

# Journal für Kardiologie

Austrian Journal of Cardiology

Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislaferkrankungen

## Doping und Herz: Was der Praktiker

### wissen muss

Wonisch M, Pokan R

*Journal für Kardiologie - Austrian*

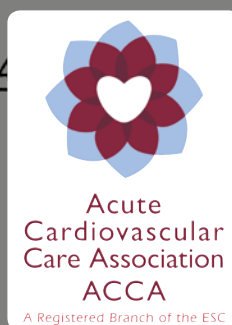
*Journal of Cardiology* 2014; 21

(5-6), 139-143

Homepage:

[www.kup.at/kardiologie](http://www.kup.at/kardiologie)

Online-Datenbank  
mit Autoren-  
und Stichwortsuche



Member of the



EUROPEAN  
SOCIETY OF  
CARDIOLOGY®

ESC-Editor's Club

Offizielles Organ des  
Österreichischen Herzfonds



Indexed in EMBASE/Excerpta Medica/SCOPUS

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031105M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Mozartgasse 10

Preis: EUR 10,-

### **Datenschutz:**

Ihre Daten unterliegen dem Datenschutzgesetz und werden nicht an Dritte weitergegeben. Die Daten werden vom Verlag ausschließlich für den Versand der PDF-Files des Journals für Pneumologie und eventueller weiterer Informationen das Journal betreffend genutzt.

### **Lieferung:**

Die Lieferung umfasst die jeweils aktuelle Ausgabe des Journals für Pneumologie. Sie werden per E-Mail informiert, durch Klick auf den gesendeten Link erhalten Sie die komplette Ausgabe als PDF (Umfang ca. 5–10 MB). Außerhalb dieses Angebots ist keine Lieferung möglich.

### **Abbestellen:**

Das Gratis-Online-Abonnement kann jederzeit per Mausklick wieder abbestellt werden. In jeder Benachrichtigung finden Sie die Information, wie das Abo abbestellt werden kann.

### Das e-Journal **Journal für Pneumologie**

- ✓ steht als PDF-Datei (ca. 5–10 MB) stets internetunabhängig zur Verfügung
- ✓ kann bei geringem Platzaufwand gespeichert werden
- ✓ ist jederzeit abrufbar
- ✓ bietet einen direkten, ortsunabhängigen Zugriff
- ✓ ist funktionsfähig auf Tablets, iPads und den meisten marktüblichen e-Book-Readern
- ✓ ist leicht im Volltext durchsuchbar
- ✓ umfasst neben Texten und Bildern auch eingebettete Videosequenzen.

# Doping und Herz: Was der Facharzt wissen muss

M. Wonisch<sup>1</sup>, R. Pokan<sup>2</sup>

**Kurzfassung:** Doping und Medikamentenmissbrauch sind ein weit verbreitetes Phänomen des Sports und der Gesellschaft. Die Verwendung betrifft nicht nur Leistungssportler, sondern zum größten Teil Amateursportler und Freizeitathleten. Das Ziel ist nicht nur eine Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit, sondern auch eine Reduzierung von Angst, Stimulation von Muskelwachstum, Körpergewichtsreduzierung oder Maskierung anderer Substanzen während eines Dopingtests. Ein Großteil der verwendeten Substanzen weist ein potenzielles Nebenwirkungspotenzial auf das kardiovaskuläre System auf. Dazu zählen Blutdruckwirkungen, ein erhöhtes

Risiko für arteriosklerotische Erkrankungen, Thrombosen und Herzinfarkt, Herzinsuffizienz sowie Herzrhythmusstörungen und plötzlicher Herztod.

**Schlüsselwörter:** Doping, Anabolika, Peptidhormon, arterielle Hypertonie, Herzinsuffizienz, Freizeitsport

**Abstract: Doping and the Heart: Practical Implications for the Physician.** The use of doping substances and methods is a wide phenomenon in sports and society. Not only competitive athletes, but also amateur and recreational athletes use drugs to enhance perfor-

mance, reduce anxiety, to increase muscle mass or to reduce weight or to mask the use of other drugs during testing. However, most of the used substances and methods are associated with an increases risk for the cardiovascular system. Myocardial infarction, hyperlipidämia, hypertension, thrombosis, arrhythmogenesis, heart failure and sudden cardiac death have been noted following drug abuse. **J Kardiol 2014; 21 (5–6): 139–43.**

**Key words:** doping, anabolics, peptide hormones, arterial hypertension, heart failure, recreational sports

## ■ Einleitung

Doping ist im Spitzensport ein weit verbreitetes Thema. Immer wieder kursieren Medienmeldungen über die Verwendung unerlaubter leistungssteigernder Substanzen, aber auch Meldungen über Todesfälle im Zusammenhang mit Doping. Das Thema ist kein neues, erste Berichte über die Verabreichung leistungssteigernder Substanzen stammen aus der Antike, wo durch Kauen von Kokablättern die Leistungsfähigkeit von Soldaten maßgeblich gefördert wurde.

Der Begriff „Doping“ stammt wahrscheinlich aus dem 19. Jahrhundert und bezeichnete als „DOPE“ einen Sammelbegriff für verschiedene Arten von Spirituosen. Stimulierende Mittel sind schon in der Antike beschrieben (Stierhoden), auch das Kauen von Kokablättern bei den Inkas ist bekannt.

Im 19. Jh. war Doping nicht verboten, ein Skandal war nur, wenn der Arzt die falschen Mittel verabreichte. So war Ende des 19. Jh. die sog. „Schnelle Pulle“ beim 6-Tage-Rennen (Stimulanzien) bekannt. 1927 befasste sich der deutsche Sportärztebund erstmals mit dem Problem Doping. 1967 erfolgte erstmals ein Verbot von Stimulanzien und Narkotika durch den Internationalen Radsportverband (UCI) IOC, 1968 wurden erste Dopingkontrollen bei Olympischen Spielen in Grenoble und Mexiko City eingeführt. 1972 wurden bei den Olympischen Spielen in München 2079 Kontrollen durchgeführt (7 positive Proben), 1976 erfolgte ein Verbot von synthetischen Anabolika [1]. Seither wird die Dopingliste laufend erweitert und adaptiert und kann online bei der NADA abgerufen werden [2].

Eingelangt am 4. September 2013; angenommen am 13. September 2013; Pre-Publishing Online am 13. November 2013

Aus der <sup>1</sup>Sportmedizinischen Untersuchungsstelle des Landes Steiermark, Graz, und dem <sup>2</sup>Institut für Sportwissenschaften am Zentrum für Bewegungswissenschaften, Wien

**Korrespondenzadresse:** Univ.-Doz. DDr. Manfred Wonisch, Sportmedizinische Untersuchungsstelle des Landes Steiermark, A-8010 Graz, Rosenberggasse 6A; E-Mail: wonisch@derkardiologie.at

## ■ Epidemiologie

Weltweit wird ein Umsatz von 15 Milliarden Euro mit illegalem Dopinghandel geschätzt. Über 15,5 Millionen Menschen konsumieren regelmäßig Dopingmittel, wobei es sich zu 70 % um Hobbysportler und Bodybuilder handelt. Hier spricht man nicht von Doping, sondern von Medikamentenmissbrauch [3].

## ■ Doping im Freizeitsport

In fast 40 % der untersuchten Proben einer Bodybuilding-Veranstaltung wurden Dopingsubstanzen nachgewiesen [3]. Bodybuilding ist als nicht-olympische Sportart nicht an die Dopingbestimmungen gebunden und es werden üblicherweise auch keine Dopingkontrollen durchgeführt. Dementsprechend hoch ist die Verwendung leistungssteigernder Substanzen. So wurde z. B. in zyprischen Fitnessstudios ein Konsum von verbotenen Substanzen bei 11,6 % der Umfrageteilnehmer zugegeben [4].

In einer österreichischen Studie wurden Bergsteiger gebeten, freiwillig eine Urinprobe abzugeben. In 3,6 % der 253 gesammelten Urinproben wurden Amphetamine, verbotene Dopingsubstanzen aus der Gruppe der Stimulanzien, nachgewiesen [4]. Im Jahr 1998 wurde beim Jungfrau-Marathon in der Schweiz der Urin von einem Teil der 3000 Läufer getestet: 34,6 % der Proben zeigten die Einnahme von Schmerzmitteln wie Aspirin, Voltaren oder dem Wirkstoff Ibuprofen, die nicht auf der Dopingliste stehen [4].

## ■ Doping bei Jugendlichen

Bei einer Studie der Sporthochschule Köln mit 1000 Teilnehmern zeigten sich folgende Ergebnisse: 7 % hatten in den letzten 12 Monaten Anabolika eingenommen, 30 % hatten im gleichen Zeitraum Marihuana konsumiert. Fast die Hälfte der Jugendlichen zeigte großes Interesse für Doping und Drogen.

Zum Missbrauch von Dopingsubstanzen unter Schülerinnen, Schülern und Jugendlichen liegen eine Reihe von Studien aus

**Tabelle 1:** WADA-Liste der kardiovaskulär-wirksamen Medikamente. Erstellt nach [7].

Verbotene Substanzen		In bestimmten Sportarten verboten	Erlaubte Substanzen	
<b>S1 Anabole Steroide</b>	<b>S5 Maskierende Substanzen</b>	<b>P1 Alkohol</b>	<b>Antihypertensiva</b>	<b>Cholesterinsenker</b>
– Testosteron	– Diuretika		– Kalziumblocker	– Fluvastatin
– Nandrolozon	<b>S6 Stimulantien</b>	<b>P2 Betablocker</b>	– ACE-Hemmer	– Clofibrat
– Stanozol	– Amphetamine	– Atenolol	– AT-II-Blocker	– Colestipol
– Metandienon	– Kokain	– Bisoprolol	<b>Lokalanästhetika</b>	– Ezetimib
<b>S2 Peptidhormone</b>	– Ephedrin	– Carvedilol	– Xylocain	– Gemfibrozil
– hGH	<b>S7 Narkotika</b>	– Esmolol	<b>Analgetika</b>	– Atorvastatin
– EPO	– Morphine	– Labetolol	– ASS	– Acipimox
<b>S3 Beta-2- Agonisten</b>	– Pethidin	– Metoprolol		– Colestyramin
– Reproterol	<b>S8 Cannabinoide</b>	– Pindolol		– Pravastatin
– Isoprenalin	<b>S9 Glukokortikoide</b>	– Propranolol		– Simvastatin
<b>S4 Antiöstrogene</b>	– Betamethason	– Sotalol		

den USA und Kanada vor: Etwa 6–8 % der Jugendlichen haben einschlägige Erfahrungen mit dem Konsum von Anabolika und anderen Dopingsubstanzen. Die Einnahme ist bei männlichen Jugendlichen mehr als doppelt so häufig als bei Mädchen. Ein Teil der Jugendlichen injiziert die Anabolika. Jugendliche, die andere Drogen nehmen, nehmen vermehrt auch Anabolika [5].

### ■ Doping in der Gesellschaft

Nicht nur im Sport wird „gedopt“. Der Sport ist einer der wenigen Teilbereiche der Gesellschaft, wo Medikamentenmissbrauch ausdrücklich verboten ist. Allerdings verschwimmen die Grenzen zwischen Medikamentenmissbrauch und gesundheitlichen Vorsorgemaßnahmen oftmals. So verabreichen 3 von 5 Eltern ihrem Kind pro Monat mindestens ein Medikament. 19 % der Kinder erhalten vorbeugende Präparate (Vitamine, Nahrungsergänzungsmittel etc.). 43 % der Eltern verabreichen Arzneimittel an ihre Kinder, ohne vorher einen Arzt konsultiert zu haben. Der deutsche Gesundheitsreport 2009 berichtet, dass für etwa 25 % der Verordnungen von Psychopharmaka keine adäquate Diagnose vorlag.

#### „Gehirndoping“

Das den Geist anregende Medikament Ritalin erfreut sich in Wissenschaftlerkreisen großer Beliebtheit. Das zeigt eine Online-Umfrage der Fachzeitschrift *Nature*, an der sich 1400 Forscher aus 60 Ländern beteiligt haben. Ihr zufolge betreibt 1/5 regelrechtes „Gehirndoping“<sup>1</sup>. Zwischen 3 und 10 % der US-amerikanischen Studenten sollen „Gehirndoping“ betreiben, auch „Neuro Enhancement“ genannt. Dabei kommen Medikamente wie Ritalin, Modafinil oder Betablocker zum Einsatz [6].

### ■ Verfügbarkeit

Waren Dopingmittel vor einigen Jahren nur von einem lokalen „Dealer“ zu bekommen, ist die Beschaffung von Dopingsubstanzen, aber auch Information zum „richtigen“ Doping sehr leicht über das Internet möglich. Allein die Ein-

gabe des Suchbegriffes „Steroide kaufen“ ergibt über 300.000 Links.

### ■ Dopingdefinition

Die Zuständigkeit für den weltweiten Anti-Doping-Kampf lag bis 31.12.2003 beim IOC (Internationales Olympisches Komitee) und wurde mit 01.01.2004 an eine eigene Welt-Anti-Doping Agentur (WADA) ausgelagert, von der in allen Ländern nationale Ableger agieren (NADA) [7]. Die weltweiten Antidopingbestimmungen sind umfangreich definiert und betreffen im weiteren Sinne nicht nur Regelverstöße von Athleten selbst, sondern z. T. auch von betreuendem Personal im Umfeld des Athleten (inklusive Ärzte):

**Artikel 1 „Definition von Doping“:** „Doping ist definiert als ein Verstoß gegen Anti-Doping-Regeln wie sie in Artikel 2.1. bis 2.8 ausgewiesen sind.“

#### Artikel 2 „Verstöße gegen die Anti-Doping-Regeln“:

- 2.1 Die Anwesenheit einer verbotenen Substanz, deren Metaboliten oder eines Markers in einer dem Athleten entnommenen Probe.
- 2.2 Die Anwendung bzw. der Versuch der Anwendung einer verbotenen Substanz oder einer verbotenen Methode.
- 2.3 Verweigerung der Abgabe einer Probe nach Aufforderung zur Dopingkontrolle.
- 2.4 Abwesenheit bei Kontrollen außerhalb des Wettkampfes einschließlich Verstöße gegen die Aufenthaltsmeldepflicht.
- 2.5 Betrug oder der Versuch eines Betrages bei der Dopingkontrolle.
- 2.6 Besitz von verbotenen Substanzen oder verbotenen Methoden.
- 2.7 Weitergabe jeglicher verbotenen Substanz oder verbotenen Methode.
- 2.8 Anstiftung, Mitbeteiligung, Unterstützung oder Ermutigung zur Anwendung oder zum Versuch einer Anwendung einer verbotenen Substanz oder verbotenen Methode.

Nicht alle Medikamente sind in allen Sportarten verboten. In Tabelle 1 wird eine Übersicht über potenziell kardial wirksame Medikamente gegeben.

<sup>1</sup> Quelle: science.orf.at, 09.04.2008

## ■ Potenziell kardial schädliche Substanzen und Methoden

Viele der im Sport verwendeten Medikamente weisen ein erhebliches kardiales Nebenwirkungsprofil auf [8]. Im Folgenden wird auf die am häufigsten verwendeten Substanzen mit dem unsichersten Sicherheitsprofil eingegangen [9].

### Anabole Steroide und Testosteron

Die Verwendung von anabolen Steroiden und Testosteron führt über eine Stimulation der Proteinsynthese zu einem vermehrten Muskelaufbau, welcher in der Regel mit einem Kraftzuwachs verbunden ist. Parallel dazu wird die Regenerationszeit verkürzt und somit ein höheres Trainingspensum realisierbar. Daraus lassen sich verschiedene Wirkungen und Nebenwirkungen ableiten [10–16].

#### Androgene Wirkung

Die Zufuhr anaboler Steroide führt zu Peniswachstum, Wachstum und Entwicklung der Bläschendrüsen, Wachstum und Entwicklung der Prostata, Zunahme der Körperbehaarung (auch bei Frauen), Zunahme der Schambehaarung, Verdichtung und Verteilung der Gesichtsbehaarung, Vertiefung der Stimme, Zunahme der Talgbildung und Talgdrüsen, Zunahme des Geschlechtstriebes und des sexuellen Interesses sowie der Aggressivität.

#### Anabole Wirkung

Dies führt zur einer Zunahme der Gesamtkörperstickstoffbilanz, zu Elektrolytverschiebungen, verstärkter Kalziumaufnahme der Knochen, Abnahme des Körperfettanteils, Zunahme der Erythrozyten, Zunahme der Erythrozytenmasse und zu einer Zunahme der Skelettmasse.

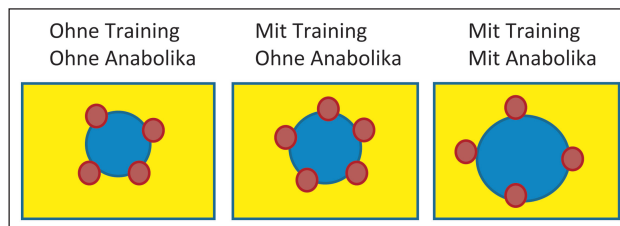
#### Nebenwirkungen

Sie sind mannigfaltig und bestehen in einer Virilisierung bei Frauen. Dadurch kommt es zu Bartwuchs, Hypertrichose, Ausbildung männlicher Gesichtszüge, Stimmveränderungen mit z. T. Kehlkopfverknöcherung, Klitorishypertrophie, Amenorrhoe, Unterdrückung von LH und FSH und gesteigerter Libido. Insgesamt findet sich eine vermehrte Aggressivität, Steroidakne, vermehrte Verletzungsgefahr an Sehnen und Bändern. Bei Jugendlichen kann ein vorzeitiger Schluss der Epiphysenfugen mit daraus resultierendem Wachstumsstopp auftreten.

Es finden sich weiters eine Erhöhung des LDL- und ein Abfall des HDL-Cholesterins, Entwicklung von Hypertonie, Steroidakne, Haarausfall, Gynäkomastie bei Männern, Striae, Abnahme der peripheren Insulinsensitivität, Diabetes mellitus, Hodenatrophie mit vermindertem Ejakulat sowie Impotenz und Infertilität mit verminderter Spermienzahl und erhöhter Viskosität, Prostatahypertrophie und Prostatakarzinom.

Anabole Steroide zeigen direkt toxische Wirkungen an der Leber mit Ausbildung von Hepatomegalie, Leberadenomen, Cholestase, Peliosis hepatis (phlebekatische Form und parenchymatöse Form), Leberdystrophie, Steatosis hepatis, HCC und Cholangiozelluläres Karzinom.

Psychische Wirkungen bestehen in Form gesteigerter Aggressivität, psychischer Abhängigkeit, das subjektive Wohlbefin-



**Abbildung 1:** Myofibrillen-/Kapillaren-Verhältnis unter Anabolika. Erstellt nach [Tagarakis CV, et al. Anabolic steroids impair the exercise-induced growth of the cardiac capillary bed. Int J Sports Med 2000; 21: 412–8].

den nimmt zu, allerdings führt ein Absetzen zu einem Stimmungstief und Depression, die Trainingsfrequenz wird reduziert, die Regenerationszeit nimmt zu. Alles in allem besteht eine „psychische Abhängigkeit“ zu anabolen Steroiden. Bei hoher Dosierung entsteht Euphorie, sexuelle Erregbarkeit, Gereiztheit, Gefühlsschwankungen, Gewaltbereitschaft, Aggressivität und oft ein gleichzeitiger Alkohol-, Medikamenten- und Drogenabusus.

Die Abnahme von kognitiven Leistungen führt zu einer eingeschränkten Gedächtnisleistung und Konzentration sowie psychischer Abhängigkeit.

Durch die oft notwendige i. m.-Gabe können Spritzenabszesse mit Auftreten von Myokarditis und Endokarditis entstehen. Oftmals entstehen durch unsteriles Arbeiten nicht nur lokale Reaktionen, sondern auch Übertragungsmöglichkeiten für zahlreiche infektiöse Erkrankungen (Hepatitis, HIV).

#### Kardiale Nebenwirkungen

Sie entstehen durch verschiedene Mechanismen:

##### Atherogene Wirkung

Führt über die Stimulation der hepatischen Triglyceridlipase zu HDL-Senkung um 39–70 %, diese ist dosis- und substanzabhängig. Die Verwendung von anabolen Steroiden führt zu einer raschen Senkung von HDL, nach 8 Wochen kein weiterer Effekt. Weiters besteht ein Anstieg von LDL-Cholesterin. Die Erholung der Lipide erfolgt erst nach Monaten und ist von der Dauer der Einnahme abhängig.

##### Thrombogene Wirkung

Die Fibrinolyse ist reduziert, ebenso die Synthese von Prostacyclin. Dies führt zu einer erhöhten Plättchenaggregation, die Protein-C- und -S-Freisetzung ist erhöht und es erfolgt eine beschleunigte Aktivierung des Hämostasesystems.

##### Linksventrikuläre Hypertrophie

Diese entsteht durch einen direkten zytotoxischen Effekt sowie einen mineralokortikoiden Effekt. Dadurch wird die Entstehung einer Hypertonie gefördert und das Risiko von Fibrosierung und myokardialen Nekrosen erhöht. Anabole Steroide führen zu einem erhöhten Myofibrillen-/Kapillaren-Verhältnis (Abb. 1) mit Herzhypertrophie unter Anabolikaanwendung ohne adäquate Verbesserung der Kapillarisation und persistierender Hypertrophie.

Herzrhythmusstörungen entstehen durch strukturelle myokardiale Änderungen, erhöhte Vulnerabilität für schwerwie-



gende Herzrhythmusstörungen und einer deutlichen Verringerung der Stimulationsschwelle.

Auch Änderungen im Elektrolythaushalt führen zu einer erhöhten Automtizität. Weiters führt ein verändertes sympathisches kardiales Nervensystem zu einem erhöhten „pressure response“ auf Katecholamine. Bluthochdruck wird durch vermehrte Salz- und Wasserretention ausgelöst.

### Peptidhormone

Zu den am häufigsten verwendeten Substanzen dieser Klasse gehören Wachstumshormone (hGH) und Insulin-like growth factor 1 (IGF-1) sowie Erythropoetin (EPO).

#### Wachstumshormon hGH und Insulin-like growth factor 1 IGF-1

Zu den augenscheinlichsten Nebenwirkungen zählt die Akromegalie. Darunter versteht man das übermäßige Wachstum von Fingern, Zehen, Kinn, Jochbogen, Augenwülsten, Nase und anderen Weichteilen. Bei manchen Sportlern verändern sich im Laufe einer langjährigen Wachstumshormonkur die Gesichtszüge sehr deutlich. Häufig kommt es zu Muskelverhärtungen, so genannten Myogelosen. Diese sind für den Athleten sehr unangenehm und können zudem die Leistungsfähigkeit beeinträchtigen.

Wachstumshormone bewirken eine Verschlechterung der Glukoseutilisation. Der dadurch ständig erhöhte Blutzuckerspiegel führt zu einer ständigen Reizung des Inselorgans der Bauchspeicheldrüse. Nach längerer Anwendung kann es somit zum Entstehen eines Diabetes mellitus kommen. IGF-1 unterscheidet sich von GH hinsichtlich der Wirkung auf den Kohlenhydratstoffwechsel, da es den Zuckerspiegel senkt und die Insulinempfindlichkeit im Körper erhöht. Es kann daher kurz nach der Verabreichung zu einer Hypoglykämie kommen.

An kardialen Nebenwirkungen besteht das Risiko zur Entwicklung einer Kardiomyopathie, verursacht durch eine myokardiale Hypertrophie mit interstitieller Fibrose, lymphomononukleärer Infiltration, Monozytennekrose sowie Auftreten von Arrhythmien mit erhöhter Mortalität [17].

#### Erythropoetin (EPO)

Mit dem Anstieg der Zahl roter Blutkörperchen erhöht sich die Viskosität des Blutes und die Gefahr einer Thrombosebildung steigt. In den kleinen und kleinsten Blutgefäßen kann es zu einem „Sludge-Phänomen“ kommen. Durch Gerinnung sind die nachfolgenden Gewebeabschnitte minderperfundiert und drohen, einen Schaden zu erleiden. Diese Nebenwirkung ist vor allem bei Sportlern von Relevanz, erreichen sie doch Hämatokritwerte von bis zu 60 %. Das führt dazu, dass sich diese Sportler gerinnungshemmende Mittel verabreichen, um einer Thrombose vorzubeugen. Direkte kardiale Auswirkungen bestehen im vermehrten Auftreten einer arteriellen Hypertonie und Bradykardien [18, 19].

### Beta-2-Agonisten

Den am häufigsten verwendeten Beta-2-Agonisten Clenbuterol und Salbutamol werden auch anabole Effekte nachgesagt. Sie führen zu einer Erhöhung der Muskelmasse und zu einer Verringerung des Körperfetts [20].

Allen Beta-2-Agonisten gemeinsam ist eine Wirkung auf den Kaliumhaushalt mit dem Potenzial einer Verlängerung der QT-Zeit und einem erhöhten Risiko kardiovaskulärer Events sowie dem Auftreten von Ischämie, Herzinsuffizienz, Arrhythmien und plötzlichem Herztod [21, 22].

### Diuretika

Diuretika werden einerseits zur Gewichtsabnahme eingesetzt, andererseits aber auch zur Maskierung von Dopingsubstanzen bei Dopingkontrollen [19]. Sie können zu Elektrolytstörungen mit ev. QT-Verlängerungen und Arrhythmien führen. Besondere Bedeutung hat dies für Athleten mit stummer Channelopathie. Sie führen außerdem zu einer Erhöhung von Cholesterin und der Triglyzeride, welche wiederum indirekt eine Arteriosklerose begünstigen [23].

### Amphetamine

Eine Leistungssteigerung durch Amphetamine ist meist nur im Wettkampf verboten. Trotzdem existieren eine Reihe unerwünschter und potenziell lebensbedrohlicher Nebenwirkungen wie Schlaganfall, arterielle Hypertonie, Tachykardie, Bradykardie, Arrhythmien und Herzinfarkt durch Auslösung diffuser Koronarspasmen [24].

### Kokain

Ähnlich wie Amphetamine können myokardiale Ischämien oder Herzinfarkte durch den Missbrauch von Kokain ausgelöst werden. Dies passiert unabhängig von der Dosis. Kokain führt zu einem Anstieg von Herzfrequenz und Blutdruck, es können ebenfalls Koronarspasmen entstehen und es wirkt auch direkt thrombogen. Neben PQ- und QT-Verlängerung kann es auch zur Ausbildung eines AV-Blocks kommen, außerdem sind die Entstehung eines Lungenödems, aber auch Myokarditis, dilatative CMP, Endokarditis und Schlaganfall sowie rupturierte Aortenaneurysmata beschrieben [25].

### Ephedrin

Ephedrin wird als Stimulans und zur Gewichtsabnahme durch Erhöhung des Grundumsatzes eingesetzt. Durch den sympathischen Effekt erfolgt aber auch eine direkte Stimulation des Herzens mit Ausbildung einer Tachykardie, Steigerung der Kontraktilität, peripherer Vasokonstriktion verbunden mit Blutdruckerhöhungen sowie Arrhythmien und Auslösung von Myokardinfarkt, schwerer Hypertonie, Myokarditis, Schlaganfall und plötzlichem Herztod [26, 27].

### Cannabinoide

Obwohl nicht in allen Sportarten verboten, existiert trotzdem eine gewisse Verbreitung auch in der Gesellschaft. Die maximale Blutkonzentration ist nach ca. 3–8 min nach Inhalation vorhanden, die maximale Wirkung erfolgt ca. 2–4 h nach Inhalation. Die Wirkungsdauer beträgt ca. 4–6 h. Die Wirkung erfolgt durch eine beta-adrenerge Stimulation und parasympathische Blockade, auch die Nebenwirkungen wie Tachykardie, Reduzierung des Schlagvolumens, periphere arterielle Vasospasmen, erhöhter myokardialer Sauerstoffbedarf und verringerter Sauerstofftransport lassen sich auf diesen Wirkmechanismus zurückführen. Dies führt zu einer Begünstigung für das Auftreten akuter Ischämie und Arrhythmien so-

Tabelle 2: Kardiale Nebenwirkungen

	Hypertonie	Arrhythmien	LVH	KHK	MI	HF	SCD
Anabole Steroide	+	+	+	+	+	+	+
hGH		+	+			+	+
EPO	+					+	+
Diuretika		+			+	+	+
Amphetamine	+	+			+	+	+
Kokain	+	+		+	+	+	+
Ephedrin	+	+		+	+		+
Narkotika							+
Cannabis		+			+		+
Glukokortikoide	+			+			
Alkohol	+	+			+	+	+
Beta-2-Agonisten		+			+	+	+

LVH: linksventrikuläre Hypertrophie; KHK: Koronare Herzkrankheit; MI: Myokardinfarkt; HF: Herzinsuffizienz; SCD: plötzlicher Herztod („sudden cardiac death“)

wie zu einem erhöhten Risiko für Myokardinfarkt, Schlaganfall und plötzlichen Herztod [28].

### „Fatburner“

Zur Unterstützung im Fettabbau wird häufig ein sog. „ECA-Stack“ verwendet. Er besteht aus mehreren Bestandteilen und wird üblicherweise in folgender Dosierung 3× täglich verwendet: Ephedrin 20 mg + Koffein 200 mg + Acetylsalicylsäure 100 mg. Diese Mischung soll zu einer Erhöhung der Fettverbrennung und Trainingsintensität führen. Als typische Nebenwirkungen können Zittern, Kopfschmerzen, verstärktes Schwitzen, innere Unruhe, Schlaflosigkeit, Übelkeit, Appetitlosigkeit, Reizbarkeit, Prostatabeschwerden, Magen-/Darmbeschwerden, allergische Hautreaktionen, Schwindel, Erbrechen, Sehstörungen, Tinnitus und Magenblutungen auftreten.

### Zusammenfassung

Die Nebenwirkungen verschiedener Dopingmittel sind mannigfaltig und betreffen sehr oft das Herz (Tab. 2).

Nachdem eine Verwendung leistungsfördernder Substanzen nicht nur im Leistungssport vorkommt, sollten Kardiologen in der Praxis mit den gesundheitsschädigenden Einflüssen der verwendeten Medikamente Bescheid wissen und eine Anamnese auch in diese Richtung gestalten.

### Fragen zum Text

1. Welche Auswirkungen haben anabole Steroide auf das Herz-Kreislauf-System?
2. Welche negativen Auswirkungen haben Peptidhormone auf das Herz-Kreislauf-System?
3. Welche Substanzen werden zu Dopingzwecken im Sport verwendet?

### Lösung

### Interessenkonflikt

Die Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

### Literatur:

1. <http://www.doping.de/geschichte-des-doping/> (Zuletzt gesehen: 23.09.2013)
2. [http://www.nada.at/de/menu\\_2/medizin/medikamentenabfrage](http://www.nada.at/de/menu_2/medizin/medikamentenabfrage) (Zuletzt gesehen: 23.09.2013)
3. Müller-Platz C, Boos C, Müller RK. Doping im Freizeit- und Breitensport. Gesundheitsberichterstattung des Bundes, Heft 34, Robert Koch Institut-Statistisches Bundesamt; S1–S43.
4. [http://www.bleibsauber.nada.at/de/menu\\_main/wer-dopt/doping-im-breiten-und-freizeitsport](http://www.bleibsauber.nada.at/de/menu_main/wer-dopt/doping-im-breiten-und-freizeitsport) (Zuletzt gesehen: 23.09.2013)
5. [http://www.bleibsauber.nada.at/de/menu\\_main/wer-dopt/doping-bei-jugendlichen](http://www.bleibsauber.nada.at/de/menu_main/wer-dopt/doping-bei-jugendlichen) (Zuletzt gesehen: 23.09.2013)
6. [http://www.bleibsauber.nada.at/de/menu\\_main/wer-dopt/dopingmentalitaet-der-gesellschaft](http://www.bleibsauber.nada.at/de/menu_main/wer-dopt/dopingmentalitaet-der-gesellschaft) (Zuletzt gesehen: 23.09.2013)
7. [www.nada.at](http://www.nada.at) (Zuletzt gesehen: 23.09.2013)
8. Deligiannis A, Björnstad H, Carre F, et al. ESC Study Group of Sports Cardiology Position Paper on adverse cardiovascular effects of doping in athletes. Eur J Cardiovasc Prev Rehab 2006; 13: 687–94.
9. Wagner J. Enhancement of athletic performance with drugs. An overview. Sports Med 1991; 12: 250–65.
10. Sullivan ML, Maartinez CM, Gennis P, Gallagher EJ. The cardiac toxicity of anabolic steroids. Prog Cardiovasc Dis 1998; 41: 1–15.
11. Mc Carthy K, Tang AT, Dalrymple-Hay MJ, Haw MP. Ventricular thrombosis and systemic embolism in bodybuilders: etiology and management. Ann Thorac Surg 2000; 70: 658–60.
12. Thiblin I, Lindquist O, Rajs J. Cause and manner of death among users of anabolic androgenic steroids. J Forensic Sci 2000; 45: 16–23.
13. Finschi V, Baroldi G, Monciotti F, et al. Anabolic steroid abuse and cardiac sudden death: a pathologic study. Arch Pathol Lab Med 2001; 125: 253–5.
14. Deligiannis A. Cardiac side effects of anabolics. Österr J Sportmedizin 2002; 2: 35–7.
15. Glazer G. Atherogenic effects of anabolic steroids on serum lipid levels. A literature review. Arch Intern Med 1991; 151: 1925–33.
16. Sader MA, Griffiths KA, McCredie RJ, et al. Androgenic anabolic steroids and arterial structure and function in male bodybuilders. J Am Coll Cardiol 2001; 37: 224–30.
17. Colao A, Marzullo P, Di Somma C, Lombardi G. Growth hormone and the heart. Clin Endocrinol 2001; 54: 137–54.
18. Vergouwen PC, Collee T, Marx JJ. Haematocrit in elite athletes. Int J Sports Med 1999; 20: 538–41.
19. Wagner KF, Katschinski DM, Hasegawa J. Chronic inborn erythrocytosis leads to cardiac dysfunction and premature death in mice overexpressing erythropoietin. Blood 2001; 97: 536–42.
20. Prather ID, Brown DE, North P, Wilson JR. Clenbuterol: a substitute or anabolic steroids? Med Sci Sports Exerc 1995; 27: 1118–21.
21. Fisher AA, Davis MW, McGill DA. Acute myocardial infarction associated with albuterol. Ann Pharmacother 2004; 38: 2045–9.
22. Salpeter SR, Ormiston TM, Salpeter EE. Cardiovascular effects of beta-agonists in patients with asthma and COPD: a meta-analysis. Chest 2004; 125: 2309–21.
23. Fuster D, Escher G, Vogt B, et al. Furosemide inhibits 11-β-hydroxysteroid dehydrogenase type 2. Endocrinol 1998; 139: 3849–54.
24. Smith HJ, Roche AH, Jausch MF, Herdson PB. Cardiomyopathy associated with amphetamine administration. Am Heart J 1976; 91: 792–7.
25. Billman GE. Cocaine: a review of its toxic actions on cardiac function. Crit Rev Toxicol 1995; 25: 113–32.
26. Haller C, Benowitz NN. Adverse cardiovascular and central nervous system events associated with dietary supplements containing ephedra alkaloids. N Engl J Med 2000; 343: 1833–8.
27. Zaacks S, Klein L, Tan C, et al. Hypersensitivity myocarditis associated with ephedra use. J Toxicol Clin Toxicol 1999; 37: 485–9.
28. Campos DR, Yonamine M, de Moraes Moreau RL. Marijuana as doping in sports. Sports Med 2003; 33: 395–9.

---

## Richtige Antworten:

Ad 1) Sie können eine arterielle Hypertonie, Arrhythmien und LVH verursachen und zu Myokardinfarkt, KHK, Herzinsuffizienz und plötzlichem Herztod führen.

Ad 2) Hypertonie, Herzinsuffizienz, plötzlicher Herztod

Ad 3) Anabole Steroide, Peptidhormone,  $\beta$ 2-Agonisten, Diuretika, Betablocker, Stimulantien

[← Zurück](#)



# Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

## [Medizintechnik-Produkte](#)



Neues CRTD Implantat  
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno  
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:  
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3  
Labotect GmbH



InControl 1050  
Labotect GmbH

## e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

## [Bestellung e-Journal-Abo](#)

### Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)