

## EPO

Erythropoietin, abgekürzt Epo genannt, ist ein körpereigenes Hormon. Es wird in den Nieren produziert und gelangt von dort über die Blutbahnen ins Knochenmark. Im roten Knochenmark werden die roten (und weissen) Blutkörperchen gebildet. EPO regt die Produktion roter Blutkörperchen an. Als Träger des Hämoglobins sind die roten Blutkörperchen für den Sauerstofftransport von den Lungenbläschen (Alveolen) ins Gewebe verantwortlich. Je mehr rote Blutkörperchen vorhanden sind, desto mehr Sauerstoff gelangt beispielsweise in die Muskeln; daraus resultiert eine höhere Leistungsfähigkeit im Ausdauerbereich (20 - 30 Minuten Dauer). EPO wird deshalb im Ausdauerbereich als Dopingmittel eingesetzt.

Bevor man EPO kannte, wurde die Zahl der roten Blutkörperchen durch sog. "Blutdoping", d.h. einer Bluttransfusion mit dem eigenen Blut, erhöht. Blutdoping wurde mit den Olympiasiegen des finnischen Langstrecklers Lasse Viren bekannt (1972). In der Höhe (ab ca. 1800 m) wird die Produktion von roten Blutkörperchen durch die körpereigene Bildung von EPO angeregt. Es resultieren ebenfalls erhöhte Erythrozyten-Konzentrationen. Die Zahl der roten Blutkörperchen wird mit dem [Hämatokritwert](#) auf einfache Weise bestimmt (Abzentrifugieren der Blutzellen und Bestimmung des Anteils der Blutkörperchen in %).

Ursprünglich wurde EPO eingesetzt, um Nierenkranken zu helfen. Vor allem Patienten, die an einer Dialyse hängen, profitieren von Epo. Wegen des Nierenversagens produziert der Körper kaum noch eigenes Erythropoietin mit zunehmender Blutarmut als Folge. Bevor man EPO als Medikament einsetzen konnte, erhielten diese Patienten immer wieder Bluttransfusionen, manchmal bis zu 100 pro Patient. Das Risiko, sich dabei mit Hepatitis- oder ähnlichen Viren zu infizieren, war gross.

Anfang der achtziger Jahre gelang es dann, Erythropoietin gentechnisch herzustellen (= rekombinantes EPO oder rEPO). Das heisst, das künstlich hergestellte EPO unterscheidet sich in praktisch keiner Weise vom natürlichen, körpereigenen. 1990 Jahren wurde das Medikament zugelassen. Für die Dialysepatienten bedeutete das neue Präparat einen enormen Zugewinn an Lebensqualität. Sie litten nicht mehr an Blutarmut, die Transfusionen wurden überflüssig.

## Repoxygen

**Repoxygen** ist ein Produkt, das zur Behandlung von Blutarmut (Anämie) von der britischen Firma Oxford BioMedica entwickelt wurde. Dabei handelt es sich um ein gentherapeutisches Verfahren, das allerdings bisher nur im Tierexperiment an Mäusen getestet wurde. Entsprechende Informationen wurden von der Firma bereits 2002 auf ihrer Webseite im Internet ausgewiesen.

Für die Anwendung am Menschen wurde das Verfahren nicht weiter entwickelt. Ein Grund dafür war, dass die Firma keine Marktchancen gegenüber den bisherigen Erythropoietin-(**EPO**)-Produkten (Injektionspräparate auf der Basis gentechnisch hergestelltem EPO) sah.

Oxford BioMedica hat eine virale Genübertragung in Form eines Vektors, der das menschliche EPO-Gen trägt, entwickelt. Mit diesem Vektor wird die Information, wie

der Organismus EPO synthetisiert, in den Zellkern von Muskelzellen eingeschleust. Die Muskelzelle produziert daraufhin vermehrt EPO, das im Knochenmark die Synthese von Erythrozyten (rote Blutkörperchen) stimuliert. Eine Vermehrung von Erythrozyten bedeutet eine Verbesserung der Sauerstoffversorgung und ein anämischer Zustand kann normalisiert werden. Wird die EPO-Produktion aber nicht kontrolliert, kann eine Überproduktion von Erythrozyten die Viskosität des Blutes erhöhen und ein lebensgefährlicher Zustand durch Thrombosen verursacht werden. Deshalb wurde zur Kontrolle der EPO-Produktion gleichzeitig ein sauerstoffempfindlicher Faktor entwickelt, der die Aktivität des EPO-Gens reguliert. Dieser Faktor reagiert auf Sauerstoffmangel im Blut und aktiviert folglich das EPO-Gen. Werden physiologisch normale Erythrozytenwerte und Sauerstoffgehalte im Blut erreicht, bewirkt der sauerstoffsensitive Faktor, dass das EPO-Gen abgeschaltet wird.

## **Doping**

Die Anwendung von Repoxygen im Sport kann als Gendoping angesehen werden und ist als Dopingmethode verboten. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Produkt für die medizinische Anwendung beim Menschen zugelassen ist oder nicht. Für Dopingzwecke würde sich das Präparat entsprechend der beschriebenen Wirkungsweise wenig eignen, da bei normalen Blutwerten und entsprechender Sauerstoffsättigung das EPO-Gen nicht aktiviert wird und somit eine EPO-Produktion über das normale physiologische Maß hinaus, wie es bei einer Dopingmaßnahme gewünscht ist, nicht erfolgen soll.

## **Doping-Nachweis**

Kann eine mögliche nicht erlaubte Anwendung von Repoxygen nachgewiesen werden ?

Untersuchungen von Françoise Lasne et al. bei Affen zeigen, dass bei Gendoping mit dem humanen EPO-Gen an Muskelzellen EPO-Varianten gebildet werden, die sich anhand der Kohlenhydratanteile vom physiologischen EPO, das normalerweise von Nierenzellen produziert wird, unterscheiden. Diese unterschiedlichen EPO-Varianten können im Rahmen der Urinanalyse nachgewiesen werden. Auch bei der Anwendung von Repoxygen sind die Zielzellen Muskelzellen und veränderte EPO-Muster zum normal in der Niere gebildeten EPO sind zu erwarten.

## **Finasterid**

**Finasterid** (Abb.1) ist ein Wirkstoff, der zu einer selektiven Hemmung der 5 $\alpha$ -Reduktase führt. Die 5 $\alpha$ -Reduktase ist ein Enzym, das im menschlichen Körper für die Umwandlung von Testosteron zu Dihydrotestosteron verantwortlich ist (siehe Abb.2).

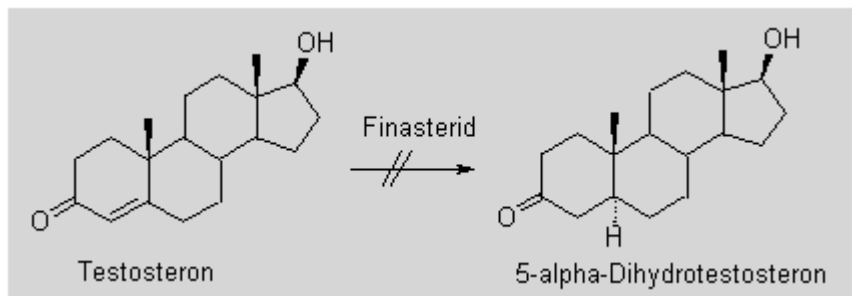
Seit 1994 wird Finasterid in einer Dosierung von 5 mg pro Tag zur Behandlung der benignen Prostata-Hyperplasie eingesetzt. Bei dieser Krankheit wird durch eine erhöhte Konzentration des Androgens 5 $\alpha$ -Dihydrotestosteron in der Prostata ein verstärktes Wachstum des Prostatagewebes verursacht. Seit Januar 1999 ist Finasterid in Deutschland auch als Mittel gegen den genetisch bedingten Haarausfall (androgenetische Alopezie) bei jungen Männern zugelassen, wobei das für die Ausbildung der androgenetischen Alopezie entscheidende

Androgen ebenfalls 5 $\alpha$ -Dihydrotestosteron ist. Die empfohlene Dosierungsanweisung zur Behandlung der androgenetischen Alopezie liegt bei 1 mg pro Tag.

### Doping

Aufgrund der Wirkung dieser Substanz auf den Steroidmetabolismus ist es möglich, dass der Nachweis von im Sport verbotenen Steroiden, deren Hauptmetaboliten 5-alpha-Steroide sind, im Rahmen der Dopinganalytik erschwert wird. Zu diesen Steroiden gehören die 19-Norsteroiden Nandrolon, Norandrostendion und Norandrostendiol und das Dihydrotestosteron. Durch Finasterid kommt es zu einer Verringerung der Ausscheidung von 5-alpha Metaboliten. Zudem führt die Einnahme von Finasterid zu einer starken Veränderung des Profils der endogenen Steroide, so dass die Aussagekraft des Steroidprofils im Rahmen von Langzeitstudien verloren geht.

Aus den o.g. Gründen wurde Finasterid ab Januar 2005 von der WADA in die Liste der verbotenen Substanzen in die Gruppe "S5. Diuretika und andere maskierende Substanzen" aufgenommen. Finasterid ist sowohl im Training als auch im Wettkampf verboten. WADA = World Antidoping Agency



Zum Schluss: Das Essen eines einfachen Stücks Mohnkuchen kann ebenfalls zu einem positiven Dopingtest für Morphin führen. So etwas nennt man Dopingfalle!

Quelle: <http://www.dopinginfo.de>