

Lovro Žiberna^{1,2}

Ukrepi za preprečevanje nenamernega dopinga v športu

Izvleček

Nenamerni doping je nenamerna kršitev protidopinških pravil, ki je pogosto posledica strokovne napake, neznanja ali malomarnosti. Športnik je sam odgovoren za vse snovi, ki pridejo v njegovo telo. Najpogostejši vzroki za nenamerni doping so uživanje kontaminiranih prehranskih dopolnil, kontaminirana hrana ali pijača, pasivna inhalacija psihoaktivnih snovi, neurejena terapijska izjema za zdravljenje ter uporaba zdravil v prosti prodaji, ki vsebujejo prepovedano snov. Večino teh napak se lahko z ustreznimi preventivnimi ukrepi prepreči, zato morajo biti športnik in njegovo spremljevalno osebje ustrezno izobraženi.

Ključne besede: doping, antidoping, prehranska dopolnila, kontaminacija, zdravila v prosti prodaji.

Measures to prevent unintentional doping in sport

Abstract

Inadvertent doping is defined as an unintentional breach of anti-doping rules, which is often the result of professional errors, negligence or ignorance. The athlete is solely responsible for all the substances that enter his/her body. The most common causes are the consumption of contaminated nutritional supplements, contaminated foods or drinks, passive inhalation of psychoactive substances, lack of therapeutic use exemption for medical treatment, and the consumption of over-the-counter drugs, which can contain a prohibited substance. Most of these errors can be prevented by appropriate preventive measures. Thus, the athletes and accompanying staff must maintain proper anti-doping education.

Keywords: inadvertent doping, anti-doping, nutritional supplements, contamination, OTC drugs.

■ Uvod

Nenamerni doping je nenamerna kršitev protidopinških pravil, ki je pogosto posledica strokovne napake, neznanja ali malomarnosti športnika ali spremljevalnega strokovnega osebja (Yonamine, Garcia in de Moraes Moreau, 2004; Žiberna, 2014). Športniki so po načelu striktnosti odgovorni, ki ga definira Svetovni kodeks proti doping, odgovorni za vse prepovedane snovi, njihove presnovke ali biološke označevalce, najdene v njihovem vzorcu, ne glede na izvor ali odsotnost motivacije (Amos, 2008; WADA, 2014). Ključno je, da morajo športniki sami poskrbeti, da prepovedane snovi ne pridejo v njihovo telo.

V odvzetih bioloških vzorcih športnika (urin, kri), ki vsebujejo prepovedano snov, ni moč razlikovati med načrtno uporabo prepovedanih snovi z namenom izboljševanja telesnih sposobnosti ali nenamernim vnosom snovi. Najbolj pogosti načini nenamernega dopinga so:

- nezavedno zaužitje prepovedane snovi v prehranskem dopolnilu (zaradi kontaminacije prehranskega dopolnila) oziroma v športni pijači;
- nezavedno zaužitje prepovedane snovi v hrani živalskega izvora (npr. kontaminiranem mesnem izdelku) ali drugih hranilih;
- pasivna inhalacija prepovedane snovi iz okolja;
- posledica farmakološkega zdravljenja z zdravilnimi učinkovinami, ki so uvrščene na Listo prepovedanih snovi in postopkov, vendar športnik pri ustreznih antidoping organizaciji ni uredil terapijske izjeme;
- posledica neustrezne uporabe zdravil v prosti prodaji, ki se izdajajo brez recepta, vendar vsebujejo snovi, ki so v športu prepovedane.

V zadnjem času se razvijajo novi analizni pristopi, ki bi v nekaterih posebnih primerih lahko razlikovali glede na (ne)namernost vnosa snovi (Thevis, Kuuranne in Geyer, 2020).

¹Inštitut za farmakologijo in eksperimentalno toksikologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani

²SLOADO, Slovenska antidoping organizacija

Pomembno je, da se vsi strokovni delavci v športu in zdravstvu zavedajo svoje odgovornosti pri svojem delu s športniki ter se zato ustrezno izobrazijo o nevarnostih nenamernega dopinga (Tandon, Bowers in Fedoruk, 2015). Tako se prepreči nepotrebne napake, ki imajo za kariero vrhunškega športnika tragične posledice.

■ Nevarnosti uporabe kontaminiranih prehranskih dopolnil

Prehranska dopolnila so definirana kot živila, katerih namen je dopolnjevati običajno prehrano, čeprav se oglašujejo večinoma kot produkti za izboljševanje splošnega zdravja in počutja, nekatera tudi kot produkti za povečevanje telesne zmogljivosti. Prehranska dopolnila lahko vsebujejo vitamine, minerale, aminokisline, maščobne kisline, vlaknine, rastline in rastlinske izvlečke, mikroorganizme ter druge snovi s hranilnim ali fiziološkim učinkom pod pogojem, da je njihova varnost v prehrani ljudi znanstveno utemeljena (Uradni_list_RS, 2013).

Uporaba prehranskih dopolnil je zelo razširjena v športu, in sicer povprečen športnik uporablja 1,7 prehranskih dopolnil (Tscholl, Alonso, Dollé, Junge in Dvorak, 2010). Ocenjuje se, da od 55 % do 80 % vseh vrhunskih športnikov uporablja prehranska dopolnila, razširjenost uporabe pa se povečuje s starostjo športnika in s trajanjem športne kariere (Braun idr., 2009; Sobal in Marquart, 1994; Somerville, Lewis in Kuipers, 2005). Vrhunski športniki navajajo kot glavne razloge za uporabo prehranskih dopolnil: pomoč pri regeneraciji po treningih (71 %), izboljševanje zdravja (52 %), izboljšanje telesnih zmogljivosti (46 %), preprečevanje ali zdravljenje bolezni (40 %) in nadomeščanje neustrezne prehrane (29 %) (Dietz idr., 2014; R J Maughan, Greenhaff in Hespel, 2011).

Področje prehranskih dopolnil ima v primerjavi z zdravili ohlapno regulativo, saj zakonodaja določa manj stroge kriterije kakovosti proizvodnje (Binns, Lee in Lee, 2018). Proizvajalcem je pri oglaševanju ali označevanju prehranskih dopolnil prepovedano pripisovati lastnosti preprečevanja, zdravljenja ali ozdravljenja bolezni pri ljudeh – ostale »učinke« prehranskih dopolnil lahko oglašujejo po želji, četudi ni nobene znanstvene podlage za njih (Binns idr., 2018; Noble, 2017; van der Bijl in Tutelyan, 2013). Prav tako varnost in učinkovitost izdelkov nista testirani pred prihodom na trg kot to velja za zdravila. Proizvajalci lahko torej na tržišče dajo številne produkte po opravljenih lastnih analizah, ki niso vedno natančne ali ne ugotavljajo prisotnosti morebitnih kontaminantov – to so lahko bodisi toksične bodisi ostale farmakološko aktivne snovi (Binns idr., 2018). Pri številnih prehranskih dopolnilih so prisotna tudi kvantitativna odstopanja glede na vrednosti snovi, ki so navedene na embalaži – to lahko pri uporabniku vodi ali v uporabo prenizkih ali v previsokih odmerkov (Ayotte idr., 2001; Mathews, 2018; Noble, 2017). Šele v primeru, ko na podlagi novih podatkov in spoznanj obstaja utemeljen sum, da prehransko dopolnilo predstavlja nevarnost za zdravje ljudi, lahko odgovorno ministrstvo za zdravje začasno prepove ali omeji promet z njim (Noble, 2017). V obdobju od leta 2004 do 2012 je Ameriška agencija za hrano in zdravila (FDA; angl. *Food and Drug Administration*) s trga v ZDA umaknila 237 prehranskih dopolnil, najpogosteje zaradi kontaminacije z drugimi bioaktivnimi snovmi (Harel, Harel, Wald, Mamdani in Bell, 2013). Velik problem je tudi, da odgovorne agencije nimajo natančnih kontaktnih podatkov vseh proizvajalcev, zato je težko doseči hiter in popoln umik kontaminiranih produktov s trga (Harel idr., 2013).

Kontaminacija prehranskih dopolnil s prepovedanimi snovmi

Raziskave kažejo, da je okoli 15–25 % vseh prehranskih dopolnil na trgu kontaminiranih s prepovedanimi snovmi (Hans Geyer idr., 2008; H Geyer idr., 2004; Mathews, 2018; R. J. Maughan, 2005). Najbolj pogosti kontaminanti so anabolni androgeni steroidi in njihovi prekurzorji, stimulansi in β 2-adrenergični agonisti (R. J. Maughan, 2005).

V študiji, opravljeni v WADA-akreditiranem laboratoriju v Kölnu, je bilo analiziranih 634 vzorcev prehranskih dopolnil. Izvirala so iz 13 različnih držav in od 215 različnih proizvajalcev. Ugotovili so, da je 94 prehranskih dopolnil (14,8 %) vsebovalo prekurzorje anaboličnih androgenih hormonov, ki niso bili navedeni na oznaki izdelka. Od vseh pozitivnih prehranskih dopolnil je 23 vzorcev (24,5 %) vsebovalo prekurzorje nandrolona in testosterona, 64 vzorcev (68,1 %) je vsebovalo le prekurzorje testosterona in 7 vzorcev (7,5 %) le prekurzorje nandrolona (H Geyer idr., 2004).

Vzroki za kontaminacijo prehranskih dopolnil so (H. Geyer idr., 2008; Judkins in Prock, 2012):

- 1. Namerno dodajanje prepovedanih snovi:** dodajanje zdravilne učinkovine z namenom doseganja farmakoloških učinkov, ker je konkurenca med številnimi prehranskimi dopolnili na trgu velika. Tak primer so čaji za hujšanje, ki so kontaminirani s sledovi sibutramina (anorektik, psihostimulans, na LPSP so v kategoriji S6 – Stimulansi) ali dodatki anaboličnih androgenih steroidov v proteinskih napitkih.
- 2. Uporaba kontaminiranih vhodnih snovi:** Podjetja, ki proizvajajo prehranska dopolnila, velikokrat nabavljajo vhodne snovi (osnovne surovine) v različnih predelih sveta. Prav tako tudi pogosto menjujejo proizvajalce glede na ceno. Nekatere od teh snovi niso podvržene potrebnim ukrepom za nadzor kakovosti, ki bi zagotovili ustrezno čistost. Tako lahko te sestavine precej nedolžno privedejo do končnega izdelka s prepovedanimi snovmi, ki niso navedene na oznaki.
- 3. Navzkrižna kontaminacija med proizvodnim procesom:** Nekatera podjetja na svojih proizvodnih linijah proizvajajo različne produkte. Ker je nekatere naprave med različnimi proizvodnjami težko natančno očistiti, lahko pride do nenamerne navzkrižne kontaminacije. V podjetjih, ki se ukvarjajo s pripravo različnih produktov, so med proizvodnimi procesi merili kontaminacijo s steroidi in/ali stimulansi. Ugotovili so prepovedane snovi v sledih (zelo nizki odmerki) na 12–85 % naprav, čeprav je imela večina teh podjetij vpeljano dobro proizvodno prakso (angl. *good manufacturing practice, GMP*). Pogostost navzkrižne kontaminacije je večja pri določenih farmacevtskih oblikah, kot so kapsule ali tablete, zaradi težavnega čiščenja aparatur.

Nasprotne analitične najdbe v vzorcih športnika zaradi zaužitja kontaminiranega prehranskega dopolnila

Nizka vsebnost prepovedanih snovi v kontaminiranem prehranskem dopolnilu ne pomeni, da bo športnik imel direktne farmakološke učinke na izboljšanje telesnih zmogljivosti, t. i. pozitivni ergogeni učinek. Vendar je po načelu striktno individualne odgovornosti prisotnost prepovedanih snovi in/ali njihovih metabolitov v bioloških vzorcih obravnavana kot kršitev protidopinskih pravil,

saj so lahko te vrednosti tudi pokazatelj, da je športnik zaužil večji odmerek prepovedane snovi nekaj dni/tednov nazaj. Ocenjuje se, da je 6,4 %–8,8 % vseh pozitivnih analitičnih najdb v vrhunskem športu posledica uporabe kontaminiranih prehranskih dopolnil (Outram in Stewart, 2015).

Detekcijske metode za anabolične steroide, njihove prekurzorje in stimulanse, ki jih uporabljajo WADA-akreditirani laboratoriji, so zelo občutljive z nizkimi mejami detekcije in kvantifikacije v območju ng/ml v urinu (npr. metaboliti nandrolona se zaznajo v urinu pri koncentracijah < 2 ng/ml) (van der Merwe in Grobbelaar, 2005). Ker ni moč razlikovati med namernim dopingom (npr. večji odmerek za izboljšanje telesnih sposobnosti nekaj dni/tednov nazaj) in nenamernim dopingom (npr. kontaminacija prehranskega dopolnila v nizkih odmerkih brez učinka za izboljšanje telesnih sposobnosti, ki je bil zaužit pred nekaj urami/dnevi), je zelo pomembno, da se športniki te nevarnosti zavedajo. V raziskavi je 18 zdravih prostovoljcev zaužilo prehransko dopolnilo, ki je bilo kontaminirano z 10 µg odmerkom 19-norandrostendionoma, ta pa je prekurzor nandrolona (anabolični androgeni steroid). Ugotovili so, da bi bili vsi pozitivni na kontroli dopinga v roku 2 ur po zaužitju, nekateri tudi po 8 urah po zaužitju (Watson, Judkins, Houghton, Russell in Maughan, 2009). Vse vrednosti so se 10 ur po zaužitju vrnile pod detekcijsko mejo, ki bi pomenila pozitiven rezultat na kontroli dopinga. V podobni raziskavi so pokazali, da lahko že 10 µg 19-norandrostendionoma povzroči pozitiven rezultat v obdobju 6 ur po zaužitju (Catlin idr., 2000).

Raziskava na prostovoljcih, v kateri so uporabili dejanska prehranska dopolnila s tržišč, za katera so predhodno dokazali kontaminacijo s sledovi anaboličnih androgenih steroidov (nekaj µg količine/kapsulo), je pokazala, da je bil pri nekaterih rezultat nad odloči-

tveno mejo tudi do 36 ur po zaužitju prehranskega dopolnila. Vsi posamezniki so bili pozitivni 8–12 ur po zaužitju (van der Merwe in Grobbelaar, 2005).

Ukrepi za preprečevanje zaužitja kontaminiranega prehranskega dopolnila

Vse protidopinške organizacije športnikom svetujejo, da naj prehranskih dopolnil zaradi tveganja nenamernega dopinga ne uporabljajo. Pomembno je, da se športnike in ostale izobrazijo o teh nevarnostih. V eni raziskavi je samo 36 % športnikov vedelo, da so lahko prehranska dopolnila kontaminirana s snovmi, ki so prepovedane v športu (Braun idr., 2009). Nadalje je pomembno, da se športniki zavedajo, da je v večini primerov moč doseči ustrezen vnos hranil in tekočine s pomočjo specialne diete, ki jo lahko športniku individualno prilagodi strokovnjak za športno prehrano. V primeru, da športnik vztraja pri vnašanju določenih hranil s pomočjo prehranskih dopolnil, mu ostane možnost, da prehransko dopolnilo pošlje v privatni laboratorij na analizo. Tak način omogoča absolutno varnost, vendar so žal te analize drage, zato to počnejo le nekateri vrhunski športniki. Druga možnost je uporaba javno dostopnih informacij na spletnih portalih, ki objavljajo sezname kontaminiranih prehranskih dopolnil in sezname tistih, ki niso kontaminirani. Tak način omogoča relativno varnost, saj tveganje ostaja, vendar je dostop do podatkov zastoj (de Hon in Coumans, 2007).

Testiranja prehranskih dopolnil na trgu s strani privatnih laboratorijev, ki izpolnjujejo primerne standarde (ISO 17025), omogočajo relativno varnost športnikom, hkrati pa pozitivno vplivajo tudi na podjetja, ki postanejo aktivna pri zagotavljanju ustreznosti kakovosti. Podjetja, ki svoje proizvode redno testirajo, znižajo delež kontaminiranih prehranskih dopolnil na trgu tudi do < 1 % v nekaj letih

Tabela 1

Seznam podatkovnih baz tistih organizacij, ki testirajo prehranska dopolnila na prisotnost anaboličnih androgenih steroidov, njihovih prekurzorjev in stimulansov

Spletni portal	Kratek opis	Povezava (URL)
NSF Certified for Sport™	Vsebuje seznam vseh prehranskih dopolnil, ki so bila testirana v njihovem laboratoriju in imajo na svoji embalaži tudi njihov logo. trg: ZDA in Kanada	http://www.nsfport.com/
Supplement 411 - USADA: High Risk Dietary Supplement List	Vsebuje seznam vseh prehranskih dopolnil, ki so bila testirana na vsebnost prepovedanih snovi (anabolični androgeni steroidi in stimulanse). trg: ZDA in Kanada	http://www.usada.org/supplement411/high-risk-list
Kölner Liste = Cologne List	Za spletni portal skrbi Olimpijski center Rhineland. Laboratoriji so v okviru raziskovalnega inštituta "Center for Preventive Doping Research, German Sport University Cologne". Vsebuje seznam vseh prehranskih dopolnil, ki so jih testirali na vsebnost anaboličnih androgenih steroidov in stimulansov. Vključuje tudi določene prehranske dopolnila, ki jih najdemo na slovenskem trgu. trg: Nemčija in ostale evropske države	http://www.koelnerliste.com/en/koelner-liste.html
NZVT database	Za spletni portal skrbi Nizozemska anti-doping organizacija v sodelovanju s partnerji. Vsebuje seznam vseh prehranskih dopolnil, ki so jih testirali na vsebnost anaboličnih androgenih steroidov in stimulansov. trg: Nizozemska in ostale evropske države	http://antidoping.nl/nzvt
Informed-Sport	Za spletni portal skrbi organizacija LGC Group (HFL Sports Science). Vsebuje seznam vseh prehranskih dopolnil, ki so bila testirana v njihovem laboratoriju in imajo na svoji embalaži tudi njihov logo.	http://www.informed-sport.com/

(Judkins in Prock, 2012). To lahko za končnega uporabnika pomeni, da se tveganje za uživanje kontaminiranega prehranskega dopolnila iz 20 % spusti na manj kot 1 %.

Kot preventivni ukrep se športnikom svetuje, da naj uporabijo zbirke podatkov, kjer so javno objavljeni rezultati naključnih analiz prehranskih dopolnil na prisotnost anaboličnih androgenih steroidov ter njihovih prekurzorjev in na prisotnost stimulansov (Tabela 2). Zaradi velikega obsega trga je nemogoče pričakovati, da bi bila vsa prehranska dopolnila testirana. Prav tako je problem, da nekatera manjša podjetja ne označujejo proizvodne serije (angl. *lot number*) na svojih produktih, kar onemogoča sledenje in umik kontaminiranih serij produktov. Večina podjetij se ne odloča, da bi svoje izdelke pošiljala na testiranja v akreditirane laboratorije, ker to za njih predstavlja strošek. Vendar določena podjetja investirajo v ta neodvisni nadzor kakovosti z namenom, da bi njihove izdelke kupili športniki, ki se zavedajo nevarnosti uporabe prehranskih dopolnil.

■ Nevarnost zaužitja kontaminirane hrane ali pijače

Do pozitivnega rezultata na dopiškem testiranju lahko pride tudi zaradi zaužitja kontaminirane prehrane oziroma posameznih živil, ki vsebujejo prepovedane aktivne učinkovine iz LPSP. Slednje izvirajo iz vzreje živali in/ali kasnejše obdelave živil (Blasco, Van Poucke in Van Peteghem, 2007; Peters, Bolck, Rutgers, Stolker in Nielen, 2009).

Klenbuterol in anabolni androgeni steroidi v živalskem mesu

Uporaba anaboličnih steroidov za vzpodbujanje telesne mase živine je v Evropski uniji v celoti prepovedana. Kljub natančni regulativi vedno obstaja možnost nezakonite uporabe anaboličnih steroidov, kar pripelje do prisotnosti ostankov hormonov v živalskih proizvodih (Stephany, 2001). Na splošno so pospeševalci rasti (npr. anabolični steroidi in ostali hormoni) v večini tkiv živali prisotni v zelo nizkih koncentracijah. Večja koncentracija le-teh je v jetrih, ledvicah in črevesju (Yonamine idr., 2004). Prisotnost teh snovi v mesu lahko privede do nenamernega zaužitja v majhnih količinah. Posledično bi lahko bili športniki, ki so zaužili takšno meso, pozitivni na kontroli dopinga. Tveganje se poveča ob večkratni aplikaciji, torej ob rednem uživanju kontaminiranega mesa.

Dejavniki, ki vplivajo na možnost pozitivnega rezultata, so:

- količina zaužitega mesa,
- tip zaužitega tkiva (meso, jetra, ledvice, črevesje itd.) in
- na kakšen način so živali prejemale anabolične agense.

V raziskavi, kjer so prostovoljci jedli piščančje meso živali, ki so prejemale metenolon (anabolični androgeni steroid), so ugotovili, da so bili vsi urinski vzorci negativni v primeru peroralne krme. Pozitivnih pa je bilo kar 50 % vseh urinskih vzorcev, zbranih 24 ur po zaužitju mesa živali, ki so prejemale intramuskularno aplikacijo (Kicman idr., 1994).

V letih 2010 in 2013 se je pojavilo več nerazložljivih primerov dopinga s klenbuterolom pri športnikih v namiznem tenisu, nogometu in kolesarstvu. Klenbuterol je β_2 -adrenergični agonist in se ponekod v kliniki uporablja kot bronhodilatator, vendar ima hkrati

tudi izrazito anabolično (hipertrofija skeletnih mišic) in lipolitično delovanje (zmanjševanje telesnih maščob) (Prather, Brown, North in Wilson, 1995). Prav zato se v vrhunskem športu pogosto uporablja kot doping, hkrati pa je zaradi enakih farmakodinamičnih lastnosti zanimiv tudi za živinorejce (Prezelj, Obreza in Pecar, 2003). Slednje predstavlja veliko tveganje za nenamerni doping, saj je danes moč zaznati zelo nizke koncentracije klenbuterola v urinskih vzorcih (Yang idr., 2013). V zadnjem času se prav zato opravlja veliko študij farmakokinetike in presnove klenbuterola, da bi razvili potrjeno metodo, ki bi omogočila razlikovanje med klenbuterolom, ki izvira iz zdravila (namerni doping), in tistim, ki izvira iz zaužitega mesa (nenamerni doping) (Thevis, Thomas idr., 2013).

Najbolj nazoren primer nenamernega dopinga zaradi uživanja mesa, kontaminiranega s klenbuterolom, se je zgodil na svetovnem prvenstvu v nogometu za kategorijo mladincev, mlajših od 17 let, v Mehiki leta 2011 (Thevis, Geyer idr., 2013). Od skupno 208 odvzetih urinskih vzorcev na kontrolah dopinga jih je bilo 109 pozitivnih (52 %) na prisotnost klenbuterola. Zato so v nadaljevanju opravili tudi odvzeme mesnih vzorcev v hotelih, kjer so bivale ekipe, in ugotovili prisotnost klenbuterola v 14 od 47 vzorcev mesa (30 %). Na celotnem prvenstvu je bilo samo 5 od 24 ekip, ki niso imele klenbuterola v nobenem izmed odvzetih urinskih vzorcev. Odločitev je bila, da je najbolj verjeten vzrok za prisotnost klenbuterola pri športnikih prehrana s kontaminiranim mesom, zato so se odločili, da športnikov ne bodo sankcionirali (Thevis, Geyer idr., 2013).

Zgoraj omenjene študije podpirajo hipotezo, da lahko uporaba mesa živali, tretiranih z anaboličnimi učinkovinami (anabolični androgeni steroidi, klenbuterol ipd.), ki so na LPSP uvrščene v kategorijo S1 – Anabolični agensi, vodi do pozitivnih rezultatov pri analizah vzorcev urina. Uporaba prepovedanih snovi v živinoreji je bolj pogosta v določenih državah. V raziskavi na Kitajskem so dokazali prisotnost klenbuterola v mesu pri 79 % vseh odvzetih vzorcev, čeprav je uporaba klenbuterola uradno prepovedana (Guddat idr., 2012). Zato WADA in nekatere mednarodne panožne zveze opozarjajo svoje športnike, da se naj med potovanjem ali bivanjem v Mehiki in na Kitajskem v celoti izogibajo uživanju mesa zaradi nevarnosti nenamernega zaužitja klenbuterola.

Makova semena (morfin) v kruhu ali pecivu

Uživanje peciva ali kruha, pripravljenega iz maka, je po svetu popularno. Makova semena vsebujejo dva alkaloida: kodein in morfin. Raziskave so pokazale, da uživanje hrane iz makovih semen pripelje do prisotnosti morfina v urinskih vzorcih, ki je na LPSP uvrščen v kategorijo S7 – Narkotiki (Smith idr., 2014). Meja za pozitiven dopiški test je za prisotnost morfina postavljena nad 1300 $\mu\text{g/l}$ v urinu (WADA, 2019).

V raziskavi, kjer so preiskovanci zaužili torto, pripravljeno iz makovih semen, je bila največja izmerjena koncentracija morfina v urinu 302 $\mu\text{g/l}$ (Meadway, George in Braithwaite, 1998). V drugi raziskavi, kjer so preiskovanci zaužili 3 zavitke iz makovih semen (zavitek je vseboval 2 g makovih semen, 108 μg morfina/g semen), so bile največje urinske vrednosti za morfin do 1000 $\mu\text{g/l}$ (elSohly, elSohly in Stanford, 1990). V isti raziskavi je en izmed preiskovancev zaužil 15 g makovih semen in je imel največjo izmerjeno koncentracijo morfina v urinu 2010 $\mu\text{g/l}$ (9 ur po zaužitju). Koncentracija je padla pod 300 $\mu\text{g/l}$ 28 ur po zaužitju (elSohly idr., 1990).

Uživanje makovih semen lahko v redkih primerih pripelje do pozitivnega rezultata, kadar vrednost morfina v urinu preseže odločitveno mejo (1300 µg/l), zato je potrebna previdnost pri uživanju makovega peciva.

Konopljinolje v prehranskih izdelkih

Kanabinoidi so na LPSP uvrščeni v kategorijo S8 – Kanabinoidi. Izdelki iz konoplje (*Cannabis sativa*) so v nekaterih državah popularni tudi v jedeh, in sicer v obliki peciva (angl. *brownies*, *cookies*), konopljinolne torte, olja iz konopljinih semen, konopljinolnega čaja ali konopljinolnega piva (Fortner, Fogerson, Lindman, Iversen in Armbruster, 1997; Zoller, Rhyn in Zimmerli, 2000). Športnik lahko te izdelke zaužije zavedno ali nezavedno.

Preiskovanci, ki so v raziskavi zaužili pecivo z marihuano (*brownies*) z ekvivalentom 1–2 cigaret marihuane (2,8 % THC), so imeli najvišje vrednosti za karboksi-THC v urinu med 108–436 ng/ml (Cone, Johnson, Paul, Mell in Mitchell, 1988). Odločitvena meja za pozitivni primer kršitve protidopinških pravil je definirana nad 175 ng/ml karboksi-THC v urinu (WADA, 2019).

V drugi raziskavi so prostovoljci zaužili konopljinolje v predvidenem dnevnem odmerku (vsebnost THC 0,17–1,77 mg/dan). Njihove najvišje izmerjene vrednosti karboksi-THC v urinu so bile 1,8–48,7 mg/ml (Bosy in Cole, 2000). V raziskavi, kjer so preučevali kronično uživanje konopljinolnega olja (v dnevnem odmerku 0,09–0,6 mg), so izmerili najvišjo vrednost karboksi-THC v urinu 5,2 ng/ml (Leson, Pless, Grotenhermen, Kalant in ElSohly, 2001). Torej uživanje konopljinolnega olja v predvidenih dnevni odmerkih ne povzroči vsebnosti karboksi-THC v urinu, ki bi prekoračila predvideno odločitveno mejo. Obstaja pa problem, da je težko kontrolirati vnos THC preko konopljinolnega olja, saj imajo različni produkti različne vsebnosti THC. V primeru večjega vnosa THC, podobno kot v primeru različnih peciv, je športnik lahko pozitiven na kontroli dopinga.

V zadnjem času je zelo razširjena uporaba kanabidiola (CBD), ki sicer ni prepovedan v športu, saj ni uvrščen na LPSP. Problem za športnike pa je, ker veliko produktov vsebuje tudi nezanemarljive količine THC – v eni raziskavi so ugotovili, da je 36 % vseh komercialnih CBD olj vsebovalo THC (Lachenmeier idr., 2019). Nekateri produkti so imeli visoke vsebnosti, kar lahko privede do pozitivnega dopinškega testa (Lachenmeier in Diel, 2019).

Stimulansi v zeliščnih čajih

Določeni čaji iz Azije lahko vsebujejo večje količine efedrina. Tak primer so pripravki iz rastline *Ephedra sinica* (kitajsko *Ma-Huang*), ki se uporabljajo v prehranskih dopolnilih in čajih za hujšanje (Abou-rashed, El-Alfy, Khan in Walker, 2003). *Ephedra* alkaloidi, kot so efedrin, psevdoefedrin, metilefedrin, norpsevdoefedrin in norefedrin, so uvrščeni na LPSP v kategorijo S6 – Stimulansi.

Določeni čaji iz Južne Amerike (Peru, Bolivija) lahko vsebujejo liste koke, in sicer lahko določeni tipični pripravki (1 g rastlinskega materiala/čajno vrečko) vsebujejo okoli 5 mg kokaina (Jenkins, Llosa, Montoya in Cone, 1996). Po zaužitju skodelice takšnega čaja so v urinu prisotni metaboliti kokaina (npr. benzoilekgonin) vsaj 20 ur po zaužitju (Jenkins idr., 1996). V primeru, da bi športnik zaužil tak čaj dan pred tekmovanjem, bi bil zanesljivo pozitiven na kontroli dopinga. Kokain je na tekmovanjih prepovedan in je uvrščen na LPSP v kategorijo S6 – Stimulansi.

Dodatni preventivni ukrepi na potovanjih in bivanju v hotelih

V širšem smislu lahko v to skupino prištevamo tudi namerne kontaminacije hrane in/ali športnih pijač z namenom pozitivnega dopinškega rezultata s strani konkurence, kar sicer spada med kriminalna dejanja. Zato so številni vrhunski športniki zelo previdni pri uživanju hrane in imajo lastne kuharje, ki nabavljajo hrano preverjenega izvora. Previdnost je potrebna tudi pri uživanju športnih pijač. Potrebna je dosledna uporaba lastnih napitkov ali ustekleničenih pijač, ki jih športnik ne vzame iz rok drugega športnika, tujega trenerja ali obiskovalca športne prireditve. V tem primeru so še posebej nevarne snovi, ki jih je preprosto detektirati in tako odkriti zlorabe dopinga za daljše obdobje nazaj. Takšne snovi so določeni anabolični steroidi, katerih presnovke je moč odkriti tudi več tednov po zaužitju (H. Geyer, Schanzer in Thevis, 2014).

■ Nevarnosti pasivne inhalacije prepovedanih snovi

Športnik je lahko v določenih socialnih situacijah izpostavljen dimu različnih psihostimulativnih učinkovin. V primeru detekcije v urinu ni mogoče ločiti, ali je snov prišla v telo aktivno kot namenska aplikacija psihoaktivnih snovi ali pasivno. Dejavniki, ki vplivajo na pasivno inhalacijo, so:

- velikost in ventilacija prostora,
- čas izpostavljenosti in
- koncentracija psihoaktivnih snovi v zraku.

Pasivna inhalacija kanabinoidov

Kanabinoidi so na LPSP uvrščeni v kategorijo S8 – Kanabinoidi, ki vključuje tako naravne kanabinoide (npr. kanabis, hašiš, marihuana) kot tudi sintetične kanabimimetike. Pozitivni primer kršenja dopinga temelji na detekciji glavnega presnovka tetrahidrokanabinola (THC), to je delta-9-tetrahidrokanabinola-9-karboksilne kisline (karboksi-THC) v urinu. Odločitvena meja se je v letu 2013 iz > 15 ng/ml zvišala na > 175 ng/ml (WADA, 2019).

Z namenom, da se ugotovi obseg pasivnega vdihavanja kanabinoidov, je bilo opravljenih več raziskav. V študiji, kjer je 8 posameznikov pokadilo vsak po 4 cigarete z vsebnostjo 27 mg THC/cigareto, so bili v manjši sobi brez ventilacije prisotni 3 preiskovanci. Urinske vrednosti THC so bile pri preiskovancih < 10 ng/ml (Mule, Lomax in Gross, 1988). V drugi študiji so bili preiskovanci v avtomobilu, kjer so vdihovali dim marihuane in hašiša (pomešano s tobačnimi cigaretami) v ekvivalentu 90 mg THC. V poskusu, kjer je bil uporabljen dim iz hašiša, THC v urinu ob pasivni inhalaciji pri preiskovancih niso zaznali. V istem poskusu pa so pri dimu iz marihuane urinske vrednosti znašale 14–30 ng/ml (Morland idr., 1985). Prav tako so izvedli preiskavo kronične pasivne izpostavljenosti dimu cigaret marihuane z 2,8 % vsebnostjo THC. V seriji poskusov, kjer so bili posamezniki 1 uro dnevno, šest dni zapored v nezračeni manjši sobi izpostavljeni dimu iz 16 marihuanskih cigaret, so bile povprečne dnevne vrednosti za THC v plazmi v območju 2,4–7,4 ng/ml, maksimalna vrednost pa je dosegla 18,8 ng/ml brez trendov akumulacije (Cone in Johnson, 1986).

Omenjene raziskave so pokazale, da je možno, da ima posameznik v urinu zaznavne količine THC v primeru ostrih pogojev pasivne

izpostavljenosti dimu marihuane. Vendar pa je v skladu z novim WADA tehničnim dokumentom, kjer morajo vrednosti za karbo-ksi-THC presežati 175 ng/ml, malo verjetno, da bi bil pozitiven rezultat posledica realnih pogojev pasivne izpostavljenosti dimu (nenamernega dopinga).

Ostale oblike pasivne inhalacije v socialnem okolju

Športniki so lahko izpostavljeni tudi dimu hlapne oblike kokaina, ki je znana kot »crack kokain« (kokainska baza, ki se lahko kadi). Visoka hlapnost te oblike omogoča, da se ga lahko kadi v pipah. Pasivna izpostavljenost je možna preko inhalacije dima, hlapov ali izdihanega zraka kadilca. Ostale možnosti so tudi inhalacija prahu, transdermalna absorpcija ali akcidentalna oralna zaužitev. V raziskavi, kjer so 6 zdravih prostovoljcev izpostavili 100 in 200 mg hlapov kokainske baze v nezračeni manjši sobi, so ugotovili, da je bila koncentracija benzoilekgonina (glavni presnovek kokaina) 22–123 µg/l (Cone, Youssefnejad, Hillsgrove, Holicky in Darwin, 1995). Tudi v drugem delu raziskave, kjer so bili preiskovanci za 4 ure izpostavljeni v neposredno bližino kadilcev »crack kokaina«, so uspeli zaznati do 6 µg/l benzoilekgonina (Cone idr., 1995). Torej v ostrih pogojih izpostavljenosti dimu »crack kokaina« je športnik lahko testiran pozitivno na prisotnost kokaina. Kokain je prepovedan na tekmovanjih in je uvrščen na LPSP v kategorijo S6 – Stimulansi.

V socialnem okolju je lahko športnik izpostavljen tudi pasivni inhalaciji dima kristalnega metamfetamina (poznan tudi pod imenom »ice«), ki se dobro absorbira ob kajenju/inhalaciji ali intranazalni aplikaciji in je razširjen tudi v Evropi (Griffiths, Mravcik, Lopez in Klempova, 2008; Harris idr., 2003). Metamfetamin je uvrščen na LPSP v kategorijo S6 – Stimulansi.

■ Nevarnost neustrezne rabe zdravil v prosti prodaji

Pomembno je vedeti, da lahko zdravila poleg glavne aktivne učinkovine, ki ni prepovedana, vsebujejo tudi druge učinkovine, ki pa so lahko na LPSP. Za ilustracijo si pogledajmo dva pogosta primera iz vsakdanje prakse:

- Aspirin® (acetilsalicilna kislina) in Aspirin Complex® (acetilsalicilna kislina in psevdoefedrin) ter
- Claritine® (loratadin) in Claritine-Kombo® (loratadin in psevdoefedrin).

Tako acetilsalicilna kislina, ki je nesteroidna protivnetna učinkovina, kot tudi loratadin, ki je antihistaminik, nista na LPSP in sta pogosti zdravilni učinkovini v številnih zdravilih brez recepta. Medtem pa je psevdoefedrin, ki je prisoten v zgoraj omenjenih zdravilih, uvrščen na LPSP v kategorijo S6 – Stimulansi. Psevdoefedrin se pogosto doda osnovni zdravilni učinkovini zaradi svojega dekonjestivnega delovanja na nosno sluznico, kar olajša dihanje preko nosu pri virusnih ali alergijskih rinitisih (Deckx, De Sutter, Guo, Mir in van Driel, 2016). Psevdoefedrin je v športu prepovedan, ker ima psihostimulativno delovanje (Thevis, Sigmund, Geyer in Schanzer, 2010). Določene raziskave so pokazale pomemben vpliv na izboljšanje telesnih sposobnosti (Hodges, Hancock, Currell, Hamilton in Jeukendrup, 2006), medtem ko so rezultati drugih pokazali, da je izboljšanje sposobnost manjše, podobno kot pri zaužitju kofeina (Gheorghiev, Hosseini, Moran in Cooper, 2018). Velikokrat lahko pride do napake, ker so poimenovanja zdravil zelo podobna. S tem namenom ozaveščanja v Tabeli 2 prikazujem vsa zdravila v prosti prodaji (izdaja brez recepta), ki vsebujejo psevdoefedrin in so v letu 2020 registrirana v Republiki Sloveniji.

■ Zaključek

Analizne metode za odkrivanje prepovedanih snovi se nenehno izboljšujejo, kar pomeni, da se detekcijski prag za odkritje prepovedane zdravilne učinkovine in njenih presnovkov znižuje. To po eni strani pomeni napredek v boju proti zlorabi zdravilnih učinkovin, ki jih je moč odkriti dlje časa po zaužitju, hkrati pa to tudi pomeni, da se možnost za odkritje nenamernega dopinga povečuje. Športnik je po načelu striktnosti odgovornosti v skladu s Svetovnim kodeksom za boj proti dopingom s strani WADA odgovoren za vse snovi, ki jih zaužije. Ustrezno izobražen in informiran športnik lahko zmanjša verjetnost za nenamerni doping.

Tabela 2

Pregled zdravil, ki se izdajajo brez recepta in vsebujejo prepovedano zdravilno učinkovino psevdoefedrin, ki je na LPSP uvrščena v kategorijo S6. Stimulansi

Ime zdravila, ki vsebuje psevdoefedrin	Ostale zdravilne učinkovine (poleg psevdoefedrina)	Ime analognega zdravila, ki ne vsebuje psevdoefedrina
Aspirin Complex®	acetilsalicilna kislina	Aspirin®
Claritine-Kombo®	loratadin	Claritine®
Daleron COLD3®	paracetamol, dekstrometorfan	Daleron®
Cafcold®	paracetamol	–
Olytabs®	ibuprofen	–
PLIVAMED®	paracetamol, vitamin C	–
Acetilsalicilna kislina/psevdoefedrin (zrnca za peroralno suspenzijo)	acetilsalicilna kislina	–

V Tabeli 2 je zapisano ime zdravila, glavna zdravilna učinkovina in ime analognega zdravila od istega proizvajalca, ki ne vsebuje psevdoefedrina. V primeru, da gre za zdravljenje vrhunškega športnika, je potrebno pri zdravljenju uporabiti zdravilo, ki ne vsebuje psevdoefedrila.

Literatura

- Abourashed, E. A., El-Alfy, A. T., Khan, I. A. in Walker, L. (2003). Ephedra in perspective--a current review. *Phytother Res*, 17(7), 703–712. doi:10.1002/ptr.1337
- Amos, A. (2008). Inadvertent Doping and the WADA Code: Can Athletes with a Cold Now Breathe Easy? *Bond Law Review*, 19(1).
- Ayotte, C., Levesque, J. F., Cle roux, M., Lajeunesse, A., Goudreault, D. in Fakirian, A. (2001). Sport nutritional supplements: quality and doping controls. *Can J Appl Physiol*, 26 Suppl, S120–129. doi:10.1139/h2001-047
- Binns, C. W., Lee, M. K. in Lee, A. H. (2018). Problems and Prospects: Public Health Regulation of Dietary Supplements. *Annu Rev Public Health*, 39, 403–420. doi:10.1146/annurev-publhealth-040617-013638
- Blasco, C., Van Poucke, C. in Van Peteghem, C. (2007). Analysis of meat samples for anabolic steroids residues by liquid chromatography/tandem mass spectrometry. *J Chromatogr A*, 1154(1-2), 230–239. doi:10.1016/j.chroma.2007.03.090
- Bosy, T. Z. in Cole, K. A. (2000). Consumption and quantitation of delta9-tetrahydrocannabinol in commercially available hemp seed oil products. *J Anal Toxicol*, 24(7), 562–566. doi:10.1093/jat/24.7.562
- Braun, H., Koehler, K., Geyer, H., Kleiner, J., Mester, J. in Schänzer, W. (2009). Dietary supplement use among elite young German athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 19(1), 97–109. Retrieved from <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmedinamp;id=19403956inamp;retmode=refinamp;cmd=prlinks>
- Catlin, D. H., Leder, B. Z., Ahrens, B., Starcevic, B., Hatton, C. K., Green, G. A. in Finkelstein, J. S. (2000). Trace contamination of over-the-counter androstenedione and positive urine test results for a nandrolone metabolite. *JAMA : the journal of the American Medical Association*, 284(20), 2618–2621. Retrieved from <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmedinamp;id=11086369inamp;retmode=refinamp;cmd=prlinks>
- Cone, E. J. in Johnson, R. E. (1986). Contact highs and urinary cannabinoid excretion after passive exposure to marijuana smoke. *Clin Pharmacol Ther*, 40(3), 247–256. doi:10.1038/clpt.1986.171
- Cone, E. J., Johnson, R. E., Paul, B. D., Mell, L. D. in Mitchell, J. (1988). Marijuana-laced brownies: behavioral effects, physiologic effects, and urinalysis in humans following ingestion. *J Anal Toxicol*, 12(4), 169–175. doi:10.1093/jat/12.4.169
- Cone, E. J., Yousefnejad, D., Hillsgrrove, M. J., Holicky, B. in Darwin, W. D. (1995). Passive inhalation of cocaine. *J Anal Toxicol*, 19(6), 399–411. doi:10.1093/jat/19.6.399
- de Hon, O. in Coumans, B. (2007). The continuing story of nutritional supplements and doping infractions. *Br J Sports Med*, 41(11), 800–805; discussion 805. doi:10.1136/bjism.2007.037226
- Deckx, L., De Sutter, A. I., Guo, L., Mir, N. A. in van Driel, M. L. (2016). Nasal decongestants in monotherapy for the common cold. *Cochrane Database Syst Rev*, 10, CD009612. doi:10.1002/14651858.CD009612.pub2
- Dietz, P., Ulrich, R., Niess, A., Best, R., Simon, P. in Striegel, H. (2014). Prediction Profiles for Nutritional Supplement Use Among Young German Elite Athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. doi:10.1123/ijns.2014-0009
- elSohly, H. N., elSohly, M. A. in Stanford, D. F. (1990). Poppy seed ingestion and opiates urinalysis: a closer look. *J Anal Toxicol*, 14(5), 308–310. doi:10.1093/jat/14.5.308
- Fortner, N., Fogerson, R., Lindman, D., Iversen, T. in Armbruster, D. (1997). Marijuana-positive urine test results from consumption of hemp seeds in food products. *J Anal Toxicol*, 21(6), 476–481. doi:10.1093/jat/21.6.476
- Geyer, H., Parr, M. K., Koehler, K., Mareck, U., Schanzer, W. in Thevis, M. (2008). Nutritional supplements cross-contaminated and faked with doping substances. *J Mass Spectrom*, 43(7), 892–902. doi:10.1002/jms.1452
- Geyer, H., Parr, M. K., Mareck, U., Reinhart, U., Schrader, Y. in Schänzer, W. (2004). Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic-androgenic steroids - results of an international study. *International Journal Of Sports Medicine*, 25(2), 124–129. doi:10.1055/s-2004-819955
- Geyer, H., Schanzer, W. in Thevis, M. (2014). Anabolic agents: recent strategies for their detection and protection from inadvertent doping. *Br J Sports Med*, 48(10), 820–826. doi:10.1136/bjsports-2014-093526
- Gheorghiev, M. D., Hosseini, F., Moran, J. in Cooper, C. E. (2018). Effects of pseudoephedrine on parameters affecting exercise performance: a meta-analysis. *Sports Med Open*, 4(1), 44. doi:10.1186/s40798-018-0159-7
- Griffiths, P., Mravcik, V., Lopez, D. in Klempova, D. (2008). Quite a lot of smoke but very limited fire--the use of methamphetamine in Europe. *Drug Alcohol Rev*, 27(3), 236–242. doi:10.1080/09595230801932588
- Guddat, S., Fussholler, G., Geyer, H., Thomas, A., Braun, H., Haenelt, N., . . . Schanzer, W. (2012). Clenbuterol - regional food contamination a possible source for inadvertent doping in sports. *Drug Test Anal*, 4(6), 534–538. doi:10.1002/dta.1330
- Harel, Z., Harel, S., Wald, R., Mamdani, M. in Bell, C. M. (2013). The frequency and characteristics of dietary supplement recalls in the United States. *JAMA internal medicine*, 173(10), 926–928. doi:10.1001/jama-internmed.2013.379
- Harris, D. S., Boxenbaum, H., Everhart, E. T., Sequeira, G., Mendelson, J. E. in Jones, R. T. (2003). The bioavailability of intranasal and smoked methamphetamine. *Clin Pharmacol Ther*, 74(5), 475–486. doi:10.1016/j.clpt.2003.08.002
- Hodges, K., Hancock, S., Currell, K., Hamilton, B. in Jeukendrup, A. E. (2006). Pseudoephedrine enhances performance in 1500-m runners. *Med Sci Sports Exerc*, 38(2), 329–333. doi:10.1249/01.mss.0000183201.79330.9c
- Jenkins, A. J., Llosa, T., Montoya, I. in Cone, E. J. (1996). Identification and quantitation of alkaloids in coca tea. *Forensic Sci Int*, 77(3), 179–189. doi:10.1016/0379-0738(95)01860-3
- Judkins, C. in Prock, P. (2012). Supplements and inadvertent doping - how big is the risk to athletes. *Med Sport Sci*, 59, 143–152. doi:10.1159/000341970
- Kicman, A. T., Cowan, D. A., Myhre, L., Nilsson, S., Tomten, S. in Oftebro, H. (1994). Effect on sports drug tests of ingesting meat from steroid (methenolone)-treated livestock. *Clin Chem*, 40(11 Pt 1), 2084–2087. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7955383>
- Lachenmeier, D. W. in Diel, P. (2019). A Warning against the Negligent Use of Cannabidiol in Professional and Amateur Athletes. *Sports (Basel)*, 7(12). doi:10.3390/sports7120251
- Lachenmeier, D. W., Habel, S., Fischer, B., Herbi, F., Zerbe, Y., Bock, V., . . . Sproll, C. (2019). Are side effects of cannabidiol (CBD) products caused by tetrahydrocannabinol (THC) contamination? *F1000Res*, 8, 1394. doi:10.12688/f1000research.19931.2
- Leson, G., Pless, P., Grotenhermen, F., Kalant, H. in ElSohly, M. A. (2001). Evaluating the impact of hemp food consumption on workplace drug tests. *J Anal Toxicol*, 25(8), 691–698. doi:10.1093/jat/25.8.691
- Mathews, N. M. (2018). Prohibited Contaminants in Dietary Supplements. *Sports Health*, 10(1), 19–30. doi:10.1177/1941738117727736
- Maughan, R. J. (2005). Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport. *J Sports Sci*, 23(9), 883–889. doi:10.1080/02640410400023258
- Maughan, R. J., Greenhaff, P. L. in Hespel, P. (2011). Dietary supplements for athletes: emerging trends and recurring themes. *Journal of sports sciences*, 29 Suppl 1, S57–66. doi:10.1080/02640414.2011.587446

36. Meadway, C., George, S. in Braithwaite, R. (1998). Opiate concentrations following the ingestion of poppy seed products--evidence for 'the poppy seed defence'. *Forensic Sci Int*, 96(1), 29–38. doi:10.1016/s0379-0738(98)00107-8
37. Morland, J., Bugge, A., Skuterud, B., Steen, A., Wethe, G. H. in Kjeldsen, T. (1985). Cannabinoids in blood and urine after passive inhalation of Cannabis smoke. *J Forensic Sci*, 30(4), 997–1002. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2999292>
38. Mule, S. J., Lomax, P. in Gross, S. J. (1988). Active and realistic passive marijuana exposure tested by three immunoassays and GC/MS in urine. *J Anal Toxicol*, 12(3), 113–116. doi:10.1093/jat/12.3.113
39. Noble, P. (2017). [Food supplements : Legal requirements, borderline issues and other aspects]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*, 60(3), 260–267. doi:10.1007/s00103-016-2499-0
40. Outram, S. in Stewart, B. (2015). Doping through supplement use: a review of the available empirical data. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 25(1), 54–59. doi:10.1123/ijsnem.2013-0174
41. Peters, R. J., Bolck, Y. J., Rutgers, P., Stolker, A. A. in Nielen, M. W. (2009). Multi-residue screening of veterinary drugs in egg, fish and meat using high-resolution liquid chromatography accurate mass time-of-flight mass spectrometry. *J Chromatogr A*, 1216(46), 8206–8216. doi:10.1016/j.chroma.2009.04.027
42. Prather, I. D., Brown, D. E., North, P. in Wilson, J. R. (1995). Clenbuterol: a substitute for anabolic steroids? *Med Sci Sports Exerc*, 27(8), 1118–1121. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7476054>
43. Prezelj, A., Obreza, A. in Pecar, S. (2003). Abuse of clenbuterol and its detection. *Curr Med Chem*, 10(4), 281–290. doi:10.2174/0929867033368330
44. Smith, M. L., Nichols, D. C., Underwood, P., Fuller, Z., Moser, M. A., LoDico, C., . . . Huestis, M. A. (2014). Morphine and codeine concentrations in human urine following controlled poppy seeds administration of known opiate content. *Forensic Sci Int*, 241, 87–90. doi:10.1016/j.forsciint.2014.04.042
45. Sobal, J. in Marquart, L. F. (1994). Vitamin/mineral supplement use among athletes: a review of the literature. *Int J Sport Nutr*, 4(4), 320–334. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7874149>
46. Somerville, S. J., Lewis, M. in Kuipers, H. (2005). Accidental breaches of the doping regulations in sport: is there a need to improve the education of sportspeople? * Commentary. *British journal of sports medicine*, 39(8), 512–516- discussion 516. doi:10.1136/bjism.2004.013839
47. Stephany, R. W. (2001). Hormones in meat: different approaches in the EU and in the USA. *APMIS Suppl*(103), S357-363; discussion S363–354. doi:10.1111/j.1600-0463.2001.tb05787.x
48. Tandon, S., Bowers, L. D. in Fedoruk, M. N. (2015). Treating the elite athlete: anti-doping information for the health professional. *Mo Med*, 112(2), 122–128. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25958657>
49. Thevis, M., Geyer, L., Geyer, H., Guddat, S., Dvorak, J., Butch, A., . . . Schanzer, W. (2013). Adverse analytical findings with clenbuterol among U-17 soccer players attributed to food contamination issues. *Drug Test Anal*, 5(5), 372–376. doi:10.1002/dta.1471
50. Thevis, M., Kuuranne, T. in Geyer, H. (2020). Annual banned-substance review - Analytical approaches in human sports drug testing. *Drug Test Anal*, 12(1), 7–26. doi:10.1002/dta.2735
51. Thevis, M., Sigmund, G., Geyer, H. in Schanzer, W. (2010). Stimulants and doping in sport. *Endocrinol Metab Clin North Am*, 39(1), 89–105, ix. doi:10.1016/j.ecl.2009.10.011
52. Thevis, M., Thomas, A., Beuck, S., Butch, A., Dvorak, J. in Schanzer, W. (2013). Does the analysis of the enantiomeric composition of clenbuterol in human urine enable the differentiation of illicit clenbuterol administration from food contamination in sports drug testing? *Rapid Commun Mass Spectrom*, 27(4), 507-512. doi:10.1002/rcm.6485
53. Tscholl, P., Alonso, J. M., Dollé, G., Junge, A. in Dvorak, J. (2010). The use of drugs and nutritional supplements in top-level track and field athletes. *The American journal of sports medicine*, 38(1), 133–140. doi:10.1177/0363546509344071
54. Uradni_list_RS. (2013). Pravilnik o prehranskih dopolnilih, Uradni list Republike Slovenije, v skladu z Direktivo 2002/46/ES Evropskega parlamenta in Sveta. Retrieved from <https://www.uradni-list.si/1/content?id=114231>
55. van der Bijl, P. in Tutelyan, V. A. (2013). Dietary supplements containing prohibited substances. *Vopr Pitan*, 82(6), 6–13. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24741950>
56. van der Merwe, P. J. in Grobbelaar, E. (2005). Unintentional doping through the use of contaminated nutritional supplements. *South African medical journal = Suid-Afrikaanse tydskrif vir geneeskunde*, 95(7), 510–511. Retrieved from <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=16156450&retmode=ref&cmd=prlinks>
57. WADA. (2014). 2015 World Anti-Doping Code. Retrieved from <https://wada-main-prod.s3.amazonaws.com/resources/files/wada-2015-world-anti-doping-code.pdf>
58. WADA. (2019). Decision Limits for the Confirmatory Quantification of Threshold Substances. Retrieved from https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/td2019dl_v2_final.bpdf
59. Watson, P., Judkins, C., Houghton, E. D., Russell, C. in Maughan, R. (2009). Supplement contamination: detection of nandrolone metabolites in urine after administration of small doses of a nandrolone precursor. *Proceedings of the Nutrition Society*, 67(OCE8). doi:10.1017/s0029665108000487
60. Yang, S., Liu, X., Xing, Y., Zhang, D., Wang, S., Wang, X., . . . Zhao, J. (2013). Detection of clenbuterol at trace levels in doping analysis using different gas chromatographic-mass spectrometric techniques. *J Chromatogr Sci*, 51(5), 436–445. doi:10.1093/chromsci/bms160
61. Yonamine, M., Garcia, P. R. in de Moraes Moreau, R. L. (2004). Non-intentional doping in sports. *Sports Med*, 34(11), 697–704. doi:10.2165/00007256-200434110-00001
62. Ziberna, L. (2014). Nenamerni doping v športu. *Med Razgl*, 53(4), 503–526.
63. Zoller, O., Rhyn, P. in Zimmerli, B. (2000). High-performance liquid chromatographic determination of delta9-tetrahydrocannabinol and the corresponding acid in hemp containing foods with special regard to the fluorescence properties of delta9-tetrahydrocannabinol. *J Chromatogr A*, 872(1-2), 101–110. doi:10.1016/s0021-9673(99)01287-x

doc. dr. Lovro Žiberna, mag. farm.

Inštitut za farmakologijo in eksperimentalno toksikologijo,
Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani,
Korytkova 2, SI-1000 Ljubljana
lovro.ziberna@mf.uni-lj.si