

bildgebende Verfahren (CT, MRT) sollte eingehalten werden. Das Therapieziel ist die baldige Trainingsaufnahme, wenn erforderlich, mit Gesichtsmaske. Informiert wurde über Verbesserungen in der Therapie und der Materialien. Im Gesicht ist Primärnaht bis 24 h möglich, bei sparsamer Wundtoilette und minimaler Invasion. Das Abklingen der Schwellung wird beim therapeutischen Vorgehen nicht erst abgewartet. Die Ergebnisse wurden bildtechnisch vorgeführt.

**Grim, C. & Engelhardt, M. (Osna-brück): „Verletzungen bei Triathleten“.**

Die Inzidenz der Verletzungen in Triathlon ist mit 15-56 % in Vergleich zu andern Sportarten gering. Der Großteil der Triathleten erleidet während der Saison eine Verletzung infolge Überlastung. Das Laufen ist mit 58-70 % die verletzungsträchtigste Teilsportart (Knie: 25-42 %, Achillessehne 10-27 %). Beim Lauf ist bei 1000 Stunden mit 3-6 % Verletzungen zu rechnen. Die meisten Verletzungen ereignen sich im Vorbereitungstraining. Dargestellt wurden die typischen Fehlbelastungen der Läufer. Hierzu gehören Achillessehnen Erkrankungen, Patella-femorales Schmerzsyndrom, Ansatzentzündungen sowie diverse Rückenschmerzen. Fördernd auf den Anstieg von Verletzungen im Lauf sind: nicht ausgeheilt alte Verletzungen, hohe Laufumfänge (> 64 km/Woche), zu schnelle Steige-

runng des Laufumfangs, Wettkämpfe und anatomische bedingte Achsenfehlstellungen. Keinen klaren Bezug zur Verletzungshäufigkeit haben: Aufwärmen, Stretching, Trainingshäufigkeit, Laufschuhe, Bergläufe sowie Übergewicht. Eindeutig ohne Bezug zur Verletzungshäufigkeit sind Alter, Geschlecht, BMI, Laufuntergrund, Ausgleichssport sowie Fußformen. Am Schluss wurden orthopädische Erfahrungen bei der Behandlung der Verletzungen dargestellt.

**Boehnke, Sandra & Pöttgen, K. (Frankfurt/Darmstadt): „Ausdauerleistungsfähigkeit von Triathleten mit Typ 1-Diabetes“.**

Das Therapieziel beim Diabetes Typ 1 ist das Verhindern von Folgeerkrankungen durch eine optimale Einstellung des Blutzuckers. Allgemein wird noch nicht akzeptiert, dass Diabetiker extremen Ausdauersport betreiben können. Vorgestellt wird, wie 10 Typ 1-Diabetiker im Zeitraum über drei Jahren sich auf einen Ironman in Frankfurt/M. vorbereiteten und ihn gestalteten. Vor dem Start wurde die Basisinsulindosis bis zu 40% reduziert. Sport verbessert die Insulinsensitivität. Das Glukosemonitoring während es Wettkampfes gestalteten die Athleten selbst. Sie benutzten ein Blutzuckermessgerät mit Messstreifenförmel (Accu-Chek Compact Plus, Roche, D). 2007 erfolgte erstmals ein Transmittergestützte Übertragung der Messwerte an den

Teamarzt in der Wettkampfbühnenzentrale sowie eine Handykommunikation zur Insulindosierung. Zu Hyperglykämien kam es am Anfang der Radstrecke. Beim abschließenden Marathon war der Blutzucker generell erniedrigt. Diabetes Typ 1 ist keine Kontraindikation nach entsprechendem Training zur Teilnahme an einem Langtriathlon oder weiterer Wettkämpfe in Ausdauersportarten.

**Pöttgen, K. (Darmstadt): „Blut als indirekter Manipulationsnachweis – der Weg zum Blutpass.“**

Seit dem 1. Dezember 2001 sind indirekte Methoden, d.h. die statistische Auswertung von Hb, Hkt, Retics, OFF-score ((Hb (g/L) – 60\*sqrt(retics (%))) und ABPS-score (verschiedene erythrozytäre Parameter) von der WADA als Nachweis anerkannt. Individuelle Blutprofile werden inzwischen durch statistische Modelle wie das zur Zeit aktuell angewandte Bayesische Modell bewertet und sind seit 2009 bei der UCI als Blutpass bekannt. Sie arbeiten mit Verteilungskurven der Normalbevölkerung und von Spitzensportlern. Es zieht die Verteilung eines Referenzkollektivs und der Spitzensportler auf ein eigenes Profil zu. In diesem statistischen Kanal müssen sich dann seine Blutwerte bewegen. Somit gibt es keine allgemeinen Grenzwerte mehr, sondern es entstehen individuelle Grenzwerte.

## Beurteilungskriterien im indirekten Nachweisverfahren Voraussetzungen für eine Beweiswürdigung

Dr. Klaus Pöttgen

Medizinischer Leiter Frankfurter Sparkasse IRONMAN European Championchip

Beim indirekten Nachweis sollten für eine schlüssige Entscheidung folgende Parameter begutachtet werden sofern sie vorliegen.

1. Lückenlose Blutprofile (Hb, HKT, Retikulozyten) unter Ausschluss von Messfehlern und korrekter Übertragung der Parameter.
2. Begutachtung der Eichprotokolle und Werteausdrucke der Messgeräte
3. Überprüfung von Eigenschaften der Roten Blutkörperchen und des Blutfarbstoffs wie MCH, MCHC, MCV und RDW.
4. Überprüfung der Zellfraktionen und Zellformen wie Makrozyten, Mikrozyten, hypochrome Zellen, hyperchrome Zellen, MCVr, MCHCr und CHR)

5. Berechnung von Off-score Werten aus Hämoglobin und Retikulozyten.
6. Begutachtung der Leukozyten
7. Begutachtung der Urinkontrollen Epo-Profile
8. Begutachtung der intraindividuellen Werte
9. Unterscheidung der Blutparameter nach Abnahmebedingungen
10. Begutachtung aller Messungen der anderen Athleten bei den entscheidenden Kontrollen am selben Tag am selben Gerät unter den gleichen Bedingungen
11. Begutachtung von Messdifferenzen der Analysegeräte Sysmex und Advia

12. Berechnung des Z-score  
Zu 1. Im WADA Code vom 01.01.2010 (1) werden folgende Parameter gefordert:  
HCT: Hämatokrit  
HGB: Hämoglobin  
RBC: Anzahl der roten Blutkörperchen  
RET%: Prozentzahl der Retikulozyten  
RET#: Anzahl der Retikulozyten  
MCV: Mittleres korpuskuläres Volumen  
MCH: Mittleres korpuskuläres Hämoglobin  
MCHC: Mittlere korpuskuläre Hämoglobin Konzentration  
Zu 2. Die Vorlage der Eichkontrollen geben Hinweise wie genau die Messung durchgeführt wurde. Hier sieht man ob die Mes-

sung im Vergleich zur Eichlösung eher etwas zu hohe oder zu niedrige Werte anzeigt. Kalibrierungsdaten sind für die Beurteilung grundlegend.

Zu 3. + 4.

Bei künstlichem rekombinanten Erythropoetin (rhEpo) oder einer Epo-stimulierenden Substanz (ESA) weiß man schon lange, dass es selbst bei gleichzeitiger Eisengabe zu einem höheren Volumen der Zellen und vermehrten hypochromen (Eisen- und Hämoglobinarme) Zellen sowie Makrozyten kommt. Das MCVr ist erhöht.

Parameter wie der mittlere Hämoglobin-gehalt der Retikulozyten (CHR) oder MCHCr finden sich erniedrigt (2, 3). Es ist bekannt, dass hyperchrome Zellen Zeichen einer Sphärozytose sind. D. Kutter (4) teilt diese wie folgt ein: Normal bis 3,4%; Milder Anstieg von 3,5 % -8,9%; Merklicher Anstieg > 9%.

Von 2001-2006 wurden 94.000 (54.600 Frauen; 37.600 Männer) unselektierte Patienten erstmals untersucht. Bei den 618 identifizierten Patienten mit hyperchromen Zellen (71 zeigten familiären Zusammenhang) finden sich auch solche mit deutlich erhöhten Retikulozyten. Diese werden typischerweise als gut kompensierte und tolerierte Hämolyse beschrieben. Alle Parameter wurden auf ADVIA gemessen.

Zu 5. In der Stimulations- „ON-Phase“ kommt es durch rhEPO zum Anstieg der Retikulozyten. Durch EPO wird die Reifezeit der Retikulozyten im Knochenmark von ca. vier auf zwei Tage verkürzt, wobei der Anteil der unreifen Retikulozyten im Blut steigt. Wird EPO abgesetzt, kommt es zum starken Abfall der Retikulozyten.

Die Hb-Konzentration bleibt trotzdem länger erhöht. Auch ein Abfallen des Anteiles der frühen Reifestadien (Retikulozytenreifungsindex) kann beobachtet werden. Diese Situation nach Absetzen von EPO mit extrem niedrigen Retikulozyten und hohem Hämoglobinwert wurde als OFF-Score Wert in die Regularien vieler Verbände aufgenommen.

Der Off-Score-Wert (5) wurde nach Zusammenführung großer Athletenkollektive erstellt, gilt als zweite Generation des indirekten Epo-Missbrauches und errechnet sich wie folgt: OFF-Score =  $Hb (g/l) - 60 \cdot \sqrt{\text{Retikulozyten } \%}$ .

Ein sehr hoher Wert zeigt nicht vereinbare hohe Hb-Werte mit sehr niedrigen Retikulozytenwerten. Normalwerte liegen bei Männern bei ca. 90 - 95.

So besteht die Manipulationswahrscheinlichkeit für Männer bei Werten auf Seehöhe

von >125,6 bei 1000:1 = 99,9 % und von >133 bei 10000:1 = 99,99 %.

Zu 6. Leukozyten steigen bei Infekten oder bei Belastung an.

Die Wada hat in ihrem neuen Code gefordert für die Blutabnahme einen Mindestabstand von 2 Stunden nach Belastung einzuhalten.

Zu 7. Unterstellt man EPO-Doping oder sogenannte Biosimilars jeder Form (ca. 70 verschiedene Epoformen bekannt), ist es heute unerlässlich diese Profile mitzubeurteilen. EPO Urintests weisen künstliches rekombinantes Epo nach.

Erreicht der Anteil der Isomere eine bestimmte Grenze z.B. 85%, gilt der Test als positiv. Dennoch werden auch EPO Tests als verdächtig oder unauffällig eingestuft wenn sie in bestimmten Bereichen unter der Grenze liegen. Hieraus ergeben sich wichtige Hinweise EPO Missbrauch. Insbesondere im Zusammenhang mit den Retikulozyten und Hämoglobinwerten lässt dies ein besseres Beurteilungsbild zu.

Zu 8. + 9.

Die Begutachtung der intraindividuellen Werte sollte mit Rücksicht auf den Gerätetyp erfolgen. Von der WADA sind Sysmex und Advia anerkannt.

Die Abnahmebedingungen wie in-competition, pre-competition oder out-of-competition unterschiedlich zu berücksichtigen. Insbesondere sind Plasmavolumenverschiebungen nicht auszuschließen, wenn kurz nach Belastung abgenommen wird.

Zu 10. Zur Überprüfung der analytischen Varianz der Messproben ist die Betrachtung des gleichzeitig getesteten Athletenkollektives der Messreihe erforderlich. Dies ist ein wesentlicher Bestandteil der Bewertung, ob denn die Probenanalyse und deren Ergebnisse als valide anzusehen sind. Dafür sind alle Werte der getesteten Athleten erforderlich.

11. Früher wurden die Retikulozyten im Lichtfeld des Mikroskopes gezählt. Maschinen wie Sysmex und Advia haben dies übernommen.

Die Sysmex Maschine liefert bekanntermaßen niedriger Werte als die Advia Maschine. Beide werden allerdings zur Dopingkontrolle durch die WADA akzeptiert.

Sehr selten finden sich enorme Diskrepanzen wie im Fall Pechstein, bei der dies ggf. durch ihre Sphärozytose bedingt ist. Bei einer Doppelmessung der ISU selbst, welche am 15.04.2009 durchgeführt wurde fanden sich folgende Ergebnisse.

Labor Kreischa (Deutschland)	Advia	2,4 %
Labor Lausanne (Schweiz)	Sysmex	1,3 %

Zu 12. Als neueste Generation der indirekten Bestimmung des EPO-Missbrauches wird seit 2006 vorgeschlagen, individuelle Profile von Athleten zu erstellen und Schwankungsprofile von Hb und Retikulozyten zu bewerten. Ähnlich den OFF-Score-Werten werden hier Wahrscheinlichkeiten numerisch festgehalten, die den Schluss eines Startverbotes oder eines Verdachtsbefund mit Zielkontrolle vorschlagen.

$Hbz\text{-score} = (Hb_{\text{current}} - Hb_{\text{mean}}) / \sqrt{(\sigma^2 (1 + 1/n))}$  (6)

#### Literatur:

1. Weltantidopingagentur WADA [www.wada-ama.org/Documents/Science\\_Medicine/Athlete\\_Biological\\_Passport/](http://www.wada-ama.org/Documents/Science_Medicine/Athlete_Biological_Passport/)
2. Major, A.; Mathez-Loic, F.; Rohling, R.; Gautsch, K.; Brugnara, C. The effect of intravenous iron on the reticulocyte response to recombinant human erythropoietin. *Br J Haematol* 1997, 98: 292-4.
3. Parisotto R, Gore CJ, Hahn AG, Ashenden MJ, Olds TS, Martin DT, Pyne DB, Gawthorn K, Brugnara C.; Reticulocyte parameters as potential discriminators of recombinant human erythropoietin abuse in elite athletes. *Int J Sports Med.* 2000 Oct; 21(7):471-9.
4. Kutter D, Strategy for screening for hereditary spherocytosis; *Journal of Chinese Clinical Medicine* Vol. 2, No. 5, May 2007
5. Gore CJ, Parisotto R, Ashenden MJ, Stray-Gundersen J, Sharpe K, Hopkins W, Emslie KR, Howe C, Trout GJ, Kazlauskas R, Hahn AG; Second-generation blood tests to detect erythropoietin abuse by athletes. *Haematologica.* 2003 Mar;88(3): 333-44.
6. Ken Sharpe, Ashenden M, Schumacher YO. A third generation approach to detect erythropoietin abuse in athletes; *Haematologica* 2006; 91:356-363

Adresse des Autors: Dr. Klaus Pöttgen  
B A D Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH  
Mina-Rees-Straße 5  
64295 Darmstadt  
Fon: 06151 / 3969-112 Fax: -210  
Mobil : +49 (171) 3113366  
eMail: poettgen@bad602.bad-gmbh.de

*Alle Termine der Radsportlichen Vereinigung Deutscher Ärzte und Apotheker e.V. (RVDÄ) finden Sie unter: [www.rvdae.de/termine/index.html](http://www.rvdae.de/termine/index.html)*