

روش‌های ممنوعه دوپینگ (هنگام مسابقه- خارج از مسابقه)

M1: دستکاری خون و ترکیبات خون

موارد زیر ممنوع می‌باشد:

۱/۱. تجویز یا تزریق مجدد هر مقدار از خون اتولوگ (خود فرد)، آلوژنیک (همولوگ یا فرد دیگر) یا هترولوگ (غیر انسانی)، یا فرآورده‌های گلبول قرمز با هر منشاء به داخل دستگاه گردش خون

توجه: اهدای خون یا اجزای خون، از جمله به روش آفرزیس، زمانی که در یک مرکز جمع‌آوری معتبر شناخته شده توسط مرجع نظارتی کشوری (سازمان انتقال خون) انجام شود، ممنوع نیست

1.2. افزایش دهنده‌های مصنوعی جذب یا برداشت، انتقال و آزادسازی اکسیژن که شامل موارد زیر بوده ولی به آنها محدود نمی‌شوند:

پرفلوروکیمیکال Perfluorochemicals، افاپروکسیرال (۱۳ efaproxiral) RSR، Voxelotor و فرآورده‌های هموگلوبین تغییر یافته، مانند جایگزین‌های خونی با پایه هموگلوبین، به استثنای مصرف استنشاقی اکسیژن مکمل.

1.3. هر شکل از دستکاری داخل عروقی خون یا اجزای خون به روشهای فیزیکی یا شیمیایی

دوپینگ به روش M1 یکی از دسته‌بندی‌های آژانس جهانی مبارزه با دوپینگ (WADA) است که مربوط به دستکاری خون و اجزای آن می‌باشد. این روش در لیست ممنوعه WADA تحت عنوان "Manipulation of Blood and Blood Components" قرار دارد و تحت دسته "M1" شناخته می‌شود.



دوپینگ M1 شامل چه مواردی می‌شود؟

تزریق خون خود یا دیگران (Autologous/Allogeneic Blood Transfusion)

برای افزایش تعداد گلبول‌های قرمز و در نتیجه افزایش ظرفیت حمل اکسیژن و بهبود عملکرد ورزشی.

استفاده از محصولات مصنوعی جایگزین خون
مانند هموگلوبین‌های مصنوعی یا حامل‌های اکسیژن مثل (PFCs (Perfluorocarbons).

تأثیرگذاری بر عملکرد طبیعی خون
مثلاً استفاده از داروهایی که باعث افزایش تولید گلبول قرمز می‌شوند، مثل EPO ممکن است زیر این دسته نیز قرار بگیرند، اگر هدف تغییر مستقیم ویژگی‌های خون باشد.

چرا ممنوع است؟
زیرا این روش‌ها:

مزیت ناعادلانه در رقابت ایجاد می‌کنند.

برای سلامتی ورزشکار خطرناک هستند (ریسک سکته، عفونت، آسیب‌های قلبی و...).

با روح ورزش پاک و سالم مغایرت دارند.

M2 : دستکاری فیزیکی و شیمیایی

موارد زیر ممنوع می‌باشد:

2.1. دستکاری یا اقدام به دستکاری نمونه با هدف تغییر در تمامیت و اعتبار نمونه جمع آوری شده در خلال فرایند کنترل دوپینگ که شامل موارد زیر بوده ولی فقط محدود به آنها نیست: جایگزین کردن نمونه و/ یا ایجاد تغییر ماهیت نمونه مانند افزودن آنزیم‌های پروتئاز به نمونه.

2.2. انفوزیون‌های داخل وریدی و/ یا تزریقات بیشتر از ۱۰۰ میلی لیتر در طول دوره زمانی ۱۲ ساعته ممنوع می‌باشند، مگر در مواردیکه بصورت مجاز و قانونی در روند درمان‌های بیمارستانی، اعمال جراحی و یا بررسی‌های کلینیکی تزریق میشوند.

۲ – M2. دستکاری شیمیایی و فیزیکی (Chemical and Physical Manipulation)

محتوا: پوشاندن دوپینگ از طریق مداخلات شیمیایی یا فیزیکی، مثلاً رقیق کردن نمونه ادرار، استفاده از داروهای ادرار آور (دیورتیک‌ها)، یا تداخل در نمونه‌گیری.

هدف: جلوگیری از شناسایی مواد ممنوعه در آزمایش دوپینگ.

مثال: استفاده از پروبنسید برای پنهان‌سازی استروئید.

روش‌های شناسایی دوپینگ: M1



(۱) پاسپورت بیولوژیکی ورزشکار (Athlete Biological Passport – ABP) یک ابزار تحلیلی است که الگوهای خون و ادرار ورزشکار را در طول زمان بررسی می‌کند. اگر مقدار گلبول‌های قرمز، هموگلوبین یا سایر پارامترهای خون تغییرات غیرطبیعی (اما نه لزوماً مثبت از نظر تست مستقیم) نشان دهند، ممکن است نشانه دوپینگ خونی باشد.

(۲) تست مستقیم برای فرآورده‌های خونی در برخی موارد، دستگاه‌های پیشرفته قادرند به صورت مستقیم وجود گلبول‌های قرمز خارجی (مثلاً از اهداکننده دیگر) یا حامل‌های مصنوعی اکسیژن را تشخیص دهند.

(۳) بررسی داروهای محرک تولید گلبول قرمز مثل EPO اگر EPO مصنوعی یا داروهایی مثل CERA استفاده شود، می‌توان آن‌ها را با روش‌های ایمونولوژیک و ایزوتوپی شناسایی کرد.

روش‌های شناسایی دوپینگ M2 دستکاری شیمیایی و فیزیکی

(۱) بررسی نسبت‌های غیرطبیعی در ادرار مثل نسبت تستوسترون به اپی‌تستوسترون (T/E ratio) یا غلظت بیش از حد پایین/بالای کراتینین یا وزن مخصوص ادرار (که ممکن است نشانگر رقیق‌سازی عمدی باشد)

(۲) آزمایش برای شناسایی دیورتیک‌ها یا عوامل پنهان‌ساز برخی داروها باعث افزایش دفع ادرار و در نتیجه کاهش غلظت مواد ممنوعه می‌شوند. این داروها نیز در لیست ممنوعه هستند.

(۳) تحلیل نمونه‌گیری غیرمعمول (tampering detection) مانند نمونه‌گیری با ادرار تقلبی یا تعویض نمونه، که معمولاً با حضور ناظر و استفاده از تکنولوژی‌های خاص شناسایی می‌شود.

آیا همیشه شناسایی موفقیت‌آمیز است؟
همیشه شناسایی موفقیت‌آمیز نیست. دوپینگ پیچیده و در برخی موارد بسیار حرفه‌ای انجام می‌شود. اما با پیشرفت

تکنولوژی، مثل تصویربرداری دقیق خون، ردیابی داروها در مقادیر ناچیز، و مدل‌های هوش مصنوعی در تحلیل داده‌های بیولوژیکی، شانس شناسایی بیشتر شده است.

چه کسانی دوپینگ به روش M1 یا M2 انجام داده اند؟

در سال‌های اخیر، موارد متعددی از دوپینگ به روش‌های M1 (دستکاری خون) و M2 (دستکاری شیمیایی و فیزیکی) شناسایی شده‌اند. در ادامه، به برخی از ورزشکاران برجسته‌ای که به این روش‌ها متهم یا محکوم شده‌اند، اشاره می‌کنم:



دوپینگ به روش M1 دستکاری خون

ریکاردو ریکو – (Riccardo Riccò) دوچرخه‌سوار ایتالیایی
در سال ۲۰۱۱، ریکو به دلیل تزریق خون ۲۵ روزه خود به بیمارستان منتقل شد و دچار عفونت شدید شد. این اقدام منجر به محرومیت ۱۲ ساله او از فعالیت‌های ورزشی شد.

ماکس هاوکه – (Max Hauke) اسکی‌باز کراس‌کانتری اتریشی
در جریان مسابقات جهانی ۲۰۱۹ در اتریش، هاوکه در حین انجام تزریق خون توسط پلیس دستگیر شد. این حادثه بخشی از عملیات گسترده‌ای به نام "آدرلاس" بود که به کشف شبکه‌ای از دوپینگ خون منجر شد.

استفانی گراف – (Stephanie Graf) دهنده اتریشی
در سال ۲۰۱۰، گراف به دلیل استفاده از خدمات آزمایشگاه Human plasma برای برداشت خون، به مدت دو سال محروم شد. هرچند او ادعا کرد که خون برداشت‌شده را دوباره تزریق نکرده است.



دوپینگ به روش M2 دستکاری شیمیایی و فیزیکی

تایلر همیلتون – (Tyler Hamilton) دوچرخه‌سوار آمریکایی
همیلتون به دلیل استفاده از روش‌های پنهان‌سازی دوپینگ، از جمله تزریق خون و استفاده از مواد شیمیایی برای تغییر نتایج آزمایش، محروم شد. او بعدها در پرونده لنس آرمسترانگ اعتراف کرد.

ورزشکاران چینی در رشته شنا
در سال‌های اخیر، مواردی از دوپینگ در بین شناگران چینی گزارش شده است. در یک مورد، شناگران به دلیل وجود استروئیدهای آنابولیک در بدنشان، متهم شدند، اما مقامات چینی این موارد را به مصرف گوشت آلوده نسبت دادند.

M3: دوپینگ ژنی و سلولی

موارد زیر به علت افزایش ظرفیت بالقوه عملکرد ورزشکار ممنوع میباشند :

- 3.1. استفاده از اسیدهای نوکلئیک یا آنالوگهای اسید نوکلئیک که ممکن است توالی ژنوم و/ یا بیان ژن را با هر مکانیسمی تغییر دهند. این موارد شامل ویرایش ژن، خاموش کردن ژن و فناوری انتقال ژن اما نه فقط محدود به آنها است.
- 3.2. استفاده از سلولهای طبیعی و یا سلولهایی که از نظر ژنتیکی تغییر یافته اند.

دوپینگ ژنی: رویکردی نوین و چالش برانگیز در ورزش حرفه‌ای



تعریف علمی دوپینگ ژنی:

پیشرفت‌های گسترده در زیست‌فناوری و ژنتیک مولکولی، زمینه را برای استفاده‌های درمانی ژن‌درمانی فراهم کرده‌اند. با این حال، بهره‌گیری از همین تکنولوژی در جهت ارتقاء غیرطبیعی عملکرد بدنی و ذهنی، به موضوعی بحث‌برانگیز با عنوان "دوپینگ ژنی" تبدیل شده است. برخلاف دوپینگ دارویی که اثرات کوتاه‌مدت دارد، دوپینگ ژنی می‌تواند اثراتی بلندمدت، عمیق و گاه برگشت‌ناپذیر ایجاد کند.

دوپینگ ژنی به عنوان یکی از پیشرفته‌ترین روش‌های تقلب در ورزش، شامل استفاده از تکنولوژی‌های مهندسی ژنتیک جهت افزایش عملکرد فیزیکی و ذهنی ورزشکاران است. این روش، به جای استفاده از داروها یا مکمل‌ها، با استفاده از وارد کردن ژن‌های خاص به سلول‌های بدن، عملکرد طبیعی فیزیولوژیکی را فراتر از حد نرمال ارتقاء می‌دهد. با وجود پتانسیل بالا برای سوءاستفاده، تشخیص آن بسیار دشوار است و نگرانی‌های اخلاقی و پزشکی گسترده‌ای را در پی دارد.

مبانی زیستی دوپینگ ژنی

فرآیند انتقال ژن شامل وارد کردن DNA خارجی (ژن هدف) به سلول‌های بدن از طریق ناقل‌هایی مانند ویروس‌ها، لیپوزوم‌ها یا نانوذرات است. این ژن‌ها سپس درون سلول بیان شده و پروتئین‌های عملکردی تولید می‌کنند.



تزریق DNA به‌طور مستقیم به درون بدن: از این راه تنها تعداد معدودی از سلول‌های بدن به‌ویژه سلول‌های عضلانی قادر هستند به‌طور مستقیم DNA را بگیرند یا جذب کنند. وارد کردن سلول دستکاری‌شده به بدن: در این روش در ابتدا در آزمایشگاه، ژن جدید را وارد سلول‌ها می‌کنند و بعد از آن سلول‌های تغییر یافته را به بدن وارد می‌کنند. در روش سوم با یک ویروس اصلاح‌شده عفونت ایجاد و از آن طریق ژن جدید برداشت می‌شود. انتقال ویروس‌ها به تفنگ ژنی نیاز دارد که از آن راه بتوان DNA خارجی را به داخل سلول منتقل کرد.

انتقال مستقیم ژن، ساده است ولی کارایی کمی دارد و محدود به سلول‌های خاصی است. استفاده از ویروس کارایی بسیار بالایی دارد چون همه‌ی انواع سلول‌های بدن قادر به دریافت DNA مصنوعی هستند ولی اثرات جانبی بیشتری را به‌دنبال دارد. هر کدام از روش‌های بالا ممکن است در دوپینگ ژنی استفاده شود و از آن طریق ورزشکار توانایی خود را افزایش دهد. همان‌طور که گفته شد، حدود ۹۰ ژن با توان ورزشی ارتباط دارند و استفاده از این ۹۰ ژن به منظور دوپینگ ژنی می‌تواند به‌طور بالقوه خطرناک باشند. با این حال تنها برخی از این ژن‌ها بیشتر مورد بررسی قرار گرفته‌اند

مکانیزم‌های رایج دوپینگ ژنی:

- (۱) افزایش اکسیژن‌رسانی از طریق ژن EPO :
ژن erythropoietin (EPO) باعث تولید بیشتر گلبول قرمز در مغز استخوان می‌شود. گلبول قرمز بیشتر، یعنی اکسیژن‌رسانی بهتر به عضلات، که باعث افزایش استقامت می‌شود. روش انتقال: استفاده از ناقل‌های ویروسی (مانند آدنوویروس‌ها) برای وارد کردن ژن به سلول‌های عضلانی یا کبدی.
- (۲) افزایش توده عضلانی با IGF-1 یا سرکوب میوستاتین:
IGF-1 (Insulin-like Growth Factor-1) عامل رشد عضله، شبیه به هورمون رشد است. میوستاتین (Myostatin) مهارکننده طبیعی رشد عضله. خاموش‌سازی ژن آن باعث رشد غیرعادی عضله می‌شود. نتیجه: افزایش حجم و قدرت عضلات.
- (۳) افزایش توان بازسازی عضلات یا تأخیر در خستگی:
ژن‌هایی مثل PPAR-delta یا PGC-1 α با تنظیم متابولیسم انرژی در عضلات، باعث افزایش تحمل و کاهش خستگی می‌شوند.



کاربردهای بالقوه و پیامدهای منفی

مزایا از دید سوءاستفاده‌گرانه

بهبود استقامت، قدرت عضلانی و بازیابی سریع‌تر.

ماندگاری طولانی‌تر اثر داروها.

دشواری در تشخیص از طریق آزمایش‌های رایج.

عوارض جانبی و خطرات

پاسخ ایمنی شدید به ناقل یا پروتئین جدید.

سرطان‌زایی: درج تصادفی ژن در محل‌های حساس ژنوم.

نارسایی اندام‌ها به ویژه کبد و قلب.

بی‌ثباتی ژنتیکی به دلیل بیان کنترل‌نشده ژن‌ها.

موارد عملی یا مشکوک:

اگرچه هیچ مورد تایید شده‌ای از دوپینگ ژنی در المپیک یا مسابقات جهانی تاکنون به صورت رسمی اعلام نشده، اما نگرانی‌ها در این زمینه بالاست

در سال ۲۰۰۶، پرونده‌ای در آلمان به نام "چمدان خون" مطرح شد که احتمال استفاده از تکنولوژی ژنی در ورزشکاران را مطرح کرد.

دانشمندان اعلام کرده‌اند که دوپینگ ژنی ممکن است غیرقابل تشخیص باشد، چون بدن خود پروتئین‌ها را تولید می‌کند و نه از طریق داروهای خارجی.

چالش‌های تشخیص دوپینگ ژنی
عدم وجود نشانگر خارجی: برخلاف دوپینگ دارویی، مولکول‌های ساخته‌شده مشابه مولکول‌های طبیعی بدن هستند.
تغییر بیان ژن به صورت درون‌زاد: باعث دشواری در تمایز بین فعالیت طبیعی و تحریک‌شده ژنتیکی می‌شود.
روش‌های نوین تشخیص:

بررسی اثرات اپی‌ژنتیکی.

استفاده از توالی‌یابی ژنومی جهت یافتن ردپای ناقل‌های ویروسی.

آنالیز ترنسکرپتوم و پروتئوم.

جنبه‌های اخلاقی و قانونی



سازمان جهانی مبارزه با دوپینگ (WADA) استفاده از دوپینگ ژنی را از سال ۲۰۰۳ ممنوع کرده است. با این حال، مرز بین درمان و بهبود عملکرد همچنان مبهم است. به‌عنوان مثال، ورزشکاری که به دلایل پزشکی از ژن‌درمانی استفاده می‌کند، ممکن است ناخواسته مزایای عملکردی کسب کند. از این رو، تعیین معیارهای دقیق اخلاقی و پزشکی امری ضروری است.

تشخیص دوپینگ، همیشه چالش بزرگی پیش روی مجامع ضد دوپینگ بوده و است، زیرا همان‌طور که گفته شد، همواره روش‌های دوپینگ جلوتر از روش‌های تشخیصی هستند. در مورد دوپینگ ژنی نیز به خاطر نو بودن، مطمئناً همین مسئله وجود خواهد داشت مگر با کمک فناوری‌های موجود، تا حدودی قبل از شیوع زیاد آن روش‌هایی کشف شوند تا از بروز این روش دوپینگ جلوگیری کنند. با این حال آزمایش ژنتیکی و نمونه‌گیری عضلانی (بیوپسی) از ورزشکاران، خود معضل اخلاقی است که اغلب ورزشکاران به انجام آن تن در نمی‌دهند و چون این کار یک روشی تهاجمی است، ممکن است به توان ورزشکاران صدمه وارد کند.

بدون تردید چالشی که دوپینگ ژنی به وجود آورده و خواهد آورد، چهره‌ی ورزش را خدشه‌دار می‌کند و در صورت بروز این مشکل در آینده، شرکت‌های ساخت ورزشکار هستند که با هم رقابت می‌کنند نه ورزشکاران. در این صورت اخلاق، برابری و عدالت در ورزش جایگاهی نخواهد داشت.

نتیجه‌گیری

دوپینگ ژنی به عنوان تهدیدی نوین برای سلامت ورزشکاران و عدالت در رقابت‌های ورزشی، نیازمند توجه جدی از سوی جامعه علمی، پزشکی و حقوقی است. توسعه فناوری‌های تشخیصی دقیق، نظارت بی‌وقفه و تدوین چارچوب‌های اخلاقی، تنها راه مقابله مؤثر با این پدیده است. همچنین، آموزش و آگاهی‌رسانی به ورزشکاران می‌تواند نقش کلیدی در پیشگیری ایفا کند.

دکتر عزیزه فرزین مهر/متخصص پزشکی ورزشی

فصل نامه طب در ورزش