

# Merkmale von Blutdoping

## Features of Blood Doping

ACCEPTED: June 2016

PUBLISHED ONLINE: November 2016

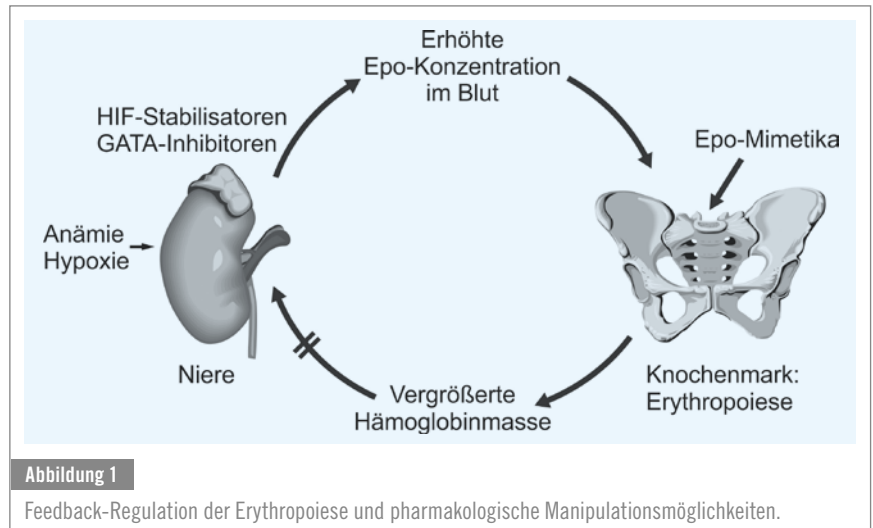
DOI: 10.5960/dzsm.2016.242

Jelkmann W. Features of Blood Doping. Dtsch Z Sportmed. 2016; 67: 255-262.

1. UNIVERSITÄT ZU LÜBECK, Institut für Physiologie, Lübeck

### Einleitung

Die World Anti-Doping Agency (WADA) definiert Blutdoping als den Missbrauch bestimmter Techniken und/oder Substanzen, um die Gesamtmasse der roten Blutzellen zu erhöhen, sodass eine Vergrößerung der O<sub>2</sub>-Transportkapazität und damit der körperlichen Leistungsfähigkeit erzielt wird.



### Übliche Verfahren

Demnach umfasst Blutdoping (i) die Transfusion von Eigen- oder Fremdblutkomponenten, (ii) die Verabreichung von Erythropoese-stimulierenden Agenzien (ESA) und (iii) unerlaubte Manipulationen, welche die Expression des Gens für Erythropoietin (Epo) steigern. Infundiertes Fremdblut ist detektierbar (aufgrund von Blutgruppenunterschieden), re-transfundiertes Eigenblut jedoch nicht. Rekombinantes humanes Epo (rhEpo) und seine Analoga können mittels isoelektrischer Fokussierung (IEF) und Immunoblotting nachgewiesen werden. Körper-eigenes Epo und die herkömmlichen rhEpo Präparate (Epoetine, Halbwertszeit im Blut ca. 6-8 h) sind hinsichtlich ihrer 165 Aminosäuren identisch.

Unterschiede bestehen jedoch in den Kohlenhydratseitenketten, die sich in Ladungsunterschieden bei der IEF zeigen.

### Neue Strategien

Einschränkend ist festzustellen, dass die Epoetine nach üblicher Dosierung spätestens nach sieben Tagen eliminiert sind. Darbeпоetin alfa und Methoxy-PEG-Epoetin beta sind länger detektierbar, letzteres auch im Blut. Der Nachweis kann durch den Austausch von Urinproben oder die Zugabe von Proteasen (im einfachsten Fall Waschpulver) verhindert werden.

Es gibt auch mimetische Epo-Peptide, aber keines davon ist klinisch zugelassen. Die Expression des Epo-Gens (EPO) wird durch hypoxie-induzierbare Transkriptionsfaktoren (HIF) stimuliert, welche

aus einer  $\alpha$ - und einer  $\beta$ -Untereinheit bestehen. Die Hydroxylierung der O<sub>2</sub>-labilen  $\alpha$ -Untereinheit lässt sich durch die Einnahme von Kobalt(II)-Salzen oder  $\alpha$ -Ketoglutarat-Kompetitoren verhindern. Diese – strukturell simplen – Stoffe sind oral wirksam (sog. „HIF-Stabilisatoren“).

Denkbar ist außerdem der missbräuchliche Einsatz von Inhibitoren der GATA-Genregulatorproteine, wodurch der EPO-Promotor aktiviert wird. EPO-Gentransfer ist technisch möglich, aber im Sport offenbar nicht üblich.

Angesichts der Probleme des direkten Nachweises von Blutdoping sind indirekte Verfahren propagiert worden. Die WADA hat 2009 hierzu Richtlinien herausgegeben („Athlete Biological Passport (ABP) Operating Guidelines“). Dabei werden individuell longitudinal verschiedene Erythrozyten-Parameter bewertet (u. a. Hämoglobinkonzentration [Hb], Hämatokrit, Erythrozytenzahl, Retikulozyten-Zahlen [Ret], mittleres Erythrozytenvolumen [MCV] und mittlere Hb-Masse der einzelnen Erythrozyten [MCH]). Sportrechtlich relevant sind primär [Hb] und OFF-hr score ([Hb] - 60√ Ret %; Normalbereich: 85-95).

### Fazit

Auffällige Messdaten sollen zunächst anonym von unabhängigen Experten bewertet werden. Dabei sind Trainingsmaßnahmen, Höhengaufenthalte und der allgemeine Gesundheitsstatus der Athlet(innen) zu berücksichtigen. Die Validität des ABP-Verfahrens ist Gegenstand aktueller Forschung. ■



QR-Code scannen und Artikel online lesen.

### KORRESPONDENZADRESSE:

Prof. Dr. med. Wolfgang Jelkmann  
Institut für Physiologie  
Universität zu Lübeck  
Ratzeburger Allee 160, 23562 Lübeck  
✉: wolfgang.jelkmann@uni-luebeck.de