

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
CAMPUS BOTUCATU**

**Aspectos reprodutivos e sociais e resistência óssea em ratos machos
submetidos ao exercício físico e/ou a um anabolizante esteróide**

FÁBIO FLORENÇA CARDOSO

Orientador: Prof. Dr. Oduvaldo Câmara Marques Pereira

**Monografia apresentada ao Departamento de
Farmacologia do Instituto de Biociências,
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” - UNESP, Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Bacharel
em Ciências Biológicas – Modalidade Médica**

**Botucatu-SP
2008**

Fábio Florença Cardoso

**Aspectos reprodutivos e sociais e resistência óssea em ratos machos
submetidos ao exercício físico e/ou a um anabolizante esteróide**

**Monografia apresentada ao Departamento de
Farmacologia do Instituto de Biociências,
Universidade Estadual Paulista “Júlio de
Mesquita Filho” - UNESP, Campus de
Botucatu, para obtenção do título de Bacharel
em Ciências Biológicas – Modalidade Médica**

Orientador: Prof. Dr. Oduvaldo Câmara Marques Pereira

**Botucatu-SP
2008**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS

Cardoso, Fábio Florença.

Aspectos reprodutivos e sociais e resistência óssea em ratos machos submetidos ao exercício físico e / ou a um anabolizante esteróide / Fábio Florença Cardoso. - Botucatu [s.n], 2008.

Trabalho de conclusão (bacharelado – Ciências Biológicas – Modalidade médica) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2008.

Orientador: Oduvaldo Câmara Marques Pereira

1. Farmacologia 2. Exercícios físicos - Efeitos fisiológicos

Palavras-chave: Agressividade; Anabolizante esteróide; Fêmur; Parâmetros seminais.

Resumo

A prática regular de esportes nos dias de hoje é reconhecida como um meio de se obter melhor qualidade de vida. Porém, atualmente a mídia e outros meios de comunicação distorcem tal idéia, com grande aceitação das pessoas, determinando que o modelo de beleza seja o fenótipo hipertrófico, ou simplesmente “sarado” ou ainda “bombado”. É bem sabido que o fator genético não permite que todos os indivíduos apresentem tal conformação física. Aliando esse fato à ansiedade dessas pessoas em obterem esse resultado de maneira imediata, como fruto da globalização, essas fazem uso de anabolizantes. Contudo na busca pelo “corpo escultural” ou também pelo aumento de sua força muscular, ocorre abuso ou uso indevido de anabolizantes, e os usuários na maioria das vezes desconhecem seus efeitos colaterais. Frente a essas considerações, o presente estudo avaliou os efeitos do tratamento com o anabolizante esteróide e/ou do treinamento físico resistivo de alta intensidade sobre o desenvolvimento corporal e dos órgãos da reprodução, sobre parâmetros ósseos (força e deformação ósseas) e seminais, bem como sobre o comportamento social (agressividade). Foram utilizados para obtenção dos grupos experimentais, ratos albinos *Wistar*, machos, com 75 dias de idade. Os grupos experimentais gerados foram: Não-treinado-veículo (NV), Não-treinado-anabolizante (NA), Treinado-veículo (TV) e Treinado-anabolizante (TA). Nestes foram injetados, duas vezes/semana, uma dose de anabolizante (5mg/kg de decanoato de nandrolona) ou de veículo (de igual volume de óleo de amendoim) e os animais dos grupos treinados realizaram o treinamento físico três vezes/semana, durante oito semanas. Foram avaliados a massa corporal, o peso úmido dos órgãos da reprodução, o fêmur e o sêmen dos animais dos diferentes grupos experimentais. Também foi realizado o teste de agressividade nos animais que receberam o anabolizante esteróide. Observou-se que a massa corporal não alterou em nenhum dos grupos experimentais. Entretanto ocorreu uma hipertrofia do músculo elevador do ânus e um efeito protetor na força máxima femoral quando associado treinamento físico e administração do anabolizante. Porém, na mesma situação, foi possível verificar alguns efeitos colaterais prejudiciais como hipertrofia prostática, diminuição na concentração espermática, além de observar um comportamento mais agressivo nos animais que foram submetidos apenas à administração de anabolizante. Pode-se inferir, então, que a utilização do anabolizante é controversa, mesmo em associação ao treinamento físico, sendo necessária a avaliação do propósito de seu uso para que este seja uma melhor opção de tratamento, visando minimizar os efeitos colaterais observados no presente estudo. Em relação ao treinamento físico, se for realizado de forma correta e sem excessos, traz consigo benefícios, como na resposta óssea e na redução da gordura corporal.

Palavras-chave: treinamento físico, anabolizante esteróide, parâmetros seminais e reprodutivos, agressividade, resistência óssea (fêmur).

Abstract

Nowadays the regular practice of sports is known as a way to obtain a better quality of life. On the other hand, the media has been distorting this idea, determining the ideal body as the hypertrophy phenotype. It is well known that the genetic factor does not allow all individuals to have this body shape. Besides the fact that, the anxiety of these people in obtain quick results, as one of the globalization's consequence, make use of anabolic steroid to achieve this goal. However the bodybuilding or the strength muscle gain, make anabolic steroids users abuse and in major cases the users do not know the side effects. In front of these considerations, the present study evaluated the effects of the treatment with anabolic steroids and/or high intensity physical training on the corporal developing, the reproductive organs, bone parameters (strength and bone deformation) and seminal parameters as well the social behavior (aggressiveness). In order to obtain the experimental group, male *Wistar* rats were used, with 75 days old. The groups were divided into: Vehicle Non-Training (NV), Anabolic Steroid-Non-Training (NA), Vehicle-Training (TV) and Anabolic Steroid-Training (TA). These rats received i.m. injections, twice a week, of anabolic steroid (5mg/kg per animal of nandrolona decanoate) or vehicle (the same volume of peanut oil per animal) and the group TV and TA were submitted to physical training three times per week, during eight weeks. The body mass, wet weight of reproductive organs, femur and semen of the different groups were measured. The aggressive test was also realized in two steps: the first, within 4 weeks of the treatment and the other step in the end of the treatment, in this period the animal was isolated. It was not observed alterations in body mass of the groups. Though it was observed a benefic effect on the maximum strength of the femur bone when physical training and anabolic steroid were associated and a hypertrophy in the levator ani muscle. However some side effects were also present in this association, like: hypertrophy in the prostate and reduction in the spermatic concentration. Beyond these results, some alterations were also shown only in the anabolic steroid group (NA), like an increase in the aggressive behavior. In conclusion, the anabolic steroid use is controversial, so it is necessary to evaluate the purpose of its treatment, minimizing the collateral effects. On the other hand, the physical training if realized in the right way and without excess, brings benefits, as better bone response and reduction in fat mass.

Key words: physic training, anabolic steroid, seminal and reproductive parameters, aggressiveness, bone resistance (femur).

Sumário

RESUMO
ABSTRACT
SUMÁRIO.....
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
4. RESULTADOS.....	10
5. DISCUSSÃO.....	20
6. CONCLUSÃO	25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

1. Introdução

A testosterona, em humanos, é sintetizada pelas células de Leydig dos testículos (HARTGENS & KUIPERS, 2004) e desde o seu descobrimento, inúmeros derivados foram sintetizados com o intuito de prolongar a meia vida e a eficácia da molécula principal (KOCHAKIAN, 1976; KOPERA, 1985). A testosterona é designada por exercer efeitos conhecidos como androgênicos e anabólicos, que agem tanto em tecidos alvo reprodutivos quanto não-reprodutivos. Os efeitos androgênicos resumem-se no desenvolvimento do sistema reprodutivo, bem como de características sexuais secundárias. Os efeitos anabólicos compreendem a estimulação da fixação de nitrogênio e o aumento da síntese de proteínas (KUHN, 2002; MARAVELIAS et al., 2005). O potencial do valor terapêutico da atividade anabólica da testosterona em várias situações catabólicas tem levado à síntese de alguns derivados, chamados mais apropriadamente de anabolizantes esteróides, com o objetivo de prolongar a atividade biológica da molécula principal *in vivo*, produzindo andrógenos ativos oralmente, e desenvolvendo produtos que são menos androgênicos e mais anabólicos (SHAHIDI, 2001).

O uso de anabolizantes esteróides por atletas iniciou-se em 1954, em campeonatos de levantamento de peso em Viena. Esse episódio levou à popularidade do uso de ergogênicos para se obter alguma vantagem física ou como forma de aprimorar o seu rendimento em atividades relacionadas ao exercício físico (TUCKER, 1997). Atualmente, ocorre um uso amplamente disseminado por atletas e jovens que freqüentam academias em busca de ganho de massa muscular (WILSON, 1988). Desta forma, considerando-se o histórico do esporte, dos estudos dos ergogênicos até os dias atuais, o uso de anabolizantes esteróides pode estar, portanto, envolvido na aquisição de um melhor desempenho físico apresentando como conseqüência de um rápido aumento na massa muscular, no peso corporal e no vigor físico (LUKAS, 1993).

Recursos como treinamento, condicionamento, uso (consumo) adequado de água, equipamentos melhores, maior ingestão de carboidratos, suplementos vitamínicos e de ferro, técnicas de aquecimento, estão dentro do espírito competitivo e podem ser considerados ergogênicos (FOSS & KETEYIAN, 2000).

Porém, a administração de substâncias sintéticas derivadas da testosterona, como os anabolizantes esteróides, em doses supra-fisiológicas resulta em uma retroalimentação negativa no eixo hipotalâmico-pituitário, inibindo assim a secreção de gonadotrofinas (DOHLE et al., 2003) e, conseqüentemente a uma redução na produção da testosterona

endógena (MARAVELIAS et al., 2005). Essa redução pode levar a atrofia testicular e redução na qualidade e produção de sêmen (HARTGENS & KUIPERS, 2004).

Com a supervalorização do estético, temos observado nos últimos anos que o “conceito do belo” é a hipertrofia. Além da falta de paciência das pessoas para atingirem esse conceito, de maneira mais imediata, os ergogênicos são muito bem aceitos como coadjuvantes, frente ao exercício. Assim, os ergogênicos são capazes de facilitar o desempenho e a segurança dos atletas ou dos indivíduos freqüentadores de academias visando o fisiculturismo. Deste modo, a escolha pelo estudo dos ergogênicos farmacológicos torna-se essencial, uma vez que os anabolizantes esteróides são classificados como o grupo de drogas ergogênicas mais utilizadas no processo de doping (PÄRSSINEM & SEPPÄLÄ, 2002) assim como por atletas que não participam de competições.

Em relação aos ossos, estes se adaptam a cargas físicas e mecânicas alterando sua massa e força. A capacidade do osso à carga reflete ambas as propriedades materiais, como densidade e molde, e da distribuição espacial do tecido ósseo. Essas características da força óssea são todas desenvolvidas e mantidas em partes pelas forças aplicadas pelo osso durante as atividades diárias e o exercício (OGLOUIAN, 2003).

Embora seja observado que atletas jovens e adultos apresentem maiores massas óssea e muscular, não existem dados conclusivos para se afirmar que o estímulo criado pela contração muscular resulte em um acréscimo proporcional à massa óssea (DALY et al., 2004). Em contraste, muitos autores sugerem que exercícios dinâmicos de alto impacto e treinamento de resistência são mais benéficos para o tecido ósseo produzindo, porém, um maior desgaste do que a caminhada (NOTOMI et al., 2000; HONDA et al., 2003). Sabe-se, porém, que o tratamento com ergogênicos farmacológicos como o decanoato de nandrolona pode apresentar efeitos indesejados ao comportamento, como agressividade, irritabilidade e hostilidade (HARTGENS & KUIPERS, 2004).

Notomi et al. (2000) demonstraram que o treinamento de resistência com salto resultou numa maior formação de massa óssea, devido ao acréscimo de osteoblastos e o decréscimo de reabsorção óssea e no número de osteoclastos. Dessa forma, sugeriu-se que o tecido ósseo responda melhor a exercícios físicos dinâmicos, assim como saltos, ao invés de cargas estáticas (ROBLING et al., 2002; TURNER & ROBLING, 2003). Portanto, os efeitos do exercício físico no tecido ósseo são diferentes, de acordo com o tipo de exercício, intensidade, duração e freqüência (HONDA et al., 2003).

De acordo com as informações anteriores, tornou-se interessante avaliar os efeitos da utilização do anabolizante esteróide em dose correspondente àquela usada por atletas em academias e/ou do emprego do exercício físico de alta resistência em ratos machos adultos sobre os aspectos reprodutivos, comportamentais e da resistência óssea.

2. **Objetivos**

Avaliar os efeitos do treinamento físico resistido de alta intensidade e/ou do tratamento com decanoato de nandrolona sobre o desenvolvimento e resistência ósseos, o desenvolvimento corporal e dos órgãos da reprodução, o comportamento social e a qualidade espermática dos animais dos diferentes grupos experimentais.

3. Material e Métodos

3.1. Animais

Foram utilizados ratos albinos *Wistar*, machos, provenientes da colônia do Biotério Central da UNESP localizado no Campus de Botucatu, SP. Os animais foram transferidos para o Biotério do Departamento de Farmacologia do Instituto de Biociências, desta mesma universidade, onde foram mantidos sob condições controladas de temperatura, luminosidade, umidade e dieta.

O protocolo de utilização de animais está de acordo com o Comitê de Ética na Experimentação Animal do IBB (Instituto de Biociências de Botucatu) UNESP. Protocolo número 2733.

3.2. Drogas

- Decanoato de nandrolona 25mg (Deca Durabolin®) Organon.
- Pentobarbital sódico 3% (Hypnol®) Fontoveter, Brasil.

3.3. Grupos experimentais

Na idade adulta (ao atingirem os 75 dias de idade), os animais foram divididos aleatoriamente nos seguintes grupos:

3.3.1. Ratos não-treinados

▪ Não-treinados-veículo:

Os animais receberam igual volume de veículo (óleo de amendoim + álcool benzílico 1:16) usado no grupo tratado com anabolizante, i.m., duas vezes por semana, durante oito semanas e sendo sacrificados após 48 horas após a última aplicação.

▪ Não-treinados-anabolizante:

Os animais receberam o decanoato de nandrolona, 5mg/kg, i.m., duas vezes por semana, durante oito semanas e sendo sacrificados após 48 horas após a última aplicação.

3.3.2. Ratos treinados

▪ Treinados-veículo:

Os animais receberam igual volume de veículo (óleo de amendoim + álcool benzílico 1:16) usado no grupo tratado com anabolizante, i.m., duas vezes por semana,

durante oito semanas e treinados nesse período sob as normas de um protocolo de exercício (detalhado no item 3.4), sendo sacrificadas 48 horas após a última aplicação e treino.

▪ **Treinados-anabolizante:**

Os animais receberam o decanoato de nandrolona, 5mg/kg, i.m., duas vezes por semana, durante oito semanas e treinados nesse período sob as normas de um protocolo de exercício (detalhado no item 3.4), sendo sacrificados 48 horas após a última aplicação e treino.

3.4. Protocolo de exercício físico resistido de alta intensidade

Os animais dos respectivos grupos experimentais foram submetidos individualmente a sessões de salto em um cilindro de PVC, com dimensões de 50cm de altura por 25cm de diâmetro contendo água a 30°C a uma profundidade de 38cm. Inicialmente foi realizado um período de adaptação ao meio líquido, com sobrecarga de peso equivalente a 50% da massa corporal do animal. Dentro do período de adaptação a seqüência de treinamento foi aumentada gradativamente até o 3º dia, conforme a Tabela 1. A sobrecarga de peso foi alojada no tórax do animal.

O treinamento resistido de alta intensidade (CUNHA et al., 2005^a; CUNHA et al., 2005^b; CUNHA et al., 2006) consistiu em 24 sessões de salto, em meio líquido com sobrecarga de peso, três dias por semana, entre às 10h e 13h, sendo que em cada sessão foram realizadas 4 séries de 10 saltos, exceto na semana de adaptação, conforme a Tabela 1. Entre as séries houve um intervalo de 30 segundos, durante o qual o animal foi retirado da água e mantido em repouso. Após as sessões de treinamento os animais foram secos em toalhas absorventes, e mantidos sob aquecimento por cerca de 30 minutos. Após a secagem completa, foram devolvidos ao biotério.

Tabela 1 – Protocolo de treinamento

Semana de Treinamento	Dias de Treinamento	Seqüência de Treinamento	Sobrecarga (Sobre a Massa Corporal)
1 ^a (Adaptação)	1 ^o	2 séries de 5 saltos	50%
	2 ^o	3 séries de 7 saltos	50%
	3 ^o	4 séries de 9 saltos	50%
2 ^a e 3 ^a	4 ^o ao 9 ^o	4 séries de 10 saltos	50%
4 ^a e 5 ^a	10 ^o ao 15 ^o	4 séries de 10 saltos	60%
6 ^a e 7 ^a	16 ^o ao 21 ^o	4 séries de 10 saltos	70%
8 ^a	22 ^o ao 24 ^o	4 séries de 10 saltos	80%

3.5. Parâmetros reprodutivos

3.5.1. Desenvolvimento corporal, da glândula adrenal, do testículo e de órgãos acessórios da reprodução

Após a determinação do peso corporal, os animais foram anestesiados com pentobarbital sódico (40mg/kg, i.p.) e sacrificados por secção dos grandes vasos cervicais.

Pela laparotomia exploratória foram isolados e retirados os seguintes órgãos: testículo, vesícula seminal (com e sem secreção), ducto deferente, próstata, músculo elevador do ânus e glândula adrenal. Faz-se este procedimento para determinação do peso úmido em balança analítica.

3.5.2. Parâmetros seminais

Os espermatozóides foram coletados por perfuração da cauda do epidídimo e do ducto deferente, após overdose com pentobarbital sódico, 40mg/kg (i.p.). Imediatamente após a coleta, os espermatozóides foram diluídos em 1mL de meio de cultura e incubados a 37°C. Fez-se, então, a análise microscópica do coletado, que consiste a observação da motilidade, morfologia e vitalidade dos espermatozóides.

- **Motilidade**

A análise, de pelo menos duas amostras diferentes, foi realizada em câmara de contagem com microscopia de fase, e aumento 200X. Os padrões são:

Tipo A: espermatozóides móveis com progressão rápida;

Tipo B: espermatozóides móveis com progressão lenta linear ou não;

Tipo C: espermatozóides móveis sem progressão;

Tipo D: espermatozóides imóveis.

▪ **Morfologia**

Realizou-se a seguinte seqüência:

1. Preparar dois esfregaços dos espermatozóides em meio de cultura e secar a temperatura ambiente;
2. Colocar em álcool 70% por 15 minutos e lavar em água corrente;
3. Colocar em hematoxilina por 45 segundos e lavar em água corrente;
4. Fazer três passagens sucessivas em álcool a 90%;
5. Colocar em corante de Shorr por 5 minutos;
6. Fazer três passagens sucessivas em álcool 95%;
7. Fazer três passagens sucessivas em álcool absoluto;
8. Fazer uma passagem em álcool-xilol (1:1);
9. Fazer duas passagens em xilol;

Foram contados no mínimo 200 espermatozóides com aumento de 1000X (imersão).

▪ **Vitalidade**

Foi realizada essa seqüência:

1. Colocar em um tubo 100µL dos espermatozóides em meio de cultura e duas gotas de eosina amarela a 3%;
2. Homogeneizar por 30 segundos;
3. Adicionar quatro gotas de nigrosina a 8%;
4. Homogeneizar por 45 segundos;
5. Realizar esfregaço e secar ao ar;

Após o processo, analisou-se o esfregaço em microscopia de fase, com aumento de 400X, e foram contadas as células vivas (não coradas) e células mortas (coradas de vermelho).

3.6. Comportamento social

3.6.1. Análise de um provável comportamento agressivo (teste de agressividade)

Os animais dos respectivos grupos experimentais (controle e tratados com anabolizante) permaneceram alojados de maneira coletiva, durante as quatro primeiras semanas de tratamento (com veículo ou anabolizante). Após esse período foi realizado um pré-teste de agressividade, adaptado de Hernández-Tristán et al. (2006). Cada animal foi colocado em uma gaiola dividida em dois compartimentos através de uma parede de acrílico, sendo o experimento realizado no período claro do ciclo claro-escuro. Antes de um animal “encarar” o outro, eles foram isolados em gaiolas de observação, por 24 horas. Assim, o comportamento agressivo foi avaliado através da ameaça, confronto, ataque, “boxing”, luta ou fuga, perseguição ou fuga e dominância ou submissão, durante 15 minutos de observação.

Para o teste de agressividade em si, os animais foram isolados em caixas individuais por quatro semanas, continuando com o tratamento com veículo ou anabolizante. Procedeu-se então ao mesmo protocolo descrito para o pré-teste de agressividade (HERNÁNDEZ-TRISTÁN et al., 2006).

3.7. Resistência óssea

3.7.1. Análise óssea

O fêmur de cada animal foi retirado, separado dos tecidos restantes e estocado sob refrigeração, para posterior ensaio de resistência.

A resistência mecânica do fêmur foi realizada num ensaio de compressão da cabeça femoral e determinada a força máxima (N) e a deformação da força (N.mm), em aparelho para teste mecânico de compressão de cabeça femoral (EMIC DL 10000).

Inicialmente foi aplicada uma força que cruzou a cabeça do fêmur em uma velocidade de 10mm/min, até a ocorrência da fratura do colo femoral. A força máxima (N) foi registrada em uma curva de deformação, utilizando o software MTest, versão 1.01.

3.8. Análise estatística dos resultados

Foram determinadas as médias e o erro padrão da média ou as medianas e os intervalos interquartis dos resultados obtidos nos diferentes grupos experimentais. Para sua interpretação foi realizada análise de variância seguida de testes estatísticos, de acordo com as características de cada dado obtido. Foi considerado o grau de significância em $P < 0,05$. Para a avaliação estatística, foi utilizado o software InStat 3.0 (GraphPad Software).

4. Resultados

4.1. Parâmetros morfométricos e reprodutivos

4.1.1. Desenvolvimento corporal

Para a avaliação do desenvolvimento físico dos ratos dos diferentes grupos experimentais, o peso corporal foi mensurado durante todo o período de tratamento e/ou treinamento. Não foi observada alteração significativa no peso final dos animais dos diferentes grupos experimentais, conforme a tabela a seguir:

Tabela 2 – Massa corporal (g) ao final do período experimental

	Não Treinado Veículo	Não Treinado Anabolizante	Treinado Veículo	Treinado Anabolizante
Peso	455,04 ±	412,46 ±	452,67 ±	441,61 ±
(g)	21,77	14,46	17,20	15,83

Valores expressos em média ± erro padrão da média de 8 animais por grupo experimental, P>0,05.

A Figura 1 apresenta o ganho de massa corporal dos ratos dos diferentes grupos experimentais durante o período de tratamento e/ou treinamento. Foi observada uma redução de peso nos grupos não-treinado-anabolizante, treinado-veículo e treinado-anabolizante em relação ao não-treinado-veículo.

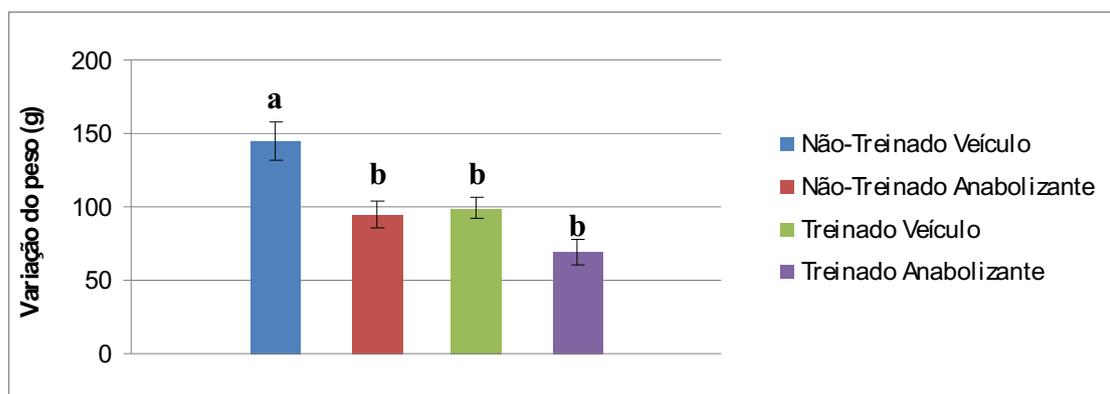


Figura 1. Desenvolvimento corporal (g) dos ratos dos grupos: não-treinado-veículo (144,84 ± 13,19), não-treinado-anabolizante (94,63 ± 8,80), treinado-veículo (99,03 ± 6,90) e treinado-anabolizante (69,38 ± 8,35).

Valores expressos em média ± erro padrão da média de 8 animais por grupo experimental.

Diferentes letras indicam diferença significativa entre os grupos, P<0,05, teste de Tukey-Kramer.

4.1.2. Massa dos testículos

Mensuraram-se os testículos dos ratos dos diferentes grupos experimentais e não foi observada alteração na massa dos mesmos. Os valores obtidos estão presentes na tabela a seguir.

Tabela 3 – Peso úmido dos testículos (g)

	Não Treinado Veículo	Não Treinado Anabolizante	Treinado Veículo	Treinado Anabolizante
Testículo (g)	1,6802 ± 0,0655	1,4691 ± 0,0540	1,6296 ± 0,0798	1,5815 ± 0,0581

Valores expressos em média ± erro padrão da média de 8 animais por grupo experimentais, P>0,05.

4.1.3. Massa das vesículas seminais e das respectivas secreções

Mensuraram-se as vesículas seminais de todos os animais dos diferentes grupos experimentais, com e sem secreção, sendo a diferença desses valores a quantidade de secreção de cada vesícula.

Em relação às vesículas seminais, conforme a Figura 2, foi observado um aumento significativo da massa desses órgãos do grupo treinado-anabolizante em comparação ao grupo não-treinado-veículo.

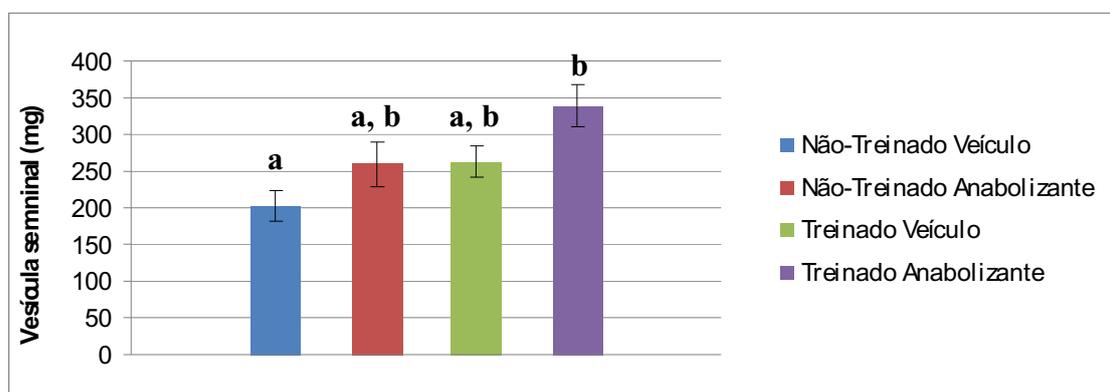


Figura 2. Peso úmido da vesícula seminal (mg) dos ratos dos grupos: não-treinado-veículo (201,48 ± 21,20), não-treinado-anabolizante (259,35 ± 29,31), treinado-veículo (263,76 ± 21,57) e treinado-anabolizante (340,44 ± 28,84).

Valores expressos em média ± erro padrão da média de 8 animais por grupo experimental.

Diferentes letras indicam diferença significativa entre os grupos, P<0,05, teste de Tukey-Kramer.

Contudo, os valores observados da secreção seminal dos diferentes grupos não variaram significativamente. Esses dados estão presentes na tabela adiante:

Tabela 4 – Quantidade de secreção seminal (mg)

	Não Treinado Veículo	Não Treinado Anabolizante	Treinado Veículo	Treinado Anabolizante
Secreção Seminal (mg)	407,81 ± 18,52	487,64 ± 39,88	428,38 ± 32,56	534,71 ± 82,95

Valores expressos em média ± erro padrão da média de 8 animais por grupo experimentais, P>0,05.

4.1.4. Massa dos ductos deferentes

Mensuraram-se os ductos deferentes de todos os ratos dos diferentes grupos experimentais e não foi observada diferença significativa entre os mesmos. Os valores observados estão descritos na tabela a seguir:

Tabela 5 – Peso úmido dos ductos deferentes (mg)

	Não Treinado Veículo	Não Treinado Anabolizante	Treinado Veículo	Treinado Anabolizante
Ducto Deferente (mg)	88,73 ± 13,52	95,61 ± 12,03	92,26 ± 7,33	105,91 ± 16,76

Valores expressos em média ± erro padrão da média de 8 animais por grupo experimentais, P>0,05.

4.1.5. Massa das próstatas

Mensuraram-se as próstatas de todos os ratos dos grupos experimentais e foi observado um aumento significativo da massa desses órgãos no grupo treinado-anabolizante em relação aos grupos não-treinado-veículo e treinado-veículo. A Figura 3 apresenta os valores obtidos.

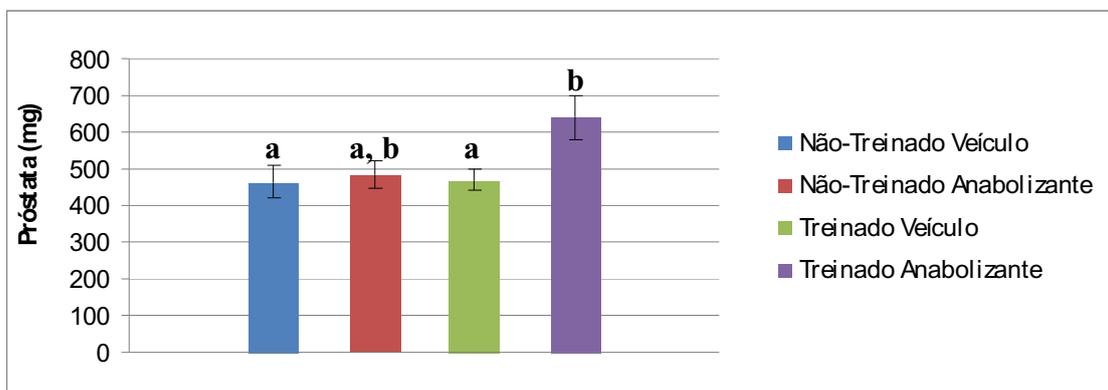


Figura 3. Peso úmido da próstata (mg) dos ratos dos grupos: não-treinado-veículo ($465,65 \pm 43,74$), não-treinado-anabolizante ($485,31 \pm 35,92$), treinado-veículo ($470,50 \pm 27,66$) e treinado-anabolizante ($640,43 \pm 60,51$).

Valores expressos em média \pm erro padrão da média de 8 animais por grupo experimental.

Diferentes letras indicam diferença significativa entre os grupos, $P < 0,05$, teste de Tukey-Kramer.

4.1.6. Massa dos músculos elevadores do ânus

Mensuraram-se cada músculo elevador do ânus dos ratos dos grupos experimentais e foi observado então que houve um aumento significativo no peso úmido desses órgãos do grupo treinado-anabolizante em relação ao grupo não-treinado-veículo. A Figura 4 apresenta os valores obtidos:

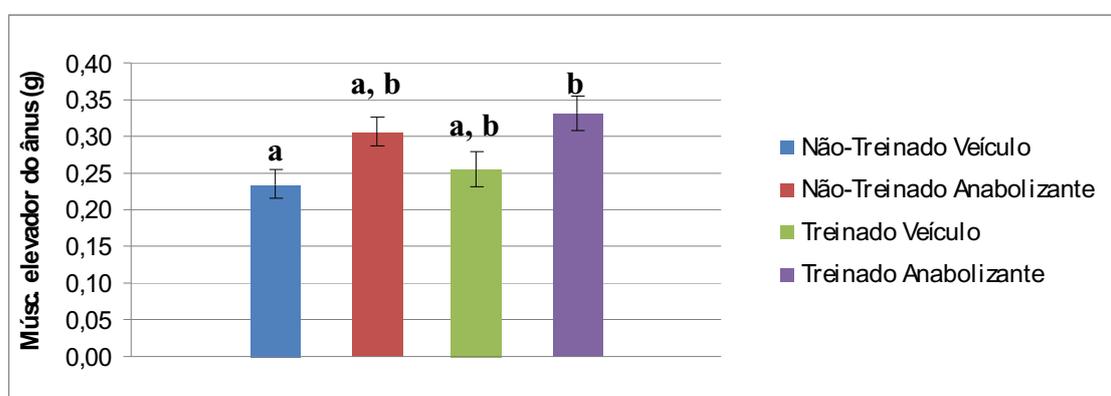


Figura 4. Peso úmido do músculo elevador do ânus (g) dos ratos dos grupos: não-treinado-veículo ($0,2347 \pm 0,0195$), não-treinado-anabolizante ($0,3065 \pm 0,0203$), treinado-veículo ($0,2556 \pm 0,0234$) e treinado-anabolizante ($0,3319 \pm 0,0228$).

Valores expressos em média \pm erro padrão da média de 8 animais por grupo experimental.

Diferentes letras indicam diferença significativa entre os grupos, $P < 0,05$, teste de Tukey-Kramer.

4.1.7. Massa das glândulas adrenais

Mensuraram-se as glândulas adrenais dos ratos dos grupos experimentais e não foram observadas diferenças significativas entre os grupos, apresentando uma relativa homogeneidade. A tabela a seguir apresenta os resultados obtidos:

Tabela 6 – Peso úmido das glândulas adrenais (mg)

	Não Treinado Veículo	Não Treinado Anabolizante	Treinado Veículo	Treinado Anabolizante
Adrenal (mg)	$27,64 \pm 3,29$	$26,21 \pm 3,67$	$26,20 \pm 2,13$	$23,85 \pm 3,76$

Valores expressos em média \pm erro padrão da média de 8 animais por grupo experimental, $P > 0,05$.

4.1.8. Concentração média de espermatozóides

Após a realização de três contagens de espermatozóides, foi feita uma média para os valores, constatando-se uma diminuição significativa da concentração média espermática no grupo treinado-anabolizante em relação a todos os demais grupos. A Figura 5 apresenta os valores obtidos:

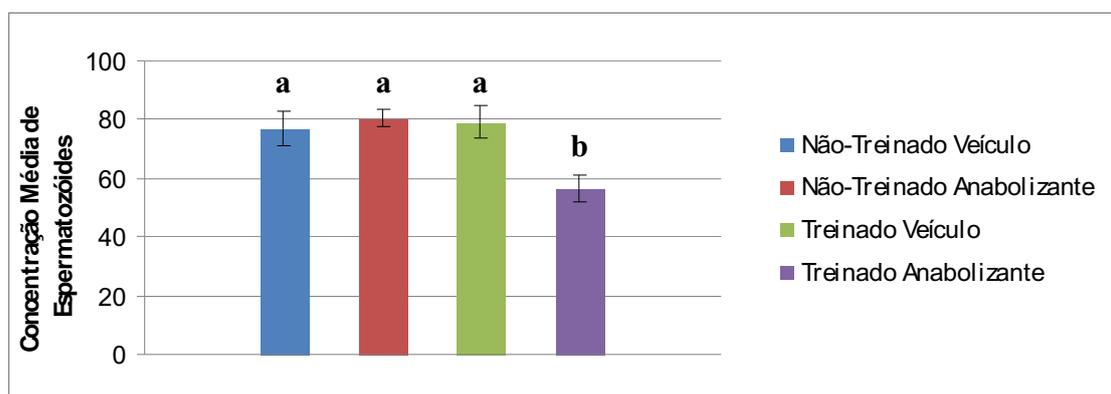


Figura 5. Concentração média de espermatozóides nos grupos: não-treinado-veículo ($76,80 \pm 6,60$), não-treinado-anabolizante ($80,53 \pm 2,93$), treinado-veículo ($79,13 \pm 5,58$) e treinado-anabolizante ($56,47 \pm 4,51$).

Valores expressos em média \pm erro padrão da média de 5 animais por grupo experimental.

Diferentes letras indicam diferença significativa entre os grupos, $P < 0,05$, teste de Tukey-Kramer.

4.1.9. Motilidade espermática

Foram feitas as contagens dos tipos dos espermatozóides conforme a sua motilidade, não observando diferenças significativas entre os grupos. Os valores observados estão presentes na tabela a seguir:

Tabela 7 – Motilidade espermática (%)

	Não Treinado Veículo	Não Treinado Anabolizante	Treinado Veículo	Treinado Anabolizante
Espermatozóides Tipo A (%)	11,0 [7,0 - 13,0]	12,0 [11,0 - 15,0]	9,0 [8,0 - 11,0]	9,0 [6,0 - 10,0]
Espermatozóides Tipo B (%)	35,0 [27,0 - 36,0]	32,0 [32,0 - 34,0]	35,0 [35,0 - 38,0]	24,0 [20,0 - 28,0]
Espermatozóides Tipo C (%)	29,0 [28,0 - 30,0]	24,0 [23,0 - 26,0]	23,0 [15,0 - 32,0]	28,0 [27,0 - 33,0]
Espermatozóides Tipo D (%)	29,0 [18,0 - 30,0]	29,0 [25,0 - 31,0]	28,0 [21,0 - 35,0]	34,0 [29,0 - 36,0]
Espermatozóides Móveis (%)	42,0 [38,0 - 54,0]	44,0 [43,0 - 53,0]	47,0 [42,0 - 57,0]	37,0 [26,0 - 38,0]
Espermatozóides Imóveis (%)	58,0 [46,0 - 62,0]	56,0 [47,0 - 57,0]	53,0 [43,0 - 58,0]	63,0 [62,0 - 74,0]

Valores expressos em mediana e intervalo interquartil (1º e 3º quartis) de 5 animais por grupo experimental, P>0,05.

4.1.10. Morfologia espermática

Foi realizada a análise da morfologia dos espermatozóides, para verificar se os mesmos apresentavam uma conformação normal ou anormal. Não foram observadas diferenças significativas, conforme a tabela a seguir:

Tabela 8 – Morfologia espermática (%)

	Não Treinado Veículo	Não Treinado Anabolizante	Treinado Veículo	Treinado Anabolizante
Espermatozóides Normais (%)	97,0 [97,0 - 97,0]	97,0 [97,0 - 98,0]	97,0 [95,0 - 98,0]	96,0 [95,0 - 96,0]
Espermatozóides Anormais (%)	3,0 [3,0 - 3,0]	3,0 [2,0 - 3,0]	2,0 [1,0 - 5,0]	4,0 [4,0 - 5,0]

Valores expressos em mediana e intervalo interquartil (1º e 3º quartis) de 5 animais por grupo experimental, P>0,05.

4.1.11. Vitalidade espermática

Foram feitas as contagens dos tipos dos espermatozoides, verificando se estavam vivos ou mortos, não observando diferenças significativas entre os grupos. A tabela a seguir apresenta os valores obtidos:

Tabela 9 – Vitalidade espermática (%)

	Não Treinado Veículo	Não Treinado Anabolizante	Treinado Veículo	Treinado Anabolizante
Espermatozoides Vivos (%)	99,0 [99,0 - 99,0]	99,0 [99,0 - 99,0]	99,0 [99,0 - 100,0]	98,0 [98,0 - 99,0]
Espermatozoides Mortos (%)	1,0 [1,0 - 1,0]	1,0 [1,0 - 1,0]	1,0 [0,0 - 1,0]	2,0 [1,0 - 2,0]

Valores expressos em mediana e intervalo interquartil (1º e 3º quartis) de 5 animais por grupo experimental, P>0,05.

4.2. Parâmetros comportamentais

4.2.1. Pré-teste de agressividade

Na 4ª semana de treinamento/tratamento, os animais foram submetidos ao teste de agressividade. Realizou-se a contagem do tempo de latência da primeira mordida e do tempo total de manifestações de agressividade, além de verificar o número total de manifestações de agressividade (explosões de mordidas, ameaças laterais, limpeza mais intensa e subir com as patas ou com o corpo sobre o animal intruso). Observou-se um maior número de manifestações de agressividade no grupo tratado com o anabolizante. A tabela a seguir apresenta os resultados obtidos:

Tabela 10 – Pré-teste de agressividade

	Não Treinado Veículo	Não Treinado Anabolizante
Tempo Latência 1ª Mordida (s)	77,0 [53,75 - 201,75]	85,0 [61,0 - 102,5]
Nº Total Manifestações	22,5 [14,50 - 25,75]	33,5 * [25,0 - 40,5]
Tempo Total Manifestações (s)	141,0 [91,25 - 186,50]	178,0 [131,25 - 212,50]

Valores expressos em mediana e intervalo interquartil (1º e 3º quartis) de 8 animais por grupo experimental.

*P<0,05, teste de Mann-Whitney.

4.2.2. Teste de agressividade

Após o pré-teste de agressividade, os animais foram mantidos isolados e, ao final do tratamento, foi realizado o teste de agressividade. Realizaram-se as mesmas análises do teste anterior, não observando diferença significativa entre os grupos, conforme a tabela a seguir:

Tabela 11 – Teste de agressividade

	Não Treinado Veículo	Não Treinado Anabolizante
Tempo Latência 1ª Mordida (s)	64,5 [62,25 - 82,75]	97,5 [65,75 - 127,50]
Nº Total Manifestações	31,0 [25,75 - 35,00]	34,0 [30,75 - 44,25]
Tempo Total Manifestações (s)	157,5 [145,75 - 223,00]	152,5 [122,50 - 177,00]

Valores expressos em mediana e intervalo interquartil (1º e 3º quartis) de 8 animais por grupo experimental, P>0,05.

4.2.3. Comparação entre pré-teste e teste de agressividade

Ao analisar os dados observados do pré-teste e do teste de agressividade, comparando o mesmo grupo em ambos os testes, podemos observar que o grupo não-treinado-veículo apresenta um número significativamente maior de manifestações de

agressividade quando o teste foi realizado depois do período de quatro semanas de isolamento. A tabela a seguir apresenta a comparação entre os dados:

Tabela 12 – Comparação do número de manifestações do grupo NV após os testes de agressividade

	1º Teste	2º Teste
Nº Total Manifestações	22,5 [14,50 - 25,75]	31,0 * [25,75 - 35,00]

Valores expressos em mediana e intervalo interquartil (1º e 3º quartis) de 8 animais por grupo experimental.

*P<0,05, teste de Mann-Whitney.

Vale salientar que, para os demais parâmetros analisados, não houve diferença significativa entre os dados observados do pré-teste e do teste de agressividade (dados não mostrados).

4.3. Resistência óssea

4.3.1. Força máxima femoral

Para a determinação da força máxima femoral dos ratos dos diferentes grupos experimentais, foi aplicada uma força na cabeça do fêmur até a fratura do mesmo, e através de um software específico para o experimento, foram calculados os valores da força máxima. Foi observada a necessidade de uma maior força para realizar a fratura femoral no grupo treinado-anabolizante em relação ao grupo não-treinado-anabolizante. A Figura 6 apresenta os valores obtidos:

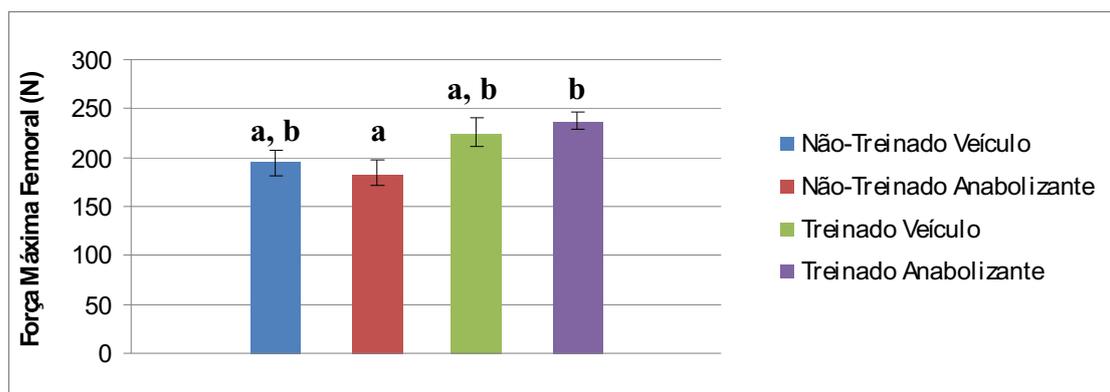


Figura 6. Força máxima femoral (N) nos grupos: não-treinado-veículo ($194,61 \pm 13,52$), não-treinado-anabolizante ($184,36 \pm 12,55$), treinado-veículo ($225,03 \pm 14,83$) e treinado-anabolizante ($237,63 \pm 9,25$).

Valores expressos em média \pm erro padrão da média de 8 animais por grupo experimental.

Diferentes letras indicam diferença significativa entre os grupos, P<0,05, teste de Tukey-Kramer.

4.3.2. Deformação da força máxima femoral

Através do mesmo software com o qual foi possível determinar a força máxima femoral, foi calculada a deformação da força obtida. Apesar dos resultados obtidos no item anterior, não foram observadas diferenças significativas na deformação da força máxima entre os grupos experimentais. Os valores obtidos estão presentes na tabela a seguir:

Tabela 13 – Deformação da força máxima femoral (N.mm)

	Não Treinado Veículo	Não Treinado Anabolizante	Treinado Veículo	Treinado Anabolizante
Deformação (N.mm)	1,3888 ± 0,2114	1,3321 ± 0,1378	1,5660 ± 0,1469	1,1021 ± 0,0569

Valores expressos em média ± erro padrão da média de 8 animais por grupo experimental, P>0,05.

5. Discussão

O exercício físico resistivo anaeróbio, assim como o exercício físico aeróbio, pode modificar a composição corporal (ÅSTRAND, 1992; RADÁK et al., 1999). Apesar dos exercícios resistivos de alta intensidade serem facilmente aplicáveis a humanos, encontram-se limitações na pesquisa com este modelo. Diante disso, o treinamento físico utilizado no presente estudo segue, admitindo algumas modificações, o protocolo proposto por Tamaki et al. (1992), também utilizado em ratos. Porém, quando o exercício físico é realizado de forma inadequada, o desenvolvimento e funcionamento corporais podem ser prejudicados (RIKLI, 2000).

Por outro lado, é relativamente comum associar-se, muitas vezes indevidamente, o exercício físico ao anabolizante esteróide. A administração de anabolizantes esteróides pode aumentar a retenção hídrica (CARSON, 2002), a síntese de proteínas e também a massa muscular, conseqüentemente, levando à hipertrofia (TAMAKI et al., 2001). Porém, apesar de estudos demonstrarem um ganho de massa corporal com a administração de anabolizantes esteróides (CELOTTI & NEGRI-CESI, 1992; BAUME et al., 2006) e também de massa magra (HARTGENS & KUIPERS, 2004), níveis excessivos dessas drogas podem comprometer o crescimento corporal, bem como o ganho de peso (BAUMAN et al., 1988; CARSON, 2002). Efeitos colaterais decorrentes do uso de altas doses dessas drogas incluem a diminuição de apetite, o desequilíbrio hidro-eletrolítico corporal, a excessiva conversão de testosterona em estradiol (HICKSON & KUROWSKI, 1986), a redução da produção endógena de testosterona (RYAN, 1981) e o aumento da oxidação lipídica (GUZMÁN et al., 1991).

Contrariando as expectativas, no presente estudo, as massas corporais mensuradas ao final do tratamento/treinamento realizados não apresentaram diferenças significativas entre os grupos experimentais. Esse resultado corrobora com Yarasheski et al. (1990) que após oito semanas de treinamento de alta resistência não observaram alterações no peso corporal e, da mesma forma, com Notomi et al. (2000) que após quatro e oito semanas de treinamento por estimulação elétrica obtiveram o mesmo resultado. Porém, no presente estudo, em relação à variação das massas corporais dos mesmos animais, foi observado um ganho de peso significativamente menor nos grupos treinados e não-treinado-anabolizante em relação ao não-treinado-veículo, o que provavelmente possa ser explicado por uma intensa utilização de lipídios durante o período de recuperação pós-exercício (YOSHIOKA

et al., 2001) bem como por um aumento do metabolismo energético basal, gerando maior gasto calórico, reduzindo a gordura corporal (HUNTER et al., 1998).

Alguns estudos reportaram que o exercício físico tem influência sobre os níveis hormonais, de testosterona, hormônio luteinizante e cortisol (KUOPPASALMI et al., 1980; KUOPPASALMI & NÄVERI, 1983; BAUME et al., 2006). Contudo, Smilios et al. (2005) afirmaram o contrário desses estudos. Tal contradição pode ser explicada por variações de alguns fatores como intensidade, duração, frequência, tipo e nível de treinamento físico (TREMBLAY et al., 2004, 2005; BAUME et al., 2006).

Durante o exercício físico de resistência, a concentração sérica de testosterona diminui a níveis basais e há um aumento na concentração sérica de cortisol (BAUME et al., 2006). Assim, o cortisol endógeno, bem como o exógeno, é capaz de suprimir a secreção de testosterona (CUMMING et al., 1983). O cortisol endógeno é sintetizado e secretado pelo córtex da glândula adrenal, via hipotálamo-pituitária-adrenal (KRAEMER & RATAMESS, 2005). Embora, no presente estudo, não ter sido realizado a dosagem de corticosterona até a presente data, pode-se sugerir que o protocolo de treinamento associado ou não ao decanoato de nandrolona não foi suficientemente estressante para os animais. Essa hipótese é então sugerida, pois após o período de tratamento/treinamento não foram observadas alterações significativas na massa da glândula adrenal entre os grupos, apresentando uma relativa homogeneidade. Outros fatos para sugerir que o treinamento não foi estressogênico para o animal são a realização do treinamento em dias alternados e o período de uma semana para a adaptação do animal ao exercício físico, ao qual foi submetido.

A utilização dos anabolizantes esteróides, a partir de determinadas doses (suprafisiológicas), pode levar a uma retroalimentação negativa no eixo hipotálamo-pituitária-gônada, acarretando na inibição da secreção de gonadotrofinas, prejudicando a liberação de testosterona endógena (DOHLE et al., 2003). Analisando os resultados obtidos dos testículos no presente estudo, sugere-se uma contradição das observações de Dohle et al. (2003), pois não foram observadas diferenças significativas entre as massas testiculares. Em relação à secreção seminal das vesículas e ao ducto deferente, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos experimentais, reforçando a hipótese sugerida.

Ao analisar as vesículas seminais, no presente estudo, foi observado um aumento significativo da massa desses órgãos do grupo treinado-anabolizante em comparação ao grupo não-treinado-veículo. Isso pode ser explicado como uma consequência de um alto

nível sérico de androgênios, fruto da administração da testosterona semi-sintética, o decanoato de nandrolona, durante as oito semanas de tratamento. O exercício físico também parece ter um papel importante, mas de valor significativo apenas quando associado ao tratamento com anabolizante. A próstata, outro órgão sensível aos androgênios, apresentou resultados semelhantes em relação à vesícula seminal, corroborando com os estudos de Lise et al. (1999) e Peluso et al. (2000), onde reportaram que a utilização de anabolizantes esteróides em humanos pode levar à hipertrofia prostática. O tratamento com decanoato de nandrolona utilizado no presente estudo, somente quando aliado ao treinamento físico favoreceu um aumento das massas prostáticas dos animais, reforçando então um efeito colateral geralmente observado em praticantes de exercícios, usuários de anabolizantes.

Outra maneira de estudar os efeitos do tratamento/treinamento realizados sobre a área reprodutiva do animal foi realizada no presente estudo. Trata-se do espermograma, técnica com a qual foi possível analisar a concentração média espermática e também a motilidade, morfologia e vitalidade espermáticas. Apesar de não observar diferenças significativas na massa testicular e na quantidade de secreção seminal, a concentração média espermática obtida, no presente estudo, do grupo treinado-anabolizante foi menor em relação aos demais grupos experimentais. O efeito deletério, portanto, foi possível ser observado somente quando aliados treinamento físico e administração do anabolizante esteróide, corroborando com os estudos de Hartgens & Kuipers (2004), onde reportaram que a droga em questão pode afetar a qualidade do sêmen. Porém, em relação à motilidade, morfologia e vitalidade espermáticas, não foram observados efeitos negativos entre os grupos estudados.

As ações anabólicas e androgênicas dos anabolizantes esteróides variam entre as espécies e também entre os diferentes tipos musculares da mesma espécie (KRIEG et al., 1977; ANTONIO et al., 1999), em função da quantidade de receptores androgênicos presentes nas estruturas alvo. Em ratos, os músculos relacionados à reprodução são mais responsivos ao anabolizante (RAND & BREEDLOVE, 1992). Nesse sentido, foram também avaliadas no presente estudo, as ações do tratamento/treinamento sobre o músculo elevador do ânus, um músculo esquelético dependente da atividade anabólica da testosterona. Foi observada, então, uma hipertrofia no grupo treinado-anabolizante em relação ao não-treinado-veículo. Esses resultados corroboram com Hikida et al. (1997) e Tamaki et al. (2001), que reportam o fato da combinação do treinamento de resistência

com o anabolizante esteróide ser mais eficaz que os efeitos da administração da droga isoladamente.

Alguns estudos realizaram a comparação entre os usuários de anabolizantes esteróides, analisando as diferenças nos períodos de uso e de não uso da droga, ou com os não-usuários do anabolizante (POPE & KATZ, 1988; CHOI et al., 1990; LEFAVI et al., 1990; PERRY et al., 1990; MALONE et al., 1991; MOSS et al., 1992; POPE & KATZ, 1994). Através de entrevistas diagnósticas ou utilizando escalas de humor, esses autores encontraram aumentos significativos de irritabilidade, agressividade, euforia e outros sintomas maniformes durante a utilização de anabolizantes, além de sintomas depressivos durante os períodos de abstinência. Outros estudos (CONACHER & WORKMAN, 1989; POPE & KATZ, 1990; DALBY, 1992; SCHULTE et al., 1993) reportaram relatos de atos violentos e crimes, inclusive assassinato, cometidos por indivíduos que nunca apresentaram esse comportamento antes de iniciar a utilização de anabolizantes esteróides. Contudo, todos os estudos citados apresentam limitações importantes, como o fato de se basearem em relatos retrospectivos, das amostras serem auto-selecionadas (após os anúncios, os usuários tinham a decisão de procurar ou não os pesquisadores) e de haver um controle insuficiente sobre outros aspectos que poderiam levar à sintomatologia descrita.

Nesse sentido, no presente estudo, para melhor avaliar os efeitos do tratamento/isolamento, foi realizado o teste de agressividade em duas etapas. A primeira etapa (pré-teste de agressividade) consistiu durante a metade do tratamento (4ª semana), período no qual os animais foram mantidos em caixas coletivas. Já a segunda etapa (teste de agressividade), foi realizada ao final da outra metade do tratamento, período no qual os animais estiveram isolados (Hernández-Tristán et al., 2006), motivo que inviabilizou o teste para os animais treinados. Comparando os diferentes grupos experimentais entre si, observou-se um maior número de manifestações de agressividade no grupo tratado com anabolizante, observação que corrobora com os estudos de Pope & Katz (1988), Choi et al. (1990), Lefavi et al. (1990), Perry et al. (1990), Malone et al. (1991), Moss et al. (1992) e Pope & Katz (1994). Em adição, ao comparar os grupos com eles próprios, verificou-se que os animais do grupo tratado com veículo apresentaram um maior número de manifestações de agressividade durante o período de isolamento, observação que não foi verificada no grupo tratado com o anabolizante. Com os resultados obtidos, pode-se inferir que a administração do anabolizante esteróide foi capaz de induzir um comportamento mais agressivo entre os animais, sem a necessidade do isolamento, fator que poderia resultar em um indivíduo menos sociável.

Embora os resultados na literatura sejam contraditórios, a atividade física apresenta um efeito potente e complexo no tecido ósseo (MOSEKILDE et al., 1999), seja por ação direta, via ação mecânica, ou indireta, promovido por fatores hormonais (BRAHM et al., 1997; HENDERSON et al., 1998). E devido à existência da forte relação entre atividade física, densidade óssea mineral e massa óssea, a atividade física tem sido preconizada como estratégia para impedir a perda óssea e para manter a integridade esquelética (MO et al., 2002). Contudo, com a utilização de anabolizantes esteróides, há um maior risco de lesões, pois a estrutura osteoarticular do aparelho locomotor não acompanha o aumento da massa muscular (PEDRINELLI, 1993). Nesse sentido, foram avaliados no presente estudo, os efeitos do tratamento/treinamento realizados sobre o osso fêmur, mais especificamente sobre os aspectos da força máxima e deformação desse osso. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos experimentais quando avaliado o poder de deformação dos ossos analisados. Já em relação à força máxima que o osso pôde receber até fraturar, foi observado, entre os grupos tratados com o anabolizante, uma melhor resposta do grupo treinado em relação ao grupo não-treinado. Esse resultado corrobora com Mo et al. (2002) que reporta a importância do exercício físico sobre o tecido ósseo, reforçando a hipótese do efeito protetor da atividade física sobre os ossos, sendo possível então sugerir a prática dessa atividade para prevenção ou tratamento de algumas osteopatias, como por exemplo, osteoporose (OCARINO & SERAKIDES, 2006).

6. Conclusão

De acordo com os dados obtidos durante o presente estudo, podem ser observados efeitos interessantes do treinamento físico na fisiologia dos animais. Em adição, a sua associação ao anabolizante esteróide auxiliou no metabolismo, aumentando o gasto energético de lipídios no período de repouso pós-exercício, resultando em um menor ganho de peso. Essa associação incrementou o efeito do treinamento sobre o músculo elevador do ânus (musculatura esquelética), muito utilizado na reprodução. Não interferiu na motilidade, morfologia e vitalidade espermáticas, fatores importantes para o sucesso na fertilização. No entanto, a administração do anabolizante trouxe alguns efeitos indesejáveis como a hipertrofia da próstata, a diminuição da concentração de espermatozóides no sêmen e ainda um comportamento mais agressivo. Por outro lado, o treinamento físico e o anabolizante esteróide foram benéficos no parâmetro ósseo, resultando em um incremento na sua resistência máxima.

Em conclusão, os resultados do presente estudo mostram que o treinamento físico trouxe efeitos benéficos para os animais. Contudo, o anabolizante isoladamente ou associado ao exercício físico, apesar de mostrar-se favorável em algumas situações, levou a vários efeitos colaterais.

7. Referências Bibliográficas

ANTONIO, J., WILSON, J.D., GEORGE, F.W. Effects of castration and androgen treatment on androgen-receptor levels in rat skeletal muscles. **J. Appl. Physiol.**, v.87, n.6, p.2016-2019, 1999.

ÄSTRAND, P.O. Why exercise? **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.24, n.2, p.153-162, 1992.

BAUMAN, D.H., RICHERSON, J.T., BRITT, A.L. A comparison of body and organ weights, physiologic parameters, and pathologic changes in target organs of rats given combinations of exercise, anabolic hormone, and protein supplementation. **Am. J. Sports Med.**, v.16, n.4, p.397-402, 1988.

BAUME, N., SCHUMACHER, Y.O., SOTTAS, P.E., BAGUTTI, C., CAUDERAY, M., MANGIN, P., SAUGY, M. Effect of multiple oral doses of androgenic anabolic steroids on endurance performance and serum indices of physical stress in healthy male subjects. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v.98, n.4, p.329-340, 2006.

BRAHM, H., PIEHL-AULIN, K., SALTIN, B., LJUNGHALL, S. Net fluxes over working thigh of hormones, growth factors and biomarkers of bone metabolism during short lasting dynamic exercise. **Calcif. Tissue Int.**, v.60, n.2, p.175-180, 1997.

CARSON, J.A., LEE, W.J., McCLUNG, J., HAND, G.A. Steroid receptor concentration in aged rat hind limb muscle: effect of anabolic steroid administration. **J. Appl. Physiol.**, v.93, n.1, p.242-250, 2002.

CELOTTI, F., NEGRI-CESI, P. Anabolic steroids: A review of their effects on the muscles, of their possible mechanisms of action and of their use in athletics. **J. Steroid Biochem. Mol. Biol.**, v.43, n.5, p.469-477, 1992.

CHOI, P.Y.L., PARROT, A.C., COWAN, D. High-dose anabolic steroids in strength athletes: effects upon hostility and aggression. **Hum. Psychopharmacol.**, v.5, p.349-356, 1990.

- CONACHER, G.N. & WORKMAN, D.G. Violent crime possibly associated with anabolic steroid use. **Am. J. Psychiatry**, v.146, n.5, p.679, 1989.
- CUMMING, D.C., QUIGLEY, M.E., YEN, S.S. Acute suppression of circulating testosterone levels by cortisol in men. **J. Clin. Endocrinol. Metab.**, v.57, n.3, p.671-673, 1983.
- CUNHA, T.S., MOURA, M.J., BERNARDES, C.F., TANNO, A.P., MARCONDES, F.K. Vascular sensitivity to phenylephrine in rats submitted to anaerobic training and nandrolone treatment. **Hypertension**, v.46, n.4, p.1010-1015, 2005^a.
- CUNHA, T.S., TANNO, A.P., MOURA, M.J.C.S., MARCONDES, F.K. Influence of high-intensity exercise training and anabolic androgenic steroid treatment on rat tissue glycogen content. **Life Sci.**, v.77, n.9, p.1030-1043, 2005^b.
- CUNHA, T.S., TANNO, A.P., MARCONDES, F.K., PEREZ, S.E.A., SELISTRE-ARAÚJO, H.S. A administração de nandrolona não promove hipertrofia do músculo sóleo em ratos. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab.**, v.50, n.3, p.532-540, 2006.
- DALBY, J.T. Brief anabolic steroid use and sustained behavioral reaction. **Am. J. Psychiatry**, v.149, n.2, p.271-272, 1992.
- DALY, R.M., SAXON, L., TURNER, C.H., ROBLING, A.G., BASS, S.L. The relationship between muscle size and bone geometry during growth and in response to exercise. **Bone**, v.34, n.2, p.281-287, 2004.
- DOHLE, G.R., SMIT, M., WEBER, R.F. Androgens and male fertility. **World J. Urol.**, v.21, n.5, p.341-345, 2003.
- FOSS, M.L. & KETEYIAN, S.J. Medicamentos e recursos ergogênicos. In: Foss, M.L. & Keteyian, S.J. **Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000, cap.18, p.445-462.

- GUZMÁN, M., SABORIDO, A., CASTRO, J., MOLANO, F., MEGIAS, A. Treatment with anabolic steroids increases the activity of the mitochondrial outer carnitin palmitoyltransferase in rat liver and fast-twitch muscle. **Biochem. Pharm.**, v.41, n.5, p.833-835, 1991.
- HARTGENS, F., KUIPERS, H. Effects of androgenic-anabolic steroids in athletes. **Sports Med.**, v.34, n.8, p.513-554, 2004.
- HENDERSON, N.K., WHITE, C.P., EISMAN, J.A. The roles of exercise and fall risk reduction in the prevention of osteoporosis. **Endocrinol. Metab. Clin. North Am.**, v.27, n.2, p.369-387, 1998.
- HERNÁNDEZ-TRISTÁN, R., LERET, M.L., ALMEIDA, D. Effect of intrauterine position on sex differences in the gabaergic system and behavior of rats. **Physiol. Behav.**, v.87, n.3, p.625-633, 2006.
- HICKSON, R.C. & KUROWSKI, T.G. Anabolic steroids and training. **Clin. Sports Med.**, v.5, n.3, p.461-469, 1986.
- HIKIDA, R.S., VAN NOSTRAN, S., MURRAY, J.D., STARON, R.S., GORDON, S.E., KRAEMER, W.J. Myonuclear loss in atrophied soleus muscle fibers. **Anat. Rec.**, v.247, n.3, p.350-354, 1997.
- HONDA, A., SOGO, N., NAGASAWA, S., SHIMIZU, T., UMEMURA, Y. High-impact exercise strengthens bone in rats ovariectomized with the same outcome as Sham rats. **J. Appl. Physiol.**, v.95, n.3, p.1032-1037, 2003.
- HUNTER, G.R., WEINSIER, R.L., BAMMAN, M.M., LARSON, D.E. A role for high intensity exercise on energy balance and weight control. **Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.**, v.22, n.6, p.489-493, 1998.
- LUKAS, E.S. Current perspectives on anabolic-androgenic steroids abuse. **Trends Pharmacol. Sci.**, v.14, n.2, p.61-68, 1993.

KOCHAKIAN, C.D. Anabolic-androgenic steroids. Berlin: Springer Verlag, 1976.

KOPERA, H. The history of anabolic steroids and a review of clinical experience with anabolic steroids. **Acta Endocrinol. Suppl. (Copenh)**, v.271, p.11-18, 1985.

KRAEMER, W.J. & RATAMESS, N.A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. **Sports Med.**, v.35, n.4, p.339-361, 2005.

KRIEG, M., BARTSCH, W., HERZER, S., BECKER, H., VOIGT, K.D. Quantification of androgen binding, androgen tissue levels, and sex hormone-binding globulin in prostate, muscle and plasma of patients with benign prostatic hypertrophy. **Acta Endocrinol. (Copenh)**, v.86, n.1, p.200-215, 1977.

KUHN, C.M. Anabolic steroids. **Recent Prog. Horm. Res.**, v.57, p.411-434, 2002.

KUOPPASALMI, K., NÄVERI, H., HÄRKÖNEN, M., ADLERCREUTZ, H. Plasma cortisol, androstenedione, testosterone and luteinizing hormone in running exercise of different intensities. **Scand. J. Clin. Lab. Invest.**, v.40, n.5, p.403-409, 1980.

KUOPPASALMI, K. & NÄVERI, H. Physical exercise and hormonal stress reaction. **Duodecim**, v.99, n.1, p.17-23, 1983.

LEFAVI, R.G., REEVE, T.G., NEWLAND, M.G. Relationship between anabolic steroid use and selected psychological parameters in male bodybuilders. **J. Sport Behav.**, v.13, n.3, p.157-166, 1990.

LISE, M.Z., GAMA E SILVA, T.S., FERIGOLO, M., BARROS, H.M.T. O abuso de esteróides anabólico-androgênicos em atletismo. **Rev. Ass. Med. Brasil.**, v.45, n.4, p.364-370, 1999.

MALONE JR., D.A., DIMEFF, R., LOMBARDO, J.A. The psychiatric effects of anabolic steroids. **Presented at the 144th Annual Meeting of the American Psychiatric Association. New Orleans (LA), USA.** 1991, May 13.

- MARAVELIAS, C., DONA, A., STEFANIDOU, M., SPILIOPOULOU, C. Adverse effects of anabolic steroids in athletes: A constant threat. **Toxicol. Lett.**, v.158, p.167-175, 2005.
- MO, A., YAO, W., LI, C., TIAN, X., SU, M., LING, Y., ZHANG, Q., SETTERBERG, R.B., JEE, W.S. Bipedal stance exercise and prostaglandin E2 (PGE2) and its synergistic effect in increased bone mass and in lowering the PGE2 dose required to prevent ovariectomized-induced cancellous bone loss in aged rats. **Bone**, v.31, n.3, p.402-406, 2002.
- MOSEKILDE, L., THOMSEN, J.S., ORHII, P.B., McCARTER, R.J., MEIJIA, W., KALU, D.N. Additive effect of voluntary exercise and growth hormone treatment on bone strength assessed at four different skeletal sites in an aged rat model. **Bone**, v.24, n.2, p.71-80, 1999.
- MOSS, H.B., PANZAK, G.L., TARTER, R.E. Personality, mood, and psychiatric symptoms among anabolic steroid users. **Am. J. Addictions**, v.1, n.4, p.315-324, 1992.
- NOTOMI, T., LEE S.J., OKIMOTO, N., OKAZAKI Y., TAKAMOTO, T., NAKAMURA, T., SUZUKI, M. Effects of resistance exercise training on mass, strength, and turnover of bone in growing rats. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v.82, n.4, p.268-274, 2000.
- OCARINO, N.M. & SERAKIDES, R. Efeito da atividade física no osso normal e na prevenção e tratamento da osteoporose. **Rev. Bras. Med. Esporte**, v.12, n.3, p.164-168, 2006.
- OGLOUIAN, M.J.G. **Osteoporose**, 2003. Disponível em <http://www.eras.com.br>
- PÄRSSINEM, M. & SEPPÄLÄ, T. Steroid use and long-term health risks in former athletes. **Sports Med.**, v.32, n.2, p.83-94, 2002.
- PEDRINELLI, A. O doping no esporte. **Boletim do Corpo Clínico do HCFMUSP**, v.14, n.56, p.3-5, 1993.

- PELUSO, M.A.M., ASSUNÇÃO, S.S.M., ARAÚJO, L.A.S.B., ANDRADE, L.H.G. Alterações psiquiátricas associadas ao uso de anabolizantes. **Rev. Psiq. Clín.**, v.27, n.4, p.229-236, 2000.
- PERRY, P.J., YATES, W.R., ANDERSEN, K.H. Psychiatric symptoms associated with anabolic steroids: a controlled, retrospective study. **Ann. Clin. Psychiatry**, v.2, n.1, p.11-17, 1990.
- POPE JR., H.G. & KATZ, D.L. Affective and psychotic symptoms associated with anabolic steroid use. **Am. J. Psychiatry**, v.145, n.4, p.487-490, 1988.
- POPE JR., H.G. & KATZ, D.L. Homicide and near-homicide by anabolic steroid users. **J. Clin. Psychiatry**, v.51, n.1, p.28-31, 1990.
- POPE JR., H.G. & KATZ, D.L. Psychiatric and medical effects of anabolic-androgenic steroid use. A controlled study of 160 athletes. **Arch. Gen. Psychiatry**, v.51, n.5, p.375-382, 1994.
- RADÁK, Z., KANEKO, T., TAHARA, S., NAKAMOTO, H., OHNO, H., SASVÁRI, M., NYAKAS, C., GOTO, S. The effect of exercise training on oxidative damage of lipids, proteins, and DNA in rat skeletal muscle: evidence for beneficial outcomes. **Free Radic. Biol. Med.**, v.27, n.1-2, p.69-74, 1999.
- RAND, M.N. & BREEDLOVE, S.M. Androgen locally regulates rat bulbocavernosus and levator ani size. **J. Neurobiol.**, v.23, n.1, p.17-30, 1992.
- RIKLI, R.E. Reliability, validity, and methodological issues in assessing physical activity in older adults. **Res. Q. Exerc. Sport**, v.71, n.2, p.89-96, 2000.
- ROBLING, A.G., HINANT, F.M., BURR, D.B., TURNER, C.H. Shorter, more frequent mechanical loading sessions enhance bone mass. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.34, n.2, p.196-202, 2002.
- RYAN, A.J. Anabolic steroids are fool's gold. **Fed. Proc.**, v.40, n.12, p.2682-2688, 1981.

- SCHULTE, H.M., HALL, M.J., BOYER, M. Domestic violence associated with anabolic steroid abuse. **Am. J. Psychiatry**, v.150, n.2, p.348, 1993.
- SHAHIDI, N.T. A review of the chemistry, biological action, and clinical applications of anabolic-androgenic steroids. **Clin. Ther.**, v.23, n.9, p.1355-1390, 2001.
- SMILIOS, I., PILIANIDIS, T., SOTIROPOULOS, K., ANTONAKIS, M., TOKMAKIDIS, S.P. Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance. **J. Strength Cond. Res.**, v.19, n.1, p.135-139, 2005.
- TAMAKI, T., UCHIYAMA, S., NAKANO, S. A weight-lifting exercise model for inducing hypertrophy in the hind limb muscles of rats. **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.24, n.8, p.881-886, 1992.
- TAMAKI, T., UCHIYAMA, S., UCHIYAMA, Y., AKATSUKA, A., ROY, R.R., EDGERTON, V.R. Anabolic steroids increase exercise tolerance. **Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.**, v.280, n.6, p.973-981, 2001.
- TREMBLAY, M.S., COPELAND, J.L., VAN HELDER, W. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. **J. Appl. Physiol.**, v.96, n.2, p.531-539, 2004.
- TREMBLAY, M.S., COPELAND, J.L., VAN HELDER, W. Influence of exercise duration on post-exercise steroid hormone responses in trained males. **Eur. J. Appl. Physiol.**, v.94, n.5-6, p.505-513, 2005.
- TUCKER, R. Abuse of anabolic-androgenic steroids by athletes and body builders: A review. **Pharm. J.**, v.259, p.171-179, 1997.
- TURNER, C.H. & ROBLING, A.G. Designing exercise regimens to increase bone strength. **Exerc. Sport Sci. Rev.**, v.31, n.1, p.45-50, 2003.

WILSON, J.D. Androgen abuse by athletes. **Endoc. Rev.**, v.9, n.2, p.181-199, 1988.

YARASHESKI, K.E., LEMON, P.W., GILLOTEAUX, J. Effect of heavy-resistance exercise training on muscle fiber composition in young rats. **J. Appl. Physiol.**, v.69, n.2, p.434-437, 1990.

YOSHIOKA, M., DOUCET, E., ST-PIERRE, S., ALMÉRAS, N., RICHARD, D., LABRIE, A., DESPRÉS, J.P., BOUCHARD, C., TREMBLAY, A. Impact of high-intensity exercise on energy expenditure, lipid oxidation and body fatness. **Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.**, v.25, n.3, p.332-339, 2001.