

Esteróides anabólicos e exercício: ação e efeitos colaterais

Anabolic steroids and exercise: action and collateral effects

BOFF SR. Esteróides anabólicos e exercício: Ação e efeitos colaterais. **R. bras. Ci. e Mov** 2010;18(1):81-88.

Sérgio R. Boff¹

¹FEFISO

RESUMO: A busca do aprimoramento no condicionamento físico é notória, visando melhorar a performance atlética ou com objetivos estéticos. Para isso, nem sempre se utilizam apenas técnicas de treinamento, sendo crescente a utilização de agentes ilícitos, como exemplo, os hormônios anabolizantes e substâncias estimulantes. Em relação aos hormônios esteróides anabólicos, sua utilização está alcançando níveis extremos entre os praticantes de atividades físicas, geralmente utilizadas de maneira incorreta, com doses inadequadas, colocando em risco a saúde do usuário. Esteróides anabólicos são derivados sintéticos da testosterona, tendo propriedades androgênicas e anabólicas, sua administração potencializa a síntese proteica e causa a hipertrofia da musculatura esquelética, respostas intensificadas quando combinadas com o exercício de força. Além da utilização no esporte, os esteróides anabólicos são empregados na clínica médica em situações onde é necessária a estimulação da síntese proteica.

Palavras-chave: Esteróide anabólico; Decanoato de nandrolona; Testosterona

ABSTRACT: The search for the improvement in the physical conditioning is widely known, aiming at improving the athletic performance or at aesthetic objectives. To get that, people do not always use only training techniques, being the use of agents, most of them illicit, for example, the anabolic hormone and stimulant substances. In relation to the use of anabolic steroids hormones we can say it is reaching extreme levels among people who practice physical activities, usually used wrongly, in inadequate doses, putting at risks the user's health. Anabolics steroids are synthetic from testosterone, having androgenic and anabolic properties, theis administrations increase the proteic synthesis and causes the skeletal musculature hypertrophy and these answers are highlighted when combined with strength exercise. Besides being used in sports, we find great utility in clinical medicine to the anabolic steroids, being used in situations in which it is necessary proteic synthesis increasing.

Key Words: Anabolic steroid; Decanoate nandrolone; Testosterone.

Recebido em: 09/03/2010
Aceito em: 21/10/2010

Contato: Sergio Ricardo Boff - sergioricardoboff@gmail.com

Introdução

Esteróides anabólicos androgênicos são derivados sintéticos do hormônio testosterona e foram desenvolvidos com finalidades terapêuticas, sendo utilizados no tratamento de várias doenças¹⁰.

Atualmente, com a crescente valorização do corpo nas sociedades de consumo onde o modelo ideal, propõe um corpo com músculos bem definidos e a melhora na *performance* esportiva junto com a eterna busca da superação, são os principais motivos para a utilização de anabolizantes e substâncias estimulantes. Isto se justifica principalmente pelo aumento da síntese protéica levando a hipertrofia da musculatura esquelética. Desta forma um número crescente de jovens envolvem-se com o uso de esteróides anabolizantes, na intenção de rapidamente desenvolver massa muscular, porém, ao mesmo tempo desencadeiam de forma indissociável efeitos androgênicos, os quais são responsáveis por muitos dos efeitos colaterais indesejáveis^{19,21,50}.

O abuso de EAA, dentro e fora do cenário esportivo, se constitui atualmente em grande preocupação social, governamental e das mais importantes agências sanitárias e esportivas, como a OMS e o Comitê Olímpico Internacional. Várias estimativas de prevalência destas substâncias vêm sendo apresentadas em diferentes segmentos da sociedade e da prática desportiva, com resultados bastante variáveis^{21,25}.

O consumo dessas substâncias, especialmente entre jovens fisiculturistas e atletas, tem sido registrado com frequência ascendente em vários países, e diversos estudos tem documentado os danos à saúde devido a sua utilização irregular e em altas doses por atletas, estimadas entre 10 e 100 vezes maiores que a terapêutica²⁰.

A prevalência do uso vem aumentando a taxa entre adolescentes americanos e variam de 2% a 12% para o sexo masculino e 0,5% a 2,5% para o sexo feminino, já no Brasil existe uma prevalência de uso entre 3% e 12% essa diferença existe pelo fato de que o usuário esta em busca do aumento de massa muscular, efeito indesejado para meninas³⁴.

Este estudo feito através da revisão de literatura visa contribuir para a produção de conhecimento sobre o

uso de anabolizantes, que vem despertando a atenção dos pesquisadores e profissionais da área da saúde, assim, há uma tentativa de esclarecer ao profissional e também ao usuário sobre as vantagens e desvantagens possíveis ao utilizar EAA.

Esteróide Anabólico e Exercício

Classicamente, hormônios são substâncias químicas produzidas pelas glândulas endócrinas, liberadas na corrente sanguínea para agirem em células alvo distantes do local de sua secreção. Desempenham papel de grande importância no desenvolvimento dos organismos, pois controlam o crescimento, a reprodução e o metabolismo. Possuem diferentes estruturas químicas, podendo ser originados de proteínas (peptídeos), ou originários do colesterol, os esteróides^{10,23}.

No músculo, alguns destes hormônios exercem ação anabólica, tais como a testosterona, o estrogênio, este também tem ação importante sobre a regulação da formação e reabsorção óssea e o fator de crescimento semelhante à insulina 1 (IGF-1). Eles regulam processo metabólicos como a modulação positiva da síntese protéica por influenciarem na expressão de fatores de transcrição da família MyoD, bem como regulam as vias metabólicas exercendo importante papel no controle da glicólise e gliconeogênese. A ação catabólica no músculo é mediada pela miostatina e glicocorticóides, permitindo que ele possa executar as respostas a um estímulo gerando adaptações locais, produzindo mudanças nas características do tecido²⁷.

A testosterona é um hormônio esteróide, originado do colesterol, sendo o principal hormônio androgênico para o homem, tendo também importante papel anabólico. Cerca de 95% é secretada pelas células de Leydig, localizadas nos testículos, e 5% pela cortical da glândula adrenal²³.

Sua secreção depende do controle hipotalâmico que, por meio da secreção do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH), estimula a hipófise anterior a liberar o hormônio folículo estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH). Estes induzem a diferenciação e maturação das células de Leydig, após

interagirem com seus receptores de membrana específicos, processo este que induz a produção da testosterona. Por outro lado, o excesso de testosterona suprime a secreção dos hormônios gonadotróficos diminuindo a secreção do mesmo^{10,42}.

Outro importante hormônio na secreção da testosterona é a prolactina, que atua controlando a entrada do colesterol na mitocôndria onde ele será transformado em pregnenolona, o principal precursor dos hormônios esteróides. Esta por sua vez difunde-se ao citosol indo até o retículo endoplasmático liso, onde por ação de enzimas será convertida, subsequentemente, em Δ -5 pregnenolona, 17α hidroxipregnenolona, dihidroepiandrosterona (DHEA), androstenediol e finalmente pela ação da enzima 17β hidroxisteróide desidrogenase, em testosterona¹⁰.

A testosterona circulante nos homens varia entre 0,5 e 1,0 $\mu\text{g}/100\text{ mL}$ de sangue e nas mulheres variando entre 0,03 e 0,07 $\mu\text{g}/100\text{ mL}$. Diferentemente dos homens, onde a testosterona é produzida nos testículos, nas mulheres ela é produzida pela glândula supra-renal e pelos ovários⁴².

Após sua liberação, a testosterona, pode circular livremente no plasma (2 a 5%), ou conjugada às proteínas transportadoras (95 a 98%), sendo a albumina responsável por 35 a 38% do transporte e a Globulina Fixadora de Esteróides Sexuais pelo restante. Por ser lipossolúvel, a testosterona difunde-se livremente através da membrana plasmática para o interior das células, fixando-se em receptores citoplasmáticos, formando o complexo hormônio-receptor. Este complexo migra para o núcleo da célula e liga-se a seqüências específicas do DNA, denominadas de “Elementos Responsivos a Hormônios” que ao interagir com a região promotora, estimula a síntese dos genes sob controle. Como resultado desta união, ocorre à estimulação da RNA polimerase com formação de RNA mensageiro iniciando a síntese protéica^{18,23}.

Segundo Berne *et al.*⁴ a testosterona tem diferentes efeitos, anabólicos e ou androgênico, dependendo da necessidade do tecido alvo. No caso dos tecidos que compreendem o sistema reprodutor possuem efeito androgênico, estimulando eventos relacionados à função

reprodutiva, como a espermatogênese e desenvolvendo caracteres sexuais secundários, por outro lado, os efeitos anabólicos estimulam o processo de síntese, atuando sobre diferentes tecidos como tecido muscular, tecido ósseo, tecido adiposo, e diferentes órgãos como fígado e rins.

A ação da testosterona ocorre à distância, quando ativa mecanismos de respostas específicos em cada órgão, podendo agir de forma direta ou indireta, neste último caso o hormônio é convertido por ação da enzima 5α redutase, em dihidrotestosterona (DHT) ou 5α androstenediol, porém no músculo a enzima tem pouca ação mostrando que existe ação direta da testosterona sobre o tecido muscular^{32,33,35}.

Em indivíduos do sexo masculino, com gônadas em funcionamento normal, os receptores androgênicos estão saturados pelos níveis fisiológicos de testosterona. Nesse contexto, segundo Wu⁵¹ e Kadi *et al.*²³ doses supra-fisiológicas de esteróides anabolizantes podem estimular o aumento do número de receptores androgênicos, favorecendo a expressão de suas funções. O aumento de receptores também sofre interferência do exercício^{10,33}.

Uma das formas de avaliar a ação dos anabolizantes faz-se por meio das análises da ligação do hormônio ao seu receptor. Após administrar, por três semanas, doses de 6 mg/Kg de decanoato de nandrolona em ratos mantidos em suspensão para induzir a atrofia muscular, Lee *et al.*²⁸, observou que houve aumento na ordem de 106% nos receptores após 7 dias e 279% de aumento após 21 dias de administração da droga. Como conclusão, o autor aponta este aumento como representativo, resultado da interferência da droga na diferenciação muscular. Segundo o autor, o esteróide anabolizante atua sozinho, modulando o número de receptores hormonais, podendo desta forma, interferir diretamente na expressão das proteínas.

Sinha-Hikin *et al.*⁴⁴ avaliou a expressão dos receptores androgênicos no músculo, após a administração de testosterona em indivíduos do sexo masculino, saudáveis e com níveis hormonais normais. Observou um aumento de RNAm e da expressão protéica dos receptores androgênicos nas fibras musculares e em

células satélites. Concluiu que estas são alvos diretos da ação androgênica, estando sujeitas ao aumento da expressão de receptores, mostrando que a testosterona tem papel importante na regulação e modulação da síntese protéica, controlando a hipertrofia.

Segundo Chen *et al.*⁸, a testosterona induz a hipertrofia da fibra muscular pela fusão de células satélites com as fibras musculares, resultando em um aumento no número de mionúcleos e hipertrofia das fibras musculares. Conclusões semelhantes às de Sheffield-Moore *et al.*^{40,41}, que diz existir uma correlação positiva entre a administração de doses terapêuticas de testosterona e seus derivados e a capacidade de melhorar a força em adultos jovens envolvidos com programa de treinamento de resistência.

Neste sentido, Ferrando *et al.*¹⁴, mostrou o efeito isolado da testosterona sobre o tecido muscular, quando estudou o seu efeito em homens idosos saudáveis e sedentários, com média de idade de 60 anos e diminuição fisiológica dos níveis de testosterona. Durante seis meses ministrou doses semanais de testosterona, variando entre 100 e 300mg. Foram feitas avaliações de força muscular, composição corporal, níveis de receptores hormonais e de IGF-1 no primeiro e no sexto mês. Observou alterações em todos os parâmetros avaliados após seis meses de tratamento, isto é, incremento da força muscular e hipertrofia do músculo, aumento na quantidade de receptores, concluindo que a administração do hormônio incrementa as mudanças anabólicas ocorridas no músculo, diminuindo a perda protéica.

A resposta hormonal ao exercício depende de vários fatores como intensidade, duração, tipo e tempo de treinamento. Comparando exercício de corrida com exercício de força em humanos, Tremblay *et al.*⁴⁹, observou declínio nos níveis de testosterona nos indivíduos que foram submetidos à corrida prolongada, fato não observado nos indivíduos que realizaram treinamento de força. Segundo o autor, esta redução se justifica sendo uma adaptação benéfica em corredores de longa distância, que necessitam da limitação no desenvolvimento da massa muscular e conseqüentemente redução na síntese protéica, pois a hipertrofia seria

limitante em suas performances, esta situação também foi vista por Hackney *et al.*¹⁹, que observou diminuição de 20% nos níveis de testosterona na primeira hora, após a corrida de oitenta minutos em indivíduos treinados.

Esteróides Anabolizantes Sintéticos

A maioria dos esteróides anabolizantes sintéticos disponíveis se origina da testosterona, a partir da manipulação de suas propriedades químicas, farmacocinética e biodisponibilidade. São usados na prática clínica ou por atletas, por possuírem propriedades anabólicas¹⁷.

Os esteróides anabolizantes sintéticos são manipulados para produzir maiores efeitos anabólicos que androgênicos. Contudo, estes efeitos não podem ser separados totalmente devido ao fato de que o mecanismo de ação tanto anabólica quanto androgênica envolverem a ligação com receptores comuns que, interagem com o DNA e ativam a expressão gênica. Desta maneira, a resposta anabólica ou androgênica dependente do tecido alvo, não existindo um esteróide anabolizante considerado exclusivamente anabólico¹⁰.

A utilização dos esteróides anabólicos na clínica médica geralmente ocorre em situações onde o objetivo é o aumento da síntese protéica, sendo empregados no tratamento de hipogonadismo masculino, politraumatismo, queimados, pós-operatórios, anemia, osteoporose e síndrome da imunodeficiência adquirida^{30,38}.

Por outro lado, o uso dos esteróides anabólicos pelos atletas ou praticantes de atividades físicas, tem como objetivo melhorar a performance física, principalmente dos praticantes de modalidades que necessitam de altos níveis de força, potência e velocidade, como levantamento de peso, arremessos e lançamentos, sendo utilizados, principalmente, quando o objetivo é a competição^{9,40}.

Segundo Kuhn²⁶, a partir da molécula de testosterona, temos as seguintes formas de esteróides anabolizantes:

a) Testosterona 17 β -esterificada: undecanoate, propionato, enantato e cipionato de testosterona.

Apresentam maior solubilidade lipídica possibilitando liberação lenta e ação prolongada em virtude da esterificação.

b) 17 α -derivados: Resistentes ao metabolismo hepático, sendo encontrados na forma oral. Metiltestosterona, metandrostenolona, nortandrolona, fluoximesterona, danazol, oxandrolona e estanozolol.

c) Modificações nos anéis A, B ou C da testosterona: Mesterolona, nortestosterona, metenolona, fluoximesterona, metandrostenolona, nortandrolona, danazol, nandrolona, estanozolol. Estas modificações permitem lenta metabolização e afinidade aumentada ao receptor androgênico.

Destes, a nandrolona é a forma mais utilizada no meio esportivo. Pode ser administrada por via intramuscular ou oral, sendo a forma injetável a mais comum. Normalmente é utilizada em ciclos que duram de 6 a 12 semanas com as doses sendo aumentadas em forma de pirâmide de acordo com o ciclo, podendo atingir doses 10 a 40 vezes maiores que as indicadas para o tratamento clínico, na tentativa de maximizar o número de receptores¹⁶.

Para Celotti *et al.*⁷, a nandrolona, se comparada à testosterona, apresenta maior atividade anabólica do que androgênica. Ao entrar na célula esta também sofre ação da enzima 5 α redutase originando o metabólito 7 α -19-nortestosterona que possui maior afinidade ao receptor anabólico.

Tamaki *et al.*⁴⁷ mostrou o efeito ergogênico da nandrolona associada ao exercício de resistência onde administrou uma única dose de 3,75 mg/Kg em ratos. Depois de uma semana, realizou exercícios de salto até a exaustão sendo uma única sessão com séries de 10 exercícios e intervalos de um minuto entre as séries; utilizou resistência inicial de 500g progredindo em 100g a cada série de dez saltos. Passados 14 dias foi feita a análise do músculo extensor longo dos dedos (EDL) e notou-se o aumento da capacidade de trabalho do músculo e da resistência à fadiga, com aumento da síntese protéica dos componentes contráteis e não contráteis do músculo.

Ao aplicar nandrolona em doses de 15mg/kg, uma vez por semana, em associação ao exercício de resistência feitos em esteira com intensidade de 75% do VO2max em ratos, Joumaa *et al.*²², observou mudanças no mecanismo de excitação e contração muscular, dos músculos sóleo e EDL. Esta associação aumentou as respostas contráteis gerando mudanças nos canais de voltagem dependente de íons de potássio e na regulação intracelular de cálcio levando ao aumento no pico de tensão de forças, ocorrendo assim à manutenção da contração por mais tempo.

Estudando o efeito da nandrolona sobre músculos imobilizados e não imobilizados, Taylor *et al.*⁴⁸ observou que o hormônio limitou a atrofia nos músculos EDL e tibial anterior em ambos os grupos, mantendo a capacidade contrátil e o ganho de massa corporal ocorrendo também aumento de tecido conectivo, justificando a resposta anabólica pelo aumento da sensibilidade da célula satélite muscular ao IGF-1 e Fator de crescimento do fibroblasto.

Ao administrar doses suprafisiológicas de nandrolona (4,5 mg/kg) sem associar exercício, Lewis *et al.*²⁹, avaliou o diafragma de ratos, observou aumento significativo da função contrátil do músculo ao avaliar a força isométrica in vitro através de estimulação elétrica. Constatou, ainda, hipertrofia de todas as fibras com o aumento da área de secção transversa e redução do espaço intersticial entre elas, com aumento na quantidade das fibras tipo IIA. Efeitos semelhantes ao encontrado por Balkom *et al.*³, após ministrar diariamente 1 mg/kg de nandrolona, por três meses em ratos com enfisema, observando aumento na área de secção transversa das fibras IIA e IID do diafragma, concluindo que o hormônio contribui para diminuir a atrofia muscular gerada pela patologia.

Konishi *et al.*²⁵ ministrou 1 mg/kg de nandrolona em ratos e avaliou somente o efeito do hormônio sobre o EDL, constatando aumento na distribuição das fibras tipo IIB bem como aumento na sua área de secção transversa. A distribuição das fibras tipos I estava diminuída.

Bisschop *et al.*⁶ ministrou doses semanais de nandrolona em dois grupos, onde um recebeu doses de 1,5

mg/kg e outro recebeu doses de 7,5 mg/kg. Após o período realizou análise histoquímica e morfométrica do diafragma e do gastrocnêmio, comparando com o grupo controle, que não recebeu hormônio, observou aumento na quantidade e na área de secção transversa das fibras tipo IIB e IID, com melhora nas propriedades contrateis em ambos os músculos. Concluiu que houve uma grande mudança no perfil das fibras tipo II, além da hipertrofia e melhora na função ao melhorar a contratilidade do músculo, mostrando os efeitos diretos do hormônio sobre o tecido muscular.

Schroeder *et al.*³⁸ avaliando a área de secção transversa e o fenótipo da fibra muscular em jovens humanos do sexo masculino frente à administração de 600 mg de nandrolona em doses semanais, associado ao treinamento de resistência progressiva por doze semanas (três vezes na semana com quatro séries de exercícios feitos com carga inicial de 60% da carga máxima e terminando com 80% da carga máxima), observou alteração na arquitetura muscular com aumento de força em 38,8%, aumento de 6,5% na área de secção transversa do músculo e aumento na proporção de fibras do tipo II.

Em estudo realizado por Kadi *et al.*²³, com atletas de levantamento de peso, que utilizavam semanalmente 600mg de nandrolona associada ao exercício de força realizado entre quatro e seis vezes por semana, num período de dez semanas, promoveu um aumento da força muscular, aumento da área de secção transversa das fibras e aumento das fibras do tipo IIB e IIAB, com diminuição das fibras do tipo IA.

Ferry *et al.*¹⁶ avaliou o efeito da nandrolona na regeneração do músculo EDL e sóleo de ratos. Para induzir a lesão muscular administrou 2 µg de veneno de cobra. Durante a regeneração muscular (25 dias) os animais foram divididos em grupos: um controle, um tratado com 2 mg/kg de nandrolona e outro recebeu a mesma dose de hormônio junto com exercício de resistência. Observou aumento da proteína da MHC IID no músculo EDL em ambos os grupos, porém no grupo exercitado houve um aumento de 63% na área de secção transversa da fibra muscular, desta forma o autor conclui que combinando o hormônio ao exercício ocorre a

potencialização dos efeitos de ambos, com a maturação de células satélites e intensificação da síntese protéica.

A testosterona é capaz de mediar o aumento da massa muscular, pois, tem ação sobre a secreção de IGF-1, isso mostra que existe também uma ação indireta do hormônio sobre o tecido muscular^{33,44}.

O uso de esteróides sintéticos como a nandrolona, resulta em significativo aumento nos níveis de IGF-1 no músculo, estimulando síntese protéica demonstrando efeito hipertrófico sobre fibras musculares.

Lewis *et al.*²⁹ avaliou o efeito da nandrolona sobre os níveis de IGF-1 em ratos adultos. Os resultados mostram que a administração de nandrolona, por um período de 17 dias, com doses iniciais de 1,2 mg/kg e doses finais de 0,9 mg/kg, estimulou a hipertrofia de fibras musculares com aumento de 20% na área de secção transversa das fibras tipo IIA e aumento de 30% nas fibras do tipo IIB do diafragma. Paralelo a estes dados observou aumento em 50% nos níveis do IGF-1 circulante. Assim o autor conclui que o IGF-1 é um importante mediador das mudanças ocorridas.

Efeitos Colaterais Mais Frequentes

Vários autores listaram os possíveis efeitos colaterais sobre os diferentes órgãos e sistemas além de alterações na saúde mental de humanos.

Os riscos de complicações tendem a aumentar, à medida que o usuário associa vários agentes anabólicos combinados, proporcionando diferentes respostas pela interação entre eles, além disso, a prevalência dos efeitos colaterais está diretamente relacionada ao tipo de esteróide, a idade e sexo do usuário, ao uso prolongado associado a altas doses^{4,27,32}.

Sobre o sistema reprodutor, destacam-se nos homens a redução da produção de espermatozóides, atrofia dos testículos, impotência, dificuldade ou dor para urinar, ginecomastia, priapismo, hipertrofia prostática e carcinoma prostático⁵⁰. Em mulheres observam-se a virilização, manifestando-se com diminuição da gordura corporal e tamanho dos seios, voz mais grave, irregularidades menstruais, aumento do clitóris, alteração na libido, supressão do ciclo estral e atrofia ovariana⁵.

Do ponto de vista endócrino observa-se alteração do metabolismo de carboidratos, com resistência à insulina e intolerância à glicose, alteração do perfil dos hormônios da tireóide com a diminuição na liberação de seus hormônios (T3 ou triiodotironina e T4 ou tiroxina), além da diminuição na liberação de hormônio estimulante da tireóide pela hipófis^{15,41,45,49}.

O uso abusivo e continuado de esteróides anabólicos, também pode causar severos efeitos adversos à saúde mental como: euforia, irritabilidade, hiperatividade, tensão nervosa, mudança na libido e psicose. Também está relacionado o aumento da excitabilidade, da euforia sexual, mudanças no humor, distração, problemas cognitivos, com a memória e orientação, aumento na agressividade com suas manifestações mais graves levando ao suicídio e assassinato. Sobre o comportamento observam motivação, euforia, e entusiasmo, diminuição da sensibilidade a fadiga e aumento da sensibilidade a dor, aumentando o tempo de uso surge à perda da inibição, mudança no humor, irritabilidade, surgindo também o comportamento anti-social ou violento^{51,22,35}.

De acordo com Evans¹³, são severos os efeitos adversos induzidos pelos esteróides anabólicos sobre o sistema cardiovascular, incluindo a hipertensão, hipertrofia no ventrículo esquerdo, pressão diastólica alterada, arritmias, eritropoiese, perfil das lipoproteínas alterado e trombose. Entretanto, parece que a incidência de eventos cardiovasculares não é bem conhecida, sugerindo que os riscos podem ser ainda maiores. Além destes efeitos, o abuso de esteróides anabólicos gera outros eventos cardiovasculares adversos, como predisposição ao mecanismo de hipercoagulabilidade, o aumento da agregação plaquetária e a diminuição da fibrinólise, aumento da espessura do septo interventricular, trombose ventricular e embolismo sistêmico; cardiomiopatia dilatada, infarto agudo do miocárdio por oclusão da artéria descendente anterior, além disso, Graceli *et al.*¹⁸ encontrou sobrecarga na artéria pulmonar, podendo ocorrer a indução de hipertensão arterial pulmonar.

Os efeitos dos esteróides anabólicos na estrutura e função arterial também têm sido evidenciados, como as implicações para formação de ateromas, evidências sugerem que os andrógenos provocam adesão de monócitos em células endoteliais, além de alterações na parede de artérias. A retenção hídrica é um mecanismo frequente na utilização de anabolizantes, pois provocam uma redução da eliminação urinária de sódio, potássio e cloro, os efeitos desta retenção causam hipertensão arterial e a insuficiência cardíaca, sendo esta última certamente favorecida por uma fibrose miocárdica induzida^{6,18}.

A estrutura do fígado e sua função, também podem ser alteradas pela administração de anabólicos, incluindo icterícia colestática, peliose hepática, hiperplasia hepatocelular e adenoma hepatocelular, também podem induzir um aumento das enzimas no fígado como a aspartato-aminotransferase, aldolase, transamina glutamyl oxidase (TGO), transamina glutamyl peroxidase (TGP)⁵⁰, também pode ser observada necrose hepática, o índice tumoral aparece com o aumento da duração da exposição à droga^{5,45,48}.

São relatados efeitos sobre o sistema musculoesquelético, sendo observado o fechamento prematuro das epífises ósseas, necrose avascular da cabeça do fêmur e aumento de lesões musculotendíneas⁴⁰.

Miles³² mostrou a ocorrência de displasia de colágeno de tendões tratados com esteróide anabólico tendo o usuário um tendão mais rígido e com menos alongamento. O esteróide anabólico pode inibir a síntese de colágeno tanto em ligamentos quanto em tendões, e produzir mudanças no arranjo das fibrilas de colágenos nestes últimos, levando as alterações críticas da plasticidade tendínea, resultando em um desenvolvimento insuficiente destes, com relação ao rápido aumento de força do músculo. A ruptura de tendões tem sido evidenciada nas extremidades superiores e inferiores de atletas usuários de esteróide anabólico, sugerindo que o risco de lesão nos tendões está associado ao aumento da massa e força muscular gerando um aumento da sobrecarga sobre os tendões.

Conclusões

Antes de iniciar a utilização do EAA, o usuário deve ter informações básicas sobre possíveis efeitos indesejados, este não pode ser apenas conhecedor dos efeitos anabólicos, os quais realmente interessam. Com base nos efeitos descritos, tornam-se necessárias medidas preventivas com o intuito de esclarecer aos praticantes de atividade física a respeito dos efeitos colaterais vindos da utilização inadequada do EAA. Este uso inadequado acarreta um grande prejuízo, e muitas vezes provocam danos permanentes com possíveis benefícios, estes sendo transitórios, além disso, esta utilização ilícita leva a manipulação sem os cuidados adequados, proporcionando risco de doenças infecto-contagiosas.

Faz-se necessário identificar grupos de risco possibilitando implantar um programa educativo junto a estes grupos e aos profissionais do esporte, bem como ao usuário em potencial.

Referências

1. Aires MM, Fisiologia. 2 ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1999.
2. Araújo LR, Andreolo J, Silva MS. Utilização de suplemento alimentar e anabolizante por praticantes de musculação nas academias de Goiânia-GO. **Rev Bras C Mov** 2002;10:13-18.
3. Balkom RHH, Dekhuijzen PNR, Van der Heijden HFM, Folgering HTM, Fransen JAM, Van Herwaarden CLA. Effects of anabolic steroids on diaphragm impairment induced by methylprednisolone in emphysematous hamsters. **Eur Respir J** 1999;13:1062-1069.
4. Berne RM, Levy MN. **Fisiologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1998.
5. Bento-Silva MT, et al. Effects of administering testosterone undecanoate in rats subjected to physical exercise: effects on the estrous cycle, motor behavior and morphology of the liver and kidney. **Braz J Pharm Sci** 2010;46:79-89.
6. Bisschop A, Gayan-Ramirez G, Rollier H, Dekhuijzen R, Dom R, Bock V, Decramer M. Effects of nandrolone decanoate on respiratory and peripheral muscle in male and female rats. **J Appl Physiol** 1997;82:112-118.
7. Celotti F, Cesi PN. Anabolic Steroids: A review of their effects on the muscle of their possible mechanisms of action and of their use in athletics. **J Steroid Biochem Molec Biol** 1992;43:469-477.
8. Chen Y, Zajac JD, Maclean HE. Androgen regulation of satellite cell function. **J Endocrinol** 2005;186:21-30.
9. Corrigan B. Anabolic steroid and the mind. **Med J Aust** 1996;165:222-6.
10. Cunha TS, Cunha NS, Moura MJCS, Marcondes FK. Esteróides anabólicos androgênicos e sua relação com a prática desportiva. **Braz J Pharm Sci** 2004;40:165-179.
11. Dawson RT. Hormones and sport: drugs in sport – the role of the physician. **J Endocrinol** 2001;170:55-61.
12. Douglas CR. **Tratado de Fisiologia Aplicado à Saúde**. 2 ed. São Paulo: Ed. Robe, 2002.
13. Evans NA. Current concepts in anabolic-androgenic steroids. **Am J Sport Med** 2004;32:534-538.
14. Ferrando AA, Sheffield-Moore M, Yeckel CW, Gilkison C, Jiang J, Achacosa A, et al. Testosterone administration to older men improves muscle function: molecular and physiological mechanisms. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 2002;282:E601-E607.
15. Fortunato RS, Rosenthal D, Carvalho DP. Abuso de esteróides anabolizantes e seu impacto sobre a função tireóidea. **Arq Bras Endocrinol Metab** 2007;51:1417-1424.
16. Ferry A, Noirez P, Page LE, Salah IC, Ben D, Rieu D. Effects of anabolic androgenic steroids or regenerating skeletal muscle in the rat. **Acta Physio Scand** 1999;166:105-110.
17. Franke WW, Berendonk B. Hormonal doping and androgenization of athletes: a secret program of the German Democratic Republic government. **Clin Chem** 1997;43:1262-1279.
18. Graceli JB *et al.* Uso crônico de decanoato de nandrolona como fator de risco para hipertensão arterial pulmonar em ratos wistar. **Rev Bras Med Esporte** 2010;16(1):46-50.
19. Hackney AC, Szczepanoska, E, Viru, AM. Basal testicular testosterone production in endurance-trained men is suppressed. **Eur J Appl Physiol** 2003;89:198-201.
20. Hatfield FC. Esteróides anabólicos. **Sprint** 1986;4:246-256.
21. Iriart JAB, Chaves JC, Orleans RG. Culto ao corpo e uso de anabolizantes entre praticantes de musculação. **Cad Saúde Pública** 2009;25(4):773-782.
22. Joumaa WH, Leoty C. Differential effects of nandrolone decanoate in fast and slow skeletal muscle. **Med Sci Sports Exerc** 2001;33:397-403.
23. Kadi F, Bonnerud P, Eriksson A, Thornell LE. The expression of androgen receptors in human neck and limb muscles: effects of training and self-administration of androgenic-anabolic steroids. **Histochem Cell Biol** 2000;113:25-29.
24. Kadi F, Eriksson A, Holmner S, Thornell LE. Effects of anabolic steroids on the muscle cells of strength-trained athletes. **Med Sci Sports Exerc** 1999;31:1528-1534.
25. Konishi M, Tokuhara N, Iwamoto S. The effect of anabolic steroid on the distribution of muscle fiber in rat hindlimb. **Ital J Anat Embryol** 2001;106:175-83.

26. Kuhn CM. Anabolic steroids. **Recent Prog Horm Res** 2002;57:411-434.
27. Labree MA. A review of anabolic steroids: uses and effects. **J Sport Med Phys Fit** 1991;31:618-626.
28. Lee WJ, Thompson RW, McClung JM, Carson JA. Regulation of androgen receptor expression at the onset of functional overload in rat plantaris muscle. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol** 2003;285:R1076-R1085.
29. Lewis MI, Fournier M, Yeh AY, Micevych PE, Sieck GC. Alterations in diaphragm contractility after nandrolone administration: An analysis of potential mechanisms. **J Appl Physiol** 1999;86:985-992.
30. Lindqvist AS, Johansson SP, Nyberg F, Falke C. Anabolic androgenic steroids affects competitive behaviour, behavioural response to ethanol and brain serotonin levels. **Behav Brain Res** 2002;133:21-29.
31. Lise MLZ, Gama e Silva TS, Ferigolo M, Barros HMT. O abuso de esteróides anabólicos androgênicos em atletismo. **Rev Ass Med Brasil** 1999;45:364-370.
32. Miles JW. The effect of anabolic steroids on the biomechanical and histological properties of rat tendon. **J Bone Joint Surg** 1992;74:411-422.
33. Parnissen M, Kujala U, Vartanen E, Sarna S, Seppala T. Increase premature mortality of competitive power lifters suspected to have used anabolic agents. **Int J Sports Med** 2000;21:225-227.
34. Pope HG Jr, Katz DL. Affective and psychotic syndromes associated with use of anabolic steroids. **Am J Psychiatry** 1988;145:487-90.
35. Rosa e Silva ACJS, Sá MFS. Efeitos dos esteróides sexuais sobre o humor e a cognição. **Rev Psiquiatr Clin** 2006;33:60-67.
36. Sader MA, Griffiths KA, McCredie RJ, Handelsman DJ, Celermajor DS. Androgenic anabolic steroids and arterial structure function in male bodybuilders. **J Am Coll Cardiol** 2001;37:224-230.
37. Sattler FR, Jaque SV, Schroeder ET, Olson C, Dube MP, Martinez C, et al. Effects of pharmacological doses of Nandrolone Decanoate and progressive resistance training in immunodeficient patients infected with human immunodeficiency virus. **J Clin Endocrinol Metab** 1999;84:1268-1276.
38. Schroeder ET, Terk M, Sattler FR. Androgen therapy improves muscle mass and strength but not quality: results from two studies. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 2003;285:E16-E24.
39. Shahidi NT. A review of chemistry, biological action and clinical applications of anabolic androgenic steroid. **Clin Ther** 2001;23:1355-1390.
40. Sheffield-Moore M, Urban RJ. An overview of the endocrinology of skeletal muscle. **Trends Endocrinol Metab** 2004;15:110-115.
41. Sheffield-Moore M. Androgens and the control of skeletal muscle protein synthesis. **Annals of medicine** 2001;32:181-186.
42. Silva PRP, Machado Júnior LC, Figueiredo VC, Cioffi AP, Prestes MC, Czepielewski MA, Prevalência do Uso de Agentes Anabólicos em Praticantes de Musculação de Porto Alegre. **Arq Bras Endocrinol Metab** 2007;51:104-110.
43. Silva PRP, Danielski R, Czepielewski MA. Esteróides Anabolizantes no Esporte. **Rev Bras Med Esporte** 2002;8:235-243.
44. Sinha-Hikin I, Taylor WE, Gonzales-Cadavid NF, Zheng W, Bhasin S. Androgen receptor in human skeletal muscle and cultured muscle satellite cells: Up-regulation by androgen treatment. **J Clin Endocrinol Metab** 2004;89:5245-5255.
45. Strauss RH, Yesalis CE. Anabolic steroids in the athlete. **Annu Rev Med** 1991;42:449-457.
46. Strawford A, Barbieri T, Nesse R, Van Loan M, Christian M, Hoh R, et al. Effects of nandrolone decanoate therapy in borderline hypogonadal men with HIV associated weight loss. **J Arquiv Immune Defic Syndr Hum Retrovirol** 1999;20:137-146.
47. Tamaki T, Uchiyama S, Uchiyama Y, Akatsuda A, Roy RR, Edgerton VR. Anabolic steroids increase exercise tolerance. **Am J Physiol Endocrinol Metab** 2001;280:E973-E981.
48. Taylor DC, Brooks DE, Ryan JB. Anabolic androgenic steroid administration cause hypertrophy of immobilized and nonimmobilized skeletal muscle in a sedentary rabbit model. **Am J Sports Med** 1999;27:718-726.
49. Tremblay MS, Copeland JL, Van Helder W. Influence of exercise duration on post-exercise steroid hormone responses in trained males. **Eur J Appl Physiol** 2005;94:506-513.
50. Venâncio DP, Nobrega ACL, Tufik S, Melo MT. Avaliação descritiva sobre o uso de esteróides anabolizantes e seu efeito sobre as variáveis bioquímicas e neuroendócrinas em indivíduos que praticam exercício resistido. **Rev Bras Med Esporte** 2010;16(3):191-195.
51. Wu FCW. Endocrine aspects of anabolic steroids. **Clinical Chemistry** 1997;43:1289-1292.