

Dopingmiddelen in sportsupplementen

Door: E. Duiven, W. Koert

Samenvatting

Achtergrond - Sportsupplementen kunnen dopingmiddelen bevatten, vaak zonder dat het etiket deze bestanddelen vermeldt. Het gebruik van dergelijke supplementen kan de gezondheid in gevaar brengen, en leiden tot onbedoelde dopingovertredingen bij sporters die dopingcontroles moeten ondergaan. Met dit onderzoek wilden we een beeld krijgen van het voorkomen van in Nederland verkrijgbare en gebruikte dopingmiddelen in een categorie sportsupplementen waarvan onderzoekers aannemen dat die bovengemiddeld vaak doping bevatten.

Onderzoeksmethode - Bij op de Nederlandse markt gerichte webshops kochten we 66 sportsupplementen die volgens de fabrikant de hormoonhuishouding optimaliseren, de spieropbouw versnellen, energie geven of vetverlies vergemakkelijken. Het internationale Laboratory of the Government Chemist (LGC), dat ook fungeert als het analytisch laboratorium voor de Britse overheid, analyseerde deze producten op de aanwezigheid van dopingmiddelen.

Resultaten - 25 van de 66 producten (38%) bevatten niet-aangegeven dopingmiddelen. Bij 3 producten (4.5%) was de aanwezigheid van deze stoffen – de stimulerende middelen oxilofrine, bèta-methylfenethylamine (BMPEA) en N,bèta-dimethylfenethylamine (NBDMPEA) – hoog genoeg om de gezondheid in gevaar te brengen. Bij 4 producten (6%) was het risico op een positieve dopingtest reëel. Naast de al genoemde stimulerende middelen vond het laboratorium het stimulantium 1,3-dimethylbutylamine (DMBA), de bèta-2-agonist higenamine, de bètablokker bisoprolol en een aantal anabole steroïden, waaronder 1,4-androstadiene-3,17-dione (boldion) en 5-androstene-3-bèta,17-aphadiol (17 -AED).

Conclusie - Veel voedingssupplementen die momenteel online worden verkocht, bevatten niet-aangegeven dopingmiddelen. Sommige van deze producten vormen waarschijnlijk een aanzienlijk risico op onbedoelde dopingovertredingen, en kunnen de gezondheid in gevaar brengen.

Background - According to international literature, some sports supplements contain doping agents, often without mentioning these components on the label. The use of such supplements can endanger health and lead to unintended doping violations by athletes who have to undergo doping controls. It is not clear to what extent this problem also occurs in the Netherlands.

Methods - We purchased 66 sports supplements from web shops, targeting the Dutch market, that were designed and claimed to optimize hormone balance, accelerate muscle building, enhance stamina and energy or facilitate fat loss. The International Laboratory of the Government Chemist (LGC), which also acts as the analytical laboratory for the British government, analyzed these products for the presence of multiple classes of doping agents.

Results - 25 of the 66 products (38%) contained undeclared doping agents. In 3 products (4.5%), the concentrations of these substances - the stimulants oxilofrine, beta-methylphenethylamine (BMPEA)



and N, beta-dimethylphenethylamine (NBDMPEA) - were high enough to endanger health immediately. 4 products (6%) contained concentrations of stimulants which might cause of a positive doping test. In addition to the aforementioned stimulants, the LGC found the stimulant 1,3-dimethylbutylamine (DMBA), the beta-2 agonist higenamine, the beta-blocker bisoprolol and a number of anabolic steroids, including 1,4-androstadine-3,17-dione (boldione) and 5-androstene-3-beta, 17-apha-diol (17 -AED).

Conclusion - Many dietary supplements that are currently being sold online contain undeclared doping agents. Some of these products are likely to and may endanger health and pose a significant risk of unintended doping violations.

Trefwoorden: voedingssupplementen, sportsupplementen, doping
Key words: dietary supplements, sports supplements, doping

Inleiding

In 2016 publiceerden Nederlandse onderzoekers een studie, waaruit bleek dat iets meer dan 60 procent van de Nederlandse bevolking supplementen gebruikt.¹ Onder sporters is het gebruik van supplementen nog hoger. In een recente Nederlandse studie zei 85 procent van de sporters de afgelopen maand één of meer supplementen te hebben gebruikt.²

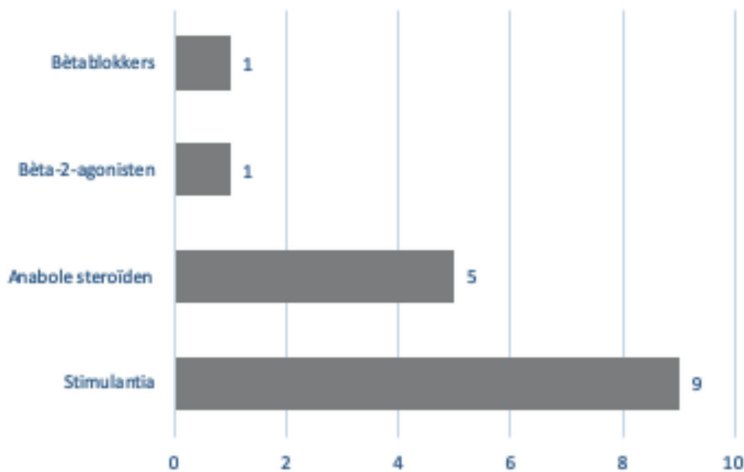
De voornaamste reden om supplementen te gebruiken, is 'bevordering van de gezondheid'. Desondanks zijn supplementen soms helemaal niet gezond, maar ronduit gevaarlijk. In 2015 belandden er in de Verenigde Staten 23.000 Amerikanen in het ziekenhuis door het gebruik van supplementen.³ Vaak gaat het om gebruik door kleine kinderen, die een potje supplementen hebben aangezien voor snoep, of om gebruikers die allergisch op een product reageren, maar daarnaast kan ook de formulering van het supplement zelf de directe oorzaak van de klachten zijn. Supplementen kunnen om te beginnen doseringen bevatten die een veelvoud zijn van de hoeveelheden die het etiket vermeldt.⁴

Het kan ook voorkomen dat supplementen farmacologische stoffen bevatten die eigenlijk niet in supplementen zouden moeten zitten. Deze problematiek speelt met name in de sportsupplementen. Sportsupplementen zijn niet primair ontworpen om de gezondheid te beschermen, maar om sportprestaties te verbeteren. Reguliere sportsupplementen bevatten stoffen als creatine, bèta-alanine, eiwit-

ten, aminozuren, peptides en andere voedingsstoffen waarvan studies aannemelijk hebben gemaakt dat ze een prestatieverbeterende werking kunnen hebben. Daarnaast is er echter ook een segment ontstaan van 'sportsupplementen' die geen voedingsstoffen, maar farmacologische stoffen bevatten.

In een Griekse studie, die in 2018 verscheen in Food and Chemical Toxicology, bleek dat 10 procent van de bezoekers van sportscholen en fitnesscentra 'supplementen' gebruikte die anabole steroïden, amfetamines, beta-2-agonisten, anti-oestrogenen en selectieve androgeenreceptormodulatoren (SARM's) bevatten.⁵ Deze stoffen verbeteren mogelijk de prestaties, kunnen de gezondheid in gevaar brengen en staan dan ook op de dopinglijst van het Wereld Anti-Doping Agentschap (WADA). Hoewel deze stoffen volgens de Europese regelgeving niet in supplementen mogen zitten, zijn ze onder meer via het internet voorhanden. In het Griekse onderzoek gaven de gebruikers van deze 'supplementen' zelfs ruitertlijk toe dat ze willens en wetens kozen voor dit soort producten. Desondanks kunnen ook sportsupplementengebruikers die geen farmacologische stoffen willen gebruiken, met deze stoffen in aanraking komen. Soms vermelden de labels van deze producten toegevoegde farmacologische stoffen niet.

Het is niet duidelijk hoeveel procent van de in Nederland circulerende sportsupplementen dopingmiddelen bevat. Om hierover meer inzicht te krijgen, besloot Dopingautoriteit een represen-



Figuur 1: Aantal verschillende soorten dopingmiddelen, aangetroffen in 66 sportsupplementen.

tatieve steekproef te nemen van sportsupplementen in webwinkels die zich expliciet richten op Nederlandse sporters. Dopingautoriteit is de nationale organisatie die verantwoordelijk is voor de uitvoering van dopingcontroles in de wedstrijd-sport, en die streeft naar een dopingvrije wedstrijd- en breedtesport.

Methodie

In december 2014 kocht Dopingautoriteit bij 17 webwinkels in totaal 66 producten van 21 merken. De webwinkels die in aanmerking kwamen hadden een website in het Nederlands, verkochten sportsupplementen en waren voorzien van een overzicht van de merken die ze verkochten. We beperkten ons daarbij tot supplementen waarvan de etiketten expliciet aangaven dat ze de spiergroei zouden moeten stimuleren, de vetverbranding zouden moeten versnellen, intensievere trainingen mogelijk zouden moeten maken en de hormoonhuishouding zouden moeten optimaliseren. Alleen supplementen die door minstens de helft van de webshops werden verkocht, kwamen voor analyse in aanmerking. Supplementen waarvan het label waarschuwde dat er dopingmiddelen in het product aanwezig waren, kwamen daarentegen niet in aanmerking. Het Britse LGC, een internationaal opererend laboratorium dat ook fungeert als het analytisch

laboratorium van de Britse overheid en een ISO/IEC17025-accreditatie heeft, analyseerde de supplementen met een combinatie van Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS) en Liquid Chromatography Mass Spectrometry (LCMS) op de aanwezigheid van anabole steroïden, amfetamines en andere dopingmiddelen. Bij een positieve uitslag kon sprake zijn van een 'high level finding' indien een sample meer dan 100 nanogram stof per gram product (in de vorm van poeder, capsule of dragee) of van een 'low level finding' als de concentratie van de betreffende stof lag tussen de 10 nanogram (de detectiegrens) of 100 nanogram per gram. Omdat het hier een beschrijvende studie betreft, was er geen noodzaak voor statistische analyse van de gegevens.

Nadere informatie over de selectie van de geteste supplementen en de analytische methodologie van het onderzoek is op te vragen bij de auteurs.

Resultaten

Van de 66 producten bleken er 25 (38%) dopingmiddelen te bevatten. 38 producten testten negatief (58%) en bij 3 producten (4%) mislukte de analyse, mogelijk door aanwezigheid van stoffen die de detectie bemoeilijkten.

De meest frequent aangetroffen middelen behoorden tot de stimulantia. Het laboratorium vond 25 keer een stimulantium in een supplement. Het gaat daarbij onder meer om efedrines, 1,3-dimethylbutylamine (DMBA) en oxilofrine. In totaal vond LGC 9 verschillende stimulantia.

Op de tweede plaats kwamen de anabole steroïden. In totaal vond het laboratorium 21 keer een anabole steroïde zoals testosteron, prasteron (DHEA) en 1,4-androstadiene-3,17-dione. In totaal vond het laboratorium 5 verschillende anabole steroïden.

Op de derde en vierde plaats kwamen tenslotte de bèta-2-agonisten en de bètablokkers. Het laboratorium vond 4 keer een bèta-2-agonist en 1 keer een bètablokker.

De aangetroffen bèta-agonist was higenamine, een stof die van nature voorkomt in onder meer lotus-extracten. We laten deze stof, alsook de aangetroffen bèta-blokker, in dit artikel verder buiten beschouwing.



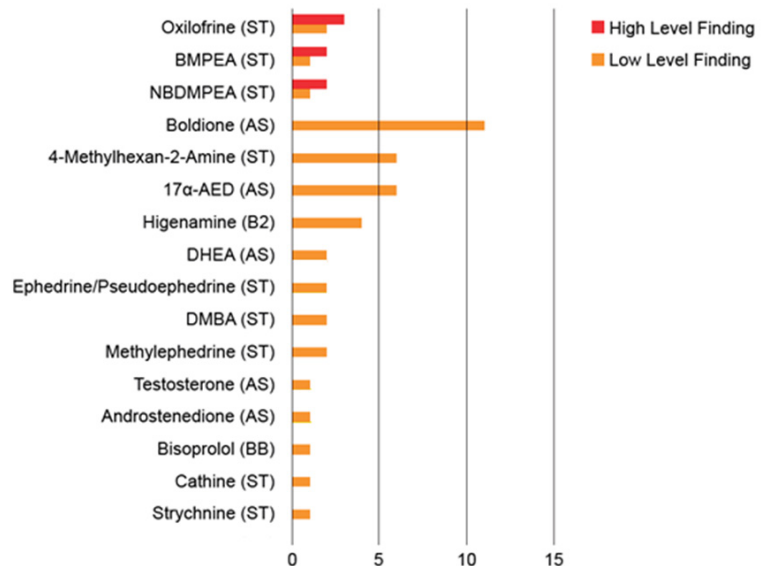
In 3 supplementen (4%) vond het laboratorium concentraties middelen waarbij gebruikers acuut gezondheidsrisico's liepen. Het ging hierbij om de stimulantia oxilofrine, bèta-methylfenethylamine (BMPEA) en N-bèta-dimethylfenethylamine (NBDMPEA). De supplementen waarin deze stoffen zijn aangetroffen, zouden volgens de producent intensievere trainingen mogelijk moeten maken en vetverlies moeten versnellen.

Discussie

In de geteste partij sportsupplementen bevatte 38 procent van de producten dopingmiddelen. We hebben geen aanleiding om aan te nemen dat deze situatie sindsdien is verbeterd. Eerdere soortgelijke studies doen bovendien vermoeden dat het probleem niet vermindert. In 2004 publiceerden Duitse biochemici een analyse van 634 sportsupplementen die circuleerden op de Europese markt.⁶ In een kwart van de producten die uit Nederland afkomstig waren, vonden de onderzoekers anabole steroïden.

In onze studies was bij 4 procent van de producten de concentratie zelfs zó hoog dat de gezondheid acuut in gevaar kan komen. Deze supplementen bevatten synthetische stimulantia, die in de twintigste eeuw zijn ontwikkeld. Omdat stimulantia vermoeidheid onderdrukken, kunnen ze intensievere trainingen mogelijk maken. Daarnaast verminderen ze het hongergevoel, waardoor afslankpogingen meer kans van slagen hebben. Omdat stimulantia ook de gezondheid in gevaar kunnen brengen – voornamelijk omdat ze de bloeddruk verhogen en de kans op cardiovasculaire incidenten verhogen – staan ze op de dopinglijst.

Eén van de aangetroffen stimulantia is oxilofrine, een verouderd medicijn tegen hoge bloeddruk, waarvan de producent in de twintigste eeuw de maximale dagelijkse dosis vaststelde op 40 milligram per dag.⁷ Volgens de bijsluiters van oxilofrineproducten uit de vorige eeuw kan een inname tot 40 milligram per dag leiden tot bijwerkingen als misselijkheid, agitatie, slapeloosheid, een versnelde hartslag, hartkloppingen, verwardheid en – in zeldzame gevallen – hartstilstand.⁷ De aanbevolen maximale inname van supplement F3 (fig.2.) leverde het *twintigvoudige* van deze hoeveelheid.



Figuur 2: Aanwezigheid van dopingmiddelen in sportsupplementen (n=66). ST = stimulantium, AS = anabole steroïde, B2 = beta-2-agonist, BB: bèta-blokker. 17 -AED: 5-androstene-3-bèta,17-apha-diol; DHEA: prasteron; DMBA: 1,3-dimethylbutylamine. Low-level finding ffi 10-100 nanogram per gram; High-level finding = meer dan 100 nanogram per gram. Op de x-as: het aantal positief geteste producten.

BMPEA is ontwikkeld in de jaren dertig van de twintigste eeuw als alternatief voor amfetamine.⁸ Het kwam pas op de markt nadat het is herontdekt door de supplementenindustrie in de 21^{ste} eeuw. Onderzoek naar de biologische effecten van BMPEA is er, enkele in vitro-studies daargelaten, niet. De maximale dagelijkse dosis is nooit bepaald.

Laboratoria hebben BMPEA wel eens vaker aangetroffen in sportsupplementen. In 2014 analyseerde een laboratorium van de Amerikaanse FDA bijvoorbeeld 21 sportsupplementen die volgens het label extracten van de Midden-Amerikaanse plant *Acacia rigidula* zouden moeten bevatten.⁹ Die extracten zitten in supplementen die sporters in staat zouden moeten stellen om versneld vet te verliezen, maar ook in producten die intensieve trainingen mogelijk zouden maken. De ene keer vermeldden de etiketten van de supplementen BMPEA, de andere keer niet. Gebruikers van de door ons onderzochte supplementen met BMPEA konden, als ze zich aan de aanbevelingen van de producent hielden, tot 146

Tabel 1. Supplementen met acute gezondheidsrisico's. BMPEA: bèta-methylfenethylamine, NBDMPEA: N,bèta-dimethylfenethylamine.

Supplement	Dopingmiddel	Inname dopingmiddel bij maximale dagelijkse dosering van supplement	Maximale 'therapeutische' inname	Factor
F1	BMPEA	390 mg	60 mg	6.5
	NBDMPEA	15 mg	60 mg	0.3
	Oxilofrine	170 mg	40 mg	4.3
F3	BMPEA	980 mg	60 mg	16
	NBDMPEA	480 mg	60 mg	8.0
	Oxilofrine	800 mg	40 mg	20
G3	Oxilofrine	170 mg	40 mg	4.3

milligram BMPEA per dag binnenkrijgen. De ontdekking van NBDMPEA, de derde amfetamine-analoog die we in potentieel gevaarlijke concentraties hebben aangetroffen, in een supplement is, voor zover we hebben kunnen achterhalen, een noviteit. Ook over de biologische effecten van NBDMPEA is praktisch niets bekend, maar voor zowel NBDMPEA als BMPEA geldt dat hun bijwerkingen in grote lijnen identiek zullen zijn aan die van oxilofrine.

Hoewel er geen therapeutische doseringen voor BMPEA en BDMPEA zijn vastgesteld, hebben we de maximale dagelijkse dosis van deze twee middelen geschat op 60 mg. Dit is de maximale dagelijkse dosis van de ADHD-medicijnen ritaline¹⁰ en dexedrine¹¹, die chemisch structurele gelijkenis vertonen met BMPEA en BDMPEA.

De Dopingautoriteit heeft de bovenstaande bevindingen overigens gemeld bij de NVWA. Die heeft daarop stappen ondernomen.

Deze drie supplementen zullen, bij gebruik door sporters die dopingtests moeten ondergaan, leiden tot een positieve test. Dat is ook het geval voor een ander supplement, dat de stimulantia DMBA en oxilofrine bevatte in doseringen die weliswaar geen acute gezondheidsrisico's met zich meebrengen, maar wel kunnen leiden tot een positieve dopingtest. Dit impliceert dat 6 procent van de geteste sportsupplementen bij een sporter kunnen resulteren in een dopingovertreding. Volgens Australische onderzoekers is tot 9 procent van alle

dopingovertredingen het gevolg van supplementengebruik.¹²

Een verklaring voor de drie supplementen met gevaarlijk hoge concentraties dopingmiddelen is het riskante kat-en-muis-spel dat een deel van supplementenindustrie na de eeuwwisseling is gaan spelen met autoriteiten. Zowel in de EU als in de VS mogen farmacologische stoffen niet in supplementen zitten. Desondanks proberen sommige producenten van sportsupplementen om toch producten met een farmacologische werking op de markt te zetten en grijpen daarbij terug naar verouderde medicijnen als oxilofrine of farmacologische stoffen uit oude wetenschappelijke literatuur of patenten die niet eerder op de markt zijn gekomen. Tot die laatstgenoemde categorie behoren BMPEA, BDMPEA en DMBA. De verwachting is kennelijk dat deze stoffen, door hun obscuriteit, zullen ontsnappen aan de aandacht van de autoriteiten. In de Engelstalige literatuur heet deze praktijk *spiking*.

Antidopingorganisaties wijzen al enkele jaren op de risico's die sporters lopen door *spiking*,¹³ maar de analyseresultaten van Amerikaanse supplementen door de FDA suggereren dat deze problematiek eerder toe- dan afneemt.¹⁴ In 2018 rapporteerden Amerikaanse onderzoekers dat de Food and Drug Administration (FDA) in de voorafgaande tien jaar 776 keer in supplementen farmacologische stoffen aantrof.¹⁴

Spiking kan echter niet de aanwezigheid van zulke



Tabel 2. Supplementen die kunnen leiden tot een positieve dopingtest. BMPEA: bèta-methylfenethylamine, DMBA: 1,3-Dimethylbutylamine, NBDMPEA: N,bèta-dimethylfenethylamine.

Supplement	Dopingmiddel	Inname bij maximale dagelijkse hoeveelheid	Inname nodig voor positieve dopingtest	Kans op positieve dopingtest
F1	BMPEA [†]	390 mg	50 µg	Ja
	NBDMPEA [†]	15 mg	50 µg	Ja
	Oxilofrine [†]	170 mg	50 µg	Ja
F3	BMPEA [†]	980 mg	50 µg	Ja
	NBDMPEA [†]	48 mg	50 µg	Ja
	Oxilofrine [†]	800 mg	50 µg	Ja
G3	cathine	3 µg	5 mg	Nee
	efedrine	3 µg	10 mg	Nee
	methylefedrine	3 µg	10 mg	Nee
	oxilofrine [†]	170 mg	50 µg	Ja
	strychnine	3 µg	50 µg	Nee
	testosteron	3 µg	1 mg	Nee
Q1	DMBA	89 µg	50 µg	Ja
	oxilofrine	89 µg	50 µg	Ja

lage doseringen dopingmiddelen verklaren die mogelijk niet tot acute gezondheidsschade zullen leiden, maar ook geen prestatie-verbeterende effecten zullen hebben. Een alternatieve verklaring hiervoor is dat deze stoffen kennelijk van nature aanwezig zijn in de natuurlijke extracten die de supplementenindustrie gebruikt.

Bijvoorbeeld, efedrines zijn van nature aanwezig in Ephedraplantjes zoals *Ephedra sinica*. Tot 2004 hebben makers van sportsupplementen deze extracten gebruikt in afslanksupplementen. In dat jaar verbood de Amerikaanse overheid echter het gebruik van deze extracten, nadat duidelijk werd dat ze cardiovasculaire incidenten en psychoses konden veroorzaken.¹⁵ De Nederlandse overheid volgde het Amerikaanse voorbeeld vrijwel onmiddellijk.¹⁶ Supplementen met Ephedrabestanddelen verdwenen uit de winkels en webwinkels, maar circuleren nog wel in het clandestiene circuit. Ondanks dit verbod duiken er toch nog steeds sporen van deze extracten op in sportsupplementen – en niet alleen in onze studie.¹⁷

Veelzeggend in dit verband is ook de aanwezigheid van anabole steroïden in de door ons bestudeerde sportsupplementen. In het verleden zijn ook anabole steroïden al vaker aangetroffen in

sportsupplementen. In 2004 publiceerden Duitse biochemici een analyse van 634 sportsupplementen, waarvan 15 procent anabole steroïden bleek te bevatten.¹⁸ De onderzoekers konden aannemelijk maken dat het voornamelijk ging om verontreinigingen. In die periode konden Amerikaanse supplementenmakers door een maas in de regelgeving anabole steroïden in de supplementen stoppen en sommige bedrijven maakten daarvan dankbaar gebruik. De Duitsers betrokken dit type producten nadrukkelijk niet in hun studie, maar constateerden dat de met anabole steroïden verontreinigde supplementen meestal werden geproduceerd door firma's die ook anabole steroïden als 'supplement' verkochten.

De maas in de Amerikaanse regelgeving is inmiddels gedicht,^{19,20} maar op de zwarte markt zijn nog steeds 'supplementen' met anabole steroïden verkrijgbaar. Anabole steroïden kunnen bij langdurig gebruik onder meer leiden tot hypogonadisme, infertiliteit, gynaecomastie, leverbeschadiging, depressie, hypercholesterolemie, psychose en manie. In de afgelopen jaren hebben artsen tientallen keren melding gemaakt van gebruikers van 'supplementen' met anabole steroïden, die leverproblemen, nierbeschadiging, gynaecomastie



of vruchtbaarheidsproblemen ontwikkelden.²¹ Over de gezondheidsrisico's van de anabole steroïden die LGC in 21 procent van de door ons aangeleverde producten durven we geen uitspraken te doen. Hoewel hun concentraties te laag zijn om de hierboven genoemde bijwerkingen te veroorzaken, kunnen ze bij chronische blootstelling mogelijk toch een hormoonverstorende werking hebben.

Ook over de herkomst van deze stoffen kunnen we eveneens weinig met zekerheid zeggen. Enkele biochemici vermoeden dat sommige planten minuscule hoeveelheden anabole steroidhormonen aanmaken.²² Maar ook als deze wetenschappers het bij het rechte eind hebben, is het onwaarschijnlijk dat deze steroïden opduiken in 21 procent van de Nederlandse sportsupplementen. Een alternatieve, en wellicht waarschijnlijker verklaring is dat sommige producenten van sportsupplementen hun proces niet onder controle hebben. Mogelijk gebruiken deze bedrijven verontreinigde grondstoffen of produceren ze capsules, dragees en poeders op machines waar eerder verboden middelen zijn geproduceerd, zonder die eerst naar behoren gereinigd te hebben.

Conclusie

Zowel de aanwezigheid van farmacologische stoffen, die willens en wetens door sommige bedrijven in hoge concentraties worden toegevoegd aan sportsupplementen, als onzorgvuldige productieprocessen waardoor een keur van verontreinigingen in sportsupplementen aanwezig kunnen zijn, zijn aanleiding tot zorg. Veel gebruikers van deze producten verkeren in de veronder-

stelling dat zij een veilig en 'schoon' supplement aanschaffen, maar kunnen desondanks hun gezondheid in gevaar brengen of positief testen bij een dopingcontrole. Deze situatie moet verbeteren.

Referenties

1. Wardenaar F, van den Dool R, Ceelen I, Witkamp R, Mensink M. Self-Reported Use and Reasons among the General Population for Using Sports Nutrition Products and Dietary Supplements. *Sports* 2016;4(2):33
2. Wardenaar FC, Ceelen IJ, Van Dijk JW, Hangelbroek RW, Van Roy L, Van der Pouw B, De Vries JH, Mensink M, Witkamp RF. Nutritional Supplement Use by Dutch Elite and Sub-Elite Athletes: Does Receiving Dietary Counseling Make a Difference? *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2017 Feb;27(1):32-42.
3. Geller AI, Shehab N, Weidle NJ, Lovegrove MC, Wolpert BJ, Timbo BB, Mozersky RP, Budnitz DS. Emergency Department Visits for Adverse Events Related to Dietary Supplements. *N Engl J Med.* 2015 Oct 15;373(16):1531-40.
4. Cohen PA, Wang YH, Maller G, DeSouza R, Khan IA. Pharmaceutical quantities of yohimbine found in dietary supplements in the USA. *Drug Test Anal.* 2016 Mar-Apr;8(3-4):357-69.
5. Tsarouhas K, Kioukia-Fougia N, Papalexis P, Tsatsakis A, Kouretas D, Bacopoulou F, Tsitsimpikou C. Use of nutritional supplements contaminated with banned doping substances by recreational adolescent athletes in Athens, Greece. *Food Chem Toxicol.* 2018 May;115:447-50.
6. Geyer H, Parr MK, Mareck U, Reinhart U, Schrader Y, Schänzer W. Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic-androgenic steroids - results of an international study. *Int J Sports Med.* 2004 Feb;25(2):124-9.
7. Cohen PA, Avula B, Venhuis B, Travis JC, Wang YH, Khan IA. Pharmaceutical doses of the banned stimulant oxilofrine found in dietary supplements sold in the USA. *Drug Test Anal.* 2017;9(1):135-42.
8. Hartung WH, Munch JC. Amino alcohols VI. The preparation and pharmacodynamics activity of four isomeric phenylpropylamines. *J Am Chem Soc.* 1931;53(5):1875-9.
9. Pawar RS, Grundel E, Fardin-Kia AR, Rader JI. Determination of selected

Over de auteurs

Erik Duiven MSc is hoofd Preventie bij de Dopingautoriteit.

Ir. Willem Koert is wetenschappelijk medewerker bij de Dopingautoriteit.

Correspondentieadres: Erik Duiven MSc, Barbizonlaan 55, 2908 ME Capelle aan den IJssel. Email: e.duiven@dopingautoriteit.nl

- biogenic amines in *Acacia rigidula* plant materials and dietary supplements using LC-MS/MS methods. *J Pharm Biomed Anal.* 2014 Jan;88:457-66.
10. Novartis Pharmaceuticals Corporation. Ritalin. Beschikbaar op: https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/label/2017/010187s087lbl.pdf. Laatste bezocht op 28-11-2019.
 11. Catalent Pharma Solutions. Dexedrine. Beschikbaar op: https://www.accessdata.fda.gov/drugsatfda_docs/label/2017/017078s049lbl.pdf. Laatste bezocht op 28-11-2019.
 12. Outram S, Stewart B. Doping through supplement use: a review of the available empirical data. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2015;25(1):54-9.
 13. Eichner A, Tygart T. Adulterated dietary supplements threaten the health and sporting career of up-and-coming young athletes. *Drug Test Anal.* 2016;8(3-4):304-6.
 14. Tucker J, Fischer T, Upjohn L, Mazzera D, Kumar M. Unapproved Pharmaceutical Ingredients Included in Dietary Supplements Associated With US Food and Drug Administration Warnings. *JAMA Netw Open.* 2018;1(6):e183337.
 15. Dwyer JT, Allison DB, Coates PM. Dietary supplements in weight reduction. *J Am Diet Assoc.* 2005;105(5 Suppl 1):S80-6.
 16. Venhuis BJ, Zwaagstra M, Van den Berg JDJ, Wagenaar HWG, Van Riel A, Barends DM, De Kaste D. Trends in drug substances detected in illegal weight-loss medicines and dietary supplements. A 2002-2007 survey and health risk analysis. RIVM report 370030002 (2009).
 17. Attipoe S, Cohen PA, Eichner A, Deuster PA. Variability of Stimulant Levels in Nine Sports Supplements Over a 9-Month Period. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2016;26(5):413-20.
 18. Geyer H, Parr MK, Mareck U, Reinhart U, Schrader Y, Schänzer W. Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic-androgenic steroids - results of an international study. *Int J Sports Med* 2004;25(2):124-9. ESPN. Congress passes The Anabolic Steroid Control Act of 2004. espn.com, October 11, 2004.
 19. Young A. Bill seeks to close loophole for anabolic steroids. *USA Today*, Feb 11, 2014.
 20. Rahnama CD, Crosnoe LE, Kim ED. Designer steroids - over-the-counter supplements and their androgenic component: review of an increasing problem. *Andrology.* 2015 Mar;3(2):150-5.
 21. Tarkowská D. Plants are Capable of Synthesizing Animal Steroid Hormones. *Molecules.* 2019;24(14):2585.