

# Doping im Sport – neue Entwicklungen

## Doping et sport – nouveaux développements

Matthias Kamber<sup>a,b</sup>, Bruno Müller<sup>a,c</sup>, Emanuel R. Christ<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Fachkommission für Doping-Bekämpfung, Geschäftsstelle, Swiss Olympic Association, Bern

<sup>b</sup> Sportwissenschaftliches Institut des BASPO, Magglingen, <sup>c</sup> Abteilung für Endokrinologie und Diabetologie, Universitätsklinik, Inselspital, Bern

### Quintessenz

- Seit 1967 basiert die Dopingbekämpfung auf einer *Liste mit verbotenen Substanzklassen und Methoden*, welche jedes Jahr überarbeitet und seit dem 1. Januar 2004 neu von der Welt-Anti-Doping-Agentur (WADA) herausgegeben wird.
- In der Dopingliste 2004 sind folgende Substanzklassen verboten: Stimulantien, Narkotika, Cannabinoide, Anabolika, Peptidhormone, Beta-2-Agonisten, antiöstrogen wirkende Substanzen, maskierende Substanzen (u.a. Diuretika) und Glukokortikoide.
- Bei psychischen Auffälligkeiten, unphysiologisch stark ausgeprägter Muskelmasse, akromegalen Stigmata, Zeichen der Androgenisierung bei Frauen, starker Akne bei Männern, Hodenatrophie, Gynäkomastie, Striae distensae oder rubrae bei Frauen und Männern und Hepatosteatose sollte Doping in der Differentialdiagnose stets mitberücksichtigt werden.
- Wird eine in der Dopingliste 2004 aufgeführte Substanzklasse therapeutisch eingesetzt, so ist eine Ausnahmegenehmigung zu therapeutischen Zwecken (ATZ) zu beantragen, wobei zwei verschiedene Verfahren zur Anwendung gelangen, je nach verwendetem Therapeutikum (Formulare: [www.swissolympic.ch](http://www.swissolympic.ch)).
- Aktuelle Informationen zum Thema Doping sind immer unter [www.dopinginfo.ch](http://www.dopinginfo.ch) auffindbar.

### Quintessence

- *Depuis 1967 la lutte contre le doping se base sur une liste des classes de substances et méthodes interdites, revue et corrigée chaque année et éditée depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2004, et c'est nouveau, par l'Agence mondiale anti-dopage (AMA).*
- *Dans la Liste des substances dopantes 2004, les classes de substances suivantes sont interdites: stimulants, narcotiques, cannabinoïdes, anabolisants, hormones peptidiques, bêta-2-agonistes, substances à effet antiœstrogène, substances masquantes (notamment diurétiques) et glucocorticoïdes.*
- *En présence de symptômes psychiques particuliers, d'une masse musculaire augmentée, non physiologique, de stigmates acromégales, de signes d'androgénisation chez les femmes, d'acné marquée, d'atrophie testiculaire, de gynécomastie chez les hommes, de vergetures marquées ou pourpres chez les femmes et les hommes et de stéatose hépatique, le dopage doit figurer dans le diagnostic différentiel.*
- *Si une classe de substance figurant dans la Liste des substances dopantes 2004 est utilisée à visée thérapeutique, il faut demander une autorisation exceptionnelle à visée thérapeutique, et il y a deux procédures différentes selon le médicament utilisé (formulaires: [www.swissolympic.ch](http://www.swissolympic.ch)).*
- *Les dernières informations sur le dopage peuvent toujours être consultées sous [www.dopinginfo.ch](http://www.dopinginfo.ch).*

Traduction Dr G.-A. Berger



CME zu diesem Artikel finden Sie auf S. 1103 oder im Internet unter [www.smf-cme.ch](http://www.smf-cme.ch)

Vous trouverez les questions à choix multiple concernant cet article à la page 1104 ou sur internet sous [www.smf-cme.ch](http://www.smf-cme.ch)

## Allgemeine Definition

1952 unternahm der deutsche Sportärztebund einen ersten Versuch, Doping zu definieren und zu verbieten. Die Definition bezog sich lediglich auf den Wettkampf und schloss somit die Wettkampfvorbereitung aus. Zudem musste die «Absicht der Leistungssteigerung» erfüllt sein, was in der Praxis schwer zu beweisen war.

### Dopingdefinition

#### Deutscher Sportärztebund (1952)

Als Doping gilt die Einnahme eines jeden Medikamentes – ob es wirksam ist oder nicht – mit der Absicht der Leistungssteigerung während des Wettkampfes.

Verschiedene andere Versuche, wie z.B. derjenige des Europarates von 1963, Doping im Sport in medizinischer und juristischer Hinsicht klarer zu definieren, scheiterten an der Komplexität des Problems. «Doping» bezeichnet keine einheitliche Substanz oder Methode. Zudem kamen immer wieder neue innovative leistungssteigernde Mittel auf den Markt, was die Etablierung einer Definition erschwerte.

## Dopingbekämpfung

Nach spektakulären Dopingfällen der 60er Jahre beschloss das Internationale Olympische Komitee (IOK) 1967, den Kampf gegen Doping weltweit voranzutreiben und zu harmonisieren, und gründete dazu eine eigene medizinische Kommission. Diese Kommission verzichtete auf eine eigentliche Definition von Doping und verbot statt dessen Substanzklassen und Methoden. Seit dieser Zeit basiert die Dopingbekämpfung auf einer *Liste mit verbotenen Substanzklassen und Methoden*, welche jedes Jahr überarbeitet wird, und bis Ende 2003 von der medizinischen Kommission des IOK herausgegeben worden ist. Seit dem 1. Januar 2004 ist dafür neu die Welt-Anti-Doping-Agentur (WADA) zuständig. Am 5. März 2003 wurde in Kopenhagen zudem der Welt-Anti-Doping-Code (WADC) der WADA angenommen [1]. Darin wird die internationale Führung und Harmonisierung der Dopingbekämpfung der WADA übertragen. Eine ihrer Hauptaufgaben ist die Definition von Doping und die Herausgabe der Dopingliste. Die (nationalen) Sportorganisationen hatten bis zu den Olympischen Spielen 2004 in Athen Zeit, ihre Reglemente dem Code und den entsprechenden Standards anzupassen. Die Regierungen ihrerseits werden angehalten, bis zu den Olympischen Winterspielen 2006 in Turin eine zurzeit durch die UNESCO in Ausarbeitung befindliche Konvention gegen Doping zu unterzeichnen.

## Aktuelle Definition

Der WADC hat zu einer grundlegenden Änderung der Definition von Doping geführt. Zusätzlich haben sich die Kriterien zur Aufführung von Substanzen und Methoden in der Dopingliste geändert.

### Gemäss Artikel 2 des WADC gilt einer (oder mehrere) der folgenden Tatbestände als Doping

- Das Vorhandensein einer verbotenen Substanz, ihrer Metaboliten oder diagnostischer Marker in einer Dopingprobe.
- Der Gebrauch oder versuchte Gebrauch einer verbotenen Substanz oder einer verbotenen Methode.
- Verweigerung einer Dopingkontrolle.
- Verstoss eines Athleten gegen die Bestimmungen über die Verfügbarkeit zu Dopingkontrollen (insbesondere Angaben über Aufenthaltsorte, sogenannte «whereabouts information»).
- Verfälschen oder versuchtes Verfälschen einer Dopingprobe.
- Besitz von verbotenen Substanzen durch Athleten oder durch deren Umfeld in Verbindung mit Athleten, falls keine gültige Ausnahmegenehmigung zu therapeutischen Zwecken (ATZ) vorhanden ist.
- Handel mit verbotenen Substanzen oder verbotenen Methoden.
- Abgabe, versuchte Abgabe verbotener Substanzen und Methoden oder sonstige Komplizenschaft im Zusammenhang mit einer Verletzung der Dopingbestimmungen.

### Artikel 4.3 des WADC bestimmt die Kriterien zur Aufführung von Substanzen und Methoden in der Dopingliste. Dabei müssen zwei der folgenden drei Kriterien erfüllt sein:

- Medizinische oder andere wissenschaftliche Evidenz, pharmakologische Effekte oder Erfahrung, dass die Substanz oder Methode das Potenzial hat, die sportliche Leistung zu erhöhen.
- Medizinische oder andere wissenschaftliche Evidenz, pharmakologische Effekte oder Erfahrung, dass der Gebrauch einer Substanz oder Methode ein tatsächliches oder potenzielles Gesundheitsrisiko darstellt.
- Die Einschätzung durch die WADA, dass der Gebrauch einer Substanz oder Methode den in der Einführung des WADC beschriebenen Sportgeist, den «spirit of sport», verletzt.

## Verbotene Substanzklassen und Methoden

In der Dopingliste 2004 sind folgende Substanzklassen (S) und Methoden (M) verboten:

- S1. Stimulantien.
- S2. Narkotika.
- S3. Cannabinoide.
- S4. Anabolika (exogene und endogene anabol androgene Steroide sowie andere anabol wirkende Substanzen).
- S5. Peptidhormone.
- S6. Beta-2-Agonisten.
- S7. Antiöstrogen wirkende Substanzen (nur für Männer verboten).
- S8. Maskierende Substanzen.
- S9. Glukokortikoide.
- M1. Erhöhung der Transportkapazität (des Blutes) für Sauerstoff.
- M2. Pharmakologische, chemische und physikalische Manipulation.
- M3. Gendoping.

Die Substanzklassen S4, S5, S6 (Salbutamol, falls die Konzentration im Urin höher als 1000 ng/ml ist), S7 und S8 sowie die Methoden M1, M2 und M3 sind nicht nur im Wettkampf, sondern auch im Training verboten.

Weiter sind Alkohol, Betablocker und Diuretika in gewissen Sportarten verboten. Die jeweils aktuelle Dopingliste kann im Internet unter [www.dopinginfo.ch](http://www.dopinginfo.ch) oder [www.swissolympic.ch](http://www.swissolympic.ch) eingesehen werden.

Untenstehend sind die Wirkungen und Nebenwirkungen der wichtigsten Substanzklassen aufgeführt.

### Stimulantien

Stimulantien (auch Psychostimulantien genannt) sind Wirkstoffe, welche die allgemeine, zentrale und/oder periphere Körperaktivität erhöhen. Dies ist mit einer kurzfristigen Steigerung der körperlichen Leistung und der Stimmung verbun-

den. Stimulantien haben vielfach die Struktur von Phenylalkylaminen und sind struktur- und wirkungsmässig den körpereigenen Katecholaminen Adrenalin, Noradrenalin und Dopamin verwandt. Im Sport wurde vor allem mit Substanzen experimentiert, die gleichzeitig zentralnervöse und periphere Wirkungen aufweisen. Einerseits wollte man damit eine erhöhte Wachheit, Wettkampffähigkeit und Motivation erwirken und andererseits Herz-Kreislauf-System und Energiestoffwechsel anregen [2].

Die wirksamsten und bis vor kurzem am meisten verwendeten Substanzen waren die Amphetamine, die vor allem im Radsport und Fussball zum Einsatz kamen. Verschiedene Untersuchungen [3, 4] zeigten, dass die sportliche Leistung durch die Einnahme von Amphetaminen tatsächlich gesteigert werden kann.

Aufgrund der häufigen Zwischenfälle mit Amphetaminen mit teilweise tödlichem Ausgang (1960: Knut Jensen, dänischer Radfahrer; 1967: Tom Simpson, britischer Radfahrer), verbot das IOK 1968 diese Substanzen für den Wettkampf, nicht aber für die Vorbereitungsphase (Training). Amphetamine waren somit Auslöser für die Einführung von Dopingbestimmungen und -kontrollen. Wegen des Suchtpotentials unterliegen zudem Amphetamine und deren Derivate dem Betäubungsmittelgesetz (Tab. 1 )

Einige der verbotenen Stimulantien wie Ephedrin und Methylephedrin sind in vielen, auch rezeptfrei erhältlichen Medikamenten gegen Erkältungserkrankungen enthalten. Bis vor einigen Jahren betrafen positive Dopingresultate vielfach solche Medikamente, die therapeutisch und nicht mit dem Ziel der Leistungssteigerung eingenommen/verschrieben worden sind. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, wurden deshalb für Stimulantien «Toleranzgrenzen» erlassen. Für Ephedrin und Methylephedrin beispielsweise sind maximale Urinkonzentrationen von 10 µg/ml festgelegt worden. Um Komplikationen zu vermeiden, ist es in Einzelfällen aber angezeigt, ephedrinhaltige Medikamente rechtzeitig vor einem Wettkampf abzusetzen. Alternativ ist darauf zu achten, dass im Falle von banalen Erkältungserkrankungen dopingfreie Medikamente zum Einsatz gelangen. Bei der Fachkommission für Dopingbekämpfung von Swiss Olympic (FDB) ist eine Liste unbedenklicher Medikamente erhältlich.

Seit dem 1. Januar 2004 sind auch schwach wirksame Stimulantien wie Koffein, Phenylephrin, Phenylpropanolamin, Pipradol, Pseudoephedrin und Synephrin nicht mehr auf der Dopingliste und somit ohne Einschränkungen erlaubt. Die Labors sind aber verpflichtet, die Analyseresultate für diese Substanzen der WADA zu melden. Mit diesem «Überwachungsprogramm» will die WADA sicherstellen, dass entsprechende Medikamente nicht wieder vermehrt im Sport zum Einsatz gelangen.

**Tabelle 1. Wirkungen und Nebenwirkungen von Stimulantien.**

Wirkungen	Nebenwirkungen
Steigerung der Herzleistung, Erhöhung von Puls und Blutdruck	Kardiovaskuläre Probleme, Stresssymptome, Schlaflosigkeit
Positive Beeinflussung des Nährsubstrat-Abbaus (Lipolyse und Glykogenolyse), Erhöhung von Grund- und Leistungsumsatz	Temperaturerhöhung, Hitzestau, Hitzschlag verstärkte Stresssymptome, Störung der Regenerationsfähigkeit (fehlende Erholung nach Sportausübung)
Erhöhung des Atemminutenvolumens (zentrale Stimulation, Bronchodilatation)	
Zentralnervöse Beeinflussung: Euphorie, Steigerung der Leistungsbereitschaft	Psychische Störungen wie Unrast, Erregung, Schlaflosigkeit, Desorientierung, Ängstlichkeit, Halluzinationen, Paranoia, Sucht
Verzögertes Eintreten des Erschöpfungsgefühls (u.a. durch Erhöhung der Laktattoleranz)	Verbrauch von vitalen Energie-Ressourcen durch Unterdrückung des Ermüdungsgefühls, schwere Erschöpfungszustände, Tod

## Narkotika

Die im Sport während des Wettkampfes verbotenen Narkotika (auch Narkoanalgetika) sind starke Schmerzmittel aus der Klasse der Opiate. Sie wirken auf Rezeptoren im zentralen Nervensystem und verändern unter anderem das Schmerzempfinden. Narkoanalgetika werden vor allem in Sportarten eingesetzt, bei denen Schmerzen entstehen können (z.B. Kampfsportarten). In geringen Dosen wirken sie antidepressiv und euphorisierend. Werden sie kombiniert mit Stimulantien eingenommen, können sie zu einem eigentlichen Leistungsrausch mit Unterdrücken warnender Schmerzsignale führen. Im Sport sind Narkotika seit 1968 verboten.

Bis vor wenigen Jahren waren zudem kodein- und dihydrokodeinhaltige Medikamente während eines Wettkampfes verboten. Dies wegen des Morphiums, eines der aktiven Metaboliten von Kodein. Neuerdings sind Medikamente, die Kodein, Dihydrokodein sowie Dextrometorphan enthalten, aber wieder erlaubt. Durch Verbesserung der Analytik kann nämlich nun das Verhältnis von Kodein zu Morphin erfasst werden. Wenn neben Morphin (in einer Menge von weniger als 1 µg/ml) auch Kodein gefunden wird, so gilt die Dopingprobe als negativ (Tab. 2 [↩](#)).

## Cannabinoide

Seit dem 1. Januar 2004 sind Cannabinoide für alle Sportarten im Wettkampf verboten. Die FDB hatte sich bei der Vernehmlassung zur neuen Liste im Juni 2003 gegen diese Ausweitung des

Verbotes auf alle Sportarten ausgesprochen und es den internationalen Verbänden überlassen wollen, ob sie Cannabinoide in ihrem Sport verbieten wollen. Die WADA hat aber anders entschieden und den Cannabinoidkonsum als Doping eingestuft, obwohl sie in den meisten Sportarten nicht leistungssteigernd wirken. Als Toleranzgrenze wurde 15 ng/ml Carboxy-THC vorgegeben. Durch Festlegung einer Toleranzgrenze soll vermieden werden, dass Passivrauchen zu einem positiven Dopingresultat führen kann.

## Anabolika

Anabolika wirken zur Hauptsache durch positive Beeinflussung der Muskelmasse (sog. «lean body mass») und der Muskelkraft [5]. Auf der Dopingliste werden mit Anabolika androgen-anabole Steroidhormone und andere aufbauend wirkende Substanzen (z.B. Clenbuterol) bezeichnet. Anabole Steroide werden im Sport seit den 50er Jahren eingesetzt. Im Vordergrund standen zunächst Disziplinen, die Kraft, Schnelligkeit und Muskelmasse verlangten. Später gelangten Anabolika aber auch in anderen Sportarten zur Anwendung. 1974 nahm die medizinische Kommission des IOK die anabolen Steroide in die Dopingliste auf, und 1976 wurde an den Olympischen Spielen von Montreal erstmals auf derartige Substanzen getestet. Dabei entfielen 11 von den total 12 vorgefundenen verbotenen Substanzen in die Kategorie anabole Steroide. Den verbesserten Nachweismethoden Rechnung tragend, wurde in der Folge vermehrt reines Testosteron eingesetzt (zur Hauptsache in parenteraler Form), da damals exogen zugeführtes Testosteron noch nicht von endogenem differenziert werden konnte. Durch Einführung des Quotienten Testosteron/Epitestosteron gelang daraufhin jedoch auch der Nachweis von Testosteron-Doping. Umfangreiche Untersuchungen hatten ergeben, dass normalerweise das Verhältnis endogenes Testosteron zu seinem (gleichzeitig zu Testosteron endogen produzierten) Epimeren Epitestosteron 0,8 bis 1,5 beträgt. Exogen zugeführtes Testosteron erhöht dieses Verhältnis. Abgestützt auf epidemiologische Daten wurde von der medizinischen Kommission des IOK deshalb ein Grenz-Quotient von 6:1 festgelegt und Testosteron 1984 verboten [6] (Tab. 3 [↩](#)).

Im Gegensatz zu früher eingesetzten, peroral verabreichten Methyltestosteronen sind die heute therapeutisch verwendeten Testosteronpräparate nicht hepatotoxisch. Seit dem 1. Januar 2004 werden die anabol androgenen Steroide (AAS) in der Dopingliste in die Klassen der exogenen AAS (wie z.B. Fluoxymesteron, Nandrolon, Stanozolol) und der endogenen AAS (wie z.B. Androstendion, Dehydroepiandrosteron DHEA, Testosteron) aufgeteilt. Bei den exogenen

**Tabelle 2. Wirkungen und Nebenwirkungen von Narkotika.**

Wirkungen	Nebenwirkungen
Linderung des durch Sport verursachten Schmerzes	Sucht, Betäubung, Koma, Tod
Beruhigende Wirkung	Verminderte Konzentration und Koordination

**Tabelle 3. Wirkungen und Nebenwirkungen von anabolen Steroiden.**

Wirkungen	Nebenwirkungen
Erhöhung der Skelettmuskelmasse	Beeinflussung der Lipidkonzentrationen
Androgenisierung	Akne Beeinflussung der Psyche (Aggressivität) Suppression eigener endogener anaboler Steroidhormone (Libidoabfall, Hodenatrophie) Verstärkung der sekundären männlichen Sexualmerkmale beim Mann Gynäkomastie durch Zunahme der Östrogenbildung aus Testosteron beim Mann Virilisierung bei Frauen
Stimulation der Erythropoese	Erhöhte Blutviskosität, Thromboembolien
Verbesserte Regeneration	Erhöhte Anfälligkeit für Verletzungen an Bändern und Sehnen
Knochenaufbau	Stopp des Längenwachstums durch Schluss der Epiphysenfuge bei Einsatz prä- oder peripubertär

AAS gilt eine Dopingprobe als positiv, wenn sie vom Labor mit verlässlichen analytischen Methoden nachgewiesen werden kann. Bei den endogenen AAS muss das Labor die entsprechende Substanz oder ihre Metabolite, diagnostische Marker mit Beweischarakter oder relevante Verhältnisse nachweisen (z.B. einen pathologischen Testosteron/Epitestosteron-Quotienten). Als weitere Neuerung gilt ab 1.1.2004, dass neben den in der Liste aufgeführten AAS auch deren «Analoge» verboten seien. Mit diesem neuen Begriff wurde von der früheren, bewährten Version «und andere Substanzen mit ähnlicher chemischer Struktur oder ähnlicher pharmakologischer Wirkung» abgewichen. Die Ereignisse um das Designersteroid Tetrahydro-Gestrinon (THG) haben jedoch gezeigt, dass diese Änderung zu Problemen führen kann. Bei THG handelt es sich um ein bisher unbekanntes Steroid auf der Basis von Gestrinon. Gestrinon selber fand 1978 Eingang in die medizinische Literatur. Es wurde ursprünglich als lang wirksames orales Verhütungsmittel entwickelt («Wochenpille»). Durch chemische Modifikation dieses Ovulationshemmers ist eine anabole Substanz entstanden, also eine Substanz mit ähnlicher pharmakologischer Wirkung, jedoch ohne Analogie zu den bisherigen AAS.

Die WADA hat deshalb in einer Mitteilung vom 26. März 2004 erklärt, dass per sofort wieder auf die frühere Praxis zurückgegriffen werden soll (d.h. als Analoge gelten: «andere Substanzen mit ähnlicher chemischer Struktur oder ähnlicher pharmakologischer Wirkung»).

### Peptidhormone

Die im Sport verbotenen Peptidhormone sind Erythropoietin (EPO), Wachstumshormon (Human Growth Hormone, HGH), Choriongonadotropin (hCG), tierische, humane und synthetische Gonadotropine, Insulin, Kortikotropine, sowie deren Releasingfaktoren (z.B. CRH). Bei hCG und den Gonadotropinen gilt das Verbot nur für Männer. HCG wird nicht selten in Kombination mit AAS verwendet und soll in dieser Kombination die durch die AAS bedingte Suppression eigener endogener anaboler Steroidhormone (Libidoabfall, Hodenatrophie) beheben.

Was Peptidhormone angeht, so spielen im Sport vor allem aber HGH und Insulin im Kraftbereich, und EPO bei Ausdauerprüfungen eine wichtige Rolle: Deswegen werden diese drei Hormone im folgenden speziell behandelt.

### Erythropoietin (EPO)

Das 1985 erstmals gentechnologisch hergestellte EPO wurde zu therapeutischen Zwecken 1987 in Europa eingeführt. Bereits an den Olympischen Spielen in Calgary 1988 wurde erstmals öffentlich über die Anwendung von EPO im Team der sowjetischen Langläuferinnen und -läufer spekuliert. Im gleichen Jahr verbot der Internationale Skiverband FIS EPO als Dopingmittel. Zwischen 1987 und 1990 wurden verschiedene Todesfälle im Radsport und Orientierungslauf mit EPO-Missbrauch in Zusammenhang gebracht. Deshalb wurde 1990 EPO vom IOC auf die Dopingliste gesetzt. Eine Nachweismethode stand jedoch nach wie vor nicht zur Verfügung. Da ein verbreiteter EPO-Missbrauch wahrscheinlich war, führten der Internationale Skiverband (FIS) und der Radverband (UCI) erstmals Blutkontrollen vor den Wettkämpfen ein. Wurden Grenzwerte für Hämatokrit (UCI) oder Hämoglobin (FIS) überschritten, durften die Athleten aus medizinischen Gründen nicht an den Wettkämpfen teilnehmen. Diese Kontrollen wurden als «Gesundheitskontrollen» deklariert, und nicht als Dopingkontrollen, da die Resultate juristisch gesehen nicht Beweischarakter haben.

Dank staatlichem Eingriff (Zollfahndung, Polizeirazzien) an der Tour de France wurden 1998 grossflächige Dopingpraktiken aufgedeckt. Dies erhöhte den Druck, Testmethoden zum Nachweis von EPO-Doping zu entwickeln.

Im Jahre 2000 wurde erstmals ein Nachweisverfahren für EPO aus dem Urin publiziert [7]. Erprobt wurde diese Nachweismethode anlässlich der Olympischen Spiele in Sydney mit einer kombinierten Methode aus Blut und Urin.

Im Jahre 2001 wurde in einem Urteil des Internationalen Sportschiedsgerichts in Lausanne (TAS) die direkte Nachweismethode von EPO aus dem Urin als wissenschaftlich genügend ausgereift bezeichnet. An den Olympischen Spielen in Salt Lake City 2002 wurden daraufhin mehrere Langläuferinnen und -läufer des Dopings mit einer neuen Form von EPO (Darbepoietin alpha = Nespo; ein Depot-EPO) überführt (Tab. 4 ◀).

### Wachstumshormon (Human Growth Hormone, HGH)

Die Tatsache, dass HGH bereits in den frühen 80er Jahren als Anabolikum im «The Underground Steroid Handbook» in Kalifornien beschrieben wurde, zeugt davon, dass es bereits damals missbräuchlich im Sport eingesetzt wurde. Allerdings handelte es sich damals um HGH, welches aus Kadaver-Hypophysen extrahiert wurde – mit den bekannten assoziierten Risiken (Creuzfeldt-Jakob-Krankheit). In den späten 80er Jahren konnte HGH biotechnologisch hergestellt werden, was aufgrund der verbesserten Verfügbarkeit und Sicherheit zu einer exponentiellen Zunahme der Erkenntnisse über die Wirkung dieses Hormons beim Erwachsenen

**Tabelle 4. Wirkungen und Nebenwirkungen von EPO.**

Wirkungen	Nebenwirkungen
Erhöhung der Erythrozytenzahl	Bluthochdruck
verbesserte Sauerstoff-Transport-Kapazität	erhöhte Blutviskosität
verbesserte Ausdauerleistung	Thromboembolien (im Extremfall mit Todesfolge)

fürte. Diese Erkenntnisse basierten vor allem auf kontrollierten Studien von erwachsenen Patienten mit kompletten Wachstumshormonmangel aufgrund hypothalamisch-hypophysärer Pathologien (meist Tumoren). Bei diesen Patienten führte eine HGH-Ersatztherapie zu einer Zunahme der Muskelmasse mit gleichzeitiger Abnahme der Fettmasse [8]. Metabolische Untersuchungen konnten nachweisen, dass HGH die Proteinsynthese fördert bei gleichzeitiger Erhöhung der Lipolyse, was die beobachtete Änderung der Körperzusammensetzung nach HGH-Therapie erklären kann. Die erhöhte Lipolyse ihrerseits scheint für die durch HGH verursachte Insulin-Resistenz verantwortlich zu sein [9]. Später konnten Wirkungen auf den Knochen (anabol) und das Herz-Kreislauf-System nachgewiesen werden (Erhöhung des Preloads, Verminderung des Afterloads, direkte anabole Wirkung auf den Herzmuskel). Die im Durchschnitt um 10 bis 15% verringerte physische Leistungsfähigkeit des HGH-defizienten Patienten im Vergleich zu einer gesunden Kontrollpopulation ist ein charakteristisches Symptom, welches sich durch HGH-Substitution verbessert. Die Wirkung von HGH auf die Muskulatur und das Herz-Kreislauf-System sind wahrscheinlich dafür verantwortlich [8]. Diese Resultate, erstmals 1989 im *New England Journal of Medicine* [9] und im *Lancet* [10] von zwei unabhängigen Europäischen Gruppen publiziert, blieben nicht unbemerkt. Obwohl keine konkreten Zahlen vorliegen, beweisen verschiedene Zwischenfälle eindeutig, dass HGH als Doping eingesetzt wurde: Anlässlich der Tour de France 1998 wurde in einem Auto grössere Mengen von HGH-Ampullen entdeckt, HGH wurde bei einem Trainer einer Schwimm-Nationalmannschaft anlässlich der Olympischen Spiele in Sydney im Jahre 2000 gefunden und 6 Monate vor den Olympischen Spielen 2000 wurden eine grosse Anzahl an HGH-Ampullen aus einer Apotheke in Sidney entwendet. Zusätzlich gestand Ben Johnson, dass er nebst anabolen Steroiden über längere Zeit HGH als Doping verwendet hatte. Der Nachweis von anabolen Steroiden führte bei ihm bekannterweise zur Aberkennung der Olympischen Goldmedaille von Seoul. HGH war bis anhin wahrscheinlich weit verbreitet, weil ein direkter Nachweis nicht möglich war. Inzwischen ist es jedoch gelungen, exogenes HGH im Serum nachzuweisen [11]. Der Test basiert auf dem Prinzip, dass endogenes HGH in

verschiedenen Isomeren sezerniert wird, der grösste Anteil in Form der 22kDa, ein kleinerer Anteil (max. 10%) in Form der 20kDa-Isomere. Bei exogen zugeführtem HGH wird der Anteil des 22kDa grösser, was zu einem erhöhten Quotienten 22kDa/20kDa führt, worauf der Nachweis basiert. Der Nachweis ist jedoch nur mit einer Blutprobe möglich. Die entsprechende Methode wurde anlässlich der Olympischen Spiele in Athen eingeführt.

Aus ethischen Gründen wurde die Wirksamkeit von HGH als Doping in keiner Studie nachgewiesen. Von Patienten mit Akromegalie ist jedoch bekannt, dass bei zu hoher HGH-Sekretion die Mortalität im Vergleich zu der entsprechenden Kontrollpopulation deutlich erhöht ist [12]. Insbesondere Herz-Kreislauf-Erkrankungen, möglicherweise auch Neoplasien sind deutlich gehäuft. Selbst Sportmedizinern ist häufig zu wenig bewusst, welchen nicht unerheblichen Risiken sich Athleten beim HGH-Doping aussetzen (Tab. 5 )

### Insulin

1998, anlässlich der Olympischen Winterspiele in Nagano, wurde das Internationale Olympische Komitee (IOC) erstmals auf Insulin als mögliche Doping-Substanz aufmerksam. Ein russischer Spotmediziner fragte nämlich nach, ob die Verwendung von Insulin auf insulinabhängige Diabetiker beschränkt sei. Das IOC handelte unverzüglich und setzte Insulin auf die Liste verbotener Substanzen. In England wurde daraufhin die Verwendung von Insulin v.a. in der Bodybuilder-Szene bestätigt [13].

Die metabolischen Effekte des Insulins wurden hauptsächlich am Insulin-defizienten Patienten erforscht (d.h. am Patienten mit Typ-1-Diabetes). Es ist hinlänglich bekannt, dass Insulin neben der Hemmung der hepatischen Glukoneogenese die Aufnahme von Glukose in den Skelettmuskel erleichtert [13]. Letzteres führt zu einem Glykogenaufbau. Glykogen wiederum ist ein wichtiger Energie-Speicher des Muskels, welcher bei sportlichen Anstrengungen verwendet werden kann. Es ist bis anhin jedoch nicht ausreichend nachgewiesen, dass grössere Glykogenspeicher tatsächlich zu einer Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit führen [14].

Etwas weniger bekannt ist die Wirkung von Insulin auf den Protein-Stoffwechsel: Insulin hemmt den Protein-Abbau. Diabetiker, welche mit Insulin behandelt werden, weisen mehr Muskelmasse auf als gesundes Kontroll-Kollektiv [15]. Diese Tatsache macht Insulin-Doping für Sportarten attraktiv, bei welchen eine grosse Muskelmasse Vorteile bringt.

Gesicherte Daten, dass Insulin-Doping bei Athleten wirklich zu vermehrter Muskelmasse und Leistungsfähigkeit führt, sind nicht vorhanden. Ebenso fehlen Angaben, wie Insulin im Sinne von Doping genau einzusetzen ist, respektive

**Tabelle 5. Wirkungen und Nebenwirkungen von HGH beim HGH-defizienten Patienten.**

Wirkungen	Nebenwirkungen
Erhöhung der Muskelmasse, Abbau des Körperfettanteils	Insulinresistenz, Akromegalie
Verbesserung der kardiovaskulären «Performance»	Wasserretention (symptomatisch mit Karpaltunnel-Syndrom CTS, Arthralgien)
Erhöhung der Knochendichte	
Verbesserung der Lebensqualität	

appliziert werden muss. Es sind hierzu profunde Kenntnisse der Insulinwirkung notwendig, um insbesondere Hypoglykämien zu vermeiden.

Eine sichere Nachweis-Methode von Insulin im Blut oder Urin kommt aktuell nicht zur Anwendung. Hingegen genügt aufgrund des WADA-Codes bereits der Besitz von Insulin bei nicht-diabetischen Athleten als Doping.

### Beta-2-Agonisten

In der Dopingliste vom 1.1.2004 werden Beta-2-Agonisten erstmals als eigene Substanzklasse genannt, vorher waren sie als Untergruppe der Anabolika aufgeführt. Alle Beta-2-Agonisten sind im Wettkampf verboten. Einzig Formoterol, Salbutamol, Salmeterol und Terbutalin sind für die Behandlung von Asthma – speziell auch anstrengungsinduziertes Asthma (bei Ausdauer-sportlern sehr verbreitet) – und bronchialer Hyperreagibilität zugelassen. Die genannten Substanzen müssen per inhalationem zugeführt werden. Vorgängig ist eine Ausnahmegewilligung zu therapeutischen Zwecken (ATZ) zu beantragen, wobei das einfache Verfahren zur Anwendung gelangt (siehe unten).

Für Salbutamol wurde dabei ein Urinwert von mehr als 1000 ng/ml als Toleranzgrenze festgelegt. Wird dieser Wert überschritten, so wird von einem positiven Dopingbefund (Verstoss gegen das Dopinggesetz mit einer anabolen Substanz) ausgegangen, und zwar in der Annahme, dass Salbutamol oral zugeführt worden sei. Doping mit anabolen Substanzen hat eine wesentlich höhere Strafe zur Folge. In der Schweiz wurde der Salbutamolkonzentrations-Cutpoint von mehr als 1000 ng/ml erst in einer Dopingkontrolle überschritten. Nachuntersuchungen in diesem Fall haben jedoch ergeben, dass ein derart hoher Urinwert in extremen Einzelfällen auch bei korrekter inhalatorischer Anwendung erreicht werden kann [16]. In der aktuellen Dopingliste wird deshalb präzisiert, dass vor einer abschliessenden Beurteilung der Sportler beweisen muss, dass der gefundene Wert durch eine therapeutische Anwendung zustande gekommen ist.

### Antiöstrogen wirkende Substanzen

Diese Substanzklasse ist nur bei Männern verboten. Bei Männern werden Androgene, zur Hauptsache Testosteron, durch Aromatasen in peripheren Geweben zu Östrogenen konvertiert. Dies hat zur Folge, dass eine exogene Zufuhr von exogenen anabolen Steroiden indirekt auch zu supraphysiologischen Östradiolkonzentrationen führt (erhöhte Verfügbarkeit von Substrat für die Aromatase). Zusätzlich verdrängen die Androgene Östradiol kompetitiv aus der Proteinbindung im Plasma (Sex Hormon Binding Globulin), was dazu führt, dass die Östrogene vermehrt

auch in freier und somit biologisch aktiver Form vorliegen. Dies hat für die Athleten unerwünschte Wirkungen wie Gynäkomastien zur Folge. Substanzen mit antiöstrogenem Effekt wirken in diesem Sinne korrigierend ein.

### Maskierende Substanzen

Unter dieser Substanzklasse fallen Diuretika, Epitestosteron, Probenecid und Plasmaexpander. Epitestosteron wurde um ca. 1980 vor allem in der ehemaligen DDR eingesetzt, um den durch Anabolika-Einsatz beeinflussten Testosteron/Epitestosteron-Quotienten wieder auszugleichen. Probenecid beeinflusst die Ausscheidung von Steroiden und mit Plasmaexpandern wird versucht, bei EPO-Missbrauch den Hämatokrit wieder abzusenken.

### Diuretika

Diuretika finden ihre Anwendung vor allem bei Sportarten mit Gewichtsklassen wie zum Beispiel Gewichtheben, Judo oder Ringen. Diuretika ermöglichen durch Ausscheiden von hohen Urinmengen eine vorübergehende relevante Gewichtsabnahme, was in Grenzfällen den Athleten erlaubt, in einer tieferen Gewichtsklasse anzutreten. Die anschliessende Flüssigkeits-Wiederaufnahme stellt dann das frühere und für den Wettkampf in einer bestimmten Gewichtsklasse zu hohe Gewicht wieder her, was den Athleten in den genannten Sportarten Vorteile verschafft. Im Bereiche des Bodybuildings verhelfen Diuretika durch Dehydratation zur verbesserten Darstellung des Muskelreliefs. Diuretika sind aber auch in anderen Sportarten zu finden. Dort dienen sie der Beeinflussung der Konzentrationsverhältnisse anderer Substanzen im Urin (Verdünnung), was den Nachweis verbotener Substanzen erschweren kann. Aus diesen Gründen verbot das IOC 1988 die Anwendung von Diuretika.

### Glukokortikoide

Seit dem 1.1.2004 ist der Gebrauch der Glukokortikoide in allen Sportarten für die *Wettkampfphase* geregelt. Dabei sind orale, rektale, intravenöse oder intramuskuläre Anwendungen verboten. Für diese Anwendungsarten muss deshalb eine Ausnahmegewilligung zu therapeutischen Zwecken (ATZ, Standardverfahren) beantragt werden. Alle anderen Anwendungsformen (z.B. inhalativ, intraartikulär, topisch) bedingen eine ATZ nach einfachem Verfahren. Mit dieser Regelung wollte die WADA den Missbrauch der Glukokortikoide bekämpfen. Unseres Erachtens ist dies nicht gelungen, da einerseits der Gebrauch im Training damit nicht erfasst wird und andererseits es nicht möglich ist, analytisch etwas über die Anwendungsart auszusagen. Zudem bringt das Verfahren einen enormen

men administrativen Aufwand mit sich, der behandelnde Fachpersonen davon abhalten kann, Glukokortikoide zu verwenden, obwohl sie in vielen Fällen die beste Behandlung darstellen.

## Verbotene Methoden

### Erhöhung der Transportkapazität für Sauerstoff

Unter dieser Methode fallen einerseits das Blutdoping und die Anwendung von Produkten, welche die Aufnahme, den Transport oder die Abgabe von Sauerstoff erhöhen. Dies können vor allem modifizierte Hämoglobinpräparate, Perflurane oder Efaproxiral (RSR13) sein.

Unter Blutdoping versteht man das Zuführen von fremdem Blut – Fremdblutdoping – oder eigenem Blut – Eigenblutdoping – vor einer Ausdauerleistung. Dadurch wird die Erythrozytenzahl vermehrt, womit die Voraussetzungen für eine Ausdauerleistung verbessert werden. Mögliche Nebenwirkungen von Blutdoping sind erhöhte Belastung von Herz und Kreislauf, zur Hauptsache aber Thromboembolien.

Blutdoping wurde ab 1990 zunehmend durch EPO-Doping abgelöst. Erst seit der Einführung einer sicheren Nachweismethode für EPO hat das Blutdoping wieder an Bedeutung zugenommen. Die kürzlich in der Presse erschienenen Aussagen aus dem Radsport zeichnen dabei ein erschreckendes Bild. So sollen von einzelnen Equipen Athleten, welche eine identische Blutgruppe wie der Teamleader aufwiesen, gezielt angeworben worden sein, um die Voraussetzungen für diese Form des Dopings zu schaffen. Die WADA ist zurzeit damit beschäftigt, einen Test zum Nachweis von Blutdoping zu entwickeln.

### Pharmakologische, chemische und physikalische Manipulation

Seit der Einführung von Dopingkontrollen wurde immer wieder versucht, Dopingproben zu manipulieren. Dies kann zum Beispiel durch das Austauschen mit Fremdurin, durch Verdünnen des eigenen Urins, durch Einbringen von «saubere» Fremdurin in die Blase mittels Katheterisierung vor Urinabgabe, durch chemisch-pharmakologische Veränderung der Urinausscheidung oder mittels maskierender Substanzen geschehen. Nach den geltenden Bestimmungen ziehen Manipulationen von Dopingproben für den Sportler die gleichen Konsequenzen wie ein positiver Dopingbefund nach sich.

### Ausnahmebewilligungen zu therapeutischen Zwecken ATZ

Wird eine in der Dopingliste 2004 aufgeführte Substanzklasse therapeutisch eingesetzt, so ist eine Ausnahmebewilligung zu therapeutischen Zwecken (ATZ) zu beantragen.

Für Formoterol, Salbutamol, Salmeterol und Terbutalin sowie alle lokal, topisch oder intraartikulär applizierten Steroide gelangt dabei das einfache Verfahren zur Anwendung («Vereinfachtes Verfahren»). Kortikosteroide sind dabei grundsätzlich nur für die Wettkämpfe verboten. In der Vorbereitungsphase kann z.B. eine Epikondylitis ohne Meldung mit einer Diprophosinjektion behandelt werden.

Alle übrigen in der Dopingliste aufgeführten Substanzklassen erfordern ein sogenanntes Standardverfahren. Grundsätzlich sind natürlich nur aufgeführte Dopingmittel antragspflichtig.

Konkretes Vorgehen: die Formulare können über [www.dopinginfo.ch](http://www.dopinginfo.ch) oder [www.swissolympic.ch](http://www.swissolympic.ch) heruntergeladen werden.

Standardverfahren werden ca. alle 14 Tage durch die ATZ-Kommission, welcher 4 Mediziner angehören, beurteilt. Es ist dabei diesen Ärzten vorbehalten, zusätzliche Experten zur abschliessenden Beurteilung zuzuziehen. Das Gesuch für ein Standardverfahren muss mindestens 3 Wochen vor Therapiebeginn der FDB gestellt werden.

Die Zeugnisse, welche im 2003 wegen einer Betamimetika-Therapie bei Asthma-Patienten eingesandt wurden, haben eine Gültigkeit von einem Jahr. Für zu inhalierende Kortikosteroide gilt die gleiche Gültigkeitsdauer. Die Diagnosen Asthma, anstrengungsinduziertes Asthma und bronchiale Hyperreagibilität, welche eine inhalatorische Behandlung mit Betamimetika und/oder Steroiden rechtfertigen, müssen spirometrisch dokumentiert werden können. Es reicht jedoch der Hinweis, dass beweisende spirometrische Befunde vorliegen. Die entsprechenden Akten selber müssen nicht mehr eingereicht werden (Neuerung), können aber jederzeit von der ATZ-Kommission nachverlangt werden. Eine erneute Lungenfunktionsprüfung wird nach 3 Jahren verlangt.

Für die perorale, intramuskuläre, rektale (inkl. Suppositorien) Anwendung von Glukokortikoiden wird eine Ausnahmebewilligung mittels Standardverfahren benötigt (jedoch nur für die Wettkampfphase).

## Thema Doping in der Arztpraxis

In der täglichen Praxis wird man mit dem Thema Doping zur Hauptsache dann konfrontiert, wenn bei einem Verbandsportler therapeutisch eine Substanz zur Anwendung gelangen soll, die in der Dopingliste 2004 aufgeführt ist. Es muss in einem solchen Falle eine Ausnahmebewilligung zu therapeutischen Zwecken (ATZ) beantragt werden. Anspruchsvoller ist der Umgang mit Patienten, welche einen Missbrauch verneinen, der jedoch aufgrund klinischer oder laborchemischer Parameter vermutet werden muss. Nicht selten schämen sich Anwender auch ihrer Prak-

tiken, was im Interview miteinbezogen werden muss. Viele Doping-Substanzen haben zudem Suchtpotential. Davon Betroffene benötigen deshalb unbedingt ärztlichen Rat und Betreuung, wobei das therapeutische Ziel immer die Abstinenz sein muss.

#### **Doping muss vor allem bei folgenden klinischen Befunden erwogen werden:**

- Psychische Auffälligkeiten (Erregung, Unrast, Schlaflosigkeit, Desorientierung, Euphorie).
- Unphysiologisch stark ausgeprägte Muskelmasse.
- Akromegale Stigmata (Vergrößerung der Zahnabstände, Akren, Schwitzen).
- Zeichen der Androgenisierung bei Frauen; Menstruationszyklusunregelmäßigkeiten.
- Starke Akne bei Männern.
- Hodenatrophie (Hodengrösse deutlich <12 ml).
- Gynäkomastie.
- Striae distensae oder rubrae bei Frauen und Männern.
- Hepatosteatose.

Einen entscheidenden Beitrag zur Aufdeckung von Doping leistet immer die Anamnese: Art der sportlichen Freizeitbeschäftigung, Ausmass von sportlichen Aktivitäten, Mitgliedschaft bei Fitnesszentren müssen dabei gezielt nachgefragt werden.

#### **Literatur**

- 1 WADC. World Anti-Doping Code. 2003. Montreal, Canada: World Anti-Doping Agency.
- 2 Palm D. Effects and side effects of doping with psychostimulants and beta-adrenoreceptor blocking drugs. In International Athletic Foundation World Symposium on Doping in Sport, Bellotti P, Benzi G, Ljungqvist A. Editors. 1987; FIDAL: Florence:133-46.
- 3 Beecher HK, Smith GM. Drugs and athletic performance. In Doping, De Schaepdryver A, Hebbelinc M. Editors. 1965; Pergamon Press: Oxford, London and Edinburgh:133-46.
- 4 Chandler JV, Blair SN. The effect of amphetamines in selected physiological components related to athletic success. *Med Sci Sports Exerc* 1980;12:65-9.
- 5 Bhasin S, Storer TW, Berman N, Callegari C, Clevenger B, Phillips J, et al. The effects of supraphysiologic doses of testosterone on muscle size and strength in normal men. *N Engl J Med* 1996;335:1-7.
- 6 Dehennin L, Scholler R. Detection of self-administration of testosterone as an anabolic by determination of the ratio of urinary testosterone to urinary epitestosterone in adolescents. *Pathol Biol* 1990;38:920-2.
- 7 Lasne F, de Ceaurriz J. Recombinant erythropoietin in urine. *Nature* 2000;405:635.
- 8 Carroll PV, Christ ER, Bengtsson BA, Carlsson L, Christiansen JS, Clemmons D, et al. Growth hormone deficiency in adulthood and the effects of growth hormone replacement: a review. *Growth Hormone Research Society Scientific Committee. J Clin Endocrinol Metab* 1998;83:382-95.

#### **Wird Doping vermutet, so sind folgende Laboruntersuchungen hilfreich:**

- Bei Anabolika-Missbrauch: LH-Bestimmung (exogene AAS supprimieren LH, insbesondere bei Männern), ALAT und ASAT (Hepatosteatose).
- Bei Kortikoidmissbrauch: Kortisol (kann infolge exogener Zufuhr von Steroiden supprimiert sein).
- Bei EPO und Anabolika-Missbrauch: Hämoglobin, Hämatokrit.
- Bei HGH-Missbrauch: IGF-I (Sensitivität und Spezifität juristisch nicht ausreichend).

#### **Standesrecht**

Nach den Ereignissen an der Tour de France 1998 wurde 1999 durch die Ärztesgesellschaft des Kantons Zürich die Einführung eines Artikels zur Dopingbekämpfung im ärztlichen Standesrecht vorgeschlagen. Eine gemeinsame Arbeitsgruppe der FMH und der Schweiz. Gesellschaft für Sportmedizin hat einen Artikel 33bis (Sportmedizin und Doping) und einen Anhang 5 (Richtlinien für die ärztliche Betreuung von Sportlerinnen und Sportlern) geschaffen. Die Ärztekammer hat im April 2002 diesem Entwurf zugestimmt, er trat am 11. Dezember 2002 in Kraft [17].

Korrespondenz:  
Dr. med. Bruno Müller  
Abteilung für Endokrinologie  
und Diabetologie  
Universität Bern  
Inselspital  
CH-3010 Bern  
[bruno.mueller@insel.ch](mailto:bruno.mueller@insel.ch)

- 9 Salomon F, Cuneo RC, Hesp R, Sonksen PH. The effects of treatment with recombinant human growth hormone on body composition and metabolism in adults with growth hormone deficiency. *N Engl J Med* 1989;321:1797-803.
- 10 Jorgensen JO, Pedersen SA, Thuesen L, Jorgensen J, Ingemann-Hansen T, Skakkebaek NE, Christiansen JS. Beneficial effects of growth hormone treatment in GH-deficient adults. *Lancet* 1989;1:1221-5.
- 11 Bidlingmaier M, Wu Z, Strasburger CJ. Test method: GH. *Baillieres Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2000;14:99-109.
- 12 Swearingen B, Barker FG 2nd, Katznelson L, Biller BM, Grinspoon S, Klibanski A, et al. Long-term mortality after transsphenoidal surgery and adjunctive therapy for acromegaly. *J Clin Endocrinol Metab* 1998;83:3419-26.
- 13 Sonksen PH. Insulin, growth hormone and sport. *J Endocrinol* 2001;170:13-25.
- 14 Vogt M, Puntschart A, Howald H, Mueller B, Mannhart C, Gfeller-Tuescher L, et al. Effects of dietary fat on muscle substrates, metabolism, and performance in athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:952-60.
- 15 Sinha A, Formica C, Tsalamandris C, Panagiotopoulos S, Hendrich E, DeLuises M, et al. Effects of insulin on body composition in patients with insulin-dependent and non-insulin-dependent diabetes. *Diabet Med* 1996;13:40-6.
- 16 Schweizer C, Saugy M, Kamber M. Doping test reveals high concentrations of salbutamol in a Swiss track-and-field athlete. *Clin J Sport Med* 2004. In press.
- 17 Richtlinien für die ärztliche Betreuung von Sportlern und Sportlerinnen. S.A.-Z 2002. 83:2745.