

Doping gen ialah istilah yang sinonim dalam dunia sukan. Menurut Agensi Antidoping Dunia (WADA), penggunaan unsur gen, genetik atau sel yang berupaya meningkatkan kemampuan atlet yang sihat bagi tujuan selain rawatan terapi dianggap sebagai doping gen.

Doping gen merupakan kesalahan dalam sukan dan penggunaannya diharamkan oleh WADA. Prinsip doping gen berasal daripada prinsip terapi gen, iaitu melibatkan modifikasi gen. Doping gen melibatkan penggunaan gen atau sel tertentu pada jalan yang salah.

Terapi gen bertujuan untuk merawat atau menghalang suatu penyakit. Hal ini dilakukan dengan menggantikan gen pesakit yang bermasalah atau merangsang penghasilan gen luar sebagai agen terapi.

Sebaliknya, doping gen digunakan untuk meningkatkan tahap keupayaan atlet dengan cara memaksa suatu gen yang normal untuk meningkatkan atau menurunkan produktiviti hingga berada di luar batas normal gen itu. Hal ini melibatkan dua cara, sama ada menukarkan gen atlet dengan gen yang lebih berdaya saing ataupun

menambahkan gen luar untuk menukar keadaan fizikal atlet berkenaan.

Gen merupakan jujukan asid deoksiribonukleik (DNA) yang ada pada semua sel badan manusia. Jujukan DNA ini menghasilkan asid ribonukleik (RNA) yang membawa maklumat bagi menghasilkan pelbagai protein yang diperlukan oleh badan, seperti hormon, enzim dan antibodi supaya badan dapat berfungsi dengan baik.

Kerosakan atau kehilangan gen menjejaskan penghasilan protein penting dan menyebabkan manusia mendapat penyakit berkaitan genetik. Perubatan moden memperkenalkan terapi gen yang melibatkan pemindahan bahan berunsur genetik (DNA, RNA atau sel diubahsuai secara genetik) ke dalam sel manusia bagi merawat atau menghalang penyakit genetik.

Ada dua kaedah bagi memanipulasi

gen untuk rawatan terapi gen, iaitu ex vivo dan in vivo. Kaedah ex vivo melibatkan pengambilan sel somatik pesakit, seperti sel darah putih atau sel daripada sumsum tulang untuk dikulturkan di dalam makmal. Sel ini seterusnya diubah atau ditambah gen yang diperlukan sebelum dimasukkan semula ke dalam badan pesakit.

Kelemahan kaedah ini ialah jangka hayat sel yang diubah itu biasanya agak singkat. Manakala kaedah in vivo pula menggunakan virus sebagai pengantar bagi menghantar gen yang diperlukan oleh pesakit. Virus membiak dengan menyalurkan bahan genetiknya ke dalam sel mangsa.

Dalam terapi gen, bahan genetik virus diubah dan diganti dengan gen manusia. Oleh hal yang demikian, virus itu tidak lagi menyebarkan penyakit, sebaliknya menyalurkan gen manusia yang rosak atau hilang dalam badan pesakit melalui suntikan secara terus ke salur darah mahu pun tisu yang spesifik. Walau bagaimanapun, kaedah ini mempunyai kelemahan kerana sistem imunisasi badan sangat berkesan untuk melawan kemasukan organisma luar.

Dari aspek etika kesukan, doping gen dilihat sebagai suatu penipuan kerana pertandingan itu perlu

dinilai berdasarkan keupayaan dan kekuatan sebenar atlet yang bertanding hasil latihan yang berkesan di bawah situasi yang sama dengan atlet lain. Kemenangan menggunakan cara yang mudah dengan mengambil bahan terlarang bagi mengatasi keupayaan pihak lawan adalah suatu pertandingan yang tidak adil.

Perkembangan projek genom manusia beberapa tahun belakangan

ini memberikan harapan baharu kepada beberapa penyakit genetik untuk dirawat menggunakan terapi gen. Walau bagaimanapun, kemajuan ini membuka laluan bagi penyalahgunaan gen berkenaan dalam bidang sukan.

Antara gen yang terlibat termasuklah gen hormon eritropoietin. Kandungannya yang tinggi dalam badan menggalakkan penghasilan sel darah merah yang baharu, seterusnya meningkatkan paras protein hemoglobin di dalam darah. Peningkatan paras hemoglobin ini menyebabkan lebih banyak gas oksigen dapat diangkut di dalam badan pada satu-satu masa dan melambatkan keletihan atlet ketika pertandingan.

Selain itu, gen faktor pertumbuhan serupa insulin 1, iaitu gen untuk perkembangan otot juga digunakan oleh atlet. Gen ini hanya bertindak secara spesifik pada otot yang dirangsang dan penyalahgunaannya melibatkan otot yang berkepentingan pada atlet berkenaan.

Gen faktor pertumbuhan endotelium pembuluh pula merupakan gen untuk penghasilan salur darah yang baharu. Penggunaan gen ini pada atlet meningkatkan kadar aliran darah ke seluruh organ secara cekap. Hal ini seterusnya memberikan kesan pada tempoh keletihan yang dialami oleh atlet ketika pertandingan.

Penyalahgunaan gen terapi juga melibatkan gen miostatin dan leptin. Kekurangan gen miostatin di dalam badan dapat meningkatkan saiz dan keupayaan suatu otot. Peningkatan gen leptin pula mengurangkan rasa lapar serta memanjangkan ketahanan badan

Pengekspresan terapi gen dan doping gen amat sukar untuk dikawal atur. Dos yang terlebih dapat mendatangkan bahaya kepada individu yang terlibat. Setakat ini, hanya penyelidikan jangka pendek yang dilaksanakan.

supaya dapat beraksi lebih lama dalam sukan.

Seperti teknik perubatan moden yang lain, terapi gen juga menyebabkan komplikasi yang masih belum dapat diatasi. Oleh sebab itu, penggunaan terapi gen masih tidak meluas. Situasi ini adalah lebih buruk bagi doping gen. Hal ini dikatakan demikian kerana biasanya teknik ini dilaksanakan secara tidak terkawal.

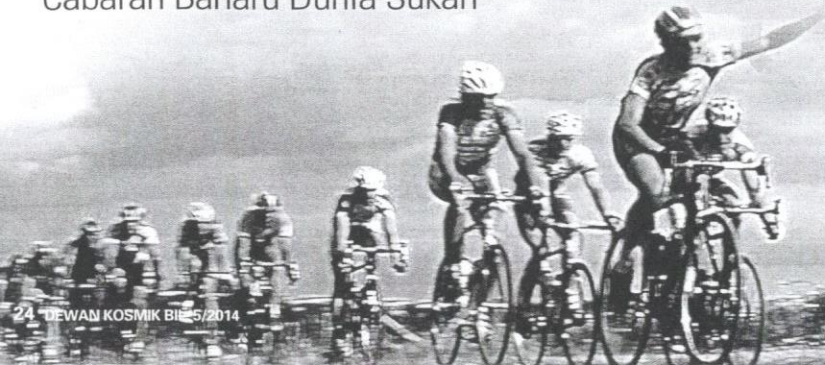
Pengekspresan terapi gen dan doping gen amat sukar untuk dikawal atur. Dos yang melebihi sukatan dapat mendatangkan bahaya kepada individu yang terlibat. Setakat ini, hanya penyelidikan jangka pendek yang dilaksanakan. Oleh sebab itu, kesan jangka panjang penggunaan kaedah ini masih tidak diketahui dengan sepenuhnya.

Antara risiko doping gen termasuklah tindak balas sistem imun. Tindak balas ini berlaku disebabkan oleh penggunaan virus sebagai pembawa gen terubah suai dan protein yang dihasilkan oleh gen itu. Hal ini dikatakan demikian kerana bahan itu dianggap asing oleh badan. Cara untuk mengawal tindak balas ini juga masih belum difahami dengan jelas.



Doping Gen

Cabaran Baharu Dunia Sukan





Penghasilan protein asing yang tinggi menerusi doping gen, misalnya eritropoietin, juga dapat mengakibatkan sistem imun keliru lalu menganggap bahawa protein semula jadi yang sama di dalam badan ialah protein asing. Hal ini dapat mengakibatkan sistem imun turut menyerang dan memusnahkan protein itu. Sudah tentu keadaan ini mendatangkan kemudaratan yang berpanjangan kepada atlet itu.

Selain itu, penggunaan virus bagi menyelitkan gen terubahsuai mempunyai risiko pengaktifan onkogen (gen kanser) pada manusia. Hal ini dapat menjurus kepada penyakit kanser. Berdasarkan risiko kesihatan dan keselamatan yang diketahui setakat ini, amat wajar doping gen diharamkan.

Pengesanan doping gen terbukti lebih mencabar berbanding dengari doping yang menggunakan bahan farmaseutikal. Pada masa ini, tiada ujian spesifik bagi mengesan doping gen yang diluluskan oleh WADA. Suatu ujian itu perlulah cukup selektif untuk mengesan penyalahgunaan sebelum dapat

diluluskan sebagai ujian pengesanan oleh WADA, .

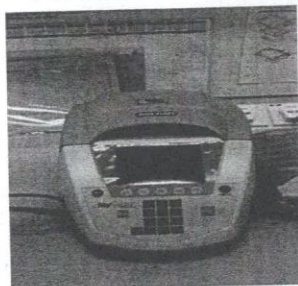
Selain itu, ujian tersebut haruslah mudah dipelajari, mudah dilaksanakan pada skala besar dan dapat menghasilkan keputusan dengan cepat. Secara amnya, kaedah pengesanan doping gen dapat dibahagikan kepada dua, iaitu kaedah terus dan kaedah tidak terus. Kaedah terus menasaskan pada gen terubahsuai yang dimasukkan di dalam badan atlet ataupun virus yang digunakan. Kaedah tidak terus pula menasaskan pada kesan, tindak balas imun dan perubahan metabolisme.

Pengesanan menggunakan kaedah terus dapat melibatkan pengukuran tahap protein di dalam darah. Penghasilan protein asing di dalam badan dapat mengubah nisbah kandungan protein semula jadi.

Selain itu, bahan genetik terubahsuai yang digunakan dalam doping gen biasanya kekurangan jujukan DNA

tertentu yang dapat dijadikan sebagai penanda. Hal ini dapat dikesan melalui penjujukan DNA menggunakan ujian reaksi rantai polimerase (PCR).

Bagi pengesanan menggunakan kaedah tidak terus pula, penilaian tindak balas imun di dalam badan dapat dilaksanakan bagi mengesan kemungkinan kehadiran virus pembawa gen terubahsuai. Namun demikian,



Mesin pengitar termal digunakan bagi analisis PCR.

proses bagi membezakan tindak balas imun yang terhasil antara virus doping gen dengan virus biasa adalah amat sukar.

Di samping itu, atlet yang terlibat dengan doping gen mempunyai corak metabolisme yang berbeza daripada individu yang sihat. Walau bagaimanapun, hal ini rumit jika berlaku perubahan metabolisme akibat kecederaan atau latihan berat.

Pengenalpastian pesalah doping gen adalah antara cabaran terbesar bagi makmal antidoping di seluruh dunia. Hal ini disebabkan oleh ketiadaan kaedah pengesanan yang mampan. Namun demikian, masih tiada bukti kukuh bahawa penggunaan doping gen meluas dalam acara sukan utama. Walaupun hingga kini banyak yang menganggap bahawa doping gen sekadar teori, implikasinya terhadap dunia sukan adalah besar dan wajar dikaji secara sepenuhnya. 🏆

Mohd. Nur Firdaus Abdul Latif (Pegawai Penyelidik) & Dr. Mohd. Nazri Ismail (Pensyarah Kanan) Pusat Kawalan Doping, Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.