

HANDOUT „Selbstbetrug - Doping“

Der Vortrag „Selbstbetrug – Doping“ besteht größtenteils aus den Lehrinhalten der TU München, die mit weiteren Projektpartnern (Universitäten aus Bulgarien, Griechenland, Polen und Spanien) ein 3-stufiges Modell zur Vermittlung von Dopingprävention entwickelt hat.

Verschiedene ausgesuchte Elemente der 3 Stufen wurden hier in einem Vortrag vereint und ergänzt.

Hierzu hat Andreas Felbermeir (andreas.felbermeir@blsv.de) ein Handout im Auftrag des Ausschusses für Anti-Doping- und Drogenfragen des BLSV e.V. auf Grundlage der Projektarbeit der TU München erstellt, um Ihnen eine Vortrags- und Orientierungshilfe zu bieten.

Zur Qualitätssicherung empfiehlt es sich, den Vortrag anhand dieser Vorlage einzuüben. Für nähere Informationen schauen Sie auch auf www.doping-prevention.sp.tum.de.

Seite 1

„Selbstbetrug-Doping“

Seite 2

Inhalte *mit möglichen Anhängen*

Seite 3

Die zwei Seiten von Medikamenten

Seite 4

Während der Missbrauch leistungssteigernder Arzneimittel im Sport eindeutig als Doping definiert ist, und somit auf der Liste der verbotenen Substanzen und Methoden erwähnt ist, wird Arzneimittelmisbrauch im Freizeitsport nahezu ignoriert.

In unserer extrem leistungsorientierten Gesellschaft ist der Missbrauch von Arzneimitteln zur Leistungssteigerung häufig und das nicht nur bei Profi-Athleten.

Aufgrund ihrer Effektivität werden verschiedene Substanzen, die im Wettkampfsport verboten sind, auch im Freizeitsport angewendet. Die größere Gruppe der sogenannten „Sportler“ sind Individuen, die im Freizeitsport Arzneimittel missbrauchen, hauptsächlich um ihre körperliche Erscheinung zu verbessern.

Ergebnisse von wissenschaftlichen Evaluationen bestätigen den häufigen Arzneimittelmisbrauch sowohl im Wettkampfsport als auch im Freizeitsport.

Weiterhin ist der leistungssteigernde Arzneimittelmisbrauch nicht nur ein Problem im Sport. Der „Lifestyle“-Arzneimittelmisbrauch unter Schülern, Teenagern usw. macht diese Thematik zu einem neuen, gesellschaftlich relevanten Gesundheitsproblem. Es ist zudem bekannt, dass einige Berufsgruppen bestimmte Arzneimittel zu sich nehmen, um ihre Arbeitsbelastung zu bewältigen.

Seite 5

Arzneimittelmissbrauch = Doping -> ist nicht nur ein Problem im Sport, sondern ein Problem der Gesellschaft.

Seite 6

Die meisten Dopingsubstanzen sind ursprünglich Arzneimittel. Diese Arzneimittel werden in der Medizin zur Therapie einer Reihe von Erkrankungen eingesetzt. Sie haben deshalb auf der einen Seite erwünschte Effekte auf die Krankheiten, andererseits aber auch unerwünschte Nebenwirkungen. Diese Nebenwirkungen werden in verschiedenen klinischen Studien kontrolliert und getestet. Dabei wird der Nachweis erbracht, dass die Nebenwirkungen im Vergleich zu den Folgen der Krankheit als akzeptabel einzustufen sind.

Das Problem bei der Anwendung von Arzneimitteln zur Leistungssteigerung ist die Tatsache, dass gesunde Athleten die Arzneimittel ohne wirkliche Notwendigkeit anwenden. Weiterhin werden die meisten Substanzen in so genannten suprapharmakologischen (=sehr hohen) Dosen oder in verschiedenen Kombinationen (= „Stacking“) eingenommen, noch dazu ohne vorherige medizinische Untersuchung. Das führt zu Nebenwirkungen, die niemand wirklich voraussagen kann.

Bild zeigt: die Beziehung zwischen zu medizinischen Zwecken eingesetzten Medikamenten und den im Sport missbrauchten Arzneimitteln. Die medizinisch genutzten Arzneimittel zeigen therapeutische Effekte in pharmakologischen Dosen, während leistungssteigernde Arzneimittel gesundheitsschädliche Effekte zeigen

können, die auf den Einsatz suprapharmakologischer Dosen zurückgehen. Als Konsequenz können die Nebenwirkungen kurzfristig sein, reversibel (rückbildungsfähig), irreversibel (nicht rückbildungsfähig) oder sie können Spätschäden verursachen.

Seite 7

Übersicht der Organsysteme, die bei einem Missbrauch von Dopingsubstanzen beeinträchtigt sein können:

- **Kardiovaskuläres System** (Arrhythmien (Herzrhythmusstörungen), plötzlichem Herztod, Bluthochdruck, Myokardinfarkt, Herzstillstand, koronare Arterienerkrankung, linksventrikuläre Hypertrophie (Vergrößerung der linken Herzkammer).)

Detaillierte Informationen unter:

Deligiannis, Björnstad, Carre, Heidbüchel, Kouidi, Panhuyzen-Goedkoop, Pigozzi, Schänzer & Vanhees (2006): ESC Study Group of Sports Cardiology Position Paper on adverse cardiovascular effects of doping in athletes; European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation, 13:687–694.)

- **Blut und vaskuläres System**

- **Haut** (Akne, Dehnungstreifen, Gewebeatrophie, allergische Reaktionen etc)

- **Hepatisches System** (Gallenstauung, Blutzysten in der Leber, Generelles Organwachstum & funktionelle Störungen, Akutes Leberversagen & Hepatitis, Unspezifische Oberbauch-Symptome, Fettleber (Steatosis hepatis) & Zirrhose)

- **Stütz- und Bewegungsapparat** (Knochenfrakturen, Sehnenpathologie, Rhabdomyolyse & frühzeitiger Verschluss der Epiphyse, Akromegalie (Vergrößerung der Hände, Füße, Nase, Kinn usw.) Metabolische und physiologische Veränderungen im Muskel: Knochenmasse, Knochenmineraldichte, Muskelzittern & Muskelkrämpfe, Osteoporose, Frakturen, Knochenheilung, Muskelversorgung, Risiko der Muskelatrophie)

- **Endokrines System** (Die endokrinen Organe werden auf verschiedenen Wegen durch verbotene Substanzen beeinträchtigt. Androgene anabole Substanzen beeinflussen sowohl das männliche als auch das weibliche Reproduktionssystem. Weiterhin werden Insulinresistenz und Glukosetoleranz durch Steroide beeinflusst. Die Schilddrüsenfunktion wird von Wachstumshormonen und Gonadotropinen beeinträchtigt, Glukokortikosteroide ziehen die Nebennierenrinde in Mitleidenschaft.)

- **Zentrales Nervensystem** (Das zentrale Nervensystem wird hauptsächlich durch androgene anabole Steroide, Beta-2-Agonisten, Narkotika und Stimulanzien beeinträchtigt. Ein Missbrauch von AAS kann sich durch erhöhte Erregbarkeit, Aggression, Persönlichkeitsstörungen und psychiatrische Auffälligkeiten bemerkbar machen. Eine Aktivierung des sympathischen Nervensystems ist mit der Freisetzung von Adrenalin und Noradrenalin verbunden. Narkotika führen zur Schmerzlinderung und Stimmungsveränderung in einem breiten Spektrum von Schlaf bzw. der völligen Immobilisation des Körpers bis hin zur Euphorie und Übererregung. Sympathomimetika wie Stimulanzien sind Arzneimittel, die das zentrale Nervensystem durch Katecholamine (wie Adrenalin und Noradrenalin) aktivieren.)

- **Immunsystem**

Die Gene kann man selbstverständlich nicht direkt zu den Organsystemen zählen, das Thema Gendoping soll aufgrund der aktuellen Relevanz jedoch ebenfalls angeschnitten werden.

Seite 8

- Doping umfasst die Anwendung verbotener Substanzen und Methoden, die zu einer Leistungssteigerung führen.
- Doping ist eine unfaire Handlung und birgt Gesundheitsrisiken.
- Entsprechend dem World Anti-Doping Code 2003 ist Doping definiert als die Verletzung von einer oder mehreren Anti-Doping Regeln, wie sie in Artikel 2.1 bis 2.8 des Codes festgelegt sind.

Die World Anti-Doping Agency beschreibt den **World Anti-Doping Code** wie folgt: *„Eine der bisher wichtigsten Errungenschaften im Kampf gegen Doping im Sport war der Entwurf, die Annahme und die Inkraftsetzung des World Anti-Doping Codes (kurz: Code), einer einheitlichen Zusammenstellung von Anti-Doping Regeln. Der Code ist das Kerndokument, das den Rahmen steckt für harmonisierte Anti-Doping -Taktiken, -Regeln und -Regularien innerhalb von Sportorganisationen und zwischen öffentlichen Behörden. Er vereint dabei vier internationale Standards mit dem Ziel, verschiedene Bereiche von Anti-Doping Organisationen zu vereinheitlichen: Testverfahren, Laboratorien, medizinische Ausnahmegenehmungsverfahren (Therapeutic Use Exemptions, kurz TUEs) und die Dopingliste.“* (Die komplette und offizielle Version des Codes ist unter www.wada-ama.org zu finden.)

Die Dopingliste

Die Dopingliste ist ein internationaler Standard, der Substanzen und Methoden definiert, die während und außerhalb des Wettkampfes und in speziellen Sportarten verboten sind. Sie wurde erstmals 1963 unter der Leitung des Internationalen Olympischen Komitees veröffentlicht. Seit 2004 ist die WADA für die Erstellung und Veröffentlichung der Liste zuständig. Die Liste wird jährlich aktualisiert und veröffentlicht. Die aktuell erhältliche Dopingliste kann unter www.wadaama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=370 heruntergeladen werden.

Seite 9

Anti-Doping Regelverletzungen -> Nicht nur das Dopen als Tatbestand ist eine Regelverletzung, sondern auch die Verweigerung einer Probe, Manipulationsversuche, der Handel etc

Seite 10

Gliederung

Seite 11

Wegen ihrer entspannenden und stimmungsaufhellender Wirkung werden Cannabinoide oft als (Einstiegs-)Droge konsumiert. Sie setzen an Rezeptoren im Gehirn an und werden vollständig wieder abgebaut (jedoch noch Wochen nach Konsum nachweisbar!). Jeder Mensch reagiert jedoch anders auf diese Droge. Je nach Gemütszustand, Reinheit der Droge etc kann es von Unruhe, Schlaflosigkeit bis zu Panikattacken und psychischer Abhängigkeit führen.

Seite 12

Für den Sportler eher leistungshemmend. Die beruhigende Wirkung kann aber zu Selbstüberschätzung und überhöhte Risikobereitschaft führen. Somit wird der Sportler schnell zur Gefahr für sich und anderen unmittelbar Beteiligten. Daher wurde Cannabis 1999 vom IOC verboten!

Seite 13

Gliederung

Seite 14

Beta-2 Agonisten (auch als Beta-Sympathomimetika bezeichnet) stimulieren das sympathische Nervensystem an den Beta-Rezeptoren. So beeinflussen z. B. Beta-2- Sympathomimetika die Beta-2-Rezeptoren, die sich z.B. in der Lunge befinden.

Medizinische Anwendung finden Beta-2 Agonisten vor allem bei Asthma.

Athleten mit Asthma haben die Möglichkeit einer therapeutischen Ausnahmegenehmigung (Therapeutic Use Exemption, TUE).

Bild zeigt: Die Wirkung von Beta-2 Agonisten auf den Bronchialmuskel. Ein kontrahierter Bronchialmuskel, wie er beim Asthmaanfall auftritt, kann durch die Gabe von Beta-2 Agonisten relaxiert (entspannt) werden.

Seite 15

Athleten, die Beta-2 Agonisten missbrauchen, glauben die Ausdauerleistungsfähigkeit durch Verbesserung der Lungenfunktion oder ihre Kraft durch eine erhöhte Proteinsynthese steigern zu können. Dafür gibt es zur Zeit keinen eindeutigen wissenschaftlichen Nachweis.

Einer der bekanntesten Dopingfälle mit Beta-2 Agonisten ist der Fall der Deutschen Sprinterin *Katrin Krabbe* und ihr Missbrauch von *Clenbuterol*. Clenbuterol wurde ursprünglich in der Kälbermast zur Wachstumsförderung eingesetzt, um die Muskelmasse zu erhöhen und Fett zu reduzieren. Erst später wurde es im Sport zu Dopingzwecken missbraucht.

Seite 16

Bekannte Nebenwirkungen von Beta-2 Agonisten sind:

- Erhöhung der Herzfrequenz und erhöhter Blutdruck
- Feines Zittern der Hände (Tremor), Unruhe und Kopfschmerzen
- Flushing (Hitzewallungen) und Herzklopfen
- Verhaltensstörungen bei Kindern
- Muskelkrämpfe und allergische Reaktionen
- Rachenreizung und Reizung der oberen Luftwege

Seite 17

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

Seite 18

Gliederung

Seite 19

Anabole Steroide oder androgene anabole Steroide (AAS) sind Hormone. Wie die meisten Hormone werden sie im Blut transportiert, um spezifische Körperfunktionen zu regulieren. AAS zum Beispiel steigern den Proteinstoffwechsel und führen damit zu einer gesteigerten Muskelmasse.

- Anabol bedeutet „aufbauend“
- Andro + gen bedeutet „männlich“ + „generierend“ (herstellend)
- Steroide sind eine Art von Fettmolekülen

So ist Testosteron beispielsweise ein anaboles Steroid beziehungsweise ein männliches Sexualhormon, das endogen im Hoden, den Ovarien, der Nebennierenrinde und in der Leber produziert wird. Die medizinische Indikation für die Anwendung anaboler Steroide ist die Muskeldystrophie (eine Muskelerkrankung, die zur fortschreitenden Muskelschwäche führt).

Bild zeigt: Das Hormon wird in den entsprechenden Organen von spezifischen Zellen produziert und danach ins Blut (Gefäßsystem) freigesetzt. Im Gefäßsystem kann das Hormon im Körper an alle Orte transportiert werden. Zielzellen haben spezifische Rezeptoren, die das Steroidhormon erkennen und darauf entsprechend reagieren.

Seite 20

Die angestrebten Effekte eines Missbrauchs von AAS im Sport leiten sich vom anabolen Effekt der Substanzen ab (Zellwachstum). Einige Athleten wollen durch den Missbrauch von Steroiden ihre Muskelmasse „aufbauen“. Dies geschieht durch eine gesteigerte Proteinsynthese, die zu einem ver-

mehrten Wachstum von Muskelgewebe führt. Durch die gesteigerte Proteinsynthese kann der Steroidmissbrauch auch eine schnellere Regeneration ermöglichen. AAS können ihren Effekt auf die Muskulatur vor allem dann ausüben, wenn unter ihrem Einfluss trainiert wird.

Die Athleten müssen aktiv bleiben, denn anabole Steroide allein führen nicht zum Muskelwachstum. Muskeln sind jedoch physiologisch nicht für ein solch extremes und schnelles Wachstum geeignet, so dass als Folge des Missbrauchs von anabolen Steroiden während des Trainings Muskelschäden entstehen können.

Bild zeigt: AAS können in Form von Tabletten eingenommen oder als intramuskuläre Injektion verabreicht werden. Die letztgenannte Art der Anwendung kann indirekt zu zusätzlichen Gesundheitsrisiken führen (z. B. zu HIV- oder Hepatitis-Infektionen bei gemeinsamer Nutzung von Injektionsnadeln).

Seite 21

Diese Folie zeigt einen Fallbericht multipler Sehnenrisse bei einem Fußballspieler, verursacht durch Anabolikamissbrauch.

Abstract von Isenberg et al. (2008): Unfallchirurg, 46-49: Mehrzeitige Rupturen von Patellar- und Achillessehnen. Anabole Steroide im Wettkampfsport.

Derivate des Testosterons oder des 19-Nor-Testosterons werden als Anabolika zur Leistungssteigerung eingesetzt, obwohl ihr Effekt offen diskutiert wird. Die Verwendung von Anabolika hält unter Leistungssportlern trotz zunehmender Kontrollen und dramatischer Zwischenfälle an. Während Störungen von Organfunktionen unter der Einnahme von Anabolika gut dokumentiert sind, sind Berichte über Rupturen der großen Sehnen selten. Innerhalb von 18 Monaten wurden bei einem 29-jährigen professionellen Fußballspieler nacheinander die Rupturen beider Achillessehnen und einer Patellarsehne operativ versorgt. Die regelmäßige Einnahme unterschiedlicher anaboler Steroide während dreier Jahre mit der Absicht, die Kraftentwicklung zu verbessern, wurde auf gezielte Befragung bestätigt. Postoperativ wurden Anabolika jeweils frühzeitig und hoch dosiert während der Rekonvaleszenz und den Trainingsphasen eingesetzt. Die Rupturen der Achillessehnen wurden perkutan bzw. mittels Durchflechtungsnaht versorgt und kamen unter diesen Bedingungen zeitgerecht zur Ausheilung. Die operative Versorgung der Patellarsehne mit Durchflechtung und Rahmennaht mündete unter dem nach dem Eingriff aufgenommenen Krafttraining und der Einnahme eines Anabolikums (Metenolon 300 mg/Woche) in eine histologisch bestätigte Reruptur nach 8 Wochen. Nach plastischer Rekonstruktion des Streckapparats mit anschließender Infektion kam es zu einem Verlust der Sehne und Teilen des Reservestreckapparats. Auf Heilungsstörungen unter fortgesetzter Anabolikaeinnahme war wiederholt erfolglos hingewiesen worden.

Aufgrund der hohen Dunkelziffer im Leistungs- und Kraftsport kann davon ausgegangen werden, dass die Einnahme anaboler Steroide bei der operativen Versorgung von Sehnenrupturen auch quantitativ bedeutsam ist.

Oberes Bild zeigt: Die Patella (Kniescheibe – gelbe Pfeile) und ihre gerissene Verbindung zum Schienbein (Riss der Patellarsehne).

Unteres Bild zeigt: Der Ort der Ruptur auf einem anatomischen Bild (rote Pfeile markieren die Patellarsehne).

Seite 22

Der Missbrauch von AAS führt zu einer Steigerung der Trainingsmotivation und parallel dazu zu einem Risiko des Übertrainings mit allen nachteiligen Effekten auf den Bewegungsapparat. Eine weit verbreitete Ansicht ist, dass der Missbrauch von AAS in großen Mengen zu beträchtlichen Effekten führt, während organische Nebenwirkungen oft verharmlost oder gar geleugnet werden. Fakt ist, dass anfänglich als harmlos eingestufte Nebenwirkungen die Vorläufer von weitaus gefährlicheren Nebenwirkungen auf die Organe sind.

Die gesundheitsschädlichen Wirkungen von androgenen anabolen Steroiden basieren auf ihrer androgenen Wirkung. Bei männlichen Doping-Sündern kann sich eine Vergrößerung der Brust einstellen, die sogenannte Gynäkomastie (*Feminisierung*). Im Gegensatz hierzu findet bei weiblichen Doping-Sündern eine vermehrte Entwicklung männlicher Geschlechtsmerkmale (*Virilisierung*) statt. Weitere Nebenwirkungen sind:

- Die Steroidakne ist eine zwar weniger gefährliche, aber dennoch ästhetisch unangenehme Nebenwirkung (**Bild a**)
- Leberentzündungen; Entstehung einer Fettleber und die Bildung von Leberzysten sind Beispiele für die direkte Schädigung des Gewebes (**Bild b**)
- Hodenschrumpfung (**Bild c**)
- Gynäkomastie (Vergrößerung der Brust bei Männern; **Bild d**)
- Degeneration des Skelettsystems
- Kardiovaskuläre Störungen zeigen sich in einer unzureichenden Sauerstoffversorgung des Herzmuskelgewebes auf Grund des Herzmuskelwachstums, das ohne entsprechende Anpassung der Blutgefäße erfolgt. Weitere Störungen umfassen eine Reduktion von high-density Lipoproteinen (HDL), welche die Wände der Blutgefäße schützen sowie eine Erhöhung von low-density Lipoproteinen (LDL), welche die Blutgefäßwände schädigen.
- Vertiefung der Stimme (Frauen)
- Bartwuchs (Frauen) / Glatzenbildung (Männer)
- Erhöhte Aggressivität

Seite 23

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

Seite 24

Gliederung

Seite 25

Stimulanzien wie Amphetamin, Ephedrin oder Koffein waren die erste Gruppe wirksamer Substanzen, die 1967 auf die Dopingliste gesetzt wurden. Heutzutage wird Koffein nicht mehr als Dopingsubstanz betrachtet und steht nicht mehr auf der Dopingliste. Diese Gruppe von Stoffen beinhaltet sowohl natürliche Stoffe und deren Abkömmlinge als auch künstlich hergestellte. Stimulanzien wie z. B. Ephedrin sind exogene Substanzen. Sie beeinflussen das zentrale Nervensystem durch Stimulation der Freiset-

zung von einigen Transmittern wie z. B. Acetylcholin. Diese Substanzen erhöhen die Herzfrequenz, die Atemfrequenz und die Gehirnfunktion. Das kann zu Euphorie führen.

Ihre Pendanten im menschlichen Körper sind Adrenalin oder Noradrenalin. Diese endogenen Substanzen erhöhen den Energiemetabolismus (Energiestoffwechsel) ebenfalls.

Stimulanzen oder Amphetamine werden in der Medizin hauptsächlich lokal als Bronchialrelaxans (Erweiterer der Bronchien) oder zur Abschwellung der Nasenschleimhaut (bei Erkältungskrankheiten) eingesetzt.

Bild zeigt: Ein Neuron – die funktionelle Zelle des Gehirns – mit seinen Eingangsstrukturen (Dendriten) und seiner Ausgangsstruktur (Axon), die mit anderen Zellen über Synapsen kommunizieren. Die Synapse ist eine Zellverbindung (Schaltstelle) für die Kommunikation zwischen Zellen – hier greifen Stimulanzen an! Sie führen zu einer erhöhten Freisetzung von Transmittern (Überträgerstoffen).

Seite 26

Stimulanzen steigern die Erregung des Gehirns und des Körpers. Der Missbrauch durch die Athleten basiert auf dem Wunsch nach gesteigerter Aufmerksamkeit, reduzierter Müdigkeit, erhöhter Wettkampf- und Aggressionsbereitschaft mit reduzierter Schmerzempfindlichkeit. Stimulanzen steigern nicht direkt die körperliche Leistungsfähigkeit!

Die am häufigsten genutzten Stimulanzen im Sport sind Amphetamin, Kokain, Ephedrin und Koffein.

Grafik zeigt: Der Status der „totalen Erschöpfung“ ist unter normalen Umständen (z.B. im Sport) nicht erreichbar. Der Körper besitzt autonom geschützte Reserven, die nur unter besonderen Umständen aktiviert werden können. Aber mit Stimulanzen ist es möglich die letzten Reserven im Körper zu mobilisieren!

Seite 27

Stimulanzen führen zur Unterdrückung von Angst oder Erschöpfung. Ihre Wirkung ist so stark, dass ein Athlet nicht merkt, wie erschöpft er ist. Speziell im Hochleistungssport hat es Fälle von Erschöpfungszuständen mit Todesfolge gegeben. Im Zusammenhang damit können bei anhaltender Anstrengung auch Dehydrierung (Wassermangel) und Hyperthermie (erhöhte Körpertemperatur) auftreten.

Nebenwirkungen von Stimulanzen sind einerseits die Entwicklung psychischer Störungen wie Abhängigkeit oder Depression, andererseits Effekte wie:

- Dysregulation der Körpertemperatur
- Appetit- und Schlaflosigkeit
- Halluzinationen
- Körperzittern, Unruhe, Agitation, Anspannung
- Kardiale Arrhythmien (Herzrhythmusstörungen)

Auf Grund ihrer euphorisierenden Effekte werden Stimulanzen im und außerhalb des Sports missbraucht!

Seite 28

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

Seite 29

Gliederung

Seite 30

Die Abkürzung EPO steht für das Hormon Erythropoietin. EPO ist ein Wachstumsfaktor aus der Niere und stimuliert die Synthese der roten Blutkörperchen. Die roten Blutkörperchen oder Erythrozyten transportieren Sauerstoff in die Gewebe. Die Bildung der roten Blutkörperchen ist abhängig vom Sauerstoffgehalt des Blutes, der durch Rezeptoren permanent „gemessen“ wird. Sinkt der Sauerstoffgehalt des Körpers bis hin zur Hypoxie (Sauerstoffmangel), löst das die Produktion von EPO aus und im Knochenmark werden daraufhin vermehrt rote Blutkörperchen gebildet.

Das wichtige Organ im diesem Zusammenhang ist die Niere, da hier EPO produziert wird. Dieser Vorgang kann durch eine exogene (von außen erfolgende) Zufuhr von EPO, dahingehend beeinflusst werden, dass sich die Anzahl der roten Blutkörperchen auch ohne Training erhöht. Erythropoietin wird in der Medizin zur Behandlung von Anämie (Blutarmut) eingesetzt.

Bild zeigt: Erythropoietin wird von Nierenzellen produziert und ins Blut (Gefäßsystem) freigesetzt. Es stimuliert die Produktion der roten Blutkörperchen (Erythrozyten) im Knochenmark.

Seite 31

Erythropoietin stimuliert die Produktion roter Blutkörperchen oder Erythrozyten im Knochenmark. Erythrozyten sind verantwortlich für den Sauerstofftransport. Sauerstoff ist essenziell für die physiologischen Funktionen des menschlichen Körpers. Neben dem Gehirn brauchen die Muskeln den meisten Sauerstoff, um die Ausdauerleistungsfähigkeit zu gewährleisten. Als Konsequenz geraten Radfahrer, Langstreckenläufer oder Skilangläufer in Versuchung, EPO zur Steigerung der Sauerstoffversorgung der Gewebe zu missbrauchen.

Eine legale und wesentlich sicherere Möglichkeit, die Ausdauerleistungsfähigkeit oder genauer die Sauerstoffbindungskapazität zu erhöhen, ist das Höhenttraining. Der geringere Sauerstoffgehalt der Luft in den Bergen führt zu einer Ankurbelung der Produktion roter Blutkörperchen. Dies ist ein völlig legaler Weg, die Zahl der roten Blutkörperchen zu erhöhen.

Bild zeigt: Der finnische Skilangläufer Eero Mäntyranta hat eine Mutation im Gen seines Erythropoietin-Rezeptors. Diese physiologische Anomalie führte zu einer erhöhten Transportkapazität von Sauerstoff im Blut. Dadurch erlangte er einen legalen Vorteil und gewann mehrere olympische Goldmedaillen.

Seite 32

Sowohl in der natürlichen (humanes [h] EPO) als auch in der künstlichen, mit Hilfe der Gentechnologie hergestellten Form (rekombinantes humanes [rh] EPO), hat Erythropoietin (EPO) aufgrund seiner Struktur eher unbedeutendere Nebenwirkungen wie z. B. allergische (selten) oder immunologische Reaktionen. Alle seine gesundheitsschädlichen Wirkungen beruhen auf der vermehrten Bildung roter Blutkörperchen, die zu einer erhöhten

Blutviskosität führt. Entsprechend führt ein EPO-Missbrauch zu einem erhöhten Risiko für einen arteriellen Bluthochdruck oder Thromboembolien in der Lunge, dem Gehirn oder dem Herzen. Die Folge kann ein Herzinfarkt oder Schlaganfall sein. Ein EPO-Missbrauch kann hochgradig lebensbedrohlich sein!

Bild zeigt: Auf der linken Seite des Bildes ist die rechte Herzkammer sichtbar, auf der rechten Seite die linke Herzkammer eines pathologisch vergrößerten Herzens. Der Infarkt ist durch die Pfeile markiert.

Seite 33

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

Seite 34

Seite 35

Blutdoping gehört zu den illegalen Manipulationsmethoden. Es ist eine direkte Form der Sauerstofftransportsteigerung, denn es erhöht unmittelbar die Zahl der roten Blutkörperchen. Im Gegensatz dazu steigert EPO die Synthese von roten Blutzellen. Es gibt zwei unterschiedliche Manipulationsmethoden für Athleten:

- Sammlung des eigenen Blutes mit späterer Reinfusion
- Verwendung von Fremdblut mit späterer Transfusion bei Bedarf

Die physiologischen Effekte sind die gleichen wie bei einem EPO-Missbrauch:

- Steigerung der Anzahl roter Blutzellen
- Steigerung der Sauerstofftransportkapazität

Blutkonserven werden in der Medizin zur Behandlung starker Blutverluste genutzt.

Seite 36

Mehr rote Blutkörperchen, mehr Sauerstoff, höhere Ausdauerleistungsfähigkeit! Die Effekte sind die gleichen wie bei einem EPO-Missbrauch, aber mit einem direkten, unmittelbaren Effekt.

Grafik zeigt: Der beeindruckende Effekt einer Bluttransfusion auf die körperliche Leistungsfähigkeit wird in folgendem Beispiel klar:

Laufzeit bei einem 10-Kilometer- Rennen mit und ohne Infusion.

Gruppe 1: Keine Effekte bei der Placebogruppe, aber ein signifikanter Effekt bei den Athleten mit Blutinfusion - die Laufzeit nimmt ab.

Gruppe 2: Die Laufzeit für 10 Kilometer sinkt nach Blutinfusion unmittelbar ab. Diese Verbesserung der Zeit konnte 13 Tage lang nach der Reinfusion der roten Blutkörperchen aufrecht erhalten werden und war daher zum Zeitpunkt der Placebo-Infusion noch vorhanden.

Seite 37

Die Nebenwirkungen sind ähnlich wie beim EPO-Missbrauch:

- Blutdoping erhöht die Belastung des kardiovaskulären Systems. Es führt zu einem erhöhten Blutdruck und einem gesteigerten Thromboserisiko.
- Bluttransfusionen bergen das Risiko akuter Transfusionszwischenfälle aufgrund von allergischen Reaktionen oder Fehltransfusionen sowie das Risiko schwerer Infektionen wie z. B. Hepatitis oder HIV.

Seite 38

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

Seite 39

Gliederung

Seite 40

Gene sind einzelne Abschnitte der DNA, die Erbinformationen enthalten. Diese Gene enthalten die Informationen für die Zusammensetzung des Körpers und daher auch die Information für einzelne Proteine wie z. B. Muskelproteine. Ein Ziel der Gentherapie ist der Versuch, die Information auf ausgewählten Genen zu verändern.

Die 2008er Dopingliste definiert Gendoping als „die nicht-therapeutische Nutzung von Zellen, Genen und genetischen Elementen oder die Modulation der Genexpression zur Steigerung der athletischen Leistungsfähigkeit“.

Bild zeigt: Idee der Gentherapie ist es, mit Hilfe spezifischer Transporter modifizierte Gene in die Zelle einzuschleusen. Danach können korrigierte bzw. neue Funktionsproteine durch die Zelle synthetisiert werden und die Krankheiten geheilt oder zumindest gelindert werden. Die medizinische Anwendung der Gentherapie ist die Korrektur defekter Gene, die für die Krankheitsentwicklung verantwortlich sind (z. B. Erbkrankheiten). Das Problem ist der Missbrauch dieser therapeutischen Idee für Sportzwecke.

Seite 41

Ist die Korrektur defekter Gene erst einmal möglich, dann ist es nicht weit bis zur Modifikation von Muskelgenen. Mögliche Ziele eines Missbrauchs könnten sein:

- Eine erhöhte Erythropoietinproduktion (siehe Eero Mäntyranta, den Skilangläufer), um die Ausdauerleistungsfähigkeit zu steigern.
- Die Stimulation von spezifischen Muskelwachstumsfaktoren um Kraft und Geschwindigkeit zu steigern.

Linkes Bild zeigt: ein 7 Monate altes, männliches Kind. Er erscheint außerordentlich muskulös mit ausladenden Schenkeln und Oberarmen. Mit 4.5 Jahren zeigte er eine erhöhte Muskelmasse und -kraft auf Grund einer genetischen Mutation im Myostatin-Gen. Er konnte zwei 3 kg schwere Hanteln horizontal mit ausgestreckten Armen halten.

(Die Originaldaten finden sich unter Schuelke et al. (2004) N Engl J Med. 350: 2682-2688)

Rechtes Bild zeigt: ein Rind der Gattung „Belgian Blue“. Diese Rasse hat eine Mutation im Myostatin-Gen. Die erhöhte Muskelmasse ist dafür ein charakteristisches Merkmal.

Nichtsdestotrotz ist ein Missbrauch der Gentherapie im Sport zurzeit nicht bekannt.

Seite 42

Das Hauptproblem in der Gentherapie ist die unzureichende Kontrolle des künstlichen Gens. Auf Grund der weitreichenden Mechanismen der Genregulation können weder die gewünschten noch die unerwünschten Effekte eingeschätzt werden. Ergebnisse von klinischen Studien zu gentherapeuti-

schen Methoden zeigen, dass Probleme wie Krebs, multiples Organversagen und andere hoch lebensbedrohliche Situationen auftreten können. Weitere Risiken sind auf Grund der wenigen Studien und Publikationen völlig unbekannt und können lediglich abgeschätzt werden. Demzufolge sind die Nebenwirkungen der Gentherapie derzeit nicht kontrollierbar!

Seite 43

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

Seite 44

Gliederung

Seite 45

Plasmaexpander wurden vom IOC auf die Verbotsliste gesetzt, nachdem bekannt wurde, dass mit der Anwendung Athleten versuchen, den Hämatokritwert (bezeichnet den Anteil aller zellulären Bestandteile am Volumen des Blutes. Der Hämatokrit ist hauptsächlich von der Konzentration der Erythrozyten abhängig) zu senken (als Gegenmaßnahme bei EPO-Doping). Manipulation durch Plasmaexpander und Diuretika:

Die Nebenwirkungen von Plasmaexpandern können sein:

- allergische Reaktionen wie Juckreiz,
- Benommenheit/Schwindel,
- asthmatische Symptome oder
- Kreislaufkollaps

Diuretika stören den Wasser- und Elektrolythaushalt, was zur Dehydratation und zu Elektrolytungleichgewichten führt.

Weitere Nebenwirkungen sind:

- Verlust von Mineralien
- Muskelkrämpfe und Nierenschäden
- Bei Männern: Impotenz
- Bei Frauen: Störungen des Menstruationszyklus

Seite 46

Gliederung

Seite 47

Nahrungsergänzungsmittel sind natürlich im Körper vorhandene Substanzen, die zusätzlich zur täglichen Ernährung konsumiert werden. Darunter fallen z.B. Glukose, Mineralien, Vitamine oder Spurenelemente. Einige dieser Substanzen sind für das Wachstum und die Entwicklung eines multizellulären Organismus wie des menschlichen Körpers essenziell, andere wiederum zeigen keine oder sogar eine schädliche Wirkung. Nahrungsergänzungsmittel enthalten die jeweiligen Substanzen in konzentrierter Form und bestehen meist aus einer Kombination von mehreren Substanzen.

Eine medizinische Indikation für die Anwendung von Nahrungsergänzungsmitteln ist der Mangelzustand auf Grund von Fehlernährung oder Krankheiten. Die Hauptgründe für den Einsatz von Nahrungsergänzungsmitteln in der Bevölkerung ist der Glaube daran, dass sie die Gesundheit fördern, das Risiko krank zu werden vermindern und das Körpergewicht

kontrollieren können. Die meisten der Ergänzungsmittel sind laut Dopingliste nicht verboten.

Seite 48

Generell ist eine ausgewogene Ernährung natürlich wesentlich besser als jede Nahrungsergänzung. Natürlich müssen auch bei einer Nahrungsergänzung auch die Einnahmengen beachtet werden, um eine „Überdosierung“ zu verhindern. Nahrungsergänzungsmittel können für einige Wettkampfsportler sinnvoll sein, um die Intensität und Dauer ihres Sports auszugleichen. Diese Athleten haben einen extrem hohen Kalorienverbrauch, der mit einer normalen Ernährung nicht auszugleichen ist (wie bei der Tour de France usw.). Bei Athleten mit einer vegetarischen Ernährung kann auch die Versorgung mit B-Vitaminen kritisch sein.

Seite 49

Nahrungsergänzungsmittel sind laut Dopingliste nicht verboten, solange sie keine verbotene Substanz enthalten – ohne Rücksicht darauf, ob dies auf dem Etikett vermerkt ist oder nicht. Eines der Hauptrisiken von Nahrungsergänzungsmitteln ist die positive Dopingtestung durch kontaminierte Ergänzungsmittel. Diese nicht gekennzeichneten Inhaltsstoffe können im Extremfall zu einer positiven Dopingprobe führen. Als mögliche Konsequenzen sind gesundheitliche Nebenwirkungen zu erwähnen, die in Abhängigkeit von der Art der „nicht gekennzeichneten“ Substanzen auftreten. Die Substanzen, die am häufigsten nachgewiesen werden, sind androgene anabole Steroide. Es ist eine Tatsache, dass viele Sportler Nahrungsergänzungsmittel einnehmen ohne über Nebenwirkungen und empfohlene Dosierung informiert zu sein. Angesichts des großen Marktes für Nahrungsergänzungsmittel (über 12 Milliarden US\$ in den USA im Jahr 2001) und des enormen Verkaufes weltweit schwimmt die Grenze zwischen empfohlenem Gebrauch und Missbrauch. Weiterhin kann die Annahme, dass durch den Einsatz von Nahrungsergänzungsmitteln ernährungsbedingte Mängel ausgeglichen werden können, dazu führen, dass weniger Wert auf eine gesunde, ausgewogene Ernährung gelegt wird.

Table zeigt: Eine Analyse des IOC ergab, dass von 600 handelsüblichen Nahrungsergänzungsmitteln ca. ein Viertel mit verbotenen Substanzen wie anabolen Steroiden kontaminiert war.

Seite 50

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!

Seite 51

Was können wir tun?

Seite 52

Projektpartner

Seite 53

Weitere Informationen

Seite 54

Weitere Informationen

Seite 55

Anhang (Stand Januar 2010): Beta-Rezeptoren-Blocker

Der Anhang kann Änderungen erfahren und individuelle Schwerpunkte enthalten.

Seite 56

Beta-Rezeptoren sind eine Gruppe von Rezeptoren, die auf Zelloberflächen einiger Organe und Gewebe vorhanden sind. Sie werden vom sympathischen Nervensystem stimuliert. Wenn sich spezifische adrenerge Wirkstoffe an sie binden, vermitteln sie physiologische Antworten wie Vasodilatation (Erweiterung der Gefäße), Bronchorelaxation (Erweiterung der Bronchien) und Erhöhung der Herzfrequenz.

Beta-Rezeptor-Blocker sind eine Gruppe von Arzneimitteln, die die Aktivität von Beta-Rezeptoren blockieren, um die Herzfrequenz zu senken, die Kontraktionsstärke des Herzens zu vermindern und den Blutdruck zu senken. Demzufolge werden sie häufig von Herzpatienten eingenommen.

Ein Rezeptor ist normalerweise ein Membranprotein, an dem spezifische Moleküle binden können, um eine bestimmte Antwort zu vermitteln.

Bild zeigt: Beta-Rezeptoren-Blocker werden eingenommen, im Gastrointestinaltrakt (Magen-Darm-Trakt) ins Blut resorbiert und über der Leber zum Herzen weitergeleitet. Dort blockieren sie die Beta-Rezeptoren.

Seite 57

Beta-Blocker haben keinen direkten leistungssteigernden Effekt. Sie sind in Sportarten verboten, die eine erhöhte Konzentration im Sinne einer reduzierten Aufregung erfordern (z.B. Bogenschießen oder Automobilsport). Es wird eine Verlangsamung der Herzfrequenz und des Kreislaufes beobachtet. Weiterhin verhindern Beta-Blocker Lampenfieber, Hände zittern und führen zu einer allgemeinen Beruhigung.

Bild zeigt: Ein gesunder Körper antwortet auf extremen Stress mit der Aktivierung des „fight-or-flight“ Mechanismus, indem er Adrenalin in den Körperkreislauf freisetzt, die Herzfrequenz steigert und den Körper in „Alarmbereitschaft“ versetzt.

- Während einer stressigen Situation veranlasst der Sympathicus (ein Teil des unwillkürlichen Nervensystems) die Nebenniere dazu, Adrenalin zu produzieren.

- Das Adrenalin fließt durch die Blutgefäße zum Herzen.

- Adrenalin aktiviert die Rezeptoren am Herzen.

- Die Herzfrequenz steigt und es kommt zur „fight-or-flight“ Reaktion.

- Nach der Einnahme von Beta-Blockern gelangen sie über den Gastrointestinaltrakt in den Blutstrom. Sie hindern Adrenalin daran, an die entsprechenden Beta-Rezeptoren am Herzen zu binden.

- Die Herzfrequenz bleibt normal und die „fight-or-flight“ Reaktion tritt nicht auf.

Seite 58

Nebenwirkungen von Beta-Blockern sind:

- Bradykardie, d. h. eine erniedrigte Herzfrequenz.
- Senkung des Blutdrucks kann es zu einem unerwartet starken Blutdruckabfall führen.
- Halluzinationen sind Wahrnehmungen (z. B. optisch oder akustisch) ohne externe Ursache. Meist werden sie durch Störungen des Nervensystems oder durch Arzneimittel hervorgerufen.
- Schlafstörungen werden beobachtet.
- Bronchialspasmen werden verursacht durch Kontraktionen der Muskeln der Atemwege. Dies führt zu einer verschlechterten Expiration (Ausatmung).
- Depression ist eine psychische Störung, deren Symptome Traurigkeit, Inaktivität, Konzentrationsschwierigkeiten, Steigerung oder Minderung des Appetits, übermässiges Schlafen, Hoffnungslosigkeit und Suizidalität sein können.
- Die anhaltende Ermüdung oder Erschöpfung durch Arbeit, Anspannung oder Stress wird als Fatigue bezeichnet.

Seite 59

Zusammenfassung und Schlüsselwörter!