anabolických hormonálnych látok. Vo väčšom časovom odstupe je v špecifických prípadoch potrebné hovoriť aj o zvyšovaní pravdepodobnosti vzniku závažných neurodegeneratívnych ochorení ako Parkinsonova, či Alzheimerova choroba. Nebezpečenstvo neterapeutického použitia anabolík v športe tak s týmito informáciami nadobúda oveľa výraznejšie kontúry, na ktoré je potrebné športovú obec upozorňovať na čím frekventovanejšej báze.

***Táto práca bola podporená projektom
„Martinské centrum pre biomedicínu (BioMed Martin)“
ITMS kód projektu: 26220220187, ktorý je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ.***

LITERATÚRA

Belfiore A, Frasca F, Pandini G, Sciacca L, Vigneri R. Insulin receptor isoforms and insulin receptor/insulin-like growth factor receptor hybrids in physiology and disease. *Endocr Rev.* 2009, 30:586-623.

Birzniece V. Doping in sport: effects, harm and misconceptions. *Intern Med J.* 2015, 45:239-48.

Brazeau P, Vale W, Burgus R, Ling N, Butcher M, Rivier J, Guillemin R. Hypothalamic polypeptide that inhibits the secretion of immunoreactive pituitary growth hormone. *Science* 1973, 179: 77–79.

Bryant AS, Greenwood AK, Juntti SA, Byrne AE, Fernald RD. Dopaminergic inhibition of gonadotropin-releasing hormone neurons in the cichlid fish *Astatotilapia burtoni*. *J Exp Biol.* 2016, 219:3861-3865.

Campbell RE, Gaidamaka G, Han SK, Herbison AE. Dendro-dendritic bundling and shared synapses between gonadotropin-releasing hormone neurons. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 2009, 106: 10835–40.

Castro JR, Costoya JA, Gallego R, Prieto A, Arce VM, Señarís R. Expression of growth hormone receptor in the human brain. *Neurosci Lett.* 2000, 281:147-50.

Celec P, Ostatníková D, Hodosy J. On the effects of testosterone on brain behavioral functions. *Front Neurosci.* 2015, 9:12



Coculescu M, Blood–brain barrier for human growth hormone and insulin-like growth factor-1. *J Pediatr Endocrinol Metab* 1999, 12: 113–124.

Jerome v. A. Choate and John A. Resko. Effects of Androgen on Brain and Pituitary Androgen Receptors and LH Secretion of Male Guinea Pigs. *J. Steroid Biochem Molec Biol.* 1996, 59:315-322.

Chung W, De Vries G, Swaab D. Sexual differentiation of the bed nucleus of the stria terminalis in humans may extend into adulthood. *J Neurosci.* 2002, 22:1027–33.

Crestani CC, Alves FH, Gomes FV, Resstel LB, Correa FM, Herman JP. Mechanisms in the Bed Nucleus of the Stria Terminalis Involved in Control of Autonomic and Neuroendocrine Functions: A Review. *Current Neuropharmacology.* 2013, 11:141-159.

Frasca F, Pandini G, Scalia P, Sciacca L, Mineo R, Costantino A, Goldfine ID, Belfiore A, Vigneri R. Insulin receptor isoform A, a newly recognized, high-affinity insulin- like growth factor II receptor in fetal and cancer cells. *Mol Cell Biol.* 1999, 19:3278-88

Frölich L, Blum-Degen D, Riederer P, Hoyer S A disturbance in the neuronal insulin receptor signal transduction in sporadic Alzheimer's disease. *Ann N Y Acad Sci.* 1999, 893:290-3.

Graham MR, Evans P, Davies B, Baker JS. AAS, growth hormone, and insulin abuse: psychological and neuroendocrine effects. *Therapeutics and Clinical Risk Management.* 2008, 4:587-597.

Hickson RC, Czerwinski SM, Falduto MT, Young AP. Glucocorticoid antagonism by exercise and androgenic-anabolic steroids. *Med Sci Sports Exerc.* 1990, 22:331-40

Hill JM, Lesniak MA, Pert CB, Roth J. Autoradiographic localization of insulin receptors in rat brain: prominence in olfactory and limbic areas. *Neuroscience* 1986, 17:1127-38.

Hileman SM, Jackson GL. Regulation of gonadotrophin-releasing hormone secretion by testosterone in male sheep. *J Reprod Fertil Suppl.* 1999, 54:231-42.

Hu G, Jousilahti P, Bidel S, Antikainen R, Tuomilehto J Type 2 diabetes and the risk of Parkinson's disease. *Diabetes Care.* 2007, 30:842-7.

Hulshoff Pol HE, Cohen-Kettenis PT, Van Haren NE, Peper JS, Brans RG, Cahn W, Changing your sex changes your brain: Influences of testosterone and estrogen on adult human brain structure. *European Journal of Endocrinology.* 2006, 155:S107–S114

Ip EJ, Lu DH, Barnett MJ, Tenerowicz MJ, Vo JC, Perry PJ Psychological and physical impact of anabolic-androgenic steroid dependence *Pharmacotherapy* 2012

Johansson JO, Larsson G, Elmgren A, Hynsjo L, Lindahl A, Lundberg PA, Isaksson O, Lindstedt S, Bengtsson BÅ, Treatment of growth hormone-deficient adults with recombinant human growth hormone increases the concentration of growth hormone in the cerebrospinal fluid and affects neurotransmitters. *Neuroendocrinology* 1995, 61: 57–66.



Kleinridders A, Ferris HA, Cai W, Kahn CR. Insulin Action in Brain Regulates Systemic Metabolism and Brain Function. *Diabetes*. 2014, 63:2232-2243.

Lai Z, Emtner M, Roos P, Nyberg F, Characterisation of putative growth hormone receptors in human choroid plexus. *Brain Res*. 1991, 546: 222–226.

Lanteaume L, Khalfa S, Régis J, Marquis P, Chauvel P, Bartolomei F. Emotion induction after direct intracerebral stimulations of human amygdala. *Cereb Cortex*. 2007, 17:1307-13.

Lincoln G. A. and Kay R. N. B.: Effects of season on the secretion of LH and testosterone in intact and castrated red deer stags (*Cervus elephus*). *J. Reprod. Fertil*. 1979, 55:75-80.

Liu X1, Porteous R, d'Anglemont de Tassigny X, Colledge WH, Millar R, Petersen SL, Herbison AE. Frequency-dependent recruitment of fast amino acid and slow neuropeptide neurotransmitter release controls gonadotropin-releasing hormone neuron excitability. *J Neurosci*. 2011, 31:2421-30.

Meinhardt UJ1, Ho KK. Modulation of growth hormone action by sex steroids. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2006,65:413-22.

Mayo KE, Miller TL, DeAlmeida V, Zheng J, Godfrey PA, The growth-hormone-releasing hormone receptor: Signal transduction, gene expression, and physiological function in growth regulation. *Ann NY Acad Sci*. 1996, 805:184–203.

Mazziotti G1, Giustina A. Glucocorticoids and the regulation of growth hormone secretion. *Nat Rev Endocrinol*. 2013,9:265-76.

Mellon S. H., Griffin L. D., Compagnone N. A. Biosynthesis and action of neurosteroids. *Brain Res. Brain Res. Rev*. 2007, 37:3–12.

Noguchi T. Effect of growth hormone on cerebral development: morphological studies *Horm. Res*. 1996, 45:5-7

Paredes, RG. Medial preoptic area/anterior hypothalamus and sexual motivation. *Scandinavian Journal of Psychology*.2003, 44:203–212.

Park SK, Strouse DA, Selmanoff M. Prolactin- and testosterone-induced inhibition of LH secretion after orchidectomy: role of catecholaminergic neurones terminating in the diagonal band of Broca, medial preoptic nucleus and median eminence. *J Endocrinol*. 1996,148:291-301.

Ruizeveld de Winter JA, Trapman J, Vermey M, Mulder E, Zegers ND, van der Kwast TH. Androgen receptor expression in human tissues: an immunohistochemical study. *J Histochem Cytochem*. 1991, 39:927-36.

Sakka, L.; Coll, G.; Chazal, J. Anatomy and physiology of cerebrospinal fluid". *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. 2011, 128:309–316.

Siso S, Jeffrey M, Gonzalez L. Sensory circumventricular organs in health and disease. *Acta Neuropathol*. 2010, 120:689-705.



- Somerville L, Whalen P, Kelley W. Human Bed Nucleus of the Stria Terminalis Indexes Hypervigilant Threat Monitoring. *Biol Psychiatry*. 2010, 68: 416–424.
- Steiner RA, Bremner WJ, Clifton DK. Regulation of luteinizing hormone pulse frequency and amplitude by testosterone in the adult male rat. *Endocrinology*. 1982, 111:2055- 2061.
- Thiblin I, Lindquist O, Rajs J Cause and manner of death among users of anabolic androgenic steroids *J Forensic Sci*, 2000
- Tsai MJ, O'malley BW, Molecular mechanisms of action of steroid/thyroid receptor super family members. *Annu.Rev.Biochem*. 1994, 63:451–486.
- Ubuka T, Son YL, Tobari Y, Narihiro M, Bentley GE, Kriegsfeld LJ, et al. Central and direct regulation of testicular activity by gonadotropin- inhibitory hormone and its receptor. *Front.Endocrinol.(Lausanne)*. 2014, 5:8
- Velloso CP. Regulation of muscle mass by growth hormone and IGF-I. *British Journal of Pharmacology*. 2008, 154:557-568.
- Wan Q, Xiong ZG, Man HY, Ackerley CA, Branton J, Lu WY, Becker LE, MacDonald JF, Wang YT Recruitment of functional GABA(A) receptors to postsynaptic domains by insulin. *Nature*. 1997, 388:686-90.
- Waters MJ, Blackmore DG. Growth hormone (GH), brain development and neural stem cells. *Pediatr Endocrinol Rev*. 2011, 9:549-53.
- Wong AO, Zhou H, Jiang Y, Ko WK. Feedback regulation of growth hormone synthesis and secretion in fish and the emerging concept of intrapituitary feedback loop. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol*. 2006, 144:284-305.
- Zhou L, Blaustein JD, De Vries GJ. Distribution of androgen receptor immunoreactivity in vasopressin- and oxytocin-immunoreactive neurons in the male rat brain. *Endocrinology*. 1994, 134:2622-7.
- Zuloaga DG, Puts DA, Jordan CL, Breedlove SM. The Role of Androgen Receptors in the Masculinization of Brain and Behavior: What we've learned from the Testicular Feminization Mutation. *Hormones and behavior*. 2008, 53:613-626.
- Zwain IH, Yen SS. Dehydroepiandrosterone: biosynthesis and metabolism in the brain. *Endocrinology*. 1999, 140:880-7.



VPLYV TELESNÉHO ZAŤAŽENIA NA HORMONÁLNY PROFIL

EFFECTS OF PHYSICAL EXERCISE ON HORMONAL RESPONSES

Mgr. Matej Vajda - Mgr. Milan Sedliak, PhD.

Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta telesnej výchovy a športu,

Katedra športovej kinantropológie

Comenius University in Bratislava, Faculty of Physical Education and Sports

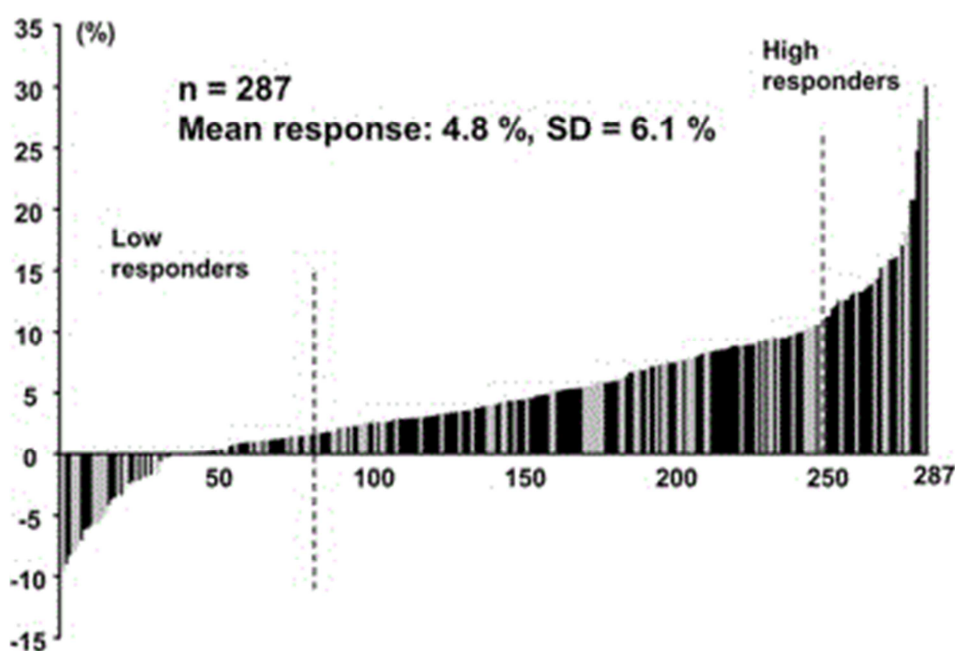
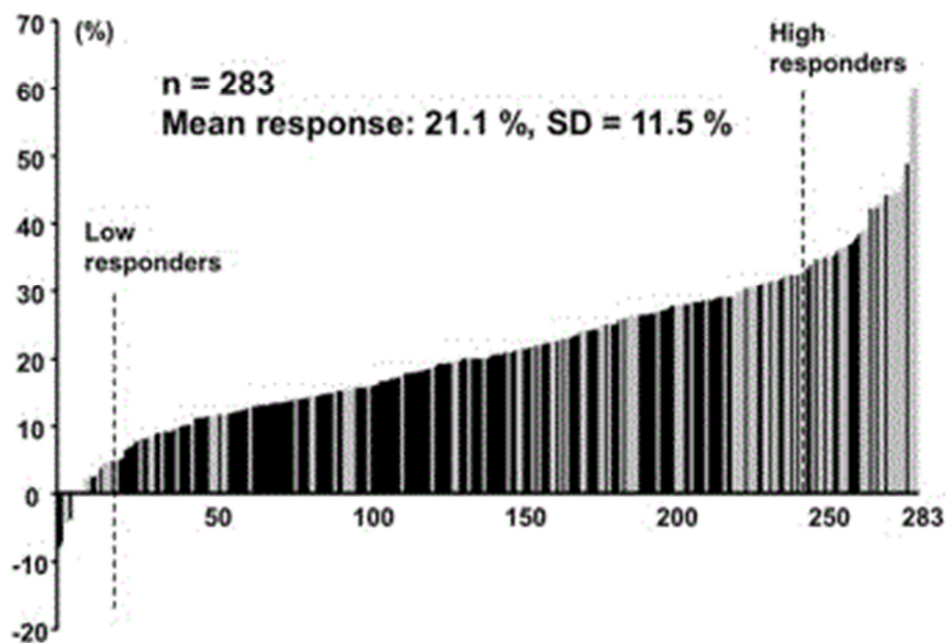
Department of sports kinanthropology

ÚVOD

Športový tréning predstavuje podnet, ktorý v ľudskom organizme spúšťa kaskádu procesov prostredníctvom ktorých sa organizmus chráni pred výrazným narušením homeostázy. Jednou s významných sústav ľudského tela, ktorá výrazným spôsobom reaguje či už na akútne ale i chronické fyzické zaťaženie je endokrinný systém. Ten odpovedá na podnety vyvolané fyzickou aktivitou akútnym nárastom respektíve poklesom koncentrácie hormónov v krvnom obehú čo má za následok reguláciu fyziologických funkcií ako napríklad aktivácie imunity bunky, metabolizmu bielkovín atď.

INDIVIDUALIZÁCIA ODOZVY ORGANIZMU NA TELESNÉ ZAŤAŽENIE

To aká výrazná bude reakcia a adaptácia ľudského organizmu, a to nie len hormonálna, na fyzickú aktivitu môže byť významne podmienené predovšetkým genetickou predispozíciou daného jedinca, pohlavím ako aj tréningovou históriou (Kraemer, Ratames. 2005). Ahtiainen et al. 2016 publikovali rozsiahlu štúdiu, ktorá sa zaoberala rozdielnou úrovňou adaptácie, prezentovanou maximálnou silou a svalovým objemom, na silové zaťaženie charakteru v trvaní 24 týždňov na vzorke 287 probandov. Autori zistili, že existuje výrazná inter-individuálna variácia medzi jednotlivými probandami. Z hľadiska adaptácie organizmu smerom k zväčšeniu svalového objemu až 30% probandov bolo veľmi slabo reagujúcich na daný podnet a približne 7% bolo slabo reagujúcich smerom k zlepšeniu svalovej sily. Individuálne adaptačné odozvy sú prezentované v obrázku 1. Z uvedených výsledkov vyplýva nutnosť vysokej miery individualizácie pri tvorbe tréningových programov so stanoveným zacielením (Oja, Titze. 2011).

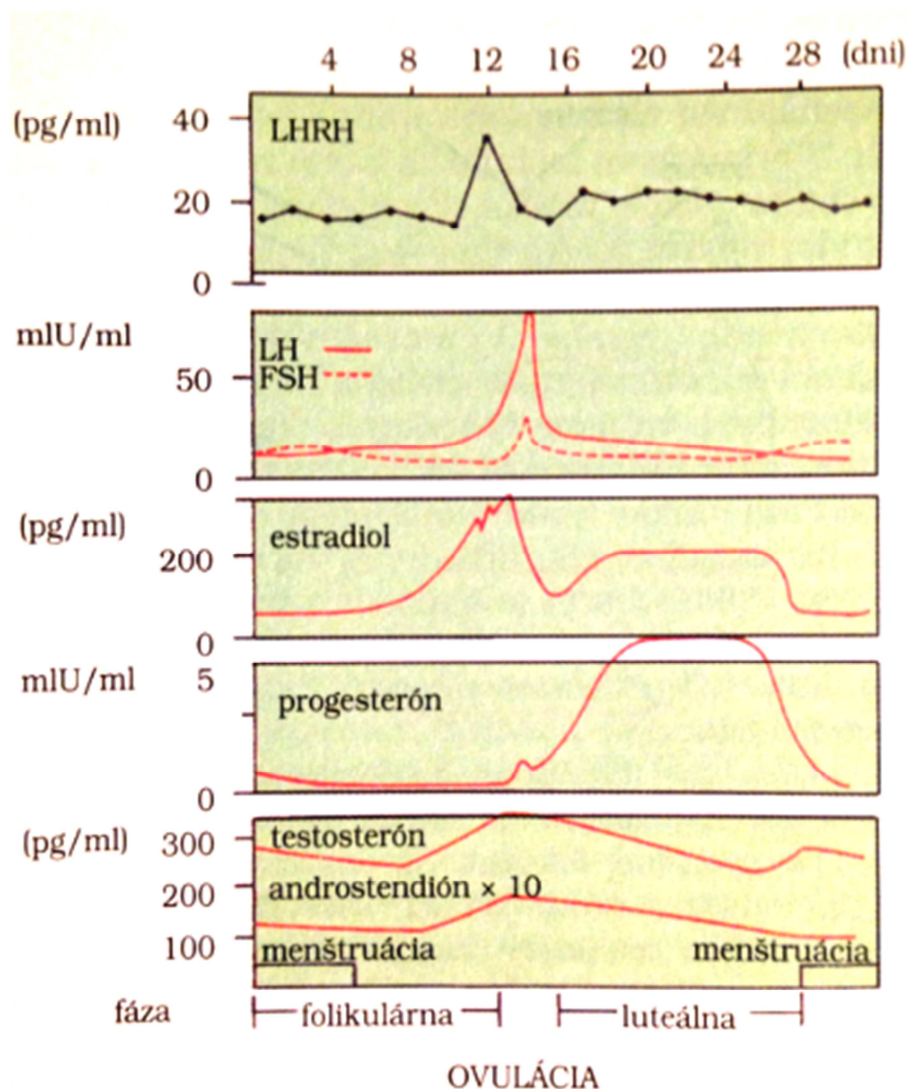


Obrázok 1: Heterogenita probandov v adaptácií maximálnej sily (hore) a svalového objemu (dole) na silové zaťaženie (Ahtiainen et al. 2016).

Intersexuálne rozdiely vo vzťahu k fyzickej aktivite sú dobre zdokumentované (S. Oertelt-Prigione, 2012). Medzi mužmi a ženami registrujeme rozdiely v regulácii využívania energetických zdrojov, nástupe svalovej únavy, úrovni poškodenia svalových vlákien a následnom nástupom zápalových procesov ako v odpovedi na fyzickú aktivitu a v neposlednej rade aj endokrinných reakciách (Tarnopolsky. 2000, Hicks et al. 2001, Kraemer, Ratamess. 2005, Gillum et al. 2011, Wolf et al. 2012). Výrazný vplyv na



hormonálnu odozvu ženského organizmu na fyzickú aktivitu zohráva menštruačný cyklus. Počas menštruačného cyklu dochádza k výrazným zmenám cirkulujúcich hormónov, ktoré riadia ováriálny cyklus (v trvaní 27 – 32 dní) skladajúci sa z troch fáz: folikulárnej, ovulačnej a luteálnej (Kittnar. 2011).



Obrázok 2: Zmeny plazmatickej koncentrácie hormónov počas ováriálneho cyklu (Javorka. 2014)

Predpokladáme, že zmeny hladín estrogénu počas menštruačného cyklu môžu mať vplyv na úroveň ďalších hormónov ako aj ovplyvniť úroveň ich odoziev na zaťaženie. Muligan et al. (1996) zistili, že v priebehu folikulárnej fázy menštruačného cyklu majú ženy výrazne vyššie hladiny rastového hormónu ako muži (Kraemer et al. 1991, Kraemer et al. 1993). Uvedené rozdiely v koncentrácií rastového hormónu môžu vychádzať z priameho vzťahu s estrogénom (Bunt et al. 1986). Kraemer et al. (1995) poukázal na výraznejšiu zmenu hladiny rastového hormónu po silovom zaťažení počas luteálnej v porovnaní s folikulárnou fázou cyklu. Uvedené zistenia naznačujú, že



prechodné zvýšenie estrogénu môže znásobiť odozvu rastového hormónu na zaťaženie. Viacerí autori, preukázali akútne zvýšenie hladiny estrogénu po silovom zaťažení (Kraemer et al. 1995 Copeland et al. 2002). Z pohľadu testosterónu, dochádza k relatívne malým alebo žiadnym akútnym zmenám koncentrácie v krvnom obehu žien vplyv silového tréningu (Weiss et al. 1983; Kraemer et al. 1993; Häkkinen, Pakarinen. 1995). Odporúčame preto zaradiť objemom ako aj intenzitou náročné tréningové jednotky skôr počas folikulárnej fázy menštruačného cyklu ako v luteálnej. Z uvedeného prierezu vedeckých publikácií vyplýva potreba vyššej pozornosti pri tvorbe a hlavne periodizácii tréningových podnetov vzhľadom na intersexuálne rozdiely ako aj pravidelné fyziologické zmeny ženského organizmu.

AKÚTNA HORMONÁLNA ODOZVA NA SILOVÉ ZAŤAŽENIE

V tréningovej praxi závisí veľkosť a vzhľad akútnej hormonálnej reakcie na telesne zaťaženie predovšetkým od počtu zapojených svalových skupín (Hansen et al. 2001), počtu cvičení (Spiering et al. 2008), intenzity (Linnamo et al. 2005), objemu (Gotshalk et al. 1997, Häkkinen 1994), dĺžky odpočinku (Kraemer et al. 1991, McCaulley et al. 2009) a tréningovej skúsenosti (Trembay et al. 2003, Ahtiainen et al. 2004). Pri rozvoji svalovej sily a svalového rastu sa za kľúčové aspekty, od ktorých závisí úroveň adaptačný zmien pokladajú mechanický stres, metabolický stres, endokrinná aktivita a neuromuskulárna kontrola. Z uvedených možností sa ako najvhodnejšia metóda využíva hypertrofický silový tréning, ktorý v sebe integruje uvedené faktory v optimálnej kombinácii (Harridge. 2007). Heavy resistance strength training (v našej terminológii označovaný ako hypertrofický silový tréning) v sebe spája 8 – 12 cvičení, s odporom 6 – 12 RM, 2 – 6 sériách, pri tempe cvičenia 2120 (2130) a intervale odpočinku 60 s – 2 min a je koncipovaný tak, aby bol uplatniteľný v športovom tréningu vrcholových športovcov ako i medzi pohybovými aktivitami bežnej populácie (Fleck, Kraemer. 1997, Kraemer, Ratamess. 2005, ACSM 2009). Donedávna sa veľké množstvo autorov zaoberalo akútnou hormonálnou odozvou na hypertrofické silové zaťaženie s cieľom preukázania jej významu smerom k zväčšeniu svalovej sily a svalového objemu. (Kraemer, Ratamess. 2005). Prioritne sledované hormóny a rastové faktory boli voľný a celkový testosterón, rastový hormón, kortizol či IGF-1. Vo všeobecnosti závery autorov poukazujú na akútne zvýšenie testosterónu, kortizolu, rastového hormónu a IGF-1 vplyvom hypertrofického silového zaťaženia (Kraemer et al. 1990; Häkkinen, Pakarinen 1993, Staron et al. 1994, Gotshalk et al. 1997; Raastad et al. 2000; Kraemer, Ratamess 2005, Cadore et al., 2008, Rønnestad et al. 2011). Akútne zvýšenie hormónov v krvnom obehu môže byť teoreticky spôsobené viacerými faktormi ako sú zvýšená sekrécia v žľazách, zníženie odbúravania v pečeni, redukcia objemu krvnej plazmy, redukcia ich degradácie (Kraemer, Ratamess. 2000). Treba si však uvedomiť, že väčšina hormónov sa v



krvi viaže na špecifické (napr. sex-hormonebiding globulin pre testosterón a corticosteroid-biding globulin pre kortizol) a nešpecifické (ako napr. albumín) bielkovinové prenášače. Iba veľmi malý objem hormónov sa v krvnom riečisku nachádza vo voľnom, neviazanom stave a práve takáto molekula je biologicky aktívna a môže reagovať s cieľovou bunkou. Pre reakciu hormónu a cieľovej bunky, napríklad svalovej, je potrebný špecifický receptor, ktorý sa nachádza väčšinou na bunkovej membráne (steroidné hormóny a hormóny štítnej žľazy majú receptor vo vnútri bunky). Z tohto dôvodu sa javí ako nedostatočné sledovať iba samotný hormón ale je taktiež dôležité sledovať aktivitu receptorov a následnú činnosť ďalších procesov, o ktorých predpokladáme, že za ich zvýšenie aktivitu zodpovedajú práve sledované hormóny. Na úrovni receptorov, vedie silový tréning k akútnym zvýšeniam tvorby androgénnych receptorov (Bamman et al. 2001, Willoughby, Taylor. 2004, Ahtiainen et al. 2011) ako aj k dlhodobému zmnoženiu androgénnych receptorov (Kadi. 2000), čo môže mať za následok zvýšenie fyziologickej aktivity androgénov. Donedávna sa vo veľkej miere dával nárast svalovej hmoty a sily do kontextu s akútnou hormonálnou odozvou. Uvedené asociácie boli založené na základe poznání vplyvu anabolických hormónov na fyziologický vývoj a rast ľudského organizmu predovšetkým v období puberty kde, dochádza k výrazným zmenám uvedených hormónov, ktoré majú za následok celkový rast, objem svalovej hmoty atď. Tieto východiská boli podporené zisteniami autorov ako Bhasin et al. 1996 a Storer et al. 2008, ktorí preukázali, že prostredníctvom suplementácie testosterónu a tým pádom zvýšením jeho hladiny v organizme nad fyziologickú úroveň došlo k zvýšeniu sily a svalového objemu v skupine mužov aj bez toho, aby vykonávali silový tréning. Hodnoty prírastkov sily a svalového objemu boli signifikantne vyššie ako v prípade mužov, ktorí realizovali hypertrofický silový tréning bez suplementácie testosterónom. Tento efekt bol ešte výraznejší v skupine, ktorá kombinovala suplementáciu a hypertrofický silový tréning zároveň. Na druhej strane treba brať na zreteľ, že určitá fyziologická úroveň anabolických hormónov je potrebná a, na to, by dochádzalo k primeranej adaptácii v rozvoji sily a svalovej hypertrofie (Kvorning et al. 2006). Takisto viacerí autori preukázali vzťah medzi pokojovou hladinou testosterónu a úrovňou maximálnej sily (Bosco et al. 1996; Tihanyi. 1998). Poznatky naznačujú, že zvyšovanie úrovne svalovej sily môže byť závislé od pokojovej hladiny (voľného ako i viazaného) testosterónu (Bhasin et al. 2001, Kvorning et al. 2006). V súčasnej dobe viacerí autori (Phillips. 2004, Rennie et al. 2003) poukazujú na fakt, že je možné cvičením zvýšiť anabolickú signalizáciu a proteosyntézu vo svalových bunkách (West et al. 2010) a taktiež zvýšiť svalový objem (Wilkinson et al. 2006) bez toho aby došlo k významným akútnym zmenám v anabolických hormónoch. Preto autori poukazujú na nevhodnosť používania akútnych zmien hormónov ako markeru hypertrofického potenciálu danej fyzickej aktivity (West et al. 2010). Na záver treba dodať, že fyziologický význam akútnych hormonálnych zmien v súčasnosti nie je celkom známy



a väčšina autorov uvedených v tomto odstavci sa vo svojich prácach v závere odvoláva na potrebu podrobnejšieho poznania mechanizmov akútnej a chronickej hormonálnej odozvy ako aj jej špecifického významu smerom v adaptácii na fyzickú aktivitu.

CHRONICKÁ HORMONÁLNA ODOZVA NA SILOVÉ ZAŤAŽENIE

V problematike chronických zmien cirkulujúcich hormónov nachádzame kontroverzné zistenia. Vo všeobecnosti platí a vo vedeckej literatúre to potvrdzuje viacero prác, že hypertrofický silový tréning nevedie k systémovému zvýšeniu pokojových hladín androgénov (Kraemer et al. 1992, McCall et al. 1999, Hansen et al. 2001, Ahtiainen et al. 2003). Väčšino sa však jedná o relatívne krátkodobé, 10 – 24 týždňové tréningové štúdie predovšetkým na bežnej populácii resp. rekreačných športovcoch. Keď však chceme hovoriť o dlhodobých vplyvoch silového zaťaženia na hormonálny profil, najvhodnejšou výskumnou skupinou sa pre nás stávajú výkonnostní resp. vrcholoví športovci v silových športoch. Uvedené skupiny dlhodobo vykonávajú systematickú prípravu v športoch ako vzpieranie, silový trojboj atď. Referenčné hodnoty testosterónu sú v populácii stanovené na úroveň 14 to 28 nmol/l. Izquierdo et al. 2004 zaznamenali v skupine výkonnostných vzpieračov úroveň pokojového testosterónu v priemere 22.9 ± 6.8 nmol a voľného testosterónu v priemere 94.1 ± 20.4 pmol, zatiaľ čo v skupine výkonnostných cyklistov boli tieto hodnoty v priemere o 21% respektíve 20% nižšie. V súbore vrcholových vzpieračov bola zaznamenaná úroveň hladiny testosterónu, 27.3 ± 5.9 nmol (Maynar et al. 2010) a 25.1 ± 5.2 (Häkkinen et al. 1988). Z uvedených zistení vyplýva, že v skupinách výkonnostných a vrcholových vzpieračov možno registrovať relatívne vysokú hladinu pokojového testosterónu, čo môže byť výsledok dlhodobej adaptácie na systematickú silovú prípravu. Pred nedávnym realizoval autorský kolektív Kováč et al. 2017 prierezovú štúdiu na slovenských a českých vrcholových vzpieračoch. Autori sa snažili preukázať adaptačné zmeny počas 18 týždňového obdobia, ktoré zahŕňalo prípravne a súťažné obdobie. Medzi sledované parametre autori zaradili testosterón, kortizol a ich vzájomný pomer (T/C). Monitorovanie pozostávalo nielen zo sledovania chronických zmien počas tohto obdobia ale taktiež prierezové merania akútnej odozvy na vopred stanovený záťažový protokol. Autorom sa nepodarilo štatisticky preukázať významnosť zmien, ale výsledky naznačujú postupné znižovanie akútnej reakcie organizmu na rovnaký tréningový podnet v jednotlivých obdobiach prípravy v závislosti od zvyšovania úrovne špeciálnej tréňovanosti a taktiež poukazujú na stúpajúcu tendenciu testosterónu, klesajúcu tendenciu kortizolu a vzostupnú tendenciu pomeru T/K v bazálnom stave počas prípravy vzpieračov. V záveroch autori poukazujú na tendenciu pomeru T/K, ktorý v opačnom smere kopíroval objemové charakteristiky tréningového programu. K podobným zisteniam dospeli aj Fry et al. (1993), Häkkinen et al. (1987) a Wu et al. (2008), ktorí taktiež



poukazujú na inverzný vzťah pomeru T/K a tréningového objemu zaťaženia. Vo všeobecnosti sa pomer T/K využíva v športe ako parameter anabolicko/katabolickej rovnováhy (Urhausen et al. 1995, Fry, Kraemer. 1997, Urhausen, Kindermann. 2002) pomocou ktorého možno hodnotiť aktuálny stav organizmu vo vzťahu k preťaženiu a pretrénovaniu (Adlercreutz et al. 1986). K zníženiu pomeru T/K dochádza počas vysoko intenzívnych resp. objemových tréningových obdobiach a je spojované s horším regeneračným možnosťami organizmu čo vedie k preťaženiu a z dlhodobého hľadiska k pretrénovaniu naopak, zvýšenie pomeru T/K je asociované s optimálnym stavom organizmu z hľadiska regenerácie (Kraemer, Ratamess. 2005).

Z dôvodu nízkeho počtu vedeckých a odborných prác v danej problematike je veľmi náročné zovšeobecnenie uvedených zistení. Preto pokladáme za dôležité rozšíriť poznatkovú bázu v danej problematike a napomôcť tak k sprehľadneniu mechanizmov v dlhodobej hormonálnej odozvy na silové zaťaženie.

LITERATÚRA

Adlercreutz H, Härkönen M, Kuoppasalmi K, et al. Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise. *Int J Sports Med* 1986; 7(Suppl. 1): 27-8. [<http://dx.doi.org/10.1055/s-2008-1025798>] [PMID: 3744643]

Ahtiainen JP, Lehti M, Hulmi JJ, Kraemer WJ, Alen M, Nyman K, Selänne H, Pakarinen A, Komulainen J, Kovanen V, Mero AA, Häkkinen K. Recovery after heavy resistance exercise and skeletal muscle androgen receptor and insulin-like growth factor-I isoform expression in strength trained men. *J Strength Cond Res*. 2011 Mar;25(3):767-77. doi: 10.1519/JSC.0b013e318202e449. PubMed PMID: 21311349.

Ahtiainen JP, Pakarinen A, Alen M, Kraemer WJ, Häkkinen K. Muscle hypertrophy, hormonal adaptations and strength development during strength training in strength-trained and untrained men. *Eur J Appl Physiol*. 2003 Aug;89(6):555-63. Epub 2003 May 7. PubMed PMID: 12734759.

Ahtiainen JP, Pakarinen A, Kraemer WJ, Häkkinen K (2004) Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in strength athletes versus nonathletes. *Can J Appl Physiol* 29(5):527–543

Ahtiainen JP, Pakarinen A, Kraemer WJ, Häkkinen K. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in strength athletes versus nonathletes. *Can J Appl Physiol*. 2004 Oct;29(5):527-43. PubMed PMID: 15507691

Ahtiainen JP, Walker S, Peltonen H, Holviala J, Sillanpää E, Karavirta L, Sallinen J, Mikkola J, Valkeinen H, Mero A, Hulmi JJ, Häkkinen K. Heterogeneity in resistance training-induced muscle strength and mass responses in men and women of different ages. *Age (Dordr)*. 2016 Feb;38(1):10. doi: 10.1007/s11357-015-9870-1. PMCID: PMC5005877.



American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009 Mar;41(3):687-708. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181915670. Review. PubMed PMID: 19204579

Bamman MM, Shipp JR, Jiang J, Gower BA, Hunter GR, Goodman A, McLafferty CL Jr, Urban RJ. Mechanical load increases muscle IGF-I and androgen receptor mRNA concentrations in humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2001 Mar;280(3):E383-90. PubMed PMID: 11171591.

Bhasin S, Storer TW, Berman N, Callegari C, Clevenger B, Phillips J, Bunnell TJ, Tricker R, Shirazi A, Casaburi R. The effects of supraphysiologic doses of testosterone on muscle size and strength in normal men. *N Engl J Med.* 1996 Jul 4;335(1):1-7. PubMed PMID: 8637535.

Bhasin S, Woodhouse L, Casaburi R, Singh AB, Bhasin D, Berman N, Chen X, Yarasheski KE, Magliano L, Dzekov C, Dzekov J, Bross R, Phillips J, Sinha-Hikim I, Shen R, Storer TW. Testosterone dose-response relationships in healthy young men. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2001 Dec;281(6):E1172-81. PubMed PMID: 11701431.

Bosco C, Tihanyi J, Viru A. Relationships between field fitness test and basal serum testosterone and cortisol levels in soccer players. *Clin Physiol.* 1996 May;16(3):317-22. PubMed PMID: 8736717.

Bunt JC, Boileau RA, Bahr JM, Nelson RA. Sex and training differences in human growth hormone levels during prolonged exercise. *J Appl Physiol* (1985). 1986 Nov;61(5):1796-801. PubMed PMID: 3781988

Cadore EL, Lhullier FL, Brentano MA, da Silva EM, Ambrosini MB, Spinelli R, Silva RF, Kruel LF. Hormonal responses to resistance exercise in long-term trained and untrained middle-aged men. *J Strength Cond Res.* 2008 Sep;22(5):1617-24. doi: 10.1519/JSC.0b013e31817bd45d. PubMed PMID: 18714223.

Copeland JL, Consitt LA, Tremblay MS. Hormonal responses to endurance and resistance exercise in females aged 19-69 years. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002 Apr;57(4):B158-65. PubMed PMID: 11909881

Fleck SJ, Kraemer WJ. *Designing Resistance Training Programs.* 2nd ed. Champaign (IL): Human Kinetics Books; 1997. p. 1-115

Fry AC, Kraemer WJ, Stone MH, Warren BJ, Kearney JT, Maresh CM, Weseman CA, Fleck SJ. Endocrine and performance responses to high volume training and amino acid supplementation in elite junior weightlifters. *Int J Sport Nutr.* 1993 Sep;3(3):306-22. PubMed PMID: 8220396.

Fry AC, Kraemer WJ. Resistance exercise overtraining and overreaching. Neuroendocrine responses. *Sports Med.* 1997 Feb;23(2):106-29. Review. PubMed PMID: 9068095.

Gillum TL, Kuennen MR, Schneider S, Moseley P. A review of sex differences in immune function after aerobic exercise. *Exerc Immunol Rev.* 2011;17:104-21. Review. PubMed PMID: 21446354



Gotshalk LA, Loebel CC, Nindl BC, Putukian M, Sebastianelli WJ, Newton RU, Häkkinen K, Kraemer WJ. Hormonal responses of multiset versus single-set heavy-resistance exercise protocols. *Can J Appl Physiol*. 1997 Jun;22(3):244-55. PubMed PMID: 9189304

Häkkinen K, Pakarinen A, Alen M, Kauhanen H, Komi PV. Neuromuscular and hormonal adaptations in athletes to strength training in two years. *J Appl Physiol* (1985). 1988 Dec;65(6):2406-12. PubMed PMID: 3215840.

Häkkinen K, Pakarinen A, Alén M, Kauhanen H, Komi PV. Relationships between training volume, physical performance capacity, and serum hormone concentrations during prolonged training in elite weight lifters. *Int J Sports Med*. 1987 Mar;8 Suppl 1:61-5. PubMed PMID: 3108174.

Häkkinen K, Pakarinen A. Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy-resistance protocols in male athletes. *J Appl Physiol* (1985). 1993 Feb;74(2):882-7. PubMed PMID: 8458810.

Häkkinen K. Neuromuscular fatigue in males and females during strenuous heavy resistance loading. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 1994 Jun;34(4):205-14. PubMed PMID: 8082606

Hansen S, Kvorning T, Kjaer M, Sjøgaard G. The effect of short-term strength training on human skeletal muscle: the importance of physiologically elevated hormone levels. *Scand J Med Sci Sports*. 2001 Dec;11(6):347-54. PubMed PMID: 11782267

Harridge SD. Plasticity of human skeletal muscle: gene expression to in vivo function. *Exp Physiol*. 2007 Sep;92(5):783-97. Epub 2007 Jul 13. Review. PubMed PMID: 17631518

Hicks AL, Kent-Braun J, Ditor DS. Sex differences in human skeletal muscle fatigue. *Exerc Sport Sci Rev*. 2001 Jul;29(3):109-12. Review. PubMed PMID: 11474957

Izquierdo M, Ibáñez J, Häkkinen K, Kraemer WJ, Ruesta M, Gorostiaga EM. Maximal strength and power, muscle mass, endurance and serum hormones in weightlifters and road cyclists. *J Sports Sci*. 2004 May;22(5):465-78. PubMed PMID: 15160600.

Javorka K. *Lekárska fyziológia*. Martin: Vydavateľstvo Osveta, 2014. štvrté vydanie. s. 421, ISBN 978-80-8063-407-0.

Kadi F. Adaptation of human skeletal muscle to training and anabolic steroids. *Acta Physiol Scand Suppl*. 2000 Jan;646:1-52. PubMed PMID: 10717767.

Kittnar O. et al. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2011. 1. vydanie. s. 551-560. ISBN 978-80-247-3068-4

Kováč M, Laco E, Vajda M, Cihová I, Babková J. Changes in Salivary Hormones Concentration during the Preparation and Competition Period in Olympic Weightlifters. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*. 2017; 57(1): 12-22a. doi:10.1515/afepuc-2017-0002



Kraemer RR, Heleniak RJ, Tryniecki JL, Kraemer GR, Okazaki NJ, Castracane VD. Follicular and luteal phase hormonal responses to low-volume resistive exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1995 Jun;27(6):809-17. PubMed PMID: 7658941.

Kraemer WJ, Fleck SJ, Dziados JE, Harman EA, Marchitelli LJ, Gordon SE, Mello R, Frykman PN, Koziris LP, Triplett NT. Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *J Appl Physiol* (1985). 1993 Aug;75(2):594-604. PubMed PMID: 8226457.

Kraemer WJ, Gordon SE, Fleck SJ, Marchitelli LJ, Mello R, Dziados JE, Friedl K, Harman E, Maresch C, Fry AC. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise in males and females. *Int J Sports Med.* 1991 Apr;12(2):228-35. PubMed PMID: 1860749

Kraemer WJ, Marchitelli L, Gordon SE, Harman E, Dziados JE, Mello R, Frykman P, McCurry D, Fleck SJ. Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *J Appl Physiol* (1985). 1990 Oct;69(4):1442-50. PubMed PMID: 2262468

Kraemer WJ, Ratamess NA. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med.* 2005;35(4):339-61. Review. PubMed PMID: 15831061.

Kraemer WJ, Ratamess NA. Physiology of resistance training: current issues. *Orthop Phys Ther Clin North Am Exerc Technol* 2000; 9: 467-513

Kvorning T, Andersen M, Brixen K, Madsen K. Suppression of endogenous testosterone production attenuates the response to strength training: a randomized, placebo-controlled, and blinded intervention study. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2006 Dec;291(6):E1325-32. Epub 2006 Jul 25. PubMed PMID: 16868226.

Linnamo V, Newton RU, Häkkinen K, Komi PV, Davie A, McGuigan M, Triplett-McBride T. Neuromuscular responses to explosive and heavy resistance loading. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000 Dec;10(6):417-24. PubMed PMID: 11102844.

Maynar M, Timon R, González A, Olcina G, Toribio F, Maynar JJ, Caballero MJ. SHBG, plasma, and urinary androgens in weight lifters after a strength training. *J Physiol Biochem.* 2010 Jun;66(2):137-42. doi: 10.1007/s13105-010-0018-6. Epub 2010 Jun 9. PubMed PMID: 20533100.

McCall GE, Byrnes WC, Fleck SJ, Dickinson A, Kraemer WJ. Acute and chronic hormonal responses to resistance training designed to promote muscle hypertrophy. *Can J Appl Physiol.* 1999 Feb;24(1):96-107. PubMed PMID: 9916184.

McCaulley GO, McBride JM, Cormie P, Hudson MB, Nuzzo JL, Quindry JC, Travis Triplett N. Acute hormonal and neuromuscular responses to hypertrophy, strength and power type resistance exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2009 Mar;105(5):695-704. doi: 10.1007/s00421-008-0951-z. Epub 2008 Dec 9. PubMed PMID: 19066934

Mulligan S, Fleck S, Gordon S, Koziris L, Triplett-McBride N, Kraemer W. Influence of resistance exercise volume on serum growth hormone and cortisol concentrations in women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1996, Vol. 10, pp. 256 – 262.



Oertelt-Prigione S. The influence of sex and gender on the immune response. *Autoimmun Rev.* 2012 May;11(6-7):A479-85. doi: 10.1016/j.autrev.2011.11.022. Epub 2011 Dec 3. Review. PubMed PMID: 22155201.

Oja P, Titze S. Physical activity recommendations for public health: development and policy context. *The EPMA Journal.* 2011;2(3):253-259. doi:10.1007/s13167-011-0090-1.

Phillips SM. Protein requirements and supplementation in strength sports. *Nutrition.* 2004 Jul-Aug;20(7-8):689-95. Review. PubMed PMID: 15212752.

Raastad T, Bjørø T, Hallén J. Hormonal responses to high- and moderate-intensity strength exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2000 May;82(1-2):121-8. PubMed PMID: 10879453.

Rennie M. Claims for the anabolic effects of growth hormone: a case of the Emperor's new clothes? *British Journal of Sports Medicine.* 2003;37(2):100-105. doi:10.1136/bjism.37.2.100.

Rønnestad BR, Nygaard H, Raastad T. Physiological elevation of endogenous hormones results in superior strength training adaptation. *Eur J Appl Physiol.* 2011 Sep;111(9):2249-59. doi: 10.1007/s00421-011-1860-0. Epub 2011 Feb 16. PubMed PMID: 21327794

Spiering BA, Kraemer WJ, Anderson JM, Armstrong LE, Nindl BC, Volek JS, Maresh CM. Resistance exercise biology: manipulation of resistance exercise programme variables determines the responses of cellular and molecular signalling pathways. *Sports Med.* 2008;38(7):527-40. PubMed PMID: 18557656.

Staron RS, Karapondo DL, Kraemer WJ, Fry AC, Gordon SE, Falkel JE, Hagerman FC, Hikida RS. Skeletal muscle adaptations during early phase of heavy-resistance training in men and women. *J Appl Physiol* (1985). 1994 Mar;76(3):1247-55. PubMed PMID: 8005869.

Storer TW, Woodhouse L, Magliano L, Singh AB, Dzekov C, Dzekov J, Bhasin S. Changes in muscle mass, muscle strength, and power but not physical function are related to testosterone dose in healthy older men. *J Am Geriatr Soc.* 2008Nov;56(11):1991-9. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.01927.x. Epub 2008 Sep 15. PubMed PMID: 18795988; PubMed Central PMCID: PMC2585153.

Tarnopolsky MA. Gender differences in substrate metabolism during endurance exercise. *Can J Appl Physiol.* 2000 Aug;25(4):312-27. Review. PubMed PMID: 10953068

Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol* (1985). 2004 Feb;96(2):531-9. Epub 2003 Sep 26. PubMed PMID: 14514704

Tihanyi J, Az izmok élettani és biomechanikai tulajdonságainak változtatási lehetőségei edzéssel. 1998 In: Magyar edzo, 2: 3-15.

Urhausen A, Gabriel H, Kindermann W. Blood hormones as markers of training stress and overtraining. *Sports Med.* 1995 Oct;20(4):251-76. Review. PubMed PMID: 8584849.

Urhausen A, Kindermann W. Diagnosis of overtraining: what tools do we have? *Sports Med.* 2002;32(2):95-102. Review. PubMed PMID: 11817995.



W.J. Kraemer, N.A. Ratamess Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training Sports Med, 35 (2005), pp. 339-361

Weiss LW, Cureton KJ, Thompson FN. Comparison of serum testosterone and androstenedione responses to weight lifting in men and women. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1983;50(3):413-9. PubMed PMID: 6683165

West DW, Burd NA, Tang JE, Moore DR, Staples AW, Holwerda AM, Baker SK, Phillips SM. Elevations in ostensibly anabolic hormones with resistance exercise enhance neither training-induced muscle hypertrophy nor strength of the elbow flexors. J Appl Physiol (1985). 2010 Jan;108(1):60-7. doi: 10.1152/jappphysiol.01147.2009. Epub 2009 Nov 12. PubMed PMID: 19910330; PubMed

Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Grant EJ, Correia CE, Phillips SM. Hypertrophy with unilateral resistance exercise occurs without increases in endogenous anabolic hormone concentration. Eur J Appl Physiol. 2006 Dec;98(6):546-55. Epub 2006 Sep 14. PubMed PMID: 16972050.

Willoughby DS, Taylor L. Effects of sequential bouts of resistance exercise on androgen receptor expression. Med Sci Sports Exerc. 2004 Sep;36(9):1499-506. PubMed PMID: 15354030.

Wolf MR, Fragala MS, Volek JS, Denegar CR, Anderson JM, Comstock BA, Dunn-Lewis C, Hooper DR, Szivak TK, Luk HY, Maresh CM, Häkkinen K, Kraemer WJ. Sex differences in creatine kinase after acute heavy resistance exercise on circulating granulocyte estradiol receptors. Eur J Appl Physiol. 2012 Sep;112(9):3335-40. doi: 10.1007/s00421-012-2314-z. PMID: 22270483.

Wu CL, Hung W, Wang SY, Chang CK. Hormonal responses in heavy training and recovery periods in an elite male weightlifter. J Sports Sci Med. 2008 Dec 1;7(4):560-1. eCollection 2008. PubMed PMID: 24137092; PubMed Central PMCID: PMC3761924.



TELESNÉ ZATAŽENIE V TERAPII ANDROGÉNNEJ INSUFICIENCIE PREHLADOVÁ ŠTÚDIA

PHYSICAL EXERCISE IN THERAPY OF ANDROGEN INSUFFICIENCY REVIEW

Mgr. Michal Králik

*Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta telesnej výchovy a športu,
Katedra športovej kinantropológie
Comenius University in Bratislava, Faculty of Physical Education and Sports
Department of sports kinanthropology*

KEÚČOVÉ SLOVÁ: hypogonadizmus, silový tréning, pohybová aktivita,
testosterón

Androgén je akýkoľvek prírodný alebo syntetický steroidný hormón, ktorý reguluje vývin a udržiavanie mužských charakteristík stavovcov pomocou väzieb na androgénne receptory (Sriram 2010). Androgény sa zvyšujú počas puberty. Napriek tomu, že androgény sa zvyčajne považujú za mužské pohlavné hormóny, rovnako ich majú aj ženy avšak v oveľa nižších koncentráciách. Androgény sú mužskými a aj ženskými prekursorami estrogénov.

Hlavným mužským androgénom je testosterón. Testosterón je jeden z najpodstatnejších prirodzene vylučovaných androgénno-anabolických hormónov a jeho biologické účinky zahŕňajú napríklad aj rast kostrového svalstva (Florini 1970). Hlavnými fyziologickými účinkami testosterónu dospelých mužov sú: udržiavanie reprodukčných tkanív, stimulácia spermatogenézy, stimulácia a udržiavanie sexuálnej funkcie, zvyšovanie telensej hmoty, udržiavanie kostnej hustoty, podpora tvorby kožného mazu, rast vlasov, stimulácia erytropoézy (Dandona, Rosenberg 2010).

Vo svaloch testosterón stimuluje proteosyntézu (anabolický účinok) a inhibuje degradáciu proteínov (antikatabolický účinok). Tieto účinky môžu byť viditeľné najmä pri svalovej hypertrofii (Vingren et al. 2010).

Starnutie sa po 35 - 40 roku života spája s 1-3% poklesom cirkulujúceho testosterónu mužov (1,6% celkového a 2-3% biologicky dostupného testosterónu). Toto zníženie môže viesť k veľmi nízkym pokojovým koncentráciám cirkulujúceho testosterónu, čo má za následok stav, ktorý označujeme ako andropauza (Kaufman, Vermeulen 1997, Tenover 2003, Feldman et al. 2002).

Endokrinná spoločnosť (The Endocrine Society) odporúča hladiny 300 ng.dl⁻¹ (10,4 nmol.l⁻¹) ako dolnú hranicu normálnej koncentrácie celkového testosterónu. Európska Akadémia Andrológie odporúča, že 230 ng.dl⁻¹ (8 nmol.l⁻¹) je hraničná hodnota pod ktorou by pacienti zvyčajne mali benefit zo substitučnej liečby testosterónom (Wang et al. 2009).



ANDROGÉNNÁ DEFICIENCIA STARNÚCEHO MUŽA (ANDROGEN DEFICIENCY IN AGEING MALE, ADAM)

Je potrebné dodať, že andropauza je klinická entita, ktorú je ťažké diagnostikovať. Pre počiatočné vyšetrenie mužov s príznakmi hypogonadizmu je celkový testosterón spoľahlivým ukazovateľom (Collier et al. 2007), avšak pre lepšie pochopenie je niekedy potrebné analyzovať nielen celkový testosterón, ale aj biologicky dostupný testosterón (Tremblay, Gagné 2005). Andropauzu v rôznych zdrojoch môžeme nájsť ako mužský hypogonadizmus, syndróm nedostatku androgénu, nedostatok androgénu starnúceho muža (ADAM), oneskorený hypogonadizmus (LOH), menopauza mužov, čiastočný pokles androgénov v systéme starnutia mužského pohlavia (PADAM) alebo syndrómu nedostatku testosterónu. Hypogonadizmus sa rozdeľuje na primárny hypogonadizmus (hypergonadotropný), sekundárny (hypogonadotropný) a kombináciou týchto dvoch je zmiešaný hypogonadizmus. Primárny hypogonadizmus je spôsobený zlyhaním semenníkov a je charakterizovaný nízkym sérovým testosterónom a vysokými koncentráciami LH (luteizačný hormón) a FSH (folikulostimulačný hormón). Sekundárny hypogonadizmus vzniká v dôsledku poruchy hypotalamu alebo hypofýzy, a tak v dôsledku nedostatočnej stimulácie Leydigových buniek dochádza k nízkym hladinám testosterónu. Je tiež spojený s nízkymi alebo normálnymi hladinami FSH a LH (Dandona, Rosenberg 2010).

Okrem poklesu hladín testosterónu pod normálne fyziologické hladiny symptómy zahŕňajú pokles telesnej hmotnosti, svalovej sily, adipozity, libida a erektilnej dysfunkcie, depresívnu náladu, zníženú energiu alebo vitality, zvýšenú únavu, osteoporózu alebo nízku kostnú hmotu. Štúdie hypogonadálnych mužov ukazujú, že týmto mužom sa zvyšuje celková hmotnosť z dôvodu zvýšenia prevažne telesnej tukovej hmotnosti (Smith et al. 2002, Bhasin et al. 2006). Existujú dôkazy o dôležitosti androgénnych hormónov súvisiacich s kognitívnymi funkciami, najmä u starších mužov. Moffat et al. (2002, 2004) ukázali vzťah medzi nízkou hladinou testosterónu a rýchlejšou mierou poklesu vizuálnej pamäte. Symptómy môžu postihnúť mužov skôr, niekedy už koncom tretej dekády života (McLachlan, Allan 2004). Ak sa tento syndróm nelieči, chronicky znížená hladina testosterónu dramaticky zvyšuje riziko mnohých ochorení súvisiacich so starnutím. Štúdie naznačujú súvislosť medzi hypogonadizmom a kardiovaskulárnymi ochoreniami, čo nie je prekvapujúce vzhľadom na známy vzťah medzi hypogonadizmom a metabolickým syndrómom (Basaria et al. 2008, Mäkinen et al. 2008). Existuje pravdepodobný príčinný vzťah medzi nízkou hladinou androgénov a predčasným starnutím, ako aj jeho súvislosť so zvýšeným rizikom a výskytom kardiovaskulárnych príhod (Schwarz et al. 2011). Iné zdroje uvádzajú priamu koreláciu medzi nízkou hladinou testosterónu a zvýšeným rizikom aortálnej aterosklerózy nezávisle od veku, indexu telesnej hmotnosti (BMI), celkového cholesterolu alebo diabetu



(Hak et al., 2002). Na úrovni metabolizmu sa mužom s nižšou hladinou androgénov preukázali zvýšené hladiny glukózy a inzulínu, zvýšená miera obezity a zvýšený výskyt diabetu 2. typu (Grossmann et al. 2008, Ding et al. 2006), zvýšené riziko Alzheimerovej choroby (Rosario et al. 2004) a rakoviny prostaty. Androgény majú tiež priamy vplyv na minerálnu hustotu kostí, pretože testosterón a estrogény hrajú dôležitú úlohu v zdraví kostí (Michael et al., 2005) a nízke hladiny testosterónu môžu spôsobiť zvýšenie kostnej rezorpcie indukovanej osteoklastmi.

SUBSTITUČNÁ TESTOSTERÓNOVÁ TERAPIA (TESTOSTERONE REPLACEMENT THERAPY, TRT)

Viac ako 60 rokov sa hypogonadizmus liečil celoživotnou testosterónovou substitučnou terapiou, pretože pomáha predchádzať niektorým nepriaznivým účinkom na zdravie (Wang et al., 2000, Page et al., 2005, Kapoor et al. 2007). Obnovenie hladín testosterónu do normálnych fyziologických hodnôt zlepšuje libido, sexuálnu funkciu a náladu, znižuje percento telesného tuku, zvyšuje podiel svalovej hmoty a zlepšuje hustotu kostí (Dandona, Rosenberg 2010).

Spomedzi mnohých zverejnených štúdií suplementácie testosterónu v skupinách starších mužov len niektoré preukázali nárasty svalovej sily. Iba niekoľko prác preukázalo nárasty sily, ktoré by mohli byť porovnateľné s benefitmi silového tréningu. Vo väčšine prípadov, kedy štúdie preukázali signifikantné nárasty svalovej sily, pacienti boli vystavení extrémne vysokým dávkam testosterónu počas dlhšieho obdobia (Borst, Mulligan 2007).

Lasaite et al. 2017 zistili, že dvojročná substitučná terapia testosterónu pozorovaná v skupine mladých hypogonadálnych mužov a hypogonadálnych mužov v stredných rokoch mala priaznivý účinok na kognitívne schopnosti (zlepšenie pozornosti a vizuálnej skenovacej schopnosti, výkonnej funkcie a psychomotorickej rýchlosti), ale nie v ich emocionálnom stave a kvalite života. Hildreth et al. (2013) zistili, že substitučná terapia dokázala zlepšiť zloženie tela, ale nemala žiadny vplyv na funkčnú výkonnosť. Substitúcia testosterónu môže zlepšiť metabolizmus lipidov a inzulínu, čo má za následok zmeny telesného zloženia, ako napríklad znižovanie množstva tukových zásob. Možno tiež pozorovať rast svalových vlákien. Stabilizácia systému kostrového svalstva prostredníctvom zvýšenej hustoty kostí môže ďalej prispievať k zvýšeniu fyzickej kondície, ktorá sa môže prejaviť zvýšenou silou a vytrvalosťou. Výsledok liečby je silne ovplyvnený vekom a úrovňou trénovanosti (Zitzmann, Nieschlag 2003). Sompol Permpongkosol et al. v práci z roku 2016 zistili, že 8-ročná liečba dlhodobo pôsobiaceho testosterónu undekanátu nezlepšila všetky parametre obezity. Štatisticky významný pokles sa zistili v obvode pásu, percente telesného tuku, glykovaného hemoglobínu, cholesterolu, lipoproteínu s nízkou hustotou (LDL) a skóre medzinárodného symptómu prostaty.



Testosterón undekanoát nevytváral rozdiely v indexe telesnej hmotnosti, lipoproteínov s vysokou hustotou (HDL), triglyceridov alebo skóre starnutia mužských symptómov od východiskovej hodnoty. Zistilo sa však štatisticky významné zvýšenie hladiny testosterónu, antigénu špecifického pre prostatu, hematokritu, skóre indexu medzinárodného indexu erektilnej funkcie a minerálnej hustoty stavcov a stehnovkej kosti. Počas tejto štúdie sa nevyskytli žiadne závažné nežiaduce kardiovaskulárne príhody alebo rakovina prostaty.

V práci Nair et al. (2006) opisujú liečenie skupiny hypogonadálnych mužov po dobu 24 mesiacov transdermálnym testosterónom v dávke 35 mg / týždeň. Autori nezistili žiaden nárast sily. Avšak dávka 35 mg / týždeň je menšia ako náhradná dávka a viedla len k 30% zvýšeniu cirkulujúcej koncentrácie testosterónu. Štúdie od Brill et al. (2002), Clage et al. (1999), Kenny et al. (2001) a Snyder et al. (1999) tiež uvádzajú malé zvýšenie sily. Brill et al. liečili starších mužov počas 1 mesiaca s 5 mg testosterónu denne pomocou náplasti a zistili zlepšenie času chôdze do schodoch, ale nezistili žiadne nárasty sily. Rovnako Clague et al. (2002) liečili mužov vo veku 60 rokov a viac s celkovým testosterónom nižším ako 400 ng.dl⁻¹ a menej. 200 mg injekčného testosterone enanthate podávaného každý druhý týždeň po dobu troch mesiacov nezaznamenal žiadne signifikantné zmeny sily.

Kenny et al. (2001) liečili hypogonadálnych starších mužov pomocou 5 mg testosterónových náplasti denne po dobu jedného roku a zistili 38% nárast sily v skupine s testosterónom, ale prekvapivo 27% nárast sily v skupine s placebom. Neboli zistené žiadne signifikantné rozdiely medzi jednotlivými skupinami. Snyder et al. (1999) liečili starších hypogonadálnych a eugonadálnych mužov počas 36 mesiacov s 6 mg testosterónu denne pomocou náplasti a nezistili žiadne zvýšenie sily.

VPLYV TELESNÉHO ZAŤAŽENIA

Bolo vykonaných veľa výskumov o účinku silových protokolov, ktoré obsahujú veľké svalové skupiny pri intenzite približne 70-80% z 1RM, objemom od dvoch do troch sérií a počtom opakovaní 10-12 s krátkym intervalom odpočinku (60-90 s) (Crewther et al., 2006, Kraemer et al., 1990). Akútna endokrinná odpoveď na silový tréning zahŕňa zvýšenú sekréciu rôznych katabolických (súvisiacich s rozpadom) a anabolických (rastových) hormónov. Priaznivé účinky cvičenia, najmä tréningu s odporom, sa jasne ukázali na kvalite života, únave, svalovej sile, svalovej vytrvalosti a tiež funkcii a zložení tela starších mužov s karcinómom prostaty, ktorí užívajú androgénnu depriváciu terapiu (ADT) a preto sú chronicky v nízkych hladinách testosterónu (Newton et al., 2012, Gardner et al., 2013).

Pokiaľ ide o záťažové zákroky u pacientov s ADAM, vedecké dôkazy sú veľmi obmedzené, ale sľubné. Schwarz a Willix (2011) zistili pozitívne výsledky na koronárne rizikové faktory, ako je intolerancia glukózy a



hyperlipidémia, keď sa testosterónová substitučná terapia (TRT) kombinovala s vytrvalostným tréningom. Hildreth et al. (2013) s použitím silového tréningu ukázali prínos cvičenia s TRT alebo dokonca bez TRT. V skupinách cvičiacich pacientov sa svalová funkcia a sila medzi TRT a placebom nelíšili. Avšak pridanie TRT viedlo k väčšiemu zlepšeniu poklesu tukovej hmotnosti a zvýšeniu netukovej zložky. Počas užívania TRT, ale bez tréningu si pacienti nezlepšili funkciu svalov, ale znížili hmotnosť tukov, zvýšili netukovú časť hmotnosti a mierne zlepšili silu hornej časti tela. TRT v kombinácii so silovým tréningom priniesli väčšie zlepšenia v zložení tela než pri jednotlivých zložkách izolovane. Glintborg et al. (2015) v porovnaní silového tréningu s liečbou testosterónom po dobu šesť mesiacov zistili, že silový tréning znížil hladiny sCD36 (rozpuštný makrofág CD36 súvisiaci s inzulínovou rezistenciou). To naznačuje zníženie rizika kardiovaskulárnych ochorení, pravdepodobne v dôsledku zníženia tukovej zložky v centrálnej oblasti tela. Kombinácia cvičenia a TRT ukázala významné zlepšenie sérových hladín testosterónu a symptómov sekundárneho hypogonadizmu v porovnaní s TRT samotným. Okrem toho sa tieto zlepšenia dobre udržiavali v skupine, ktorá kombinovala terapiu so silovým tréningom a následne pokračovala so silovým dokonca aj s vynechaním TRT. Cvičenie môže zvýšiť trvanlivosť odozvy na TRT, môže byť riešením pre skrátenie trvania liečby a nižším rizikom potreby testosterónovej terapie (Cho et al. 2017).

ZÁVERY

Predchádzajúce práce potvrdzujú, že testosterón ako jeden z najpodstatnejších mužských androgénnych hormónov má významnú funkciu pri zmenách telesného zloženia a kvality života. Otáznym naďalej zostáva jeho priamy vplyv na svalovú silu, keďže výskumy ukazujú, že testosterónová substitučná terapia hypogonadálnych mužov nepreukazuje vo väčšine prác významné zlepšenia alebo zlepšenia, ktoré by boli porovnateľné so špecializovanou pohybovou aktivitou, ktorou je najčastejšie tréning silového charakteru. Na rozdiel od bežnej terapie pohybová aktivita, hlavne primeraný silový tréning zapríčiňuje výrazné zlepšenie svalovej sily, dokonca aj mužom s nízkymi hladinami testosterónu, navyše spôsobuje akútne zmeny hormonálneho profilu, ktoré môžu pozitívne ovplyvniť dlhodobý účinok pohybovej aktivity.

LITERATÚRA

Bhasin, S. et al. 2006. Testosterone therapy in adult men with androgen deficiency syndromes: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2006; 91: 1995–2010.

Borst, S. E., Mulligan, T. 2007. Testosterone replacement therapy for older men. *Clinical Interventions in Aging*, 2(4), 561–566. <https://doi.org/10.2164/jandrol.05036>



Brill, K., et al. 2002. Single and combined effects of growth hormone and testosterone administration on measures of body composition, physical performance, mood, sexual function, bone turnover, and muscle gene expression in healthy older men. *J Clin Endocrinol Metab*, 87:5649–57.

Clague, J.E., Wu F.C., Horan M.A. 1999. Difficulties in measuring the effect of testosterone replacement therapy on muscle function in older men. *Int J Androl*, 22:261–5.

Collier, C. P. et al. 2007. Functional testosterone: biochemical assessment of hypogonadism in men--report from a multidisciplinary workshop hosted by the Ontario Society of Clinical Chemists. *The Aging Male: The Official Journal of the International Society for the Study of the Aging Male*, 10(4), 211–216. <https://doi.org/10.1080/13685530701600802>

Crewther, B. et al. 2006. Possible stimuli for strength and power adaptation: acute hormonal responses. *Sports Med* 36:215–238. doi:10.2165/00007256-200636030-00004

Dandona, P., Rosenberg, M. T. 2010. A practical guide to male hypogonadism in the primary care setting. *International Journal of Clinical Practice*, 64(6), 682–696. <https://doi.org/10.1111/j.1742-1241.2010.02355.x>

Feldman, H.A. et al. 2002. Age trends in the level of serum testosterone and other hormones in middle-aged men: longitudinal results from the Massachusetts male aging study. *J Clin Endocrinol Metab* 2002 Feb; 87 (2): 589-98

Florini, J. 1970. Effects of testosterone on qualitative pattern of protein synthesis in skeletal muscle. *Biochemistry* 1970 Feb 17; 9 (4): 909-12

Gardner, J. R., Livingston, P. M., Fraser, S. F. 2014. Effects of exercise on treatment-related adverse effects for patients with prostate cancer receiving androgen-deprivation therapy: A systematic review. *Journal of Clinical Oncology*, 32(4), 335–346. <https://doi.org/10.1200/JCO.2013.49.5523>

Glintborg, D. et al. 2015. Differential effects of strength training and testosterone treatment on soluble CD36 in aging men: Possible relation to changes in body composition. *Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation*.

Grossmann, M. et al. 2008. Low Testosterone Levels Are Common and Associated with Insulin Resistance in Men with Diabetes. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2008 93:5, 1834-1840.

Hak, A.E. et al. 2002. Low Levels of Endogenous Androgens Increase the Risk of Atherosclerosis in Elderly Men: The Rotterdam Study. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 87:8, 3632-3639.

Hakkinen, K., Pakarinen, K. 1993. Acute hormonal responses to two different fatiguing heavy resistance protocols in male athletes. *J. Appl. Physiol.* 74:882–887, 1993.

Hildreth, K.L. et al. 2013. Effects of testosterone and progressive resistance exercise in healthy, highly functioning older men with low-normal testosterone levels. *J Clin Endocrinol Metab*; 98: 1891–900.



Cho, D. Y. et al 2017. Exercise improves the effects of testosterone replacement therapy and the durability of response after cessation of treatment: a pilot randomized controlled trial, 602–607.

Kapoor, D. et al. 2007. Clinical and biochemical assessment of hypogonadism in men with type 2 diabetes: correlations with bioavailable testosterone and visceral adiposity. *Diabetes Care*; 30: 911–7.

Kaufman, J.M., Vermeulen A. 1997. Declining gonadal function in elderly men. *Bailliere's Clin Endocrinol Metab* 1997 Jul; 11 (2): 289-309

Kenny, A.M., et al. 2010. Effects of transdermal testosterone on bone and muscle in older men with low bioavailable testosterone levels, low bone mass, and physical frailty. *J Am Geriatr Soc*. 2010; 58:1134–1143

Kraemer, W.J., Ratamess, N.A. 2005. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Med* 35:339–361. doi:10.2165/00007256-200535040-00004

Kraemer, W.J. et al (1990). Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *J Appl Physiol*.

Newton, R. U. et al. 2012. Can exercise ameliorate treatment toxicity during the initial phase of testosterone deprivation in prostate cancer patients? Is this more effective than delayed rehabilitation? 1–8. <https://doi.org/10.1186/1471-2407-12-432>

Michael, A. et al. 2005. Estrogen and Testosterone Use Different Cellular Pathways to Inhibit Osteoclastogenesis and Bone Resorption. *Journal of Bone and Mineral Research*. Volume 20, Issue 12, pages 2224–2232, December 2005.

Moffat, S. D. et al. 2002. Longitudinal Assessment of Serum Free Testosterone Concentration Predicts Memory Performance and Cognitive Status in Elderly Men *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2002 87:11, 5001-5007.

Moffat, S. D. et al. 2004. Free testosterone and risk for Alzheimer disease in older men. *Neurology*, January 27, 2004, 62:2 188-193; 1526-632X.

Rosario, E.R. et al. 2004. Age-Related Testosterone Depletion and the Development of Alzheimer Disease. *JAMA*.2004;292(12):1431-1432.

Smith, M.R. et al. 2002. Changes in Body Composition during Androgen Deprivation Therapy for Prostate Cancer. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2002 87:2, 599-603.

Nair, K.S. et al. 2006. DHEA in elderly women and DHEA or testosterone in elderly men. *N Engl J Med*, 355:1647–59.

Page, S.T. et al. 2005. Exogenous testosterone (T) alone or with finasteride increases physical performance, grip strength, and lean body mass in older men with low serum T. *J Clin Endocrinol Metab*, 90:1502–10.



- Permpongkosol, S. et al. 2016. Effects of 8-Year Treatment of Long-Acting Testosterone Undecanoate on Metabolic Parameters, Urinary Symptoms, Bone Mineral Density, and Sexual Function in Men with Late-Onset Hypogonadism. *The Journal of Sexual Medicine*, 13(8), 1199–1211.
- Tenover, J.S. 2003. Declining testicular function in aging men. *Int J Impotence Res* 2003 Aug; 15 Suppl. 4: S3-8
- Singh, F. et al. 2016. Feasibility of Presurgical Exercise in Men with Prostate Cancer Undergoing Prostatectomy. *Integrative Cancer Therapies*, (September), 0–10.
- Schwarz, E. R., Willix, R. D. 2011. Impact of a physician-supervised exercise-nutrition program with testosterone substitution in partial androgen-deficient middle-aged obese men. *Journal of Geriatric Cardiology*, 8(4), 201–206.
- Snyder, P.J. 1999. Effect of testosterone treatment on body composition and muscle strength in men over 65 years of age. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 1999 84 2647–2653.
- Sriram, D. (2010). *Medicinal Chemistry*. Pearson Education.
- Tremblay, R. R., & Gagne, J.-M. 2005. Can we get away from serum total testosterone in the diagnosis of andropause? *The Aging Male: The Official Journal of the International Society for the Study of the Aging Male*, 8(3–4), 147–150.
- Vingren, J. L. 2010. Testosterone physiology in resistance exercise and training: The upstream regulatory elements. *Sports Medicine*, 40(12), 1037–1053.
- Wang, C. et al. 2000. Testosterone Gel Study Group. Transdermal testosterone gel improves sexual function, mood, muscle strength and body composition parameters in hypogonadal men. *J Clin Endocrinol Metab*, 85:2839–53.
- Wang, C. et al. 2009. REVIEW ISA, ISSAM, EAU, EAA and ASA recommendations: Investigation, treatment and monitoring of late-onset hypogonadism in males, (October 2008), 1–8.
- Zitzmann, M., Nieschlag E. 2007. Androgen receptor gene CAG repeat length and body mass index modulate the safety of long-term intramuscular testosterone undecanoate therapy in hypogonadal men. *J Clin Endocrinol Metab*; 92: 3844–53.



DOPLŇKY STRAVY VE VÝŽIVĚ SPORTOVců

DIETARY SUPPLEMENTS IN ATHLETES' NUTRITION

Mgr. Tereza Králová - Jiří Gasior

Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií, Brno, Česká Republika

Masaryk University, Faculty of sports Studies, Czech Republic

ABSTRAKT

Sportovní výkony kladou vysoké nároky na energetický příjem sportovce. Tento příjem je velmi složitý plnit z hlediska množství klasického jídla, a právě zde nastupují do role doplňky stravy. Cílem studie je zmapování užívání doplňků stravy z pohledu jejich nadužívání. Dále popsat jak legislativa Evropské unie a České republiky definuje doplňky stravy, jak zajišťuje dodržování deklarované zdravotní nezávadnosti a jak kontroluje doplňky stravy na obsah zakázaných látek dopingového charakteru. Zda, v jaké formě a jak úspěšně Světová antidopingová organizace a Český antidopingový výbor cílí na prevenci dopingů ve světě a v České republice. V závěru studie je navrženo několik řešení týkajících se dopingů. Hlavním smyslem prevence kontaminace doplňků stravy by mělo být navržení ucelené kontroly doplňků stravy s certifikátem kvality přímo od WADA. Není vhodné nechávat veškerou odpovědnost na sportovcích. Vzdávat se odpovědnosti a raději tvrdit, že sportovci nepotřebují doplňky stravy je v dnešní době vrcholového sportu značně nekorektní. Smyslem antidopingového kodexu je přece chránit čistý sport, pomáhat a radit sportovcům v této problematice.

ABSTRACT

Sport performances have high demands on athletes' energy intake. This dietary income is very difficult to fill in terms of the amount of classic food and that is the real goal for dietary supplements. The aim of this study is to find out the use and overuse of dietary supplements by athletes. Next how the European Union and Czech Republic legislative defines food supplements and ensures compliance with declared health claims and how to control dietary supplements on the content of prohibited doping substances. Whether in what form and how successfully the World Anti-Doping Organization with the Czech Anti-Doping Committee aims to prevent doping in the world and in the Czech Republic. Several doping solutions are proposed at the end of the study. The main purpose of preventing contamination of dietary supplements should be to propose a comprehensive check of dietary supplements with a quality certificate directly from WADA. It is inappropriate to leave all responsibility to athletes. Relinquishing responsibility and claiming that athletes do not need dietary



supplements is misleading. The purpose of the Anti-Doping Code is to protect the pure sport, to help and advise athletes on this issue.

Úvod

V každém vrcholovém sportu jsou sportovci, kteří chtějí využívat svůj tělesný potenciál k lepším výkonům jinak než přirozenou formou. Užívají Světovou antidopingovou agenturou (WADA) zakázané látky a používají zakázané metody. Ostatní sportovci se snaží uspět na vrcholných soutěžích tzv. čistou cestou. Tito sportovci využívají všech možností aktivní regenerace včetně vhodně zvolené běžné stravy spolu s doplňky stravy, spolupracují se sportovními psychology, kondičními trenéry a jinými specialisty v různých oborech. Nejproblematictější z hlediska kontroly je užívání všech doplňků stravy, které jsou WADA a Českým antidopingovým výborem (AV ČR) značně nedoporučovány. Tento negativní postoj zaujímá WADA spolu s AV ČR zvláště proto, že se již několikrát prokázalo, že doplňky stravy obsahovaly dopingové látky bez toho, aby byly řádně uvedeny na obalu. Pokud by totiž na obalu byly zveřejněny v rámci složení výrobku, nemohl by se jejich výrobek prodávat. Tímto se celý kruh uzavírá. Aktuálně je velký problém s výběrem kvalitních doplňků stravy pro sportovce. WADA a AV ČR nechtějí řešit tuto složitou situaci a snaží se sportovce přesvědčit o tom, že doplňky stravy není třeba užívat. Mnoho odborníků ovšem tvrdí, že bez doplňků stravy nelze urychlit potřebnou regeneraci, neboť sportovci nejsou schopni sníst tolik energie v klasické formě jídel. Nejvíce problematická je legislativa Evropské unie (EU) a národní právní předpisy ČR, které problematiku doplňků stravy určených především pro sportovce řeší jen z části. Je tedy hlavní otázkou, jak zajistit sportovcům adekvátní péči po stránce výživy, aby se do jejich těla nedostaly skrze doplňky stravy nepovolené látky. Dále je nutné zmapovat legislativu EU a ČR týkající se doplňků stravy z hlediska obsahu a kontrol obsahu doplňků a navrhnout uspokojivé řešení především pro vrcholové sportovce.

CÍLE A METODY

Na základě syntézy poznatků posoudit, zda je pro sportovce nutné užívat kromě běžné stravy i doplňky stravy. Na základě analýzy právních předpisů EU a ČR a textů na webových stránkách WADA a AV ČR zvážit rizika kontaminace doplňků stravy dopingovými látkami. V závěru navrhnout řešení a možnosti, jak ochránit sportovce před nechtěným požitím dopingových látek, které nejsou uvedeny ve složení na obale výrobku.



VÝSLEDKY

Výživa sportovců

Na výživu sportovců se lze dívat několika pohledy. Prvním je zmapování aktuálního stavu užívání doplňků stravy u sportovců. Dále zjistit, zda sportovci opravdu potřebují vzhledem k náročnosti sportu užívat doplňky stravy. Velmi diskutabilní je zjištění účinnosti doplňků stravy na zvýšení výkonnosti nebo urychlení regenerace.

Studie zabývající se užíváním doplňků stravy u různých věkových skupin mezi rekreačními, výkonnostními a vrcholovými sportovci upozorňují na fakt, že doplňky stravy jsou vysoce nadužívány s tím, že benefity doplňků stravy nejsou zcela prokázány a mohou obsahovat látky dopingového charakteru (Omeragić et al., 2015). Studie na Srbských sportovcích upozorňuje na fakt, že nebyl prokázán rozdíl v užívání doplňků stravy mezi pohlavími, nicméně sportovci závodící v individuálních sportech prokazatelně užívají více doplňků stravy než sportovci kolektivních sportů. Tato studie zároveň poukázala i na vysoké množství užívání nesteroidních protizánětlivých léků u 24.7 % sportovců (Suzic Lazic et al., 2011). Jiné studie potvrzují malý rozdíl v užívání doplňků stravy mezi pohlavími, nicméně je statisticky významný (Diehl et al., 2012). Dle věkových skupin respondentů lze rozdělit i jejich zaměření na dané doplňky stravy, kde se mládež v kategorii 11-17 let nejvíce zaměřuje na doplňky stravy s vitamíny a minerály, zatímco starší sportovci 18-25 let upřednostňují erogenní suplementy (Wiens, Erdman, Stadnyk, & Parnell, 2014).

| Studie | Země | Char. zkoumaného souboru | % užívání DS | Prům. | Nejužívanější |
|-------------------------|---------------------|--|--|-------|--|
| (Omeragić et al., 2015) | Bosna a Hercegovina | Všichni elitní muži. Dominantní skupina: Muži 18–29 let | 34.5 % | 2.9 | AMK, proteiny |
| (Diehl et al., 2012) | Německo | Elitní sportovci 14–18 let | 91.1% v minulém měsíci Denně = 26.8 % | | magnézium, dextróza, energy drinky, vitamín C a vápník |



| | | | | | |
|--|-----------|--|--|------|---|
| (Suzic Lazic et al., 2011) | Srbsko | 2/3 muži, v rozmezí 2006–2008 podstoupili dopingovou kontrolu | 61.2 % | 3.17 | 1. vitamíny 2. minerály 3. AMK |
| (Wiens et al., 2014) | Kanada | 11-25 let | 98 % alespoň jednou užívalo DS | | siloví sportovci: kreatin, glutamin, proteiny |
| (Heikkinen, Alaranta, Helenius, & Vasankari, 2011) | Finsko | Olympic athletes 2002 ve srovnání s 2009 | 2002 = 81 % 2009 = 73 % | | 1. proteiny 2. sacharidy 3. omega 3 4. kreatin |
| (De Silva, Samarasinghe, Senanayake, & Lanerolle, 2010) | Srí Lanka | 15–35 let | 94 % | 3.7 | multivitaminy, vitamin E, vápník, energy drinky a kreatin |

AMK = aminokyseliny

Studie poukazují na to, že sportovci vyhledávají odbornou pomoc stále nedostatečně, i když v posledních letech se toto procento zvyšuje (Heikkinen et al., 2011; Wiens et al., 2014). Mládež se snaží informace o doplňcích stravy zjistit od trenérů (Diehl et al., 2012). Bohužel studie neuvádějí, zda respondenti měli možnost určit zjišťování informací i pomocí internetu, což je podle nás nejčastější zdroj základních informací o doplňcích stravy mezi sportovci.

Při posouzení nutnosti užívání doplňků stravy je třeba podotknout, že pokud je v literatuře napsána celková energetická potřeba, je často prezentována tak, aby dala informaci o tom, kolik je třeba dodat tělu např. proteinů, sacharidů, tuků, vody, ale bohužel zde není uvedeno, v jaké formě je nutno tyto živiny dodat. Pokud je totiž energetická potřeba vysoká, není v možnostech sportovce, aby dodal potřebné živiny v klasické formě jídla před, při a po tréninku nebo jedl poměrně velmi vysoká kalorická jídla dle doporučení o zdravé výživě



během dne. Zde nastává klíčová role doplňků stravy, které doplňují běžnou pevnou stravu v době před tréninkem a po tréninku a večer před spaním tak, aby sportovce zbytečně příjem živin neunavil před výkonem a následně zrychlil regeneraci po tréninku. Výjimku tvoří dlouhotrvající vytrvalostní závody, které by sportovci nezvládli absolvovat bez adekvátního přísunu živin ve stravitelné formě.

Účinnost a doporučení doplňků stravy ve formě konkrétní živiny před, při a po zátěži na zvýšení výkonu nebo urychlení regenerace je u silových sportovců mnoha publikacemi podpořena. Příjem bílkovin je pro sportovce stanoven dle tělesné váhy, energetického výdeje a typu sportu dle standardních doporučení. Nicméně už jen doporučený příjem kaseinu před spaním (30-40 g) (Jäger et al., 2017) je bez doplňků stravy velmi obtížné splnit. Proto je „nutriční timing“ jednou z oblastí, která přímo staví na doplňcích stravy, jež jsou přímým a rychlým zdrojem požadovaných živin (Kerksick et al., 2017). Kromě hlavních živin bílkovin a sacharidů, které jsou u silových sportů dominantními zdroji energie (u vytrvalostních se jedná o tuky se středně krátkými řetězci) je velmi užívaná další látka a to kreatin. Kreatin je látka aminokyselinového původu, jenž se přirozeně vyskytuje nejvíce v červeném a bílém mase, mléce aj. U dlouhodobého užívání kreatinu se předpokládá, že nemá negativní účinky na zdraví (Butts, Jacobs, & Silvis, 2017) a navíc je konzumací kreatinu prokázán jeho přímý vliv na zvýšení výkonu ve vzpírání, silovém tréninku, rychlosti a u skoků (Bemben & Lamont, 2005; Rawson & Volek, 2003). Toto byly ukázky ze studií, které jasně potvrzují nezastupitelnou úlohu doplňků stravy ve sportovní výživě. Jsou ovšem i studie, které nepotvrzují účinnost doplňků stravy.

Legislativa a značení potravin označených jako doplňky stravy

Vzhledem k členství státu v Evropské unii, jsou veškeré právní předpisy nadřazené národním. V Evropské unii platí pro doplňky stravy nařízení **2002/46/EC (dále upravené regulací č. 1137/2008), které má za účel chránit konzumenty, jejich zdraví a dohlíží na to, aby na obalech těchto produktů nebyly uváděny zavádějící informace. Tyto nařízení se týkají především obsahu vitamínů a minerálů v doplňcích stravy. V České republice pokrývají bezpečnost potravin následující právní předpisy a normy. První z nich je Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, jenž přesně definuje, co je to doplněk stravy: „doplňkem stravy je potravin, jejímž účelem je doplňovat běžnou stravu a která je koncentrovaným zdrojem vitamínů a minerálních látek nebo dalších látek s nutričním nebo fyziologickým účinkem, obsažených v potravině samostatně nebo v kombinaci, určená k přímé spotřebě v malých odměřených množstvích”** a také určuje, že jde o produkt balený, u kterého musí být splněny požadavky na složení, označování a způsob použití. Problematiku doplňků stravy upravuje v ČR vyhláška č. 225/2008 Sb a vyhláška č. 113/2005 Sb. o způsobu označování potravin. Směrnice 2002/46/ES definuje doplňky stravy jako potraviny, které jsou koncentrovanými zdroji živin



nebo jiných látek s výživovým nebo fyziologickým účinkem, a které jsou uváděny na trh ve formě dávek (např. ve formě tobolek, pilulek, v sypké formě, jako kapalina), a nejedná se o léčivé přípravky. Evropská unie vydala nařízení Evropského parlamentu a Rady č 178/2002, kterým stanovuje obecné zásady bezpečnosti potravin a zřizuje Evropský úřad pro bezpečnost potravin, a další nařízení týkající se potravinářských přídatných látek, poskytování informací o potravinách, o nutričních (výživových) a zdravotních tvrzení v označování potravin atd.

Pro uvedení potravin na český trh mají provozovatelé potravinářských podniků tzv. notifikační povinnost, která ukládá, v listinné nebo elektronické podobě, zaslat Ministerstvu zemědělství označení výrobku spolu s dalšími povinnými informacemi o výrobku. Provozovatelé potravinářských podniků jsou plně zodpovědní za garantovanou bezpečnost výrobku bez toho, aniž by museli předem dokládat ministerstvu výsledky testů kvality a složení potravin nebo test zdravotní nezávadnosti. To je hlavní důvod, proč složení doplňků stravy může být odlišné od složení výrobku napsané na etiketě výrobku. Většina sportovců, užívající doplňky stravy, si nemůže být nikdy 100 % jistá, zda balení neobsahuje zakázané látky ze seznamu vydaného WADA. Doplňek stravy může obsahovat i tzv. potravinu nového typu, což jsou látky, u kterých nebyla doložena historie spotřeby ve významném množství před 15.5.1997 na území Evropské unie. Doplňky stravy obsahující novou složku, musí projít schvalovacím procesem. Seznam potravin nového typu je dostupný na

ec.europa.eu/food/safety/novel_food.

Orgánem zajišťujícím kontrolu složení a označení potravin včetně doplňků stravy je v ČR Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI, informace na <http://www.szpi.gov.cz/>), která pravidelně testuje potraviny a výsledky analýz zveřejňuje. Pro přehlednost Ministerstvo zemědělství zprovoznilo dva hlavní webové servery, které zvyšují větší informovanost ohledně všech potravin. Je to speciální web pro informace o nejakostních, falšovaných a nebezpečných potravinách

(dostupný na: <http://www.potravinynaprawyri.cz/>) a Informační centrum bezpečnosti potravin Ministerstva zemědělství (dostupný na <http://www.bezpecnostpotravin.cz/>). Oba tyto webové servery jsou plně dostupné celé veřejnosti. **Pro úplnost o platných právních předpisech týkajících se potravin uvádíme i Zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon) a Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví.**

Značení potravin musí splňovat náležitosti, které mu ukládají české zákony a prováděcí vyhlášky a také nařízení Evropské unie. Mezi základní pravidla patří, že informace uváděné na potravinách nesmějí uvádět spotřebitele v omyl, údaje musí být čitelné, přesné, jasné a spotřebitelům srozumitelné. Dále



nesmějí přisuzovat potravině vlastnosti ke zmírnění, zabránění a vyléčení lidské nemoci. Kromě obvyklých údajů požadovaných na potravinách je vždy nutno uvádět výživovou hodnotu. Dále je nutno uvádět také název kategorie živin nebo látek charakterizujících výrobek nebo označení povahy těchto živin nebo látek, doporučenou denní dávku a případné varování před překročením uvedené doporučení denní dávky a další upozornění.

Kvalita doplňků stravy je tedy v ČR zajišťována pouze skrze zpětnou kontrolu potravin v oběhu. Ve světě vznikají organizace (podporované státem anebo plně komerční). Příkladem jsou americké společnosti, které deklarují zdravotní nezávadnost a kvalitu složení výrobků udělením certifikátu kvality. Mezi tyto společnosti patří např. ConsumerLab.com, NSF International a US Pharmacopeial Convention. Společnost NSF International je nezisková organizace, která cílí na udělení kvality doplňkům stravy určené pro sportovce tak, aby neobsahovaly zakázané látky (Akabas et al., 2016).

Případy kontaminace doplňků stravy určených pro sportovce

Vzhledem k tomu, že kvalita potravin a garance složení potravin z hlediska značení složení na obale a skutečný obsah potravinovém doplňku se často liší, je nutno provádět námatkové kontroly v ČR skrze SZPI. Ve světě se vědci snaží vždy za určitý čas zkontrolovat jednotlivé typy doplňků stravy na obsah zakázaných dopingových látek. Výsledky ukazují, že přibližně 10–15 % všech doplňků stravy může být kontaminováno dopingovými látkami (Outram & Stewart, 2015). Tato zjištění jsou v souladu s review na zjištění kontaminace doplňků stravy ve světě, kde udávají možnou kontaminaci mezi 12–58 % ze všech prodávaných doplňků stravy. Nicméně musíme podotknout, že jsou zde zahrnuty i studie s rozvojových zemí, kde není legislativa zaměřena na doplňky stravy. Ve Velké Británii při testování doplňků stravy pro kulturisty bylo zjištěno, že ze 24 testovaných doplňků stravy bylo 23 pozitivních na steroidní látky (Abbate et al., 2015).

Stanovisko WADA a AV ČR k doplňkům stravy

WADA cílí na sportovce prevencí v podobě antidopingových kvízů a brožur. Ke stažení na oficiálních stránkách WADA (2017) je příručka pro rodiče sportujících dětí, která zdůrazňuje dávání dobrého příkladu v chování sportovce, respektování soupeřů, sportování v duchu fair-play, čistého a zdravého sportu a také výrazně nedoporučuje užívání doplňků stravy a upozorňuje na zdravotní rizika užití zakázaných látek. Výsledkem z této příručky pro rodiče jsou tři hlavní principy: vzdělávat, obhajovat-doporučovat a komunikovat. WADA se snaží na velkých světových sportovních akcích umístit stánek s odborníky na prevenci dopingů, možnost vyzkoušet si kvíz s otázkami na antidopingový kodex a případně jedince, kteří vyplnili kvíz správně odměnit dárkem s logem WADA nebo s logem „Play true“. Jiné aktivity jsme od WADA např. na



Mistrovství Světa v atletice v roce 2013 a 2015, na Letních světových univerziádách v letech 2013, 2015 a 2017 nezaznamenali.

Antidopingový výbor České republiky organizuje kurzy a školení, vydává vzdělávací materiály i ohledně užívání a potřeby doplňků stravy. V těchto materiálech s názvem Doplňky stravy pod drobnohledem (volně ke stažení na stránkách www.antidoping.cz) se snaží problematiku doplňků stravy vysvětlit jednoduše a zevrubně. Dotýká se témat jako je legislativa, účinnost, nebezpečí a rizika užívání doplňků stravy. Zmiňuje i to, že sportovec (hlavně v mládežnických kategoriích) nemá potřebu využívat doplňky stravy. V závěru příručky prezentuje „ověřená fakta“ bez uvedení zdrojů. Na hlavní stránce věnované vzdělávání AV ČR uvádí i Desatero proč nedopovat, které obsahuje např. výroky: „chceš vyniknout – nedopuj“, „budeš musel lhát lidem okolo sebe“, „doping je špína, hnus i ostuda“. Nezaznamenali jsme další aktivitu AV ČR jako je např. přednášení o dopingové problematice u vzpírání a atletiky za posledních 5 let. Antidopingový výbor neorganizuje cíleně vzdělávací koutky (stránky) na velkých sportovních akcích konaných v ČR.

DISKUZE

Na nutnosti užívání doplňků stravy se odborníci na výživu se Světovou antidopingovou agenturou neshodnou. Každopádně je zde jasná vize začít udělovat certifikáty kvality doplňkům stravy, ale zatím negarantují 100 % spolehlivost. I v České republice by měly existovat organizace, které by pravidelně kontrolovaly složení doplňků stravy jak před uvedením na trh, tak jej dál pravidelně kontrolovaly na přítomnost látek dopingového charakteru.

Velkým tématem a výzvou pro odborníky na sportovní výživu je spolupráce se sportovci tak, aby nedocházelo k přílišnému nadužívání doplňků stravy. K tomuto tématu by měli přispět i trenéři a rodiče, na které by mělo cílit vzdělávání formou e-publikací a seminářů s odborníky ve spolupráci s AV ČR. Samotní sportovci by měli mít možnost účastnit se seminářů pro ně speciálně pořádaných. V momentě, kdy si sportovec není jist složením výrobku nebo potřebuje poradit, měl by mít šanci konzultovat danou situaci s odborníky na problematiku dopingů (i anonymně?). Zatím je pouze možnost poslat e-mail z fiktivní e-mailové adresy na adresy uvedené na oficiálních stránkách AV ČR.

Je možné postihnout výrobce za kontaminaci (i neúmyslnou) výrobku zakázanou látkou, která není uvedena ve složení na obale výrobku a sportovci způsobí pozitivní test a tím např. ztrátu pracovního úvazku, nemožnost sportovat? Možná by se mělo začít s ochranou sportovce než s okamžitým trestem. Vzhledem k vysokému procentu výrobků obsahujících zakázané látky bez uvedení ve složení na obalu výrobku se opravdu nedá jednoznačně doporučit nebo nedoporučit konzumaci doplňků stravy. Nicméně existují značky, které jsou v praxi léty prověřeny, které prezentují na svých oficiálních stránkách své testy kvality a testy na obsah zakázaných látek, které se do



produktů mohou dostat při výrobě a zpracování, a deklarují, že podmínky při výrobě splňují požadovanou kvalitu. Pokud se totiž do doplňků stravy dostanou zakázané látky v menším množství, může to být i z důvodu toho, že se ve výrobně zpracovávají i léčiva, která se pak mohou vlivem špatné kvality hygieny dostat do doplňků stravy.

V prevenci a vzdělávání ohledně dopingu WADA i AV ČR nepůsobí adekvátně a prakticky na sportovce. V praxi se WADA např. při Letní světové univerziádě prezentovala s antidopingovou prevencí pomocí vyplnění antidopingového kvízu sestávajícího z 10 otázek. Nicméně, pokud by se za správné vyplnění kvízu nevydávaly reklamní předměty s logem „Play true“, nikdo by dotazníky nevyplňoval. Bohužel otázky v kvízu jsou často sporně vyjádřené a nepřesné, tudíž nemají vzdělávací charakter, a osoby, jež znají antidopingový kodex jsou značně frustrováni z úrovně preventivních programů. Oficiální webové stránky AV ČR navštěvuje velmi málo sportovců, a proto se brožury, které jsou přístupné bezplatně on-line a jsou také tištěné, prakticky málo využívají. Dobře zpracovaným materiálem je ovšem seznam zakázaných látek a také léků, který vzhledem k umístění na serveru AV ČR značně urychluje a usnadňuje vyhledávání konkrétních léčiv, případně účinných látek a také zakázaných látek ve složení.

ZÁVĚRY

Je třeba, aby WADA více cílila na prevenci dopingu na světových akcích a byla otevřenější k diskuzi o dopingu. AV ČR by se měl zaměřit na praktické semináře o dopingové problematice, které nebudou mít přemoralizovaný charakter a odpudí zájemce o další vzdělávání. Semináře by měly být více otevřenější k diskuzi a k pomoci sportovcům, třeba s možností anonymních dotazů, později zveřejněných na webových stránkách.

Je nutné navrhnout ucelené kontroly doplňků stravy s certifikátem kvality přímo od WADA. Je nesmyslné předávat veškerou odpovědnost na sportovce. Dávat tzv. ruce pryč od odpovědnosti a raději nesmyslně tvrdit, že sportovci nepotřebují doplňky stravy, je v dnešní době u vyspělé populace značně nekorektní. Smyslem antidopingového kodexu je přece chránit čistý sport, pomáhat a radit sportovcům v této problematice.

LITERATURA

Abbate, V., Kicman, A. T., Evans-Brown, M., Mcveigh, J., Cowan, D. A., Wilson, C., Walker, C. J. (2015). Anabolic steroids detected in bodybuilding dietary supplements - A significant risk to public health. *Drug Testing and Analysis*, 7(7), 609–618.
<https://doi.org/10.1002/dta.1728>



- Akabas, S. R., Vannice, G., Atwater, J. B., Cooperman, T., Cotter, R., & Thomas, L. (2016). Quality Certification Programs for Dietary Supplements. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(9), 1370. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.11.003>
- Bemben, M. G., & Lamont, H. S. (2005). Creatine supplementation and exercise performance: recent findings. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 35(2), 107–125. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535020-00002>
- Butts, J., Jacobs, B., & Silvis, M. (2017). Creatine Use in Sports. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, XX(X), 194173811773724. <https://doi.org/10.1177/1941738117737248>
- De Silva, A., Samarasinghe, Y., Senanayake, D., & Lanerolle, P. (2010). Dietary supplement intake in national-level Sri Lankan athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(1), 15–20. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.20.1.15>
- Diehl, K., Thiel, A., Zipfel, S., Mayer, J., Schnell, A., & Schneider, S. (2012). Elite Adolescent Athletes ' Use of Dietary Supplements : Characteristics , Opinions , and Sources of Supply and Information. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 22(3), 165–174.
- Heikkinen, A., Alaranta, A., Helenius, I., & Vasankari, T. (2011). Dietary supplementation habits and perceptions of supplement use among elite Finnish athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 21(4), 271–279. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.21.4.271>
- Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., ... Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>
- Kerksick, C. M., Arent, S., Schoenfeld, B. J., Stout, J. R., Campbell, B., Wilborn, C. D., ... Antonio, J. (2017). International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0189-4>
- Omeragić, E., Đedićbegović, J., Sober, M., Marjanović, A., Dedić, M., Niksić, H., & Fidahić, M. (2015). Use of Dietary Supplements Among Elite Athletes. *Sportlogia*, 11(1), 49–56. <https://doi.org/10.5550/sgia.151101.en.0050>
- Outram, S., & Stewart, B. (2015). Doping Through Supplement Use : A Review of the Available Empirical Data. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 25(1), 54-59.54–59.
- Rawson, E. S., & Volek, J. S. (2003). Effects of creatine supplementation and resistance training on muscle strength and weightlifting performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(4), 822–831. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0822:EOCSAR>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0822:EOCSAR>2.0.CO;2)



Suzic Lazic, J., Dikic, N., Radivojevic, N., Mazic, S., Radovanovic, D., Mitrovic, N., ...
Suzic, S. (2011). Dietary supplements and medications in elite sport - polypharmacy or real
need? *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(2), 260–267.
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01026.x>

Wiens, K., Erdman, K. A., Stadnyk, M., & Parnell, J. A. (2014). Dietary supplement usage,
motivation, and education in young Canadian athletes. *International Journal of Sport
Nutrition and Exercise Metabolism*, 24(6), 613–622.
<https://doi.org/10.1123/ijsnem.2013-0087>



SOCIÁLNĚ PSYCHOLOGICKÉ ASPEKTY DOPINGU

SOCIO-PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF DOPINGS

Mgr. Petr Krol

*Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Katedra
společenských věd v kinantropologii, Česká Republika
Palacky University in Olomouc, Faculty of Physical Cultur, Institute of Social
Sciences in Kinanthropology, Czech Republic*

ABSTRAKT

Při analýze problematiky dopingu se ukazuje, že tento jev úzce souvisí problematikou drog a jejich šíření ve společnosti. Některé zakázané látky mají povzbuzující účinek na centrální nervový systém, a tedy i na pozornost, jiné látky tlumí bolest. Jejich zneužívání vede k závislosti. Příčiny závislosti jsou velmi komplexní, ovšem predispozice pro vznik závislosti nebyly potvrzeny. Nejčastěji jde o kombinaci řady faktorů, a to nejen psychologických či sociálních. Nejvýznamnějším modelem vysvětlujícím závislost patří systém odměn (tzv. reward system), který souvisí s dopaminovou hypotézou. Výzkumné studie přinášejí řadu poznatků o tom, že problémy s drogami a dopingem se objevují zejména tam, kde sociální prostředí vykazuje některé společné znaky. K výrazným společným znakům patří: ztráta životních perspektiv, krize morálních hodnot, sociální deprivace, problémy s osobní identifikací, zvědavost, hledání nevšedních zážitků. Je možné prezentovat i další dílčí znaky, nicméně již uvedený přehled ilustruje spektrum faktorů působících jak na užívání drog, tak na užívání dopingu jako specifického sociálního jevu. Nesporným faktem je, že nelze spoléhat na přirozené mechanismy, které by zabránily průniku drog ve formě dopingu do sportu. Prostředí sportu je možné pokládat za sociální prostředí, ve kterém působí mnohdy specifické vlivy dané charakterem sportovní činnosti, specifickými sociálními normami, pravidly, které jsou mnohdy v nesouladu s běžně respektovanými normami. Ve sportu je jinak nahlíženo na projevy agresivity, které jsou brány jako organická součást některých sportů, jinak je nahlíženo na užívání postupů vedoucích ke stimulaci výkonnosti. Ve sportu působí ještě další faktory, které ovlivňují toleranci k braní dopingových prostředků a které mají svůj původ opět v celospolečenském dění. Jedním z nich je zdůrazňování významu úspěchu ve sportovní soutěži jako události celonárodního významu. Z historie známe období, kdy se úspěchy ve sportu vydávaly za úspěchy politického systému, státu či určité významné osoby. Neúspěch tak mohl mít závažné důsledky nejen pro sportovce samotného, ale i pro jeho okolí. V důsledku toho docházelo k hledání všech prostředků k dosažení úspěchu, kterým je i doping. Proto byly vyvíjeny stále nové dopingové preparáty a sportovci byli mnohdy nuceni či smluvně zavázáni



k braní různých podpůrných preparátů. To vše se uskutečňovalo i přes veřejné proklamování zásad fair play. Tento přímý vliv společenského klimatu vytvářel podmínky pro šíření dopingu ve sportu a postupně zvyšoval toleranci k užívání těchto prostředků jako prostředků nezbytných pro dosažení úspěchu. Bylo zjištěno, že sportovci jsou výrazně tolerantnější k užívání těchto prostředků než nesportovci. Na rozhodování sportovců o užití dopingu má vliv pravděpodobnost odhalení, zdravotních následků či možnost získání Olympijské medaile. Nebyla zjištěna souvislost postojů k užívání těchto prostředků se vzděláním, naproti tomu se ukázalo, že mladší jedinci jsou tolerantnější k jejich užívání než sportovci starší. Velkou roli hraje ztotožnění se s prezentovanými idoly, snaha po dosažení stejného úspěchu i ochota více riskovat. Ukázalo se rovněž, že potenciální užívání podpůrných prostředků roste s intenzitou motivačních zaměření na úspěch. Východiskem, legální a zdravou alternativou dopingu může být například mentální trénink.

KLÍČOVÁ SLOVA: sport, doping, závislost, systém odměn, výkon

ABSTRACT

It appears that this phenomenon is closely related to the issue of drugs and their spread in society when we analyzing the doping issue. Some prohibited substances have a stimulating effect on the central nervous system thus to attention, other substances are pain killing. Their abuse leads to addiction. The causes of addiction are very complex, but the predisposition for addiction has not been confirmed. Most often it is a combination of a number of factors, not only psychological or social. The most important model explaining addiction is the reward system, which is related to the dopamine hypothesis. Research studies show a number of findings that drug and doping problems occur especially where the social environment has some common features. Significant common features include: loss of life perspectives, crisis of moral values, social deprivation, problems with personal identification, curiosity, searching for unusual experiences. It is possible to present other partial features, but the above-mentioned overview illustrates the spectrum of factors that influence both drug use and the use of doping as a specific social phenomenon. The undisputed fact is that we cannot rely on natural mechanisms that would prevent the penetration of doping drugs into sport. The environment of sport can be considered a social environment in which there are often specific influences given by the nature of sporting activities, specific social norms, rules that are often inconsistent with commonly-respected norms. There are different views of the aggressiveness in sport which are taken as being an organic part of some sports, otherwise there are different views of the use of procedures leading to performance stimulation. There are other factors in sport that affect tolerance to doping and have their origin again in society. One of them is to emphasize the



importance of success in sporting competitions as events of national significance. Historically we know the times when success in sport has been the success of the political system, the state, or some important person. Failure could have major consequences not only for the athlete himself but also for his surroundings. There was searching to all means to achieve success, including doping. Consequently, new doping preparations have been developed and athletes have often been forced or contractually obliged to take various supportive preparations. All this was done despite the public fair play proclamation. This direct influence of the social climate created the conditions for the spread of doping in sport and gradually increased the tolerance of using these means as the necessary for success. It has been found that athletes are significantly more tolerant of using these means than non-athlete. The likelihood of detection, health consequences, or the possibility of obtaining an Olympic medal is influenced by the decision making of athletes on the use of doping. There was found no link between attitudes to using these resources with education, on the other hand it has been shown that younger individuals are more tolerant of their use than older athletes. A major role is played by identifying idols presented, trying to achieve the same success and willingness to take more risks. It has also been shown that the potential use of support resources is increasing with the intensity of motivational focus on success. A starting point, a legal and healthy alternative to doping, can be, for example, mental training.

KEY WORDS: sport, doping, addiction, reward system, performance



VYBRANÉ KAPITOLY SPORTOVNÍ PSYCHOLOGIE V KONTEXTU PRÁCE S MLÁDEŽÍ V PODMÍNKÁCH VZPÍRÁNÍ

SPORT PSYCHOLOGY IN CONTEXT OF YOUTH TRAINING WITH RESPECT TO CONDITIONS OF WEIGHTLIFTING

Mgr. Petr Krol

*Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Katedra
společenských věd v kinantropologii, Česká Republika
Palacky University in Olomouc, Faculty of Physical Culture, Institute of Social
Sciences in Kinanthropology, Czech Republic*

ABSTRAKT

Cílem příspěvku je seznámení posluchačů s fenomény sportovní psychologie, které přímo zasahují do přípravy vzpěračů. Detailnější pohled je zaměřen na práci s mládeží a přesahem prezentace je aplikování psychologických poznatků samotnými trenéry. Posluchači by však neměli být ochuzeni o odborná témata sportovní psychologie, kterými jsou mentální trénink, regulace předstartovních a závodních stavů, ale také vyrovnání se s neúspěchem. Pod pojmem mentální trénink chápeme skupinu výcvikových metod psychické přípravy ve sportu. Tyto metody jsou využívány za účelem zlepšení výkonnosti, zlepšení prožitku při sportu nebo dosažení většího sebeuspokojení při sportu nebo fyzické aktivitě. Důležitým rysem mentálního tréninku je konzistentnost a plánovitost. Obdobně jako u tréninku fyzických dovedností, by psychické dovednosti měly být systematicky nacvičovány velkým počtem opakování, a to ať už se jedná o zaměření pozornosti, zvyšování sebevědomí či udržení motivace. Regulace předstartovních a startovních stavů je ve své podstatě také součástí mentálního tréninku, jedná se ovšem o rozsáhlou a specifickou skupinu metod. Větší pozornost jí je věnována proto, že má bezesporu své místo ve sportovní přípravě každého závodníka a přínosem může být i mladým sportovcům resp. vzpěračům. Regulace psychických stavů se nejvíce týká autogenního tréninku (dále AT) a progresivní svalové relaxace (dále PSR). PSR autora Edmunda Jacobsona je založena na systematickém uvolňování kosterního svalstva prostřednictvím rozvoje schopností uvědomovat si a rozlišovat jemné rozdíly v napětí svalů. AT je naproti tomu bližší hypnóze a využívá imaginaci ve větší míře, než je tomu u Jacobsonovy progresivní relaxace. Autor AT Johannes Heinrich Schultz však vycházel právě i z PSR. Vyrovnáním se s neúspěchem je zamýšleno snížení negativních prožitků neúspěchu, kde hrají roli především psychohygiena, copingové strategie (strategie zvládání stresu), a z pohledu trenéra komunikace. Na výše zmíněné navazuje trenérská práce s mládeží s využitím psychologických poznatků. Pro pochopení mladého vzpěrače je nutné porozumět jeho chování, prožívání a



hlavně potřebám. Faktorů, které mají na dospívající jedince vliv, je spousta a v dnešní době se mění rychleji než bleskově. Za zmínku stojí rodina, vrstevníci, technické vynálezy moderní doby nebo třeba sociokulturní prostředí. Nejdůležitější je však vliv rodiny resp. výchovy a v tomto směru lze najít styčné body s trénováním ve sportu. V příspěvku je v neposlední řadě zmíněna také pozice psychologa ve sportovní přípravě, potažmo rozdělení kompetencí a určení rolí odborníků, kteří se na této přípravě podílejí.

KLÍČOVÁ SLOVA: mentální trénink, progresivní svalová relaxace, autogenní trénink, mládež, vzpírání

ABSTRACT

The aim of this paper is to apprise students with the phenomena of sport psychology, which directly intervening in training of weightlifters. A more detailed view is focused on working with youth and outreach of the presentation is the application of psychological knowledge by coaches themselves. However listeners should not be deprived of professional sport psychology topics, which are mental training, regulation of pre starting and starting states of mind, but also coping with failure. When we said term mental training, we should imagine group of training methods of mental „preparation“ in sport. These methods are used to improve performance, improve experience during sport or achieving greater self satisfaction in sport or physical activity. An important feature of mental training is consistency and planning. Similarly to the practice of physical skills, mental skills should be systematically repeated a large number of times, whether it is a focus of attention, increasing self-confidence and maintaining motivation. Regulation of pre starting and starting states of mind is inherently also part of mental training, but naturally it is an extensive and specific group methods. It has more attention because it undoubtedly has its place in the sports preparation of each competitor and it may be benefit to young athletes, respectively weightlifters. Regulation of mental states most affected by autogenous training (AT hereinafter) and progressive muscle relaxation (PMR hereinafter). PMR author Edmund Jacobson, based on systematic release of skeletal muscles through the development of skills to realize and distinguish soft differences in muscle tension. AT beside is closer to hypnosis and uses imagination in a greater rate than the Jacobson progressive relaxation. However AT author Johannes Heinrich Schultz had important source in PMR. Coping with failure means reducing the negative experiences of failure, in which play role especially mental hygiene, coping strategies and communication from the perspective of coach. Further continues coaching youth work using psychological knowledge. To comprehend the young weightlifter is necessary to understand its behavior, experience and above all needs. There are a lot of factors that have an influence on adolescents and nowadays they are changing



faster than lightning. It is worth mentioning family, peers, technical inventions of modern age or even socio-cultural environment. However most important is the influence of families, respectively. education and in here we can find points in common with coaching in sport. Last but not least in the report is also mentioned position of psychologist in the sports preparation, extension the distribution of competences and determining the roles of professionals who participate in this preparation.

KEY WORDS: mental training, progressive muscle relaxation, autogenous training, youth, weightlifting



**ANTIDOPINGOVÝ PROJEKT TESTOVANIA V KOLEKTÍVNYCH ŠPORTOCH
SO ZAMERANÍM SA NA NIŽŠIE VEKOVÉ KATEGÓRIE**

**ANTI-DOPING TESTING PROJECT IN TEAM SPORTS
FOCUSING ON YOUNG ATHLETES**

MUDr. Ľubomír Gulán - Mgr. Žaneta Csáderová, PhD.
Antidopingová agentúra Slovenskej republiky
Slovak anti-doping agency

ABSTRAKT

Rozšírenosť spoločenských drog medzi mládežou je veľký problém. Antidopingová agentúra Slovenskej republiky (SADA) v spolupráci so Slovenským zväzom ľadového hokeja (SZĽH) vykonala celoplošné skriningové testovanie mladých hokejových hráčov.

Zo 152 testovaných športovcov sme zaevidovali 3 nepriaznivé analytické nálezy THC, ktoré boli následne vyšetrené a vyústili do analytických porušení antidopingových pravidiel. Disciplinárna komisia zobrala do úvahy povahu látky a tiež mladý vek športovcov a udelila 6-mesačný zákaz činnosti. Hráči boli zaradení do rehabilitačného antidopingového programu v spolupráci so psychiatrami.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: SADA, THC, ľadový hokej, testovanie, zakázané látky

ABSTRACT

Dissemination of social drugs among teenagers is a serious problem. Slovak Anti-Doping Agency in cooperation with Slovak Ice Hockey Federation performed full-area screening testing of young ice-hockey players. Within a number of 152 tested athletes 3 Adverse Analytical Findings of THC were recorded and subsequently investigated and classified as analytical Anti-Doping Rule Violations. Disciplinary Committee took into account the nature of substance and young age of athletes. The period of ineligibility in minors was reduced to 6 months. Athletes had been included into Anti-Doping rehabilitation program with cooperation of psychiatrists.

KEYWORDS: SADA, THC, ice hockey, testing, prohibited substances



ÚVOD

Pri riešení problematiky dopingu v športe je nutné vykonávať výskum, ktorý nám pomôže pri inteligentnom nastavení cieleného testovania. Dôležité je zameranie sa nielen na vrcholových športovcov, ale aj na mládež, pretože práve v období adolescencie dochádza k najvýraznejšiemu formovaniu etických hodnôt a názorov. Preto je dôležité venovať mladým športovcom osobitú pozornosť ako príslubu nášho športu do budúcnosti. Zdieľanie výsledkov rôznych výskumov, spracovanie a monitorovanie informácií o dopingu v športe je kľúčový krok k implementácii edukačného procesu jednotlivých športových klubov.

Na základe zvýšeného výskytu spoločenských drog u mladistvých športovcov pripravila Antidopingová agentúra Slovenskej republiky (SADA) v spolupráci so Slovenským zväzom ľadového hokeja (SZĽH) pilotný projekt na odhaľovanie spoločenských drog u športovcov, ktorý je aplikovateľný na všetky organizované kolektívne športy na území SR. Projekt má napomôcť pri odhaľovaní užívania spoločenských drog a očistiť družstvá pred prechodom do seniorských kategórií.

Podnetom projektu bola aktuálnosť problému zneužívania spoločenských drog v mládežníckych kategóriách v kolektívnych športoch. Spoločenské drogy sú súčasťou Zoznamu zakázaných látok a metód a patria do skupín S6. Stimulanciá (metamfetamín, kokaín), S7. Narkotiká (opiáty) a S8. Kanabinoidy (marihuana). Uvedené látky sú zakázané iba počas súťaže.

METÓDY

Dňa 22.11.2015 boli riaditeľkou SADA poverení 6 dopingoví komisári vykonať súťažné testovanie na zápase. Všetkým športovcom obidvoch tímov boli odobraté vzorky moču, ktoré dopingoví komisári vyhodnotili priamo na mieste pomocou skriningových testov. Použité boli viacparametrové testy na moč Dipro Druglab 4/1 na nasledovné zakázané látky: THC, morfín, amfetamíny, kokaín. Citlivosť týchto testov na THC je 50 ng/ml.

Dvaja hráči z jedného družstva mali multi-drug test pozitívny na THC, a preto boli hráči na potvrdenie podozrenia podrobení procesu úplnej dopingovej kontroly. Odobraté vzorky moču boli zapečatené a odoslané na analýzu v akreditovanom laboratóriu WADA v Seibersdorfe a testované na všetky zakázané látky podľa aktuálneho Zoznamu zakázaných látok a metód. Výsledky analýzy potvrdili nadlimitné množstvo THC v moči športovcov, ktorí sa týmto dopustili porušenia antidopingových pravidiel podľa článku 2.1 Svetového antidopingového kódexu:



2.1 Prítomnosť zakázanej látky alebo jej metabolitov, alebo markerov vo vzorke športovca

2.1.1 Osobnou povinnosťou každého športovca je zabezpečiť, aby žiadna zakázaná látka nevnikla do jeho tela. Športovci nesú zodpovednosť, ak je zistená prítomnosť akejkoľvek zakázanej látky alebo jej metabolitov či markerov v ich vzorkách. Podľa toho teda na konštatovanie porušenia antidopingových pravidiel podľa článku 2.1 nie je podstatné, či je športovcovi preukázaný úmysel, zavinenie, nedbalosť alebo vedomé použitie.

2.1.3 S výnimkou látok, ktoré majú svoje kvantitatívne limity vyslovene stanovené v Zozname, predstavuje prítomnosť akéhokoľvek množstva zakázanej látky alebo jej metabolitov, alebo markerov vo vzorke športovca porušenie antidopingových pravidiel.

SADA vykonala proces vyšetrovania podľa článku 7.2:

7.2 Preskúmanie týkajúce sa nepriaznivého analytického nálezu

Po prijatí nepriaznivého analytického nálezu antidopingová organizácia zodpovedná za nakladanie s výsledkami preskúma a stanoví:

- a) či nebola alebo nebude udelená TUE podľa Medzinárodnej normy pre terapeutické výnimky, alebo*
- b) či nedošlo k zjavnej odchýlke od Medzinárodnej normy pre testovanie a vyšetrovanie alebo Medzinárodnej normy pre laboratóriá, ktorá spôsobila nepriaznivý analytický nález.*

a dňa 17. 12. 2015 o tomto informovala športový zväz a športovcov:

7.3 Oznámenie po preskúmaní nepriaznivého analytického nálezu

Ak preskúmanie nepriaznivého analytického nálezu podľa článku 7.2 nepreukáže udelenie TUE alebo nepreukáže nárok na TUE podľa Medzinárodnej normy pre terapeutické výnimky alebo nepreukáže, že došlo k odchýlke, ktorá spôsobila nepriaznivý analytický nález, antidopingová organizácia bezodkladne informuje športovca spôsobom stanoveným článkoch 14.1.1 a 14.1.3

ktorým bola následne športovým zväzom dočasne pozastavená činnosť.

Dňa 13. 11 2016 boli športovci predbežne vypočutí, priznali sa k užitiu marihuanových cigariet a na Zasadnutí disciplinárnej komisie dňa 25.1.2016 bolo rozhodnuté o udelení trestu.

Disciplinárne komisia vo svojom rozhodnutí zohľadnila vek športovcov a skutočnosť, že zakázaná látka nebola užívaná s cieľom zvýšenia športového výkonu.



10.11 Začiatok doby zákazu činnosti

Okrem prípadov uvedených nižšie, doba zákazu činnosti začína plynúť dátumom konečného rozhodnutia o zákaze činnosti alebo, pokiaľ došlo k upusteniu od pojednávania alebo pojednávanie sa nekoná, dátumom, keď je zákaz činnosti prijatý alebo inak uložený.

V prípade bol použitý článok 10.11.3 a do doby zákazu činnosti bolo započítané obdobie dočasného pozastavenia činnosti na základe oznámenia ADA SR o porušení antidopingových pravidiel:

10.11.3 Započítanie dočasného zastavenia činnosti alebo odpykanej doby zákazu činnosti

10.11.3.1 Pokiaľ je uložené dočasné zastavenie činnosti a športovec alebo iná osoba ho prijme, bude mu doba dočasného zastavenia činnosti započítaná do doby zákazu činnosti, ktorá môže byť nakoniec uložená. Ak je doba zákazu činnosti odpykaná podľa rozhodnutia, voči ktorému je následne podané odvolanie, potom sa športovcovi alebo inej osobe započíta takáto odpykaná doba zákazu činnosti do doby zákazu činnosti, ktorá môže byť nakoniec uložená na základe odvolania.

Podľa Svetového antidopingového kódexu sa na športovca v období zastavenej činnosti vzťahujú nasledovné pravidlá:

10.12 Status počas zákazu činnosti

10.12.1 Zákaz účasti počas zákazu činnosti

Žiadny športovec alebo iná osoba, ktorej bol udelený zákaz činnosti, sa nesmie počas doby zákazu činnosti akýmkoľvek spôsobom zúčastniť súťaže alebo činnosti (okrem schválených antidopingových vzdelávacích alebo nápravných programov) schválenej alebo organizovanej ktorýmkoľvek signatárom, členskou organizáciou signatára alebo klubom, či inou členskou organizáciou signatára alebo súťaže schválenej alebo organizovanej akoukoľvek profesionálnou ligou alebo akoukoľvek organizáciou, ktorá organizuje medzinárodné alebo národné podujatia, alebo akejkoľvek elitnej alebo športovej činnosti na národnej úrovni financovanej vládnu organizáciou.

V praxi to znamená, že športovec so zákazom činnosti sa nesmie zúčastniť tréningového sústredu, exhibície alebo tréningu organizovaného jeho národným zväzom alebo klubom, ktorý je členom tohto národného zväzu, alebo ktorý je financovaný vládnu organizáciou. Termín „činnosť“ taktiež napríklad zahŕňa administratívne aktivity ako je slúženie ako funkcionár, riaditeľ, komisár, zamestnanec alebo dobrovoľník organizácie popísanej v tomto článku.



10.12.2 Návrat k tréningom

Výnimkou k článku 10.12.1 je, že športovec sa môže vrátiť k tréningom s kolektívom alebo využiť zariadenia klubu alebo inej členskej organizácie členskej organizácie, ktorá je signatárom, počas kratšieho obdobia z uvedených: (1) dvoch posledných mesiacov doby zákazu činnosti športovca alebo (2) poslednej štvrtiny z uloženej doby zákazu činnosti.

V mnohých kolektívnych športoch a v niektorých individuálnych športoch, športovec nemôže efektívne trénovať sám tak, aby bol pripravený na súťaženie na konci doby zákazu činnosti športovca. Počas doby tréningovania popísanej v tomto článku nesmú športovci so zákazom činnosti súťažiť ani sa zapájať do iných ako tréningových aktivít.

10.12.3 Porušenie zákazu účasti počas zákazu činnosti

Pokiaľ športovec alebo iná osoba, ktorej bol udelený zákaz činnosti, poruší počas zákazu činnosti zákaz účasti uvedený v článku 10.12.1, bude výsledok tejto účasti anulovaný a nová doba zákazu činnosti, trvaním rovnajúca sa pôvodne uloženej dobe zákazu činnosti, bude pripočítaná ku koncu pôvodnej doby zákazu činnosti. Nová doba zákazu činnosti môže byť upravená na základe miery zavinenia športovca alebo inej osoby a iných okolností prípadu. O tom, či športovec alebo iná osoba porušila zákaz účasti a či je úprava primeraná, rozhodne antidopingová organizácia, ktorej nakladanie s výsledkami viedlo k uloženiu pôvodnej doby zákazu činnosti. Proti tomuto rozhodnutiu sa možno odvolať podľa článku 13.

Pokiaľ sprievodná osoba športovca alebo iná osoba poskytne osobe pomoc pri porušení zákazu účasti počas doby zákazu činnosti, uloží antidopingová organizácia s právomocou nad touto sprievodnou osobou športovca alebo inou osobou za takúto pomoc sankcie za porušenie článku 2.9.

Podľa tohto článku hrozí postih ktorejkoľvek osobe, ktorá napomáha športovcovi pri porušení zákazu činnosti a vystavuje sa trestu vo forme zákazu činnosti na dobu 2-4 roky. Zároveň hrozí penalizácia celého tímu podľa článku 11.2, nakoľko by sa jednalo o tretie porušenie:

11.2 Dôsledky pre kolektívne športy

Ak sa u viac ako dvoch členov družstva v kolektívnom športe potvrdí porušenie antidopingového pravidla počas doby podujatia, tak riadiaci orgán podujatia uloží družstvu primeranú sankciu (napríklad stratu bodov, diskvalifikáciu zo súťaže alebo podujatia alebo inú sankciu)



dodatočne popri uložených sankciách jednotlivým športovcom, ktorí sa dopustili porušenia antidopingového pravidla.

VÝSLEDKY

Pri realizácii projektu testovania mladistvých hráčov bolo cieľom testovať celé družstvá, aby sme získali ucelenejší pohľad na výskyt spoločenských drog u mladistvých športovcov. Testovaním prešlo 152 hráčov ľadového hokeja. Na testovanie boli zápasy vyberané podľa aktuálneho športového kalendára. Testovanie sa uskutočnilo v nasledovných vekových kategóriách: Liga 9. ročník, Extraliga dorast a Extraliga juniori v období od novembra 2015 do marca 2016.

V roku 2013 WADA zvýšila hraničnú koncentráciu THC z 15 ng/ml na 150 ng/ml, s cieľom rozlíšiť príležitostné a pravidelné užívanie a vyhnúť sa prípadom nepriaznivých analytických nálezov, keď športovec konzumoval marihuanu mimo súťažného obdobia.

Z celkového počtu 152 hráčov bol u 4 hráčov výsledok na skríningovom teste pozitívny na zakázanú látku THC. 2 športovci boli vo veku 17 rokov a 2 športovci vo veku 19 rokov. 3 hráči prekročili povolenú hraničnú hodnotu laboratória 180 ng/ml, čo pre nich znamenalo analytické porušenie antidopingových pravidiel. Hodnoty, ktoré boli zistené u hráčov sa pohybovali od 222 ng/ml do 424 ng/ml. Jeden hráč mal pozitívny test na opiáty, ale laboratórium v tomto prípade nepotvrdilo nepriaznivý analytický nález.

Disciplinárne komisia vo svojom rozhodnutí zohľadnila vek športovcov a skutočnosť, že zakázaná látka nebola užívaná s cieľom zvýšenia športového výkonu. Antidopingová agentúra SR sa stotožnila so znížením trestu, ktoré považuje za opodstatnené vzhľadom na podstatu užitej látky a vek športovcov. Zároveň zobrala na vedomie odborný psychiatrický posudok, ktorý považuje absolútny zákaz športovej činnosti za kontraproduktívny vzhľadom na emocionálny a psychický rozvoj adolescentného organizmu.

Mladiství hráči dostali 6-mesačný zákaz činnosti spolu s povinnosťou absolvovať vyšetrenie na Klinike detskej psychiatrie DFNSP v Bratislave. Počas trvania trestu boli v dispenzárnej starostlivosti prednostu Kliniky detskej psychiatrie DFNSP Bratislava, Doc. MUDr. Škodáčka, CSc. a spolu s celým družstvom absolvovali team-building organizovaný klinickým psychológom a odbornými pracovníkmi SADA. U tretieho pozitívneho hráča, ktorý bol plnoletý, rozhodla disciplinárna komisia o udelení 8-mesačného trestu zákazu činnosti.

DISKUSIA

U nedospelých zohrávajú úlohu aj ich zákonní zástupcovia ale aj iné osoby (sprievodný personál športovca) podliehajúce právomoci antidopingovej organizácie v profesionálnom rozsahu alebo rozsahu týkajúcom sa športovcov.



Mladiství športovci aj sprievodné osoby sú podľa Kódexu zodpovedné za to, že vedia čo predstavuje porušenie antidopingových pravidiel a poznajú látky a metódy obsiahnuté v Zozname zakázaných látok a metód. Za pomoci rodiny a iných sprevádzajúcich osôb mladého jedinca sa vytvára zdravý profil mladého športovca, ktorý je natrénovaný na čoraz lepší výkon bez užitia dopujúcich látok, ktoré narušia nielen jeho psychosomatickú osobnosť, ale aj povedomie športového ducha.

Na základe spracovania uvedeného projektu sme sa pokúsili navrhnúť odporúčania pre Slovenský zväz ľadového hokeja, ktorý by následne mal zaviesť opatrenia pre jednotlivé kluby a reprezentáciu. Počas pilotného projektu sme došli k poznatku, že veľa športových klubov nemá informovaný súhlas zákonného zástupcu v súvislosti s možnosťou testovania mladistvých pri dopingovej kontrole.

Opatrenia by sa mali dostať medzi športovcov a trénerov, ktorí sa priamo podieľajú na prevencii proti zneužívaniu podporných látok v športe. Tréner detí a mládeže je povinný pre svojho zverenca zabezpečiť predovšetkým všestranný a harmonický rozvoj jedinca, upevňovanie jeho zdravia a zvyšovanie výkonnosti. Rozvíja heuristické schopnosti pre prekonanie súpera vhodnou stratégiou a taktikou vedenia športového boja. Tým vedie športovca k vnútornej motivácii sebaovládania, odolnosti voči extrémnemu emočnému napätiu a neprejavovania afektívnych reakcií.

Využitie projektu je možné aplikovať aj do ostatných kolektívnych športov ako je futbal, basketbal, volejbal, hádzaná atď. Zároveň je projekt aplikovateľný aj do športov, kde organizovane súťažia jednotlivci, dôležitá je najmä ochota ku kooperácii medzi národnou antidopingovou agentúrou a jednotlivými národnými športovými zväzmi.

ZÁVER

Na základe výsledkov nášho projektu sme došli k záveru, že ani športovci nie sú výnimkou pri užívaní drog medzi mladistvými. Zo 152 testovaných športovcov boli potvrdené 3 prípady pravidelného užívania marihuany, čo predstavuje prevalenciu 2%. Základným princípom vzdelávania o čistom športe je zachovať športového ducha bez jeho oslabovania dopingom. Hlavným cieľom je prevencia - predísť vedomému ale aj nevedomému užitiu zakázaných látok a metód. Osobitný dôraz by sa mal klásť na mladých ľudí - začlenením informácií do školských osnov, do prostredia športových klubov, na edukáciu rodičov, dospelých športovcov, funkcionárov, trénerov, zdravotníckeho personálu a médií.

Testovanie mladistvých športovcov má svoje významné miesto v distribučnom pláne (TDP), ktorý je podmienkou tzv. „compliance“ s Kódexom. V budúcnosti plánujeme aplikovať podobné testovanie aj do ostatných športov.



POZNÁMKY