

Aspectos Biológicos e Éticos que envolvem o Doping Genético

Biological and ethical issues involving the gene doping

Jhudson Jairo Ferreira Melo¹; Lílian Fernanda Pacheco²

1. Graduado em Educação Física, Escola Superior de Educação Física e Fisioterapia de Goiás (ESEFFEGO) da Universidade Estadual de Goiás (UEG).

2. Professora Doutora da Universidade Estadual de Goiás (UEG). E-mail: lilianx@hotmail.com

Resumo: Muitos atletas optam por fazer uso de substâncias e métodos que potencializem seu desempenho. Há de se ressaltar, que atualmente vem se discutindo a contribuição da engenharia genética e da terapia gênica para a melhora do desempenho esportivo através de produtos endógenos gerados por genes inseridos nos atletas, o que é chamado doping genético. O objetivo deste trabalho foi fazer um levantamento bibliográfico visando compreender os aspectos biológicos e éticos envolvidos no doping genético. A pesquisa foi feita a partir de bases de dados eletrônicos como o Pubmed, Scielo e também do Google Acadêmico, com as palavras chaves doping, engenharia genética, terapia gênica e doping genético. Ainda não há relatos comprovando o uso do doping genético por atletas e poucos são os conhecimentos acerca de como este tipo de doping pode beneficiar o desempenho esportivo. Além disso, não há recursos eficientes para se detectar o doping genético durante competições, o que pode estimular seu uso indiscriminado por atletas. Por isso, a importância de se abordar eticamente a utilização deste tipo de doping já que a melhora no desempenho esportivo através dele é arriscada, visto que, por enquanto,

não se sabe com certeza os efeitos benéficos e maléficos que podem acometer os indivíduos que se utilizam desse recurso. Cabe, portanto, à comunidade científica, médica e a sociedade em geral discutir o uso dessa modalidade tecnológica no meio esportivo, com o intuito de se evitar a prática abusiva e indevida do doping genético.

Palavras-chave: Doping; Engenharia Genética; Terapia Gênica; Doping Genético.

Abstract: Many athletes choose to make use of substances and methods that enhance performance. We must mention, which currently has been discussing the contribution of genetic engineering and gene therapy to improve the sports performance through products generated by endogenous genes inserted in athletes, which is called gene doping. The objective of this study was to review the literature in order to understand the biological and ethical aspects involved in gene doping. The research was made from electronic databases such as Pubmed, Scielo and also Google Scholar with key words doping, genetic engineering, gene therapy and gene doping. There are no reports demonstrating the use of gene



doping by athletes and there are few knowledge about how this type of doping can benefit athletic performance. In addition, resources are not effective to detect the gene doping during competitions, which can stimulate their widespread use by athletes. Therefore, the importance of addressing the ethical use of this type of doping as the increased athletic performance through it's risky, since, as yet, no one knows the beneficial and deleterious effects that can affect individuals who use this feature. It is, therefore, the scientific community, health and society in general to discuss the use of this modality in sports technology, in order to avoid abuse and misuse of gene doping.

Keywords: Doping, Genic Therapy; Genetic Engineering; Gene Doping.

Introdução

Estudos têm demonstrado que a utilização de substâncias e métodos que potencializam os rendimentos dentro do esporte acontece há milhares de anos, e desde a história do esporte são vários os exemplos de atletas que se doparam. Em busca desse desempenho ótimo em esportes, os atletas se submetem à utilização dessas substâncias e métodos sem se preocuparem com os prejuízos e danos à saúde que esses meios podem causar¹.

O uso de substâncias dopantes que servem para melhorar o desempenho dentro do esporte é tão antigo como a existência da competição

esportiva. O chamado uso de ‘meios auxiliares’, notadamente de natureza química, para influenciar no rendimento esportivo já era do nas antigas olimpíadas gregas².

Com o advento da engenharia genética tem sido possível manipular genes e o que vem a tona é a questão da ética da engenharia genética e até que ponto a ciência pode interferir no desenvolvimento de indivíduos, principalmente em relação a atletas já que há uma possibilidade distante, mas real, de ao manipular genes dar origem a uma geração de “super-seres”³. Nesse contexto, o doping genético, que é a transferência de genes que poderiam melhorar o desempenho esportivo por atletas saudáveis¹ vem sendo questionado do ponto de vista sanitário ou ético, e tem suscitado debates tão intensos quanto questionáveis do ponto de vista científico⁴.

Assim, o objetivo desse trabalho foi fazer uma revisão bibliográfica com o intuito de compreender os aspectos biológicos e éticos envolvidos no doping genético. Para isso, foi feita uma busca nas bases de dados PubMed, Scielo e Google Acadêmico utilizando as palavras chaves doping, engenharia genética, terapia gênica e doping genético.

Doping

Os casos de doping têm crescido cada vez mais no nosso país e no mundo⁵ com vários exemplos existentes de atletas que se doparam para atingir resultados almejados⁶.



Os danos causados pela utilização dessas substâncias proibidas podem trazer grandes consequências maléficas ao organismo dos atletas, podendo causar drásticas alterações e até a morte

prematura além de trazer grandes consequências para a imagem e carreira do atleta⁶. A Tabela 1 mostra diversos conceitos de doping de diferentes entidades governamentais:

Tabela 1 – Conceitos de Doping encontrados na literatura

Ano	Entidade	Conceito de Doping
1989	Conselho da Europa	Utilização de fármacos de agentes de doping ou de métodos de doping por desportistas ou atletas ⁷ .
2000	Parlamento Italiano	Utilização de drogas, de substâncias, medicamentos ou de princípios farmacológicos ativos, assim como a adoção a práticas médicas não justificadas por condições patológicas, que se destinam para modificar as condições do organismo no intuito de alterar o desempenho esportivo do atleta ⁸ .
2002	República Portuguesa	Utilização de classes farmacológicas de substâncias ou de métodos que constam nas listas aprovadas pelas organizações desportivas nacionais e internacionais competentes por praticantes desportivos ⁹ .
2005	República Federativa do Brasil	Administração ou utilização de alguma substância, agente ou método, por algum atleta, que tenha a capacidade de alterar o desempenho esportivo, prejudicar a saúde ou comprometer o espírito esportivo, dentro de uma competição esportiva ou fora dela ¹⁰ .

O combate ao doping vai desde a programação de controles antidoping durante e fora das competições esportivas até uma conscientização e orientação dos atletas a respeito desta temática, e também, um processo de julgamento no tempo e na forma adequada quando ocorre um resultado analítico adverso no laboratório⁵.

Através de um estudo realizado em 2003 foi identificado que a maior parte dos exames antidoping no Brasil, realizados em competição, são solicitados pelo futebol internacional. Os exames realizados fora de competição, na maioria, são realizados pelo Comitê Olímpico Brasileiro e

o percentual de positividade se mostra baixo nos controles em competição e médio discretamente elevado nos controles fora de competição⁵.

Agência Mundial Antidoping (AMA/WADA)

Foi no *Tour de France* de 1998, que o Comitê Olímpico Internacional (COI) resolveu organizar uma conferência mundial sobre doping e desporto. Em 10 de Novembro de 1999, criou-se a World Anti-Doping Agency (WADA)¹¹ ou a Agência Mundial Antidoping (AMA) com o objetivo de promover e coordenar o combate ao doping em âmbito internacional. Em Março de

2003 foi aprovado o Código Mundial Antidopagem (CMA)¹². O Código é um conjunto de regras de combate ao doping susceptível de ser aplicável a atletas em todos os países, o CMA também possui a lista das substâncias e métodos que não são admitidos em qualquer desporto, lista essa que é revisada anualmente⁶.

A tabela 2 descreve (na íntegra) as oito possibilidades de violação das regras no atual sistema antidoping da AMA de acordo com o Código Mundial Antidopagem, artigos 2.1 a 2.8 de 2003 do CMA¹².

Tabela 2 – Possibilidades de violação das regras no sistema antidoping

Artigo	Descrição
2.1	A presença de uma Substância Proibida, dos seus Metabolitos ou Marcadores, numa amostra recolhida a partir de um praticante desportivo [...]
2.2	Utilização ou Tentativa de Utilização de uma Substância Proibida ou de um Método Proibido [...]
2.3	A recusa ou uma falta sem justificação válida a uma recolha de Amostras após notificação, em conformidade com as regras antidopagem vigentes, ou ainda qualquer comportamento que se traduza numa fuga à recolha de amostras [...]
2.4	A violação das exigências de disponibilidade dos Praticantes desportivos relativamente à realização de Controlos Fora de Competição, incluindo o desrespeito, por parte dos Praticantes desportivos, da obrigação de fornecerem informações sobre a sua localização bem como controlos declarados como não realizados com base nas regras adequadas [...]
2.5	A Falsificação, ou Tentativa de falsificação de qualquer elemento integrante do Controle de Dopagem [...]
2.6	– Posse de Substâncias ou Métodos Proibidos [...]
2.7	O Tráfico de qualquer Substância Proibida ou Método Proibido [...]
2.8	A Administração, ou Tentativa de administração de uma Substância Proibida ou Método Proibido a qualquer Praticante desportivo, ou ainda apoiar, incitar, contribuir, instigar ou dissimular qualquer outro tipo de cumplicidade envolvendo uma violação de uma norma antidopagem ou qualquer outra tentativa de violação

A inclusão de uma substância ou método na Lista Proibida é feita através de decisão do Conselho Executivo da Agência. Mas isso não ocorre aleatoriamente, pois o Código Mundial Antidoping estabelece critérios para tanto⁴.

Engenharia Genética

Uma série de descobertas, a partir de 1972, revolucionou o estudo da genética e permitiu o surgimento de uma ciência conhecida como engenharia genética ou genética molecular¹³.

O ponto de partida para as bases da engenharia genética foi a descoberta da estrutura do DNA, a dupla hélice¹⁴ e que após duas décadas



da descoberta do DNA, começou-se a desenvolver processos de laboratórios, por geneticistas, para manipular e interferir nas sequências de DNA, era a engenharia genética entrando em foco.

A engenharia genética é capaz de produzir drogas milagrosas, diagnósticos modernos e a cura de doenças e, pode ser definida como um conjunto de técnicas onde um determinado fragmento de DNA é isolado e os genes são purificados, examinados e manipulados¹³.

A partir da engenharia genética é que foi possível o uso da tecnologia de clonagem, purificação de genes ou cópia deles. Com a descoberta da tecnologia de DNA recombinante foi possível dominar a ciência biológica e biomédica e assim, usar pedaços de genes ou cópias de DNA complementar – sondas genéticas – para hibridização¹³. Através da engenharia genética existe a possibilidade de alterar de maneira precisa o material hereditário¹⁵.

Fazer com que genes estranhos sejam expressos em bactérias e leveduras ou até mesmo em células superiores tornou-se possível com a engenharia genética. A partir daí, técnicas capazes de produzir diagnósticos extremamente sensíveis, corrigir genes com erros inatos e de fabricar animais transgênicos foram desenvolvidas. A possibilidade de modificar o genoma e algumas características de um indivíduo na direção planejada tornou-se possível¹³ a ponto de se ter a sensação de que a engenharia genética poderia industrializar a vida e biologizar a indústria¹⁶.

No fim dos anos 70 e início dos anos 80 várias companhias nos EUA foram criadas com o objetivo de desenvolver comercialmente produtos utilizando a engenharia genética. Bastava-se conhecer os genes que quase tudo na biologia poderia ser produzido. Mas o desencantamento veio quando se percebeu que nem tudo poderia ser realizado pelo conhecimento gerado pela biologia molecular. Mesmo assim, alguns produtos foram consagrados na época, como a Lilly, em 1982, insulina obtida por engenharia genética. Inicia-se então um debate entre os bons cientistas, os profissionais da área da saúde, juristas, filósofos, religiosos e sociedade sobre o uso da engenharia genética em seres humanos, o patenteamento da vida e a ética. Nesse cenário, a bioética entra seriamente no meio científico e tecnológico, pois para a ciência o impacto social de novas técnicas necessita de uma reflexão profunda da sociedade¹³.

É válido lembrar que os avanços na área da engenharia genética, por ainda não terem sido suficientemente testados, criam supostos riscos devido não se saber quais as consequências para os indivíduos implicados e, também, para as gerações futuras¹⁵ de modo que a engenharia genética tem grande possibilidade de prever, prevenir e curar doenças, porém pode também criar monstros, por isso, ela é mitificada e mistificada¹⁷.

No entanto, apesar dos benefícios que engenharia genética pode trazer, são sérios os problemas éticos, de modo que é imprescindível





que haja uma reflexão para que seja decidido como a sociedade deve utilizar os conhecimentos oferecidos pela engenharia genética^{13,15}.

O que vem a tona, nesse momento, é a questão da ética da engenharia genética e até que ponto a ciência pode interferir no desenvolvimento de indivíduos, já que há uma possibilidade distante, mas real, de se conseguir manipular genes e dar origem a uma geração de “super-seres” e nesse contexto a importância da engenharia genética ser aplicada ao desporto³.

Terapia Gênica

A terapia gênica encontra-se como uma modalidade terapêutica bastante recente na medicina e é definida como um conjunto de técnicas que permitem a inserção e expressão de um gene terapêutico em células-alvo que apresentam algum tipo de desordem de origem genética, possibilitando a correção dos produtos gênicos inadequados que causam doença¹, ou seja, um procedimento médico que tem como objetivo tratar doenças envolvendo a modificação genética de células¹⁸, sendo esta modificação realizada através da administração de genes por meio de vetores virais ou, então, plasmídeos^{19,20}. A ideia de usar os próprios vírus como veículos para transportar e introduzir genes em um paciente, promovendo a cura de doenças, é de uma simplicidade extraordinária e abre enormes perspectivas para a saúde humana²¹.

A substituição de gene defeituoso por um gene normal seria o ideal da terapia gênica, mas a remoção de um gene de um organismo é algo muito difícil de ser realizado e desnecessário na maioria das vezes. Sendo assim, normalmente, os procedimentos envolvem a introdução do gene de interesse, sendo as células-tronco do organismo, as células mais visadas por possuírem propriedade de poder originar múltiplas linhagens de células maduras, sendo considerada uma técnica experimental¹⁸.

Para introdução de genes em organismos através de terapia gênica, duas estratégias básicas podem ser utilizadas: *in vivo* e *ex vivo*. Na estratégia *in vivo*, vetores eficientes (como os adenovírus) podem levar o transgene diretamente ao órgão-alvo adequado (como o fígado) por aplicação direta no organismo (como a injeção endovenosa), levando à eficiente expressão do transgene. A estratégia *ex vivo* baseia-se na modificação de células (como pela infecção por um vetor retroviral) de um tecido-alvo (como os linfócitos), retiradas de um paciente e cultivadas *in vitro*. Essas células selecionadas, em geral através de uma marca de resistência a antibióticos, que são expandidas e reintroduzidas no paciente, irão expressar o gene exógeno desejado²².

Na terapia gênica *ex vivo*, as células do próprio paciente são retiradas por biópsia, modificadas e reimplantadas no paciente, de modo que o gene terapêutico é inserido fora do organismo do paciente¹.



Os efeitos colaterais da terapia gênica parecem ser reduzidos a um número pequeno de pacientes, mas apesar dos avanços tecnológicos e científicos, existem ainda muitas dúvidas a respeito dos efeitos colaterais. Uma das incertezas e preocupações é se os vírus podem possuir um potencial mutagênico, a respeito da expressão em longo prazo dos genes introduzidos e à falta de controle de expressão de tais genes, com possibilidade de modificação não apenas das células somáticas, mas também das germinativas e a elevada capacidade imunogênica dos vetores virais introduzidos nos pacientes¹. No contexto esportivo, se não fosse feito o uso indevido da terapia gênica, que seria para melhorar o desempenho físico, ela poderia ter uma enorme aplicação com resultados surpreendentes²³ e ainda, oferecer um caminho promissor na recuperação de tecidos de baixa capacidade regenerativa, como tendões, cartilagens e músculos esqueléticos, contribuindo para a recuperação de rompimentos de ligamentos cruzados, meniscos, lesões em cartilagens e calcificação óssea tardia pela inserção de fatores de crescimento^{4,23}.

Doping Genético

Há alguns anos, a ideia de modificações em genes para melhorar o desempenho esportivo era visto como ficção científica, no entanto, os bons resultados conseguidos pelo tratamento com genes em diversas patologias, desencadeou-se a possibilidade da melhoria do rendimento no

exercício físico através da infusão de genes modificados no organismo²⁴.

Em Junho de 2001, o Grupo de Trabalho Especializado em Terapia Gênica juntamente com o COI iniciaram a discussão sobre o doping genético e a Agência Mundial Anti-Doping visando unir forças de vários grupos de interesse, buscando uma troca de informações relevantes que resultassem na criação de métodos aplicáveis para a coação e identificação do uso do doping genético, realizou um evento em Março de 2002²⁴.

Em 2003 o COI e em 2004 a WADA, incluiu o doping genético na lista de métodos e substâncias proibidas, que é atualizada anualmente²⁴. A transferência de genes que poderiam melhorar o desempenho esportivo por atletas saudáveis, proibida em 2003, foi denominada de doping genético. Uma vez inserido no genoma do atleta, o gene se expressaria gerando um produto endógeno capaz de melhorar o desempenho esportivo¹.

Ainda não existem dados suficientes na literatura que permite responder, ao certo, se o doping genético contempla os critérios de inclusão de substâncias na lista proibida da WADA. Esse tipo de questão só será respondido de acordo com os avanços das pesquisas relacionadas à terapia gênica. De fato a WADA opta pela inadequação das inúmeras formas de manipulações genéticas aos princípios fundamentais do olimpismo^{4,23}.

O doping genético difere da terapia gênica quanto ao seu objetivo. Enquanto a terapia gênica propõe a alteração de um gene objetivando a cura



como resultado, o doping genético não requer exatamente a modificação de apenas um gene e sim de muitos genes que quando modificados podem levar a melhora do desempenho, como o aumento na captação de oxigênio conjuntamente com uma perda de peso, melhora do metabolismo energético e acelerado ganho de massa muscular²⁴.

Os genes mais estudados, que são candidatos, para o doping genético são a eritropoietina (EPO), fator de crescimento 1, semelhante à insulina (IGF-1)²⁵ e miostatina (GDF-8)^{26,27}. O fator de crescimento vascular (VEGF), a leptina (LEP)²⁸ e o gene codificador da endorfina também são fortes candidatos⁴.

Outros genes que são candidatos ao uso indevido no meio esportivo são os bloqueadores de miostatina (folistatina e outros), o receptor nuclear ativado por drogas proliferadoras de peroxissomas: isoforma beta (PPAR-) e as endorfinas e encefalinas¹.

As manipulações fisiológicas e metabólicas proporcionadas pelo doping genético ainda merece muita investigação, pois sua utilização ainda é prematura e irresponsável, e não se sabe ao certo das possíveis consequências fisiológicas e potenciais efeitos colaterais²⁴.

O doping genético e a terapia gênica ocorrem por procedimentos idênticos, porém possuem finalidades diferentes. Pressupõe-se que a inserção de material genético em indivíduos saudáveis seria uma grande insensatez, já que as técnicas de terapia gênica ainda estão sendo

estudadas^{4,28}. Então, se existem riscos em se realizar o doping genético, ao certo, são aqueles relacionados à terapia gênica^{1,18}.

Em atletas a inserção de genes extras poderia levar não somente a síntese exacerbada de proteínas e conseqüentemente ao aumento do desempenho esportivo esperado, como também a prejuízos imprevisíveis, inclusive ao próprio desempenho esportivo, pois não é possível prever as conseqüências da modificação de genes em atletas⁴.

Há riscos relacionados aos efeitos dos genes inseridos, como o aumento da viscosidade do sangue pela superexpressão de eritropoietina, o aumento da chance de ocorrer neoplasias pela superexpressão de fatores de crescimento e a falta de controle sobre a expressão do gene inserido. Os riscos gerais inerentes à técnica de transferência genética são bem mais previsíveis do que os riscos específicos de cada gene (são menos previsíveis)¹.

O grande atrativo do doping genético é que a WADA ainda não encontrou mecanismos efetivos para o controle do mesmo. Mas, estão sendo desenvolvidos métodos diretos e indiretos para detecção do doping genético, e vem de maneira promissora encontrando estratégias para a identificação de biomarcadores de mudança da expressão dos genes²⁴.

Os testes antidoping, mesmo que não erradiquem o uso do doping convencional, pelo menos inibem sua utilização. Já o doping genético, por ainda não ser detectável, pode





estimular seu uso em larga escala no meio esportivo^{1,4,18}.

A terapia gênica, no caso, o doping genético, não tem a preocupação de ser ou não detectável, o que se torna um grande problema para a WADA. Mas em 2000, já procuravam estratégias para a detecção de doping genético pelos traços dos vetores e pela superexpressão protéica em atletas. O problema de se avaliar a superexpressão protéica, atualmente, é que não é possível detectar eficazmente se a mutação foi induzida pelo doping genético ou se foi herdada^{1,4}, no entanto já é possível diferenciar, por meio do padrão de glicosilação protéico, a eritropoetina produzida pelo gene nativo da produzida pelo gene transferido, mas tal diferenciação só seria possível nos casos em que o doping genético envolva genes cujos produtos alcancem a circulação sanguínea¹.

Segundo Oliver Rabin, diretor científico da WADA, cada atleta deveria ser submetido a um “passaporte” biológico, que conteria informações genéticas sobre a sua bioquímica, sendo assim, ao encontrar alguma anormalidade, os atletas poderiam ser clinicamente acompanhados⁴. A técnica de *microarrays*, que mede quantitativamente a expressão de milhares de genes de uma só vez, poderia detectar neste “passaporte”, a expressão de genes extras ou alterados, resultantes do doping genético^{4,5}.

Desde a história do esporte são vários os exemplos de atletas que utilizaram de alguma substância ou método para que melhorassem seu

desempenho esportivo. Sem demora, pode-se inferir que esta utilização, conhecida como doping, acontece há milhares de anos. No entanto, a intenção deste trabalho não é tratar apenas deste tipo de doping, e sim, de um novo tipo que pode ameaçar o esporte competitivo de alto rendimento e que só foi possível com os avanços nos estudos da genética, mais especificamente, da engenharia genética, ou seja, o doping genético.

O doping genético é pautado como algo recente dentro do mundo esportivo e que vem ganhando expressividade nas discussões mundiais relacionadas ao doping^{1,4,5}. A maior preocupação é que atletas empenhados em atingir desempenho ótimo em esportes façam uso do doping genético sem saberem, ao certo, todos os seus possíveis efeitos¹. Há estudos demonstrando que não há dúvidas a respeito da possibilidade de realização do doping genético^{1,18,29}. Esse tipo de doping pode acontecer e as técnicas de realização são as mesmas técnicas utilizadas na terapia gênica^{18,21,23}. Essa terapia já é utilizada e já se conhece seus resultados sua eficácia no tratamento de doenças, mas é ainda algo recente, que está sendo estudado e que se tem muito a descobrir sobre o assunto. Muitas barreiras ainda necessitam ser transpostas, pois a terapia gênica, como modalidade terapêutica, tem o poder de causar grande impacto em todos os aspectos da medicina²¹.

Se existem riscos relacionados ao doping genético, ao certo, são os mesmos riscos relacionados à terapia gênica. Percebe-se que podem existir outros riscos, mas não são exatos,





que estariam relacionados aos efeitos indesejados que os genes inseridos causariam em atletas, que são supostamente pessoas saudáveis. Dentre os efeitos indesejados pode-se citar a síntese exacerbada de proteínas devido à inserção de algum gene, uma superexpressão de algum gene, aumento na viscosidade do sangue, aumento incontrolado da massa muscular e, também, prejuízos imprevisíveis a saúde do atleta e até mesmo ao próprio desempenho esportivo.

Na literatura estudada, não foi encontrado nada comprovando que o doping genético vem acontecendo, e sim se cogita a possibilidade de sua utilização. A dificuldade em encontrar provas concretas de doping genético é porque este tipo de doping ainda não é detectável. Apesar dos vários estudos realizados e estratégias pensadas para identificar algum tipo de doping genético, de fato, não há nada concreto e nem bastante eficaz para tal identificação. Talvez o passaporte biológico, que conteria as informações genéticas sobre a bioquímica de cada atleta, proposto por Oliver Rabin, diretor científico da WADA/AMA, apesar de dispendioso esteja mais próximo de algo eficaz para tal detecção.

Enquanto o doping genético em humanos não é provado, os estudos feitos com animais envolvendo os principais genes candidatos a esse tipo de doping vão avançando. Já se tem estudos envolvendo roedores³⁰, bovinos, ovinos, aves e peixes³¹, além de cães²⁹. Sem dúvida, todos estes estudos demonstram resultados positivos, seja ele pelo aumento da massa muscular, força,

velocidade e outros, o que prova que em humanos tais modificações genéticas também trariam os resultados almejados.

Está previsto no CMA que a utilização de doping genético implica na suspensão mínima de dois anos das atividades esportivas¹¹, desde que se produzam provas condizentes a tal utilização. Mas como seria prever punição para algo que ainda não pode ser provado?

Uma questão interessante e que dá margens a outras questões é se um atleta fizesse uso de algum tipo de terapia gênica, seja ela para recuperar de alguma lesão ou curar alguma doença, e porventura viesse a melhorar o desempenho esportivo do atleta, isso seria considerado doping genético? Como diferenciar um tratamento envolvendo terapia gênica de doping genético? Os atletas deveriam ser proibidos de realizar tratamentos que envolvessem o uso de tecnologias biomoleculares? Já que estas tecnologias estão postas para fins terapêuticos, seria correto proibir um atleta de fazer esse tipo de uso para se recuperar de maneira mais rápida de alguma lesão?

Muitos autores alegam que a inserção de genes em atletas com o propósito terapêutico necessita de mais estudos, visto que a inserção desses genes em pessoas saudáveis implica em resultados e efeitos que possivelmente podem ser diferentes em relação a pessoas que fazem tratamento de alguma doença. Há dúvidas em relação à utilização da EPO¹, de ocorrência de resultados desagradáveis em inibir a miostatina³,





de o quanto é arriscado a utilização de VEGF, incertezas quanto a utilização da LEP, e ainda há muito a descobrir sobre a PPAR-^{24,32} e está longe de acontecer a utilização dos genes das endorfinas e encefalinas¹.

Não há dúvidas de que doping genético pode influenciar na melhoria do desempenho através dos efeitos que genes inseridos em humanos podem produzir^{1,4,23}.

A questão agora não é mais se há benefícios advindos com as possíveis manipulações de genes utilizando-se de Biologia Molecular em atletas, a discussão se é ético ou não a utilização de tais tecnologias ainda é incipiente e merece atenção tanto da comunidade científica quanto da sociedade.

Considerações Finais

Foram os avanços nas pesquisas de engenharia genética que levaram ao surgimento da terapia gênica, que mais tarde permitiu a possibilidade de ocorrência do doping genético. A partir daí, iniciaram as discussões a respeito deste tipo de doping. O que se pode afirmar é que o doping genético utiliza da inserção de genes, elementos genéticos e/ou células que tem a capacidade de melhorar o desempenho de um atleta. Esses genes, elementos genéticos e/ou células possuem a capacidade de gerar um produto endógeno capaz de potencializar funções no organismo necessárias a melhora do desempenho esportivo, seja pelo aumento de

força, resistência, velocidade, massa muscular e/ou outros. Então, fica claro e provado que são os componentes dessa inserção, feitas através de terapia gênica, que tem a potencialidade de melhorar o desempenho.

Ao certo, o uso de doping genético por atletas ainda é arriscado e são necessários muitos estudos e pesquisas a respeito, visto que, por enquanto, não se conhece os efeitos benéficos para os indivíduos nem os possíveis efeitos colaterais.

A relevância deste trabalho se deve ao fato de se tratar de um tema que tem sido pauta de discussão recente no mundo e que sua leitura pode contribuir para a evolução do conhecimento humano em todos os setores que envolvem o tema, inclusive para a Educação Física.

Referências

1. Artioli GG, Hirata RDC, Lancha J, Antônio H. Terapia gênica, doping genético e esporte: fundamentação e implicações para o futuro. Rev. Bras. Med. Esporte 2007 Set/Out, 13 (5): 317e-321e.
2. Kunz E. As dimensões inumanas do esporte de rendimento. Movimento, N° 1. Porto Alegre: Escola de Educação Física-UFRGS, 1994.
3. Gentil P. Bases científicas do treinamento de hipertrofia. Rio de Janeiro: Sprint, 2005.
4. Ramirez A, Ribeiro A. Doping genético e esporte. Revista Metropolitana de Ciências do Movimento Humano 2005; 5 (2): 9-20.
5. De Rose EH, Neto FRA, Moreau RLM, Castro RRT. Controle antidoping no Brasil: resultados do ano de 2003 e atividades de prevenção. Rev. Bras. Med. Esporte 2004 Jul/Ago, 10 (4): 289-293.
6. Barbosa, N. O desporto e a farmácia: um amor proibido. Desporto e direito: Revista



- Jurídica do Desporto 2006 Jan/Abril; 3 (8): 337-342.
7. Council of Europe. Anti-Doping Convention. Strasbourg, 16/11/1989. On line. Disponível em <http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/135.htm>. Último acesso: 20/02/2011.
8. Parlamento Italiano. Disciplina della tutela sanitaria delle attività sportive e della lotta contro il doping. 2000. Disponível em: <http://www.parlamento.it/parlam/leggi/003761.htm>. Acesso em: 15/11/2010 às 11hs40min.
9. República Portuguesa. Decreto-Lei N°. 183/97 de 26 de JULHO. Disponível em: <http://www.idesporto.pt/DATA/DOCS/LEGISL/ACAO/doc068.pdf>. Acesso em: 15/11/2010 às 12hs14min.
10. Constituição da República Federativa do Brasil. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais 2007.
11. WADA. A Brief History of Anti-Doping. Disponível em: <http://www.wada-ama.org/en/About-WADA/History/A-Brief-History-of-Anti-Doping/>. Acesso em: 13/09/2010 às 15hs03min.
12. Código Mundial Antidopagem (2003). Disponível em: http://www.wada-ama.org/static/PDF/OtherLanguages/world_anti-doping_code_version3_port.pdf. Acesso em: 11/10/2010 às 14hs25min.
13. Garcia ES, CHAMAS CI. Genética Molecular: avanços e problemas. Cadernos de saúde pública 1996 jan/Mar, 12 (1): 103-107.
14. Leite M. Os genes da discórdia: alimentos transgênicos no Brasil. Revista Política Externa 1999, 8 (2): 184-185.
15. Oliveira CA. A genética da vida humana embrionária e a projeção do patrimônio genético individual e coletivo: por um ambiente ecologicamente equilibrado no ambiente de risco [dissertação]. Caxias do Sul: Universidade de Caxias do Sul; 2008.
16. Morin, E. Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. Ciência com consciência. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.
17. Oliveira, F. Engenharia genética. São Paulo: Editora Moderna, 1995.
18. Nardi NB, Teixeira LAK, Silva, EFA. Terapia gênica. Ciência & Saúde Coletiva [online]. São Paulo: 2002; 7 (1): 109-116.
19. Herttuala SY, Alitalo K. Gene transfer as a tool to induce therapeutic vascular growth. Nat Med 2003; 9: 694-701.
20. Comerota AJ, Throm RC, Miller KA, Chronos N, Laird J, Sequeira R, et al. Naked plasmid DNA encoding fibroblast growth factor type 1 for the treatment of end-stage unreconstructible lower extremity ischemia: preliminary results of a phase I trial. J Vasc Surg. 2002; 35: 930-6.
21. Menck CFM, Ventura AM. Manipulando genes em busca de cura: o futuro da terapia gênica. REVISTA USP 2007, São Paulo, (75): 50-61.
22. Karthikeyan BV, Pradeep AR. Gene therapy in periodontics: a review and future implications. J Contemp Dent Pract 2006; 7: 83-91.
23. Ramirez, A. Doping Genético e terapia gênica: Aspectos biomoleculares. Atualidades em Fisiologia e Bioquímica do Exercício 2005, 1(1): 32-37.
24. Carnevali Júnior LC, da Silva JCP, Eder R, Gonçalves DC, Lima WP, Seelaender MCL. Manipulação de genes e desempenho esportivo: tendência ou realidade? Educação Física em Revista 2009; 3(1):1-12.
25. Castilhos CA, Liberali R. A relação de suplementação de macros ou micros nutrientes e sua ação potencializadora sobre a síntese de IGF-1. Revista brasileira de nutrição esportiva. São Paulo 2008 jul/Ag: 2(10):240-249.
26. Leal ML, Santos AR, Aoki MS. Adaptações moleculares ao treinamento de força: recentes descobertas sobre o papel da miostatina. Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte. São Paulo 2008; 7 (1): 161-167.
27. Lee SJ. Regulation of muscle mass by myostatin. Annual Review of Cell and Developmental Biology 2004; 20: 61-86.
28. Unal M, Unal DO. Gene doping in sports. Sports Med. 2004; 34: 357-362.
29. Mosher DS, Quignon P, Bustamante CD, Sutter NB, Mellersh CS, Parker HG et al. A mutation in the myostatin gene increases muscle mass and enhances racing performance in

- 
- heterozygote dogs. Plos Genetics. USA 2007; 3:779-786.
30. Mcpherron AC, Lawler AM, Lee SJ. Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF-beta superfamily member 1997, Nature 387: 83-90.
31. Teixeira CS, Oliveira DA, Quirino CR. Musculatura dupla: II - Determinação genética.

- Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal. Venezuela 2006; 14 (1):17-23.
32. Bloise, E. Expressão e localização de A/ B Ativina, seus receptores ActRIB e ActRIIA, de -Inibina e de Folistatina na glândula mamária bovina gestacional [dissertação]. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

