

LUCIANA GONÇALVES WANDERLEY

**ESTUDO EM RATOS JOVENS CONSUMINDO ALIMENTOS
NORDESTINOS ADICIONADOS COM SUPLEMENTO
PROTÉICO E SUBMETIDOS AO EXERCÍCIO FÍSICO**

RECIFE

2008

LUCIANA GONÇALVES WANDERLEY

**ESTUDO EM RATOS JOVENS CONSUMINDO ALIMENTOS
NORDESTINOS ADICIONADOS COM SUPLEMENTO
PROTÉICO E SUBMETIDOS AO EXERCÍCIO FÍSICO**

Tese apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco para a obtenção do grau de “Doutor em Nutrição”.

ORIENTADORA: Prof^a Dr^a Francisca Martins Bion

Professora Associada I do Departamento de Nutrição da UFPE

Doutora em Ciências dos Alimentos pela Universidade de São Paulo

Wanderley, Luciana Gonçalves

Estudo em ratos jovens consumindo alimentos nordestinos adicionados com suplemento protéico e submetidos ao exercício físico / Luciana Gonçalves Wanderley. – Recife : O Autor, 2008.

xi, 94 folhas ; il., fig., tab.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Nutrição, 2008.

Inclui bibliografia e anexo.

**1. Suplementação nutricional – Exercício físico.
Título.**

613.25

CDU (2.ed.)

UFPE

612.398

CDD (22.ed.)

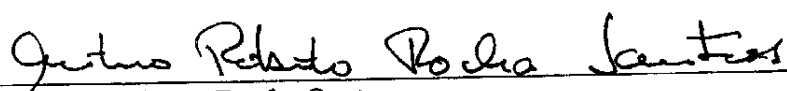
CCS2008-083

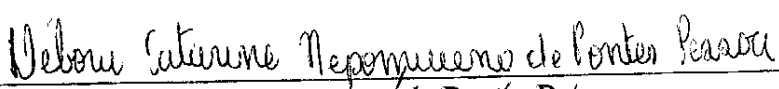
Título: Estudo Em Ratos Jovens Consumindo Alimentos Nordestinos
Adicionados Com Suplemento Protéico e Submetidos Ao Exercício Físico

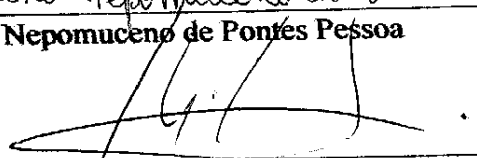
Luciana Gonçalves Wanderley

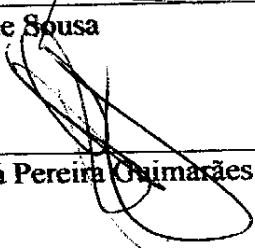
Tese aprovada em: 20 de junho de 2008

Banca Examinadora:


Antônio Roberto Rocha Santos


Débora Catarine Nepomuceno de Pontes Pessoa


Edilson Fernandes de Sousa


Fernando José de Sá Pereira Guimarães


Maria do Carmo Medeiros

Recife

2008

"O ser humano vivencia em si mesmo, seus pensamentos, como algo separado do resto do universo numa espécie de ilusão de ótica de sua consciência. E essa ilusão é um tipo de prisão que nos restringe a nossos desejos pessoais, conceitos e ao afeto apenas pelas pessoas mais próximas. Nossa principal tarefa é a de nos livrarmos dessa prisão ampliando nosso círculo de compaixão para que ele abranja todos os seres vivos e toda a natureza em sua beleza. Ninguém conseguirá atingir completamente este objetivo, mas, lutar pela sua realização já é, por si só, parte de nossa liberação e o alicerce de nossa segurança interior."

Albert Einstein

DEDICATÓRIA

Ao meu filho **Lucas** que, mesmo com pouca idade, se mostrou um grande companheiro, compreendendo minhas ausências e se preocupando sempre com meu bem-estar.

À minha mãe (*in memoriam*), **Maria das Graças**, que tinha no seu nome, “Gracinha”, a tradução de sua pessoa, cheia de vida, contemplada com a graça de fazer o bem, agregar pessoas e fazer sorrir com seu jeito divertido de ser.

A minha orientadora **Francisca Martins Bion**, uma grande mulher, mestra, parceira e amiga, exemplo a ser seguido. Ademais, merecedora da minha mais profunda gratidão.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição, que viabilizou a realização deste projeto.

Aos professores, funcionários e técnicos do Departamento de Nutrição da UFPE, que possibilitaram a realização de todas as tarefas, cada qual com sua parcela de contribuição.

À Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS, que reconheceu a necessidade de prosseguir com a minha formação acadêmica, evidenciando sua valorização ao profissional que busca se atualizar, em especial aos gerentes Carlos Roberto Kohler, Suzana Schirmer Cunha Campos, Maria Fernanda Pires Barbosa e Maria Goretti de França Lima.

A minha irmã Renata que inúmeras vezes me ajudou nas tarefas diárias e cuidou do meu filho como uma grande mãe.

A José Paulino, França e Norma pelo cuidado especial com os animais utilizados no experimento, pessoas pelas quais tenho um carinho especial e profundo respeito.

A Neci, sempre atenta às ações exigidas pela pós-graduação, me lembrando de meus deveres e ajudando no que eu precisava.

A todos os meus amigos e familiares que torceram e sentiram comigo em cada etapa vencida.

SUMÁRIO

I. APRESENTAÇÃO	1
II. JUSTIFICATIVA	3
III. OBJETIVOS	4
GERAL	4
ESPECÍFICOS	4
IV. REVISÃO DA LITERATURA	5
RESUMO	7
INTRODUÇÃO	8
SUPLEMENTO NUTRICIONAL	9
PROPOSTAS DE DISTRIBUIÇÃO PROTÉICA	12
SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS PARA GANHO DE MASSA MAGRA	14
CONCLUSÕES	22
ABSTRACT	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
V. ARTIGO ORIGINAL	34
ABSTRACT	36
INTRODUCTION	36
MATERIALS AND METHODS	38
RESULTS	42
DISCUSSION	44

CONCLUSIONS	49
LITERATURE CITED	50
VI. CONCLUSÕES	60
VII. RECOMENDAÇÕES	61
VIII. PERSPECTIVAS	62
ANEXOS	63
ANEXO A - RECIBO DE ENVIO DO ARTIGO DE REVISÃO	63
ANEXO B - RECIBO DE ENVIO DO ARTIGO ORIGINAL	64
ANEXO C- VERSÃO EM PORTUGUÊS DO ARTIGO ORIGINAL	65
RESUMO	66
ABSTRACT	67
INTRODUÇÃO	68
METODOLOGIA	70
RESULTADOS	74
DISCUSSÃO	77
CONCLUSÕES	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CARACTERÍSTICAS DA UTILIZAÇÃO DE AMINOÁCIDOS E SUPLEMENTOS PROTÉICOS PARA A MODIFICAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL, SEGUNDO ALGUNS AUTORES.....	20
TABEL 1: CHEMICAL COMPOSITION OF THE DIETS (g.kg⁻¹).....	57
TABEL 2: FOOD, PROTEIN AND CALORIC INTAKE OF THE GROUPS STUDIED	58
TABEL 3: SERUM PARAMETERS	59
TABELA 1: COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS DIETAS (g.kg⁻¹).....	92
TABELA 2: INGESTÃO ALIMENTAR, PROTÉICA E CALÓRICA	93
TABELA 3: PARÂMETROS SÉRICOS.....	94

LISTA DE FIGURAS

FIGURE 1: EXPERIMENTAL SCHEMA.....54

FIGURE 2: WEIGHT BEHAVIOR OF THE ANIMALS AT THE END OF EACH PERIOD (WEEK)55

FIGURE 3: WEIGHT GAIN AND FAT PERCENTAGE IN ANIMALS WITH DIFFERENT LEVELS OF WHEY PROTEIN SUPPLEMENTATION AND PHYSICAL EXERCISE.....56

FIGURA 1: ESQUEMA EXPERIMENTAL.....89

FIGURA 2: COMPORTAMENTO PONDERAL DOS ANIMAIS EM CADA FIM DE PERÍODO (SEMANAL)90

FIGURA 3: GANHO DE PESO E PERCENTUAL DE GORDURA DE ANIMAIS SUBMETIDOS A DIFERENTES NÍVEIS DE SUPLEMENTAÇÃO COM *WHEY PROTEIN* E DE EXERCÍCIO FÍSICO.....91

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo: estudar, em ratos jovens, os efeitos da ingestão de Nutri Whey Protein® sobre alguns metabólitos e na composição corporal dos animais, como também em substituição à proteína convencional. A dissertação inclui dois artigos: um de revisão da literatura e outro original. O primeiro, composto por uma revisão sistemática da literatura, em periódicos especializados impressos e eletrônicos, onde identificou-se que é idéia corrente entre os praticantes de exercício físicos que é necessário consumir mais nutrientes do que o recomendado sendo destacado o consumo do whey protein. No segundo artigo, 108 ratos, com 60 dias de idade foram alimentados com três dietas: padrão (com 17% de proteínas) e suplementadas com 5 e 10% de whey protein (ambas com 22% de proteínas); e submetidos ou não ao exercício (sedentários, natação sem e com carga), divididos em nove grupos (n=12): S, sedentário-dieta padrão; E, exercitado-dieta padrão; EC, exercitado com carga-dieta padrão; S-5, sedentário-dieta suplementada com 5% de whey protein; E-5, exercitado-dieta suplementada com 5% de whey protein; EC-5, exercitado com carga-dieta suplementada com 5% de whey protein; S-10, sedentário-dieta suplementada com 10% de whey protein; E-10, exercitado-dieta suplementada com 10% de whey protein; EC-10, exercitado com carga-dieta suplementada com 10% de whey protein. Determinou-se: ganho de peso, ingestão alimentar, gordura da carcaça, uréia, creatinina, alanina (ALT) e aspartato aminotransferase (AST). Resultados: Tanto o exercício quanto a suplementação promoveram aumento significativo no consumo alimentar sendo mais pronunciado nos grupos exercitados com carga. Houve alteração nos pesos dos exercitados com carga (EC, EC5 e EC10), que se apresentaram significativamente menores que os demais grupos. Ocorreu interação entre a dieta e o exercício no sentido de diminuição no ganho de peso. No caso da gordura corporal os grupos E, E5 e E10, apresentaram aumento significativo, independentemente da dieta consumida. EC5 e EC10 apresentaram uma elevação significativa na concentração sérica da uréia (U) quando comparados ao grupo S, onde exercício e dieta interferiram significativamente no aumento da uréia. Quanto à creatinina (CR) foi verificado que as dietas suplementadas (5% e 10%) promoveram aumento significativo neste metabólito, independentemente da intensidade do exercício executado. A AST apresentou aumento significativo em todos os grupos submetidos ao exercício com carga (EC, EC5 e EC10), intensificado pela suplementação de 10% do whey protein. No caso da ALT, o comportamento em relação ao exercício físico foi semelhante nas três dietas, verificando-se aumento significativo nos grupos exercitados com carga (EC, EC5 e EC10) em comparação aos demais. Os resultados levam a concluir que: é de suma importância, para praticantes de atividades físicas, a ingestão de uma alimentação adequada; faz-se necessária a revisão do conceito de suplementos, como também alertar sobre os que apresentam risco ou ineficiência, devendo-se respeitar uma ingestão até 2,0g de proteína/kg de peso corporal/dia. É imprescindível a fiscalização, regulação da comercialização e publicidade dos suplementos pelo Ministério da Saúde, bem como a intervenção do nutricionista na prescrição e acompanhamento do seu uso. O whey protein foi pouco efetivo na melhoria da composição corporal, sendo contra-indicado para sedentários. Quanto aos parâmetros bioquímicos, tanto a suplementação quanto o exercício podem ter promovido um desequilíbrio no metabolismo, podendo causar danos à saúde.

Palavras-chave: proteína, *whey protein*, suplementação, suplementos protéicos, exercício físico, ratos.

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the effects of the ingestion of Nutri Whey Protein® by young rats on metabolites and body composition as well as its substitution for conventional protein. The dissertation included two articles: a literature review and an original article. The systematic literature review in specialized print and electronic periodicals identified the current notion among exercise practitioners that it is necessary to consume more than the recommended amount of nutrients, with particular emphasis on the intake of whey protein. In the second article, 108 rats aged 60 days were fed three diets: standard (17% protein), supplemented with 5% whey protein and supplemented with 10% whey protein (both supplemented diets contained 22% protein). The rats were either submitted to exercise or not (sedentary, swimming with and without load) and divided into nine groups (n=12): S, sedentary-standard diet; E, exercised-standard diet; EL, exercised with load-standard diet; S-5, sedentary-diet supplemented with 5% whey protein; E-5, exercised-diet supplemented with 5% whey protein; EL-5, exercised with load-diet supplemented with 5% whey protein; S-10, sedentary-diet supplemented with 10% whey protein; E-10, exercised-diet supplemented with 10% whey protein; EL-10, exercised with load-diet supplemented with 10% whey protein. The following factors were determined: weight gain, food intake, carcass fat, urea, creatinine, alanine (ALT) and aspartate aminotransferase (AST). Results: Both exercise and protein supplementation promoted a significant increase in food intake, which was more pronounced in the groups exercised with load. There was a change in weight in the groups exercised with load (EL, EL5 and EL10), which had significantly lower weight than the remaining groups. There was an interaction between diet and exercise with regard to reduced weight gain. The E, E5 and E10 groups exhibited a significant increase in body fat regardless of the diet consumed. EC5 and EC10 exhibited a significant increase in urea blood levels when compared to the sedentary groups, such that exercise and diet had a significant effect on the increase in urea. The supplemented diets (5% and 10%) promoted a significant increase in creatinine levels regardless of the intensity of exercise. AST underwent a significant increase in all groups submitted to exercise with load (EL, EL5 and EL10) and was intensified by the supplementation of 10% whey protein. The behavior of ALT in relation to physical exercise was similar in the three diets, with a significant increase in the groups exercised with load (EL, EL5 and EL10) in comparison to the other groups. The results lead to the following conclusions: the ingestion of an adequate diet is of summary importance to practitioners of physical activities; a revision of the concept of supplements is necessary; it is also necessary to alert the public as to diets that present risks or are inefficient, respecting an intake of up to 2.0g /kg of body weight/day. The monitoring and regulation of the commercialization and publicity of supplements by the Health Ministry is fundamental, as is the involvement of nutritionists in the prescription and follow-up of supplement use. Whey protein proved to have little effect on the improvement body composition and is contraindicated for sedentary individuals. Regarding biochemical parameters, both supplementation and exercise may have promoted an imbalance in the metabolism, which could be harmful to health.

Keywords: protein, whey protein, supplementation, protein supplements, physical exercise, rats.

I. APRESENTAÇÃO

O uso de suplementos é altamente disseminado na população em geral, principalmente dentre os praticantes de exercício físico. Muito contribui para este consumo o fato de que, diariamente, novos produtos são colocados no mercado, com uma nova promessa de aumentar a massa muscular, queimar o excesso de gordura corporal ou aumentar o desempenho. O que é muito estimulado pela ausência de recomendações nutricionais específicas para pessoas que praticam exercícios.

Por outro lado, a crescente valorização do físico, enfatizada pelos meios de comunicação de massa, indicando como modelo ideal de corpo e de masculinidade aquele inflado de músculos, pode estar contribuindo para que um número crescente de jovens consuma mais suplementos nutricionais ou de outro tipo, na intenção de rapidamente desenvolver a massa muscular e alcançar o “corpo ideal”, nesta busca pela perfeição física deixam de considerar os danos à saúde que esta prática pode acarretar. Nos últimos tempos tem assumido grande destaque o consumo de suplementos nutricionais sob a forma de aminoácidos e isolados protéicos (*whey protein*).

Deste modo este trabalho foi dividido em duas etapas, correspondendo a dois artigos científicos: revisão da literatura e artigo original. A primeira etapa, revisão sistemática da literatura, foi realizado em periódicos especializados impressos e eletrônicos. Na segunda etapa investigou-se a efetividade da suplementação com o “*Nutri Whey Protein®*”, na melhoria da composição corporal e sua interferência em alguns parâmetros bioquímicos sobre duas distintas maneiras; adicionados à dieta convencional e substituindo parte da proteína convencional pelo *whey protein*.

Os artigos foram elaborados com base nas exigências das revistas às quais foram submetidos e se apresentam no idioma nativo e, no caso do segundo artigo, também em inglês, língua do periódico no qual será publicado.

II. JUSTIFICATIVA

O número de adolescentes e adultos envolvidos em práticas de atividades físicas vem aumentando, consumidores em potencial dos suplementos nutricionais, colocados à venda em número sempre crescente, com base em alegações aparentemente benéficas: aumento da massa muscular, queima da gordura corporal, melhoria da performance, etc.

Não obstante a adição de suplementos nutricionais protéicos à dieta daqueles que fazer exercícios físicos, adolescentes e adultos, constituir atualmente um procedimento largamente utilizado, são ainda escassas as informações acerca de vários aspectos envolvidos na adoção desta prática: eficácia do suplemento, adequação das dosagens, possíveis danos à saúde, dentre outros.

A falta de consenso e as controvérsias acerca dos possíveis benefícios decorrentes da ingestão de suplementos protéicos pelo praticante de exercício físico justificam a realização de pesquisas que possam contribuir para esclarecer aspectos ainda pouco discutidos e/ou elucidados.

Assim, considera-se relevante e pertinente estudar, em ratos jovens, os efeitos da ingestão de suplemento nutricional protéico e seu papel na prática de natação.

III. OBJETIVOS

GERAL

Investigar, em ratos jovens praticantes de exercício físico (natação), a influência da ingestão de alimentos nordestinos adicionados de suplemento protéico.

ESPECÍFICOS

- Estudar, em ratos jovens, os efeitos da ingestão de *Nutri Whey Protein*
- Detectar a possível ocorrência de modificações na composição corporal dos animais
- Identificar os efeitos metabólicos desencadeados pela ingestão desse suplemento
- Comparar as proporções do suplemento *Nutri Whey Protein* a serem adicionadas à mistura alimentar.

IV. REVISÃO DA LITERATURA

Trabalho enviado para a Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, em 30/05/2007.

Encontra-se na segunda revisão (27/12/07), aguardando aceitação para a publicação.

SUPLEMENTAÇÃO NUTRICIONAL PARA MELHORAR A MASSA MAGRA DE PRATICANTES DE EXERCÍCIO FÍSICO: O QUE É MAIS EFETIVO?

Luciana Gonçalves Wanderley^{1*}; Francisca Martins Bion²

¹Doutoranda em Nutrição pela Universidade Federal de Pernambuco, Nutricionista da Petrobras - Petróleo Brasileiro S.A.

²Doutora em Ciências dos Alimentos pela Universidade de São Paulo – USP, Professora Adjunta IV do Departamento de Nutrição, Centro de Ciências da Saúde – Universidade Federal de Pernambuco.

RESUMO

Objetivo: investigar os efeitos da suplementação nutricional na melhoria da composição corporal e suas implicações na saúde. **Metodologia:** revisão sistemática da literatura em periódicos especializados impressos e eletrônicos. **Resultados:** Peso e gordura corporal abaixo dos níveis mínimos acarretam distúrbios, como perda de massa muscular e óssea, aumento do risco de fadiga e disfunção sexual. Isto pode levar a conclusões equivocadas, de que é necessário consumir mais nutrientes do que o recomendado, e à busca de suplementos para ganho de massa muscular, ainda relativamente pouco estudados e com segurança de uso questionada. Dentre os suplementos destacam-se os nutricionais, como: minerais, aminoácidos e *whey protein*. **Conclusão:** é de suma importância, para praticantes de atividades físicas, a ingestão de uma alimentação adequada; sendo necessária a revisão do conceito de suplementos, como também alertar sobre os que apresentam risco ou ineficiência, devendo-se respeitar uma ingestão até 2,0g de proteína/kg de peso corporal por dia. É imprescindível a fiscalização, regulação da comercialização e publicidade dos suplementos pelo Ministério da Saúde.

Unitermos: *whey protein*, suplementação, suplementos protéicos, proteínas, atividade física.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem se acentuado o interesse pelos estudos sobre a nutrição adequada à prática desportiva, ressaltando a importância da alimentação e do exercício físico na manutenção de níveis adequados de saúde física e psíquica. Concomitantemente, as modificações sociais decorrentes da expansão dos meios de comunicação têm enfatizado o culto à forma física, à boa aparência, à preservação da saúde, o que contribui para um maior interesse e atenção acerca do assunto (WOLFE, 2000; IRIART; ANDRADE, 2002; CARVALHO *et al.*, 2003).

Segundo o *American College of Sports Medicine* (2000), a dieta consumida pelos praticantes de exercício físico reflete diretamente na saúde, no peso e na composição corporal. Peso e gordura corporal abaixo dos níveis mínimos adequados levam a distúrbios de saúde, além da perda de massa muscular, diminuição da densidade óssea, aumento do risco de fadiga e disfunção sexual. É assim evidente que a adequação das necessidades energéticas constitui uma prioridade nutricional importante para os que praticam exercícios físicos.

No entanto, esta afirmação pode levar a conclusões equivocadas, por parte de leigos, como, por exemplo, que é necessário consumir mais nutrientes do que o recomendado, fato confirmado pela tendência cada vez mais comum, dentre os praticantes de exercício físico, de utilizar substâncias ou nutrientes, os chamados “suplementos ou auxílios ergogênicos”, com o objetivo de “reforçar as condições orgânicas, melhorar a forma física e, conseqüentemente, a performance” (BURKE; READ, 1993; GOMES; TIRAPEGUI, 2000; MENDES; TIRAPEGUI, 2002; CARVALHO *et al.*, 2003; DUARTE *et al.*, 2007).

Dentre os suplementos nutricionais, apenas as vitaminas e os minerais são considerados controlados (CLARKSON; COLEMAN; ROSEMBLOOM, 2002). Quanto aos suplementos protéicos, quando utilizados conforme a indicação do fabricante são aparentemente seguros,

faltando esclarecer aspectos relativos ao uso de Aminoácidos de Cadeia Ramificada (BCAA) (ROGERO; TIRAPEGUI, 2007) e do *whey protein*, que vêm sendo destacados como compostos importantes no ganho de massa magra (TIPTON *et al.*, 1999; SHIMOMURA *et al.*, 2004; GLEESON, 2005; SHIMOMURA *et al.*, 2006).

Este trabalho apresenta uma revisão sistemática abordando a evolução dos conhecimentos sobre o tema, adotando a metodologia de busca documental no Pubmed, Bireme: Medline, Lilacs, Scielo; Periódicos Capes e periódicos físicos nas bibliotecas especializadas, com o objetivo de elucidar dúvidas, facilitar a tomada de decisões por parte do nutricionista e subsidiar informações àqueles que buscam conhecer o assunto.

SUPLEMENTO NUTRICIONAL

Entende-se por suplemento nutricional os produtos destinados a suplementar a dieta com a finalidade de melhorar a saúde, os quais não se apresentam como alimentos convencionais e não constituem um só item dessa dieta. São considerados suplementos nutricionais: as vitaminas, os minerais, os aminoácidos, as proteínas, bem como ervas ou outros vegetais (HALTED, 2000). São comercializados sob forma de pílulas, cápsulas, tabletes, pós ou líquidos rotulados como “suplementos dietéticos” (DSHEA, 1994). Nos Estados Unidos, além dos produtos descritos, são considerados e comercializados como suplementos nutricionais: drogas novas aprovadas, antibióticos ou produtos biológicos licenciados e medicamentos antes da aprovação (DSHEA, 1994).

Estes produtos são difíceis de classificar, por não haver uniformidade quanto ao fator em que se deve basear esta classificação. Alguns os classificam considerando seu principal nutriente

(carboidratos, proteínas, multivitamínicos, etc.) (BUCCI, 1994); outros, de acordo com a função exercida (repositores energéticos, anticatabólicos, etc.) (GRAHAN; RUSH; VAN SOEREN, 1994).

Burke e Read (1993) propõem uma divisão em duas grandes categorias: suplementos dietéticos e auxílios ergogênicos. No primeiro caso, o composto deve conter os nutrientes em quantidades similares às aquelas encontradas nos alimentos e atender as recomendações diárias. Portanto, deve complementar a dieta, para satisfazer as necessidades fisiológicas e nutricionais decorrentes da prática do exercício, podendo ou não melhorar a performance. Ainda deve ser de fácil ingestão, particularmente durante a prática de exercícios ou durante as competições.

No grupo de auxílios ergogênicos estão incluídos os produtos que melhoram a performance e não são enquadrados como suplementos (BURKE; READ, 1993).

No Brasil, a Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, através da portaria nº 222, de 24 de março de 1998, classifica esses produtos como: repositores eletrolíticos, alimentos protéicos, alimentos compensadores, entre outros; no entanto, não especifica claramente suas funções (BRASIL, 1998).

O uso de suplementos é altamente disseminado na população em geral, atingindo cerca de 35 a 40% (DUARTE *et al.*, 2007). Entretanto, Maughan e Burke (2004) afirmam que aproximadamente 50% dos atletas consomem suplementos, fato que se intensifica em relação ao fisiculturismo, em que os praticantes, em sua quase totalidade, os utilizam. Foram catalogados 624 diferentes produtos, destinados unicamente ao consumo de fisiculturistas (GRUNEWALD; BALLEY, 1993).

Muito contribui para o aumento deste consumo o fato de que, “diariamente, novos produtos são colocados no mercado, com uma nova promessa de aumentar a massa muscular,

queimar o excesso de gordura corporal ou aumentar o desempenho” (CLARKSON; COLEMAN; ROSEMBLOOM, 2002). Contribuem também para este aumento do consumo a ausência de recomendações nutricionais específicas para pessoas que praticam exercícios (BURKE; READ, 1993; CARVALHO *et al.*, 2003), bem como a motivação individual para melhorar a performance em treinamento ou competição (BURKE; GOLLAN; READ, 1991; CARVALHO *et al.*, 2003), característica também observada em indivíduos não atletas (SHORT, 1994; CARVALHO *et al.*, 2003), assim como a pressão do grupo social, independente de o indivíduo ser atleta ou não (BURKE; READ, 1993; APPELATE; GRIVETTI, 1997).

Do mesmo modo, a crescente valorização do físico, enfatizada pelos meios de comunicação de massa, indicando como modelo ideal de corpo e de masculinidade aquele inflado de músculos, pode estar contribuindo para que um número crescente de jovens consuma mais suplementos nutricionais ou de outro tipo, na intenção de rapidamente desenvolver a massa muscular e alcançar o “corpo ideal”, sem considerar os efeitos colaterais que esta prática pode acarretar (WOLFE, 2000; IRIART; ANDRADE; 2002; CARVALHO *et al.*, 2003; DUARTE *et al.*, 2007). Vale ressaltar que esta prática acarreta um grande risco, decorrente da ingestão de doses extremamente elevadas, ultrapassando as necessidades dietéticas normais, conforme as evidências demonstram em relação a boa parte dos desportistas (BURKE; READ, 1993; BURKE; DESBOROW; MINEHAN, 2000; CARVALHO *et al.*, 2003; DUARTE *et al.*, 2007).

Têm assumido grande destaque no consumo de suplementos nutricionais os aminoácidos e isolados protéicos (*whey protein*), que constituem um outro tipo de suplementação com posição de destaque no marketing da nutrição esportiva, devido à qualidade de seus constituintes.

Estudos recentes demonstraram a capacidade dos isolados protéicos ou misturas de aminoácidos com composição semelhante à do *whey protein* em desenvolver um corpo saudável

(CROSS; GILL, 2000; SHAH, 2000), síntese protéica muscular, melhor perfil de lipídios plasmáticos (ALJAWAD; FRYER; FRYER, 1991), entre outros efeitos benéficos (HÁ; ZEMEL, 2003).

Na análise relativa à utilização de um suplemento, alguns aspectos devem ser considerados: quantidade a ser ingerida, horário de administração, finalidade e segurança para a saúde (MAUGHAN; BURKE, 2004). Como os suplementos são muito variados e pouco controlados, faz-se necessário considerar outros fatores para garantir mais segurança no que concerne à escolha daqueles que vão ser ingeridos. A Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte determina que um suplemento só pode ser considerado de uso seguro se atender os seguintes requisitos: nenhum de seus ingredientes apresentar risco significativo ou razoável de provocar doença ou lesão sob as condições-padrão de uso; seus ingredientes não constituírem perigo, em se tratando de uso esporádico, quando não há registro a este respeito, no rótulo; não conter nenhum novo ingrediente para o qual não exista informação suficiente, garantindo sua segurança; ser liberado, pelo órgão responsável, como produto que não representa risco para a saúde pública (CARVALHO *et al.*, 2003).

PROPOSTAS DE DISTRIBUIÇÃO PROTÉICA

As controvérsias sobre a recomendação protéica adequada para indivíduos fisicamente ativos ainda são numerosas (BURKE; READ, 1993; CARVALHO *et al.*, 2003). Diversos estudos sugerem faixas variadas de consumo de proteínas, enquanto outros enfatizam as implicações, para a saúde, decorrentes do consumo em excesso (LEMON, 1991; LEMON *et al.*, 1992; WOLFE, 2000; HÁ; ZEMEL, 2003; PHILLIPS, 2004; TARNOPOLSKY, 2004).

Recente revisão sobre requerimentos protéicos e suplementação em esportes de endurance ou de resistência menciona que, nos atletas, há uma otimização do metabolismo protéico (PHILLIPS, 2004), sendo apenas necessário manter o aporte protéico recomendado para indivíduos normais, 12 a 15% da energia diária (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2000), ao invés de aumentar a ingestão, ultrapassando a recomendação.

O *American College of Sports Medicine, a American Dietetic Association e a Dietitians of Canada* (2000) recomendam a ingestão de 1,2 a 1,4g/kg de peso corporal, por dia, para atletas de endurance, com o que concordam alguns autores (GONTZEN; ZUTZECI; DUMITRACHE, 1974; LEMON, 1991); e 1,6 a 1,7g/kg de peso corporal, por dia, para atletas de resistência, conforme afirmam alguns estudiosos (FERN; BEILINSKI; SCHULTZ, 1991; LEMON *et al.*, 1992). Esta ingestão pode atingir até 2,0g/kg peso corporal/dia, sem riscos à saúde (LEMON, 1997).

A Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte recomenda 1,2 a 1,6g/kg de peso corporal, por dia, para atletas de endurance, e 1,4 a 1,8 g/kg de peso corporal, por dia, para atletas de resistência (CARVALHO *et al.*, 2003).

Tarnopolsky *et al.* (1992) demonstraram, em indivíduos submetidos a treinamento de resistência, aumento da síntese protéica com um consumo de proteína na proporção de 1,4g/kg/dia, sendo que o consumo anterior era de 0,9g/kg/dia. Numa segunda etapa, o aumento desta ingestão, para 2,4g/kg/dia, não induziu ganho adicional de massa muscular. Reforçando, desta forma, a idéia de que a ingestão de proteínas, quando em excesso, não constitui fator determinante do ganho de massa muscular; contudo, pode ser um fator limitante quando oferecida em quantidades inadequadas ou como parte de uma dieta hipocalórica ou pobre em carboidratos.

É relevante salientar que não ocorrem patologias hepáticas ou renais quando o consumo

protéico é inferior a 2,0g/kg/dia (LEMON, 1991), nem o agravamento dessas patologias, quando já estão instaladas (MAUGHAN, BURKE, 2004). O fato pode ser explicado porque um consumo elevado de proteínas acarreta: maior consumo de colesterol e de gordura saturada, associado ao aumento da ingestão de produtos de origem animal; maior risco para o indivíduo com história familiar de problemas hepáticos ou renais; maior chance do aparecimento de gota; ingestão de uma dieta energeticamente desbalanceada.

O consumo de dietas com mais de 30% de proteínas pode provocar alterações no **pool** de aminoácidos plasmáticos, por meio de mecanismos de transaminação hepática, reduzindo a disponibilidade de alguns aminoácidos essenciais para a síntese protéica no músculo esquelético, comprometendo o trabalho de hipertrofia (GOLDSPINK; GARLICK; NCMURLAN, 1983; WADDEN *et al.*, 1983). Outro aspecto a observar é que a ingestão de proteínas por “atletas bem treinados” deve ser inferior a 2,8g/kg de peso corpóreo/dia, dependendo da necessidade específica. Ingestões superiores a esta recomendação podem ocasionar prejuízo aos rins (LEMON *et al.*, 1992; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2000; CLARKSON; COLEMAN; ROSEMBLOOM, 2002; TARNOPOLSKY, 2004).

SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS PARA GANHO DE MASSA MAGRA

Vários tipos de suplementos são oferecidos no mercado, para promover ganho de massa magra, como: minerais; creatina, ribose, aminoácidos e suplementos protéicos.

Em relação aos minerais, ainda não há comprovação, na literatura, sobre seus possíveis efeitos na composição corporal. Os trabalhos sobre o tema são escassos, muitas dúvidas ainda persistem. Lukaski (2004) afirma que a ingestão de cromo, sulfato de vanádio e boro exerce efeito

positivo no ganho de massa muscular, fato não observado por outros autores (JENNINGS *et al.*, 1997; KREIDER, 1999; VOLPE *et al.*, 2001). Tem-se dado destaque à ingestão de piruvato de cálcio, pela sua aparente capacidade de reduzir o peso e a gordura corporal, em indivíduos com sobrepeso, associada à musculação (KOH-BANERJU *et al.*, 2005) e ao exercício aeróbico (KALMAN, 1998; KALMAN *et al.*, 1999; HÁ; ZEMEL, 2003); a ingestão de 6g/dia promove um efeito positivo; no entanto, quando aumenta para 10g/dia ocorre elevação dos triglicerídeos e do LDL e diminuição do HDL (KOH-BANERJU *et al.*, 2005), sem que haja melhoria da composição corporal, podendo, assim, ocasionar danos à saúde; no caso do cromo, pesquisas revelam melhoria na composição corporal com o consumo de altas (200 a 400 µg/dia) ou baixas dosagens (17,8 µg/dia), concomitante ou não à prática de exercício físico (KAATS *et al.*, 1996; JENNINGS *et al.*, 1997; CAMPBELL *et al.*, 1999). Fato não corroborado por estudos mais recentes, como os de Baylis, Cameron-Smithe, Burke (2001) e Volpe *et al.* (2001), os quais evidenciaram que a melhoria na composição corporal foi decorrente da prática do exercício físico e não do consumo do suplemento.

Outra substância recentemente estudada para verificar sua ação na melhoria da composição corporal é a ribose (GAMMEREN; FALK; ANTONIO, 2002; KERKSICK *et al.*, 2005). Embora ainda sejam escassos os trabalhos sobre o tema, esta suplementação parece não ter efeito sobre a composição corporal. Falk *et al.* (2003) associaram ribose com creatina e glutamina, durante oito semanas de treinamento de resistência muscular em 28 homens, verificando um aumento significativo na força e resistência muscular, redução significativa no peso corporal em termos de massa magra, inclusive no grupo placebo. Vale ressaltar que a creatina promove aumento de massa magra (MENDES, 2002); contudo, há dúvidas se este efeito não seria apenas decorrente de uma maior retenção de água (CLARKSON; RAWSON, 1999; CLARKSON; COLEMAN;

ROSEMBLOOM, 2002; MENDES; TIRAPEGUI, 2002).

A proteína é, talvez, a suplementação mais utilizada, atualmente, por pessoas fisicamente ativas, para ganho de massa magra (APPLEGATE; GRIVETTI, 1997; DUARTE *et al.*, 2007). Está muito em voga a utilização de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) e do *whey protein*. (WOLFE, 2000; CLARKSON; COLEMAN; ROSEMBLOOM, 2002; HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006; SHIMOMURA *et al.*, 2006; ROGERO; TIRAPEGUI, 2007).

Este entendimento sobre a ação benéfica da suplementação com alguns aminoácidos suplementos parece justificável face à necessidade de maior consumo em situações de estresse metabólico, como acontece no exercício físico; no entanto, ainda é um assunto controverso. As modificações orgânicas após esforço agudo ou crônico podem ser moduladas pelo uso de aminoácidos específicos durante este período (DECOMBAZ, 2004; ROGERO; TIRAPEGUI, 2007).

Este efeito positivo na recuperação e no desenvolvimento muscular pressupõe a ocorrência concomitante de dois processos: síntese protéica, a partir de aminoácidos e, inversamente, diminuição da degradação de proteínas. No caso do aporte protéico, para otimizar seu efeito é necessário consumir carboidratos, o que garante um balanço energético positivo e uma síntese protéica mais eficiente e também potencializa um balanço nitrogenado positivo (WOLFE, 2000; HÁ; ZEMEL, 2003; DECOMBAZ, 2004; ROGERO; TIRAPEGUI, 2007).

Os BCAA (leucina, valina e isoleucina) são relevantes para a manutenção da proteína corporal; além de constituírem fontes de nitrogênio para a síntese de alanina e glutamina, regulam os processos anabólicos e têm efeitos terapêuticos, uma vez que podem atenuar a perda de massa magra durante a redução de peso corporal, favorecer o processo de cicatrização, melhorar o balanço protéico muscular em idosos e propiciar efeitos benéficos no tratamento de patologias

hepáticas e renais (ROGERO; TIRAPEGUI, 2007).

A utilização destes aminoácidos na nutrição esportiva baseia-se na premissa de que podem promover anabolismo protéico muscular, ao mesmo tempo em que diminuem o grau de lesão induzido pelo exercício físico e promovem o aumento ou manutenção do glicogênio hepático e muscular (GLEESON, 2005; SHIMOMURA *et al.*, 2006; ROGERO; TIRAPEGUI, 2007). Estudo divulgado em 2004 constatou que a suplementação de BCAA antes e após o exercício é efetiva na diminuição das demandas musculares induzidas pelo exercício e na promoção da síntese protéica (SHIMOMURA *et al.*, 2004). No entanto, outro estudo, em 2005, sobre a relação entre a atividade física e BCAA, não encontrou evidências científicas suficientes para garantir que esta suplementação tenha efeito anticatabólico, antes ou após o exercício, ou que possa levar a um reparo muscular, pós-exercício (GLEESON, 2005).

Os BCAA constituem 26% do *Whey protein*, um produto extraído normalmente do soro do leite durante o processo de fabricação do queijo, com alta qualidade protéica e boa proporção de aminoácidos de cadeia ramificada (SHIMOMURA *et al.*, 2006; ROGERO; TIRAPEGUI, 2007), também apresentam alto teor de cálcio e de peptídeos bioativos do soro (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006). Entre outras funções, promovem a regulação e a iniciação da síntese protéica muscular (WOLFE, 2000; HÁ; ZEMEL, 2003; SHIMOMURA *et al.*, 2006; ROGERO; TIRAPEGUI, 2007), a redução da gordura corporal, modulação da adiposidade, melhora do desempenho físico, apresentando ainda efeito hipotensivo, antioxidante e hipocolesterolêmico (HARAGUCHI; ABREU; PAULA, 2006).

A composição de aminoácidos do *whey protein* é semelhante, em quantidade e qualidade, à da célula muscular, e favorece uma rápida absorção intestinal de seus aminoácidos (CRIBB *et al.*, 2007), o que constitui um ponto positivo; no entanto, a concentração desses aminoácidos na

corrente sangüínea diminui rapidamente, podendo prejudicar a síntese protéica, diferentemente da caseína, cuja absorção é mais lenta (WOLFE, 2000; HÁ; ZEMEL, 2003).

Ressalta-se, ainda, que uma alimentação contendo *whey protein* provê um maior balanço pós-prandial de leucina e ganho líquido protéico, em homens jovens e idosos, quando comparado com uma alimentação com a mesma composição de nitrogênio, proveniente da caseína. Contudo, alguns estudos (COLKER *et al.*, 2000; ANDERSEN *et al.*, 2005; CRIBB, *et al.*, 2007) têm evidenciado maior ganho de força e/ou massa corporal magra com *whey protein*, quando comparados com grupos que receberam carboidratos ou caseína durante o treinamento com exercício de resistência. Cribb *et al.* (2007) afirmam que nenhum estudo verificou as adaptações do músculo esquelético à resposta do treinamento com exercício de resistência e suplementação com *whey protein*.

São poucos e controvertidos os estudos a respeito do *whey protein*, deixando claro o quanto é importante o aprofundamento das pesquisas neste campo, a fim de possibilitar, à população praticante de exercícios físicos, em diferentes faixas etárias, um consumo seguro, que não acarrete danos à saúde.

Na tabela I são especificadas algumas características acerca da utilização de suplementos protéicos e aminoácidos; verifica-se que os efeitos são diferentes, poder-se-ia considerar até mesmo controvertidos, conforme os autores, em relação ao tipo de exercício, tipo de suplemento, dosagem, forma e tempo de utilização. Os suplementos se apresentam sob distintas formas de administração, variando de pó (COLKER *et al.*, 2000; ANDERSEN *et al.*, 2005), barras (BROWN, 2004), até soluções (WILLIAMS *et al.*, 2001; TIPTON *et al.*, 2003), sem evidências consistentes de efetividade.

No caso da proteína, o *whey protein* tem efeito positivo sobre a composição corporal

quando consumido em barras; no entanto, a soja também apresentou o mesmo efeito (BROWN, 2004). Quando associado *whey protein* à BCAA, também melhorou a massa magra (COLKER *et al.*, 2000) e sua associação com carboidrato não apresentou melhor efeito (ANDERSEN *et al.*, 2005) que no seu uso exclusivo, em que já havia melhorado a hipertrofia muscular. Apesar do exercício predominante ser a musculação, este pode não ser efetivo no estímulo à rápida diminuição da gordura corporal, já que esta modificação da composição depende dos dois processos, aumento da proteína e diminuição da gordura corporal, podendo ser interessante sua associação com um trabalho aeróbico.

TABELA I: Características da utilização de aminoácidos e suplementos protéicos para a modificação da composição corporal, segundo alguns autores

Autores	Suplemento	Grupo estudado	Exercício	Dosagem	Forma de uso	Tempo de uso	Efeito
ANDERSEN <i>et al.</i> (2005)	Carboidrato e proteína	22 homens saudáveis/não atletas 23,2 ± 0,6 anos	Musculação 3 vezes/semana	Carboidrato (25g maltodextrina) e 25g proteína (16,6g <i>whey protein</i> , 2,8g caseína, clara de ovo e glutamina, cada)	Pó dissolvido em ½ litro de água, ingerido imediatamente após o treino	98 dias	Proteínas: ↑ função mecânica muscular ↑ hipertrofia muscular Carboidratos: = função mecânica muscular = hipertrofia muscular
BROWN <i>et al.</i> (2004)	<i>Whey Protein</i> e soja	27 homens universitários em treinamento de força 20,36 ± 0,34 anos	Musculação	33g por dia	3 barras/dia whey protein ou soja	56 dias	Ambos: ↑ massa magra Soja: ↑ antioxidante
COLKER <i>et al.</i> (2000)	Só <i>Whey Protein</i> ou associada a BCAA e glutamina	16 homens atletas adultos 33,1 ± 9,0 anos	Musculação 3 vezes/semana 1 hora /dia	40g de <i>whey protein</i> ou adicionada de 3g de BCAA e 5g de glutamina	Pó 1 vez ao dia	70 dias	<i>Whey Protein</i> só: = Composição corporal = performance Associado: ↑ composição corporal ↑ performance
TIPTON <i>et al.</i> (2003)	Aminoácidos essenciais e leite concentrado	3 homens 4 mulheres 26,7 ± 1,0 anos	Exercício de resistência	30 g/dia	2×15g de aminoácidos essenciais diluídos em 350ml de água, antes e após o treino	2 períodos de 24 horas: a) repouso, b) exercício e suplemento	↑ síntese protéica ↑ balanço da proteína muscular
WILLIAMS <i>et al.</i> (2001)	Aminoácido	6 homens 6 mulheres não treinados 19 a 41 anos	Musculação 5 dias/semana	Glicose: 0,8g/kg Aminoácidos: 0,2g/kg após o treino em dias alternados	17,1g glutamina, 11g leucina, 10,3g ácido aspártico	70 dias	↓ força muscular
CRIBB, <i>et al.</i> (2007)	whey protein creatina e carboidrato	33 homens fisticuluristas	Exercício de resistência 1 hora/dia	4 grupos: • whey protein, • creatina e whey protein • creatina e carboidrato • só carboidrato	1,5g/kg/dia de cada suplementação para cada grupo	77 dias	↑ força ↑ hipertrofia nos grupos nos 3 primeiros grupos

Legenda: = permaneceu, ↓ diminuiu, ↑ aumentou

É unânime, atualmente, entre os especialistas em nutrição de indivíduos fisicamente ativos ou atletas, que a necessidade de maior aporte de nutrientes pode ser suprida pela ingestão de dieta equilibrada, sem suplementação. Esta deve ser indicada apenas para aqueles que não conseguem ingerir a quantidade suficiente de nutrientes ou sua alimentação não os contenha, não conseguindo, assim, suprir suas necessidades. Isto é válido tanto para exercícios de resistência quanto de endurance, cujos praticantes necessitam de um aporte nutricional adequado. A ingestão insuficiente de energia e/ou carboidratos implica em consumo de massa muscular (BIGARD, 1996; DECOMBAZ, 2004; PHILLIPS, 2004; TARNOPOLSKY, 2004; ANDERSEN *et al.*, 2005).

Ao utilizar um suplemento nutricional é necessário observar a forma sob a qual a proteína se apresenta, de que depende o tempo ou período para ser digerida, degradada, hidrolisada, absorvida, e posteriormente transportada e utilizada pelas células.

A digestão de proteínas de “rápida absorção” (*whey protein*) não é necessariamente superior à de outro tipo considerada de “absorção lenta”, como a caseína (BOIRIE *et al.*, 1997). Os autores observaram que, mesmo com a absorção mais rápida dos aminoácidos da *whey protein*, seu nível no plasma permaneceu elevado por curtos períodos, fato que pode ser questionado, considerando que o estudo foi feito em indivíduos submetidos a jejum 10 horas antes do experimento (BOIRIE *et al.*, 1997).

Foi também observado que a concentração de aminoácidos sangüíneos e intracelulares influi no aumento da síntese protéica (BOHÉ *et al.*, 2003), achado que explica o comportamento do *whey protein* no estudo referido (BOIRIE *et al.*, 1997).

No caso de treinamento regular de resistência, a necessidade crescente de proteínas

decorre da aquisição de maior massa muscular. Neste sentido, considerando a quantidade de aminoácidos como fator limitante do processo de síntese protéica, entende-se por que o suprimento inadequado desses nutrientes pode comprometer o crescimento muscular. No entanto, a ingestão de proteínas está, na maioria das vezes, superdimensionada, podendo atingir valores da ordem de 4,0-6,2g/kg/dia (MAUGHAN; BURKE, 2004), aparentemente um absurdo, uma vez que não há necessidade de consumir esta quantidade exorbitante (BIGARD, 1996; LEMON, 1997 AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2000; PHILLIPS, 2004; TARNOPOLSKY, 2004).

CONCLUSÕES

A ingestão de uma alimentação adequada por indivíduos praticantes de atividades físicas, atletas ou não, é condição **sine qua non** para a saúde. Os dados coletados neste trabalho comprovam os acertos de renomadas organizações, que recomendam uma seleção apropriada de alimentos e líquidos, bem como a escolha correta de suplementos, só quando necessários, para manter uma saúde perfeita e um ótimo desempenho.

Na análise relativa à utilização de um suplemento, alguns aspectos devem ser considerados: quantidade a ser ingerida, horário de administração, condições específicas do exercício que se quer otimizar e segurança para a saúde. E, ainda, como os suplementos são muito variados e pouco controlados, faz-se necessário considerar outros fatores, como biodisponibilidade e interação entre nutrientes, para garantir mais segurança no que concerne à escolha daqueles que vão ser ingeridos.

Há necessidade de proceder a uma revisão do conceito e classificação dos suplementos

nutricionais, a fim de garantir sua qualidade e adequação ao que se propõem. É oportuno alertar que alguns destes produtos têm princípios ativos contrários aos nutrientes presentes em sua composição e apresentam limitados ou nenhum efeito fisiológico.

O Ministério da Saúde deve exercer uma efetiva fiscalização dos suplementos oferecidos no mercado, bem como regular sua comercialização e publicidade.

Devido à necessidade de um maior aporte de nutrientes por parte de indivíduos fisicamente ativos, de modo a não prejudicar a saúde dos que fazem uso de suplementação, principalmente quando é proveniente de proteínas, deve-se respeitar uma ingestão de 1,2 a 2,0g de proteína por kg de peso corporal por dia. É importante ressaltar que a suplementação deverá completar a ingestão diária apenas quando o consumo de alimentos convencionais não for suficiente para atingir as necessidades nutricionais.

ABSTRACT

SUPPLEMENTATION FOR THE LEAN MASS AMELIORATION IN PHYSICAL EXERCISE PRACTITIONERS: WHICH ONE IS MORE EFFECTIVE?

Purpose: to investigate the nutritional supplementation effects in the amelioration of the body composition and its implications on health. **Methodology:** systematic literary review of specialized printed and electronic periodicals. **Results:** Body weight and body fat below minimum levels leading to disorders, such as the loss of bone mass and muscular mass and the increase in fatigue risk and sexual dysfunction. This may lead to wrong conclusions that it is necessary to consume more nutrients than those recommended and the search for supplements in order to gain muscle mass, still relatively little studied, and with its safety of use being questioned. Among the supplements, we can point out the nutritional ones, such as minerals, amino acids and whey protein. **Conclusion:** it is extremely important for those who practice physical activities the ingestion of an adequate diet, being necessary to review the concept of supplements, as well as to warn of those which present some risk or inefficiency, should a daily ingestion of up to 2,0g of protein/kg be regarded for the body weight. The inspection, trade regulation and advertising of such supplements from the Health Department is essential. As well as the work of a nutritionist in the prescription and follow-up of its use.

Keywords: whey protein, supplementation, protein supplements, proteins, physical activity.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALJAWAD, N.S.; FRYER, E.B.; FRYER, H.C. Effects of casein, soy, and whey proteins and amino acid supplementation on cholesterol metabolism in rats. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Oxford, v.2, p.150-155, 1991.
2. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. American Dietetic Association and Dietitians of Canada. Position of the nutrition and athletic performance. **Journal of the American Dietetic Association**, Philadelphia, v.100, p.1543-1556, 2000.
3. ANDERSEN, L.L.; TUFEKOVIC, G.; ZEBIS, M.K.; CRAMERI, R.M.; VERLAAN, G.; KJAER, M.; et al. The effect of resistance training combined with timed ingestion of protein on muscle strength. **Metabolism: Clinical and Experimental**, Amsterdam, v.54, p.151-156, 2005.
4. APPLGATE, E.A.; GRIVETTI, L.E. Search for the competitive edge: a history of dietary fads and supplements. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.127, p.S869-873, 1997.
5. BAYLIS, A.; CAMERON-SMITH, D.; BURKE, L.M. Inadvertent doping thought supplement use by athletes: assessment and management of the risk in Australia. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Flórida, v.11, p.365-383, 2001.
6. BIGARD, A.X. Apport en proteins et masse musculaire. **Science and Sports**, Amsterdam, v.11, p.195-204, 1996.
7. BOHÉ, J.; LOW, A.; WOLFE, R.R.; RENNIE, M.J. Human muscle protein synthesis is modulated by extra cellular, not intramuscular amino acid availability: a dose-response

- study. **The Journal of Physiology**, Oxford, v.552, n.1, p.315-324, 2003.
8. BOIRIE, Y.; DANGIN, M.; GACHON, P.; VASSON, M.; MAUBOIS, J.; BEAUFRÈRE, B. Slow and fast dietary proteins differently modulate of postprandial protein accretion. **Proceedings of the National Academy of Science**, Londres, v.94, p.14930-14935, 1997.
 9. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria no 222, de 24 de março de 1998. **Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de alimentos para praticantes de atividade física**. Brasília, 1998.
 10. BROWN, E.C.; DISILVESTRO, R.A.; BABAKNIA, A.; DEVOR, S.T. Soy versus whey protein bars: effects on exercise training impact on lean body mass and antioxidant status. **Nutrition Journal**, v.3, p.22-26, 2004. Disponível em:
<http://nutritionj.com/content/3/1/22> Acesso em: 10 de jan 2006.
 11. BUCCI, L.R. Nutritional ergogenic aids. In: WOLINSKY, I.; HICKSON Jr., J.F. (Eds.) **Nutrition in Exercise and Sport**. Boca Raton: CRC Press, 1994. v.1, p. 295.
 12. BURKE, L.M.; GOLLAN, R.A.; READ, R.S.D. Dietary intakes and food groups of elite Australian male athletes. **International Journal of Sport Nutrition**, Champaign, v.1, n.4, p.378-394, 1991.
 13. BURKE, L.M.; READ, R.S.D. Dietary supplements in sports. **Sports Medicine**, Ipswich, v.15, p.43-65, 1993.
 14. BURKE, L.M.; DESBOROW, B.E.; MINEHAN, M. Dietary supplements and nutritional ergogenic aids In: BURKE, L.; SYDNEY, D. (Ed.) **Clinical sports nutrition**. 2th ed. New York: McGraw-Hill, 2000. p.455-528.

15. CAMPBELL, W.W.; JOSEPH, L.J.O.; DAVEY, S.L.; CYR-CAMPBELL, D.; ANDERSON, R.A.; EVANS, W.J. Effects of resistance training and chromium picolinate on body composition and skeletal muscle in older men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.86, n.1, p.29-39, 1999.
16. CARVALHO, T.; RODRIGUES, T.; MEYER, F.; LANCHETA JR. A.H.; DE ROSE, E.H. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v.9, n.2, p.1-13, 2003.
17. CLARKSON, P.; COLEMAN, E.; ROSEMBLOOM, C. Risk dietary supplements. **Sports and Sciences Exch. Roundtable 48**. v.13 n.2, 2002. Disponível em: <http://www.gssiweb.com/reflib/refs/568> Acesso em: 10 jan. 2006.
18. CLARKSON, P.M.; RAWSON, E.S. Nutritional supplements to increase muscle mass. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v.39, n.4, p.317-328, 1999.
19. COLKER, C.M.; SWAIN, M.A.; FABRUCINI, B.; SHI, Q.; KALMAN, D.S. Effects of supplemental protein on body composition and muscular strength in healthy athletic male adults. **Current Therapeutic Research**, Bridgewater, v.61, n.1, p.19-28, 2000.
20. CRIBB, P.J.; WILLIAMS, A.D.; STATHIS, C.G.; CAREY, M.F.; HAYES, A. Effects of whey isolate, creatine, and resistance training on muscle hypertrophy. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Indianapolis, v.39, n.2, p.298-307, 2007.
21. CROSS, M.L.; GILL, H.S. Immunomodulatory properties of milk. **British Journal of Nutrition**, Londres, v.84, p.S81-89, 2000.
22. DECOMBAZ, J. Protéines et acides aminés dans la récupération post-effort. **Science and**

- Sports**, Amsterdam, v.19, p.228-233, 2004.
23. DSHEA. **Dietary supplements health and education act of 1994**. Public Law 103-417, 25. October 1994. Codified at 42 USC 287C-11.
24. DUARTE, P.S.F.; ZANINELO, M.O.; PELIZER, L.H.; SANTOS, C.M.; NEIVA, C.M. Aspectos gerais e indicadores estatísticos sobre consumo de suplementos nutricionais em academias de ginástica. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, v.15, n.82, p.27-31, 2007.
25. FALK, D.J.; HEELAN, K.A.; THYFAULT, J.P.; KOCH, A.J. Effects of effervescent creatine, ribose, and glutame supplementation on muscular strength, muscular endurance, and body composition. **The Journal Strength Conditioning Research**, Storrs, v.17, n.4, p.818-826, 2003.
26. FERN, E.B.; BIELINSKI, R.N.; SCHULTZ, Y. Effects of exaggerated amino acid and protein supply in man. **Experimentia**, v.47, n.2, p.168-172, 1991.
27. GAMMEREN, D.V.; FALK, D.; ANTONIO, J. The effects of four weeks of ribose supplementation on body composition and exercise performance in healthy, young, male recreational bodybuilders: a double-blind, placebo-controlled trial. **Current Therapeutic Research**, Bridgewater, v.68, n.8, p.486-495, 2002.
28. GLEESON, M. Interrelationship between physical activity and branched-chain amino acids. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.135, p.S1591-1595, 2005.
29. GOLDSPINK, D.F.; GARLICK, P.J.; NCMURLAN, M.A. Protein turnover measured in vivo and in vitro muscle undergoing compensatory growth and subsequent denervation atrophy. **Biochemical Journal**, La Jolla, v.210, n.1, p.89-98, 1983.
30. GOMES, M.R.; TIRAPEGUI, J. Relação de alguns suplementos nutricionais e o

- desempenho físico. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.50, n.4, p.317-329, 2000.
31. GONTZEN, I.; ZUTZESCU, P.; DUMITRACHE, S. The influence of muscular activity on the nitrogen balance and on the need of man for protein. **Nutrition Reports International**, v.10, p.35-43, 1974.
32. GRAHAN, T.E.; RUSH, J.W.; VAN SOEREN, M.H. Caffeine and exercise: metabolism and performance. **Canadian Journal of Applied Physiology**, Ottawa, v.19, n.2, p.111-138, 1994.
33. GRUNEWALD, K.K.; BALLEY, R.S. Commercially marketed supplements for bodybuilding athletes. **Sports Medicine**, Ipswich, v.15, p.90-103, 1993.
34. HÁ, E.; ZEMEL, M.B. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Oxford, v.14, p.251-258, 2003.
35. HARAGUCHII, F.K.; ABREU, W.C.; PAULA, H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. **Revista de Nutrição de Campinas**, Campinas, v.19, n.4, p. 479-488, 2006.
36. HALTED, C.H. Dietary supplements and the American Journal of Clinical Nutrition. **American Journal of Clinical Nutrition**, Philadelphia, v.71, p.399-400, 2000.
37. IRIART, J.; ANDRADE, T.M. Musculação, uso de esteróides anabolizantes e percepção de risco entre jovens fisiculturistas de um bairro popular de Salvador, Bahia, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.13, n.3, p.1379-1387, 2002.
38. JENNINGS, D.S.; BREVARD, P.B.; FLOHR, J.A.; GLOECKNER, J.W. Chromium

- Nicotinate Supplementation: Effect on body composition and strength in female collegiate athletes participating in off-season training. **Journal of American Dietetic Association**, Old Tappan, v.97, n.9, s.1, p.A65, 1997.
39. KAATS, G.R.; BLUM, K.; FISHER, J.A.; ADELMAN, J.A. Effects of chromium picolinate supplementation on body composition: a randomized, double-masked, placebo-controlled study. **Current Therapeutic Research**, Bridgewater, v.57, n.10, p.747-756, 1996.
 40. KALMAN, D.; COLKER, C.M.; STARK, R.; MINSCH, A.; WILETS, I.; ANTONIO, J. Effect of pyruvate supplementation on body composition and mood. **Current Therapeutic Research**, Bridgewater, v.59, n.11, p.793-802, 1998.
 41. KALMAN, D.; COLKER, C.M.; WOLETS, I.; ROUFS, J.B.; ANTONIO, J. The effects of pyruvate supplementation on body composition in overweight individuals. **Nutrition**, Syracuse, v.15, n.5, p.337-340, 1999.
 42. KERKSICK, C.; RASMUSSEN, C.; BOWDEN, R.; LEUTHOLTZ, B.; HARVEY, T.; EARNEST, C.; GREENWOOD, M.; ALMADA, A.; KREIDER, R. Effects of ribose supplementation prior to and during intense exercise on anaerobic capacity and metabolic markers. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Flórida, v.15, p.653-664, 2005.
 43. KOH-BANERJU, P.K.; FERREIRA, M.P.; GREENWOOD, M.; BOWDEN, R.G.; COWAN, P.N.; LMADA, A.L. *et al.* Effects of calcium pyruvate supplementation during training on body composition, exercise capacity, and metabolic responses to exercise. **Nutrition**, Syracuse, v.21, p. 312-319, 2005; Disponível em:

<http://www.elsevier.com/locate/nut> Acesso em: 10 jan. 2006.

44. KREIDER, R.B. Dietary supplements and promotion of muscle growth with resistance exercise. **Sports Medicine**, Ipswich, v.27, n.2, p.97-110, 1999
45. LEMON, P.W.R. Protein strengths acid needs of strength athlete. **Intenational Journal of Sport Nutrition**, Tallahassee, v.1, p.127-145, 1991.
46. LEMON P.W.R.; TARNOPOLSKY, A.; MACDOUGALL, J.D.; ATKINSON, S.A. Protein requirements, muscle mass/strength changes during intensive training in novice body builders. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.73, p.767-775, 1992.
47. LEMON, P.W.R. Influência da proteína alimentar e do total de energia ingerida no aumento de força muscular. **Sports Science Exchange**. Barrington, n.10, 1997.
Disponível em: <http://www.gssiweb.com> Acesso em: 10 jan, 2006.
48. LUKASKI, H.C. Vitamin and minerals status: effect on physical performance. **Nutrition**, Syracuse, v.20, p.632-644, 2004.
49. MAUGHAN, R.J.; BURKE, L.M. **Nutrição esportiva**. São Paulo: Artmed; 2004. 190p.
50. MENDES, R.M.; TIRAPEGUI, J. Creatina: o suplemento nutricional para a atividade física-Conceptos atuais. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.52, n.2, p.117-127, 2002.
51. PHILLIPS, S.M. Protein requirements and supplementation in strength sports. **Nutrition**, Syracuse, v.20, p.689-695, 2004.
52. ROGERO, M.M.; TIRAPEGUI, J. Aminoácidos de cadeia ramificada, balanço protéico muscular e exercício físico. **Nutrição em Pauta**, São Paulo, v.15, n.83, p.28-34, 2007.
53. SHAH, N.P. Effects of milk-derived bioactives: an overview. **British Journal of**

- Nutrition**, Londres, v.84, p.S3-10, 2000.
54. SHIMOMURA, Y.; MURAKAMI, T.; NAKAI, N.; NAGASAKI, M.; HARRIS, R.A.
Exercise promotes BCAA catabolism: effects of BCAA supplementation on skeletal muscle during exercise. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.134, p.S1583-1587, 2004.
55. SHIMOMURA, Y.; YAMAMOTO, Y.; BAJOTTO, G.; SATO, J.; MURAKAMI, T.; SHIMOMURA, M.; et al. Nutraceutical effects of branched-chain amino acids skeletal muscle. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.136, p.S529-532, 2006.
56. SHORT, S.H. Surveys of dietary intake and nutrition knowledge of athletes and their coaches. In: WOLINSKY, I.; HICKSON Jr., J.F. (Eds.). **Nutrition in exercise and sport**. Boca Raton: CRC Press, 1994. p.367-416.
57. TARNOPOLSKY, M.A. Protein requirements for endurance athletes. **Nutrition**, Syracuse, v.20, p.662-668, 2004.
58. TARNOPOLSKY, M.A.; ATKINSON, S.A.; MACDOUGALL, J.D.; PHILLIPS, A.C.S.; SCHWARCZ, H.P. Evolution of the protein requirements for trained strength athletes. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v.73, p.1986-1995, 1992.
59. TIPTON, K.D.; BORSHEIM, E.; WOLF, S.E.; SANFORD, A.P.; WOLFE, R.R. Acute response of net muscle protein balance reflects 24-h balance after exercise and amino acid ingestion. **American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism**, Bethesda, v.284, p.E76-89, 2003.
60. TIPTON, K.D.; GURKIN, B.E.; MATIN, S.; WOLFE, R.R. Nonessential amino acids are not necessary to stimulate net muscle protein synthesis in health volunteers. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Oxford, v.10, p.89-95, 1999.

61. VOLPE, S.L.; HUANG, H.; LARPADISORN, K.; LESSER, I.I. Effect of chromium supplementation and exercise on body composition, resting metabolic rate and selected biochemical parameters in moderately obese women following an exercise program. **Journal of the American College of Nutrition**, Clearwater, v.20, p.293-306, 2001.
62. WADDEN, T.A.; STUNKARD, A.J.; BROWNELL, K.D.; VAN ITALLIE, T.B. The Cambridge diet. More mayhem? **The Journal of the American Medical Association**, Chicago, v.250, p.2833-2834, 1983.
63. WILLIAMS, A.G.; VAN DEN OORD, M.; SHARMA, A.; JONES, D.A. Is glucose/amino acid supplementation after exercise an aid to strength training? **British Journal of Sports Medicine**, Londres, v.35, p.109-113, 2001.
64. WOLFE, R.R. Protein supplements and exercise. **American Journal of Clinical Nutrition**, Philadelphia, v.72, p.S551-557, 2000.

V. ARTIGO ORIGINAL

Trabalho enviado para o periódico *The Journal of Nutrition*, em 14/04/08.

Encontra-se na primeira submissão aguardando aceitação para publicação

SUPPLEMENTED WHEY PROTEIN IN REPLACEMENT TO PROTEIN FROM CONVENTIONAL FOOD FOR LEAN MASS GAIN AT DIFFERENT LEVELS OF PHYSICAL ACTIVITY

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE

Luciana Gonçalves Wanderley¹; Francisca Martins Bion²⁻⁴; Edeones Tenório de França³; Artur Bibiano de Melo Filho⁴.

¹ PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S.A. – Shared Services – Safety, Environment and Health, Recife, PE.

²⁻⁴ Department of Nutrition - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.

Address for correspondence: Luciana Gonçalves Wanderley, Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição, Laboratório de Nutrição Experimental, Rua Professor Nelson Chaves, s/n, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, CEP 50670-901, Tel. (81) 21268470. E-mail: lugw@ufpe.br

ABSTRACT

The propose of this work was investigated the effectiveness of supplementation with Whey Protein for the improvement in body composition and affects on biochemical parameters. 108 rats were submitted to three diets: *standard* (17% protein); *supplemented with 5% and 10% whey protein* (22% total protein). Three exercise were used (sedentary, swimming, swimming with load), (n=12), animals swam for 30 minutes/day, five days/week for four weeks. They had been determined: weight gain, food intake, carcass fat, urea, creatinine, alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase. Interaction occurred between the diet and exercise, with a reduction in weight gain, which was lower in the groups exercised EL, EL5 and EL10. In the groups exercised E, E5 and E10, there was in increase in body fat, undergoing an influence only from the exercise; values were different from those in EL, EL5 and EL10, which were similar to the groups S, S5 and S10. Regarding urea, there was an interaction between diet and exercise, with the highest values in EL5 and EL10. Creatinine increased in the two supplemented diets regardless of the exercise intensity; this increase was highest in EL, EL5 and EL10. AST and ALT increased in EL, EL5 and EL10, with the highest values using the 10% supplementation. In conclusion: Whey protein had little effect on the improvement of body composition and is contraindicated for sedentary individuals. Regarding the biochemical variables, both supplementation and exercise may have led to an imbalance in the metabolism, which could be harmful to health.

INTRODUCTION

The close relationship between eating habits, physical activity and health is well known. “Weight and body fat below the minimum adequate levels lead to health disorders related to the insufficient intake of energy and nutrients. Besides loss in muscle mass, a low intake of nutrients can cause a reduction in bone density, an increase risk of fatigue and sexual dysfunction as well as other health

problems. It is therefore evident that adequateness of energy needs is an important nutritional priority for those who practice physical exercise” (1). This statement may lead to erroneous conclusions on the part of lay persons, such as the idea that, with regular exercise, there is a need to consume more nutrients than normally recommended (2-5). This notion receives greater value when aligned with the striving for the perfect esthetics and a body bulging with muscles. This is observed in the increasingly common tendency among practitioners of physical exercise to use “supplements” with the aim of “reinforcing organic conditions, improving the physical form and, consequently, improving performance” (2-6).

However, scientific data on supplements are scarce and a large number of questions remain regarding the safety of their use (4,7). Only minerals and vitamins are considered safe, whereas protein supplements may trigger health problems if consumed in dosages above the recommended amounts. Such protein supplements are produced from the most diverse sources, all with a good balance of essential amino acids, such as soy, eggs and whey protein, which is a compound removed from milk serum in the manufacturing of cheese (8). Whey protein, in particular, is an ideal source for muscle building, as its protein is rapidly digested and absorbed, resulting in a rapid increase in amino acids in the blood and a high concentration of branched chain amino acids (BCAA) and glutamine (9, 10). Whey has been used in the clinical treatment of diseases such as cancer, acquired immune deficiency syndrome (Aids), hepatitis B, cardiovascular disease and osteoporosis. It has also been used as an antimicrobial agent. These varied cases are due to its antioxidant, anti-hypertensive, anti-tumor, antiviral, antibacterial and lipid-lowering action (9). In sports nutrition, whey protein stands out for promoting benefits in performance and body composition (11-13).

Another relevant point brought up in the specialized literature refers to the composition of the

supplement in relation to both the amount of protein and the presence of other nutrients, such as carbohydrates, as well as the amount of energy ingested. Together, these factors have a direct influence over lean mass gain, promoting an increase in protein synthesis and a reduction in its catabolism (12, 14).

The aim of the present study was to assess the effectiveness of supplementation with “Nutri Whey Protein®” in the improvement of body composition and biochemical parameters in animal models.

MATERIALS AND METHODS

Animals and experimental protocol

One hundred eight (108) male mice from the wistar lineage (*Rattus norvegicus*, *albinos variety*), aged 60 days, mean weight 283 ± 25 g, from the colony belonging to the Department of Nutrition of the Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) were randomly distributed (Figure 1) and maintained in individual cages under standard lighting conditions (12 h light/12 h darkness), temperature (22° C) and humidity (65%) (15). The animals were divided into nine groups (n=12/group): 1) S, sedentary-standard diet; 2) E, exercised-standard diet; 3) EL, exercised with load-standard diet; 4) S-5, sedentary-diet supplemented with 5% whey protein; 5) E-5, exercised-diet supplemented with 5% whey protein; 6) EL-5, exercised with load-diet supplemented with 5% whey protein; 7) S-10, sedentary-diet supplemented with 10% whey protein; 8) E-10, exercised-diet supplemented with 10% whey protein; and 9) EL-10, exercised with load-diet supplemented with 10% whey protein. All groups received water and chow *ad libitum* for four weeks. The animals were treated in compliance with the ethical principles of the Brazilian College of Animal Experimentation (Cobea). The project received approval from the Ethics Committee on Animal Experimentation (Ceea – UFPE) under process nº 23076.002385/2008-27.

Diets

The experimental design following that established for the AIN-93G diet (16) in a balanced, normal protein form (17%). Table 1 displays the composition of the diets. Chicken and Nutri whey protein® were used as the protein sources. The standard diet was made up of basic foods of northeastern Brazil, obtained in the local market, using varieties with the lowest prices: common bean (*Phaseolus vulgaris L.*), common cultivated rice (*Oryza sativa L.*), manioc flour (*Manihot esculenta Crantz*), chicken, and vegetable oil. The beans and chicken were cooked separately in water for a period of 40 to 60 minutes, dried in a kiln (60°C) for 24 hours and pulverized in a grinder (FLOOR GRID MILL-CHUO BOEKI KAISHA); the resulting products were sifted through a 60-mesh sieve, weighed and blended, thereby obtaining the meal that composed the chow.

The supplemented diets were composed of the same components as the standard diet, but with the addition of the protein supplement (Nutri Whey Protein®) in different proportions. The 5% whey protein diet received 5% more protein from the supplement, to reach an overall protein content of 22%. The 10% whey protein diet received 10% of the supplement – 5% used in substitution of the conventional protein (chicken) and 5% corresponding to the supplementations. Both supplemented diets were hyper-protein diets (22%), with normal lipidic and glycidic levels. Table 1 displays the chemical composition of the three diets.

Biological Methods

Body weight was determined weekly using an Ohaus brand scale with a capacity for 2610 g. Weight gain and food intake were calculated.

Chemical methods

The centesimal composition analysis of the diets was performed by the Laboratory of

Experimentation and Food Analysis of the UFPE in compliance with the methodology recommended by the Association of Official Analytical Chemists (17).

Biochemical Methods

After four weeks, the animals were submitted to deep anesthesia with ethylic ether until euthanasia and blood samples were removed through a heart puncture. Samples were centrifuged and the serum was separated for laboratory analysis of urea, creatinine, alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase. The samples were taken to the Laboratory of Clinical Analyses at the Pharmacy Department of the UFPE for analysis using the Labtest® commercial kit (Labtest Diagnósticos S.A.) and readings on a Coleman SP35-D spectrophotometer.

Serum parameters

In the urea analysis, the Bergmeyer enzymatic method was used (18). The colorimetric complexation reaction was used for the creatinine analysis (19). In the analyses of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase (AST and ALT, respectively), the Reitman and Frankel method was used (20).

Carcass fat

The percentage of carcass fat was determined using the Soxhlet extraction method (21). After the animals were sacrificed, evisceration was performed, preserving the fat; the carcass was weighed, frozen and shredded and one aliquot was removed.

Exercise protocol

The animals were submitted to swimming exercises for four weeks in 30-minute sessions, five days a week, with a two-day rest period between weeks. Exercises were performed in a collective tank kept at 30-32°C (22), always by the morning. In the first week, adaptation of the animals to the exercise was performed, consisting of swimming for 10 minutes on the first day, increased by five

minutes on each subsequent day and remaining at 30 minutes per day in the following weeks (Figure 1).

The rats exercised with load received a lead weight equivalent to 8% of their body weight, attached to the body with an elastic band (23). The weights were used throughout the adaptation and experimentation period.

Statistical analysis

All data were analyzed by the Statistical Analysis System program (SAS version 8). Two-way ANOVA was performed with treatment group, followed by the Tukey test for paired comparisons, with the level of significance set at $P < 0.05$ for all statistical tests. Values in the text are means $\pm$ SEM.

RESULTS

Food, protein and caloric intake

Analyzing the results of consumption (Table 2), all the groups ingested significantly more food, protein and calories ($p < 0.0001$) when compared to the sedentary-standard diet group (S), with the exception of the exercised-standard diet group (E). Both exercise and supplementation promoted a significant increase in food consumption ($p = 0.0350$), which was more pronounced in the groups exercised with load, regardless of the diet. There was a difference in protein and caloric intake with both supplemented diets when compared to the standard diet; this increase in consumption underwent a influence regardless of the type of diet or exercise ($p < 0.0001$), with no interaction between diet and exercise.

Weight curve, weight gain and carcass fat

The animals submitted to the experiment began with no significant differences in weight ($p = 0.9272$) (Figure 2). This changed after the first week of experimentation (adaptation period), in which the animals submitted to exercise without load (E, E5 and E10) differed significantly from the other groups ($p = 0.0014$) (but not between each other), presenting the lowest body weight; in the second week, these animals differed ($p < 0.0184$) only from the sedentary animals (S, S5 and S10); with no differences in the third week ($p = 0.5546$). By the end of the experiment, there was a change in weight among the animals exercised with load (EL, EL5 and EL10), which was significantly lower than the other groups ($p < 0.0010$), but not differing from each other.

Exercise with load caused less weight gain, which was even lower in the animals who consumed the standard diet (without supplementation) ($p < 0.0001$). There was a significant increase in weight gain in the supplemented sedentary groups, regardless of the type of supplementation ($p = 0.0025$).

An interaction occurred ($p = 0.0467$) between diet and exercise, leading to a reduction in weight

gain (Figure 3).

The groups exercised without load (E, E5 and E10) presented a significant gain in body fat values when compared to the S group, regardless of the diet consumed; there was an influence only from exercise ($p=0.0013$), but these groups differed from those exercised with load (EL, EL5 and EL10), regardless of the diet to which they were submitted. However, the fat percentages of the groups submitted to exercise with load (EL, EL5 and EL10) did not differ from the sedentary groups (S, S5 and S10), regardless of diet ($p=0.1395$) (Figure 3).

Serum parameters

The mice on supplemented diets and submitted to exercise with load (EL5 and EL10) exhibited a significant increase in the serum concentration of urea (U) ($p<0.0001$) (Table 3) when compared to the S group. A similar result occurred when the supplemented diets were analyzed separately. It was also observed that both exercise and diet had a significant influence on the increase of this parameter ($p<0.0001$).

Regarding creatinine (CR) (Table 3), the two supplemented diets (5% whey protein and 10% whey protein) promoted a significant increase in this metabolite, regardless of the intensity of the exercise ($p<0.0001$). In relation to the type of exercise, a significant increase was observed in the groups exercised with load (EL, EL5 and EL10) ($p<0.0001$), which did not differ from each another.

AST (Table 3) underwent a significant increase in the groups submitted to exercise with load (EL, EL5 and EL10) ($p<0.0001$), intensified by the supplementation of 10% whey protein. Therefore, an interaction occurred between exercise and diet, with repercussions for this parameter ($p<0.0001$).

Regarding ALT (Table 3), the behavior in relation to physical exercise was similar for the three

diets, with a significant increase in the groups exercised with load (EL, EL5 and EL10) when compared to the other groups ($p < 0.0001$). The diet supplemented with 10% whey protein promoted a significant increase in ALT when compared to the standard diet ($p = 0.0143$), regardless of the intensity of the exercise; there was no interaction between diet and exercise for this parameter ($p = 0.1004$).

DISCUSSION

Based on the experimental schema used, there was an initial adaptation to the exercise. In the EL groups, the load promoted an increase in exercise intensity, leading the animals to the point in which there is a greater concentration serum lactic acid (anaerobic state). This remained practically constant, causing minimal muscle breakdown and promoting the anaerobiosis characteristic of resistance exercise (steady state of lactate) (23).

After the third week, there was a reduction in body weight in the animals that practiced anaerobic exercises, which differs from findings described by Morifuji *et al.* (12). Furthermore, intense physical exercise (below the anaerobic threshold) reduced weight gain. This is similar to findings in another study by Morifuji *et al.* (24), in which the effect of two types of diet (20% casein and whey protein) was studied on mice submitted to an intensive, prolonged swimming exercise regimen for two weeks. The mice exhibited a reduction in lipogenic hepatic enzyme activity and an increase in body weight. However, based on the parameters investigated in the study, there was no increase in lean body mass, as might be expected (25).

There was an increase in weight gain in the supplemented animals that did not practice exercise, but no significant increase in lean mass. This indicates that, regardless of the form of supplementation, there was a greater accumulation of body fat, which is not desired (the ideal would be an increase in lean body mass). Therefore, the use of this type of product is

contraindicated for sedentary individuals. In the case of replacing chicken protein with whey protein, the behavior was similar, indicating that this type of replacement has little effect and is therefore not justified due to the higher cost of whey protein.

The mechanism by which physical exercise affects fat oxidation is complex and is influenced by the type of exercise (greater during running than cycling), intensity, the availability of energy substrates and the degree of organic adaptation. Multiple adaptations are induced by endurance training, resulting in an increase in lipid oxidation, with a higher rate of oxidation during intensive exercise from 59 to 64% $\text{VO}_{2\text{Max}}$ for trained individuals and 47 to 52% $\text{VO}_{2\text{Max}}$ for untrained individuals (mild to moderate intensity). Regarding available substrates, carbohydrate intake prior to or during exercise significantly reduces the fat oxidation rate. The ingestion of a diet rich in fat following exercise causes a reduction in oxidation rate as a result of the reduction in glycogen stocks and due to the degree of muscle adaptations (26).

There is a tendency toward a reduction in body weight in animals submitted to exercise with load. The continuation of the exercise for a longer period of time than that in the present study could favor a reduction in body fat, with the maintenance of lean mass. It appears that sedentary animals or those under a mild to moderate aerobic exercise regimen do not need supplementation, as the excess protein and greater efficiency of the metabolism lead to an accumulation of body fat (25). In the groups submitted to exercise with load (EL, EL5 and EL10), the supplement also promoted a greater accumulation of fat (10, 30 and 40%, respectively), but at a lower proportion than in the mild to moderate intensity aerobic exercise.

This type of supplementation in both sedentary individuals and practitioners of mild to moderate aerobic exercise promoted weight gain predominantly in the form of body fat, which was accentuated among the exercise groups. This may have occurred due to the practice of regular

exercise stimulating a greater efficiency in body metabolism, including muscle metabolism, rendering excess protein unnecessary for lean mass gain (25, 27). The same behavior of weight gain and percentage of body fat occurred in both supplementations. This indicates that, regardless of the type of protein, its excess promoted the increase, as the blend was modified with the proportion of supplement in the feeds, remaining at the same protein content (5% whey protein and 10% whey protein) and maintaining the proportions of nutrients and energy.

It appears that exercise alone promoted the increase in food intake, which provides a greater charge of nutrients and energy, thereby favoring protein anabolism. However, it is very important for consumption to occur in within 48h following exercise in order to ensure that there is a reduction in protein degradation and an increase in its synthesis (25, 27).

Tipton *et al.* studied the ingestion of intact proteins (casein and whey protein) following physical exercise to stimulate the synthesis of muscle protein in humans. Individuals were divided into three groups, consuming one of three drinks: placebo (n=7), 20 g of casein (n=7) and 20 g of whey protein (n=9); the exercise was leg extensions. The authors concluded that the intake of the proteins following exercise resulted in a similar muscle protein balance, in which the synthesis of muscle protein exhibited different patterns of response from the pool of serum amino acids (13). This type of conclusion was also drawn in a literature review by Rennie and Tipton in the year 2000 (25).

Another parameter analyzed was creatinine, which was directly affected by the supplementation, regardless of the content used. As expected due to the greater protein content, the supplemented diets promoted a greater consumption of protein as an energy source, indicating an excess of this type of nutrient. This was intensified in the groups exercised with load due to the greater muscle work. This may be the reason for the rise in serum creatinine (CR), which depends directly on

protein catabolism (28). This increase was also directly affected by the intensity of the exercise, as the increase in this metabolite only occurred in the animals submitted to exercise with load.

The supplemented mice submitted to exercise with load exhibited greater protein catabolism, thereby increasing the concentration of urea (U) in the blood. This indicates that both exercise and the greater protein intake promoted an increase in protein degradation and the use of amino acids as an energy source (25). With the recommended protein content, there was no significant increase in serum urea, regardless of the intensity of exercise. Analyzing supplementation regardless of content, there was a significant increase in the groups submitted to exercise with load, nearly tripling the concentration of urea. This can be explained by the fact the both physical exercise and a higher protein content promote an increase in the consumption of amino acids as an energy source, whether due to the greater availability or the intensity of the exercise (25). The fact that mild to moderate aerobic exercise with 5% supplement did not lead to a greater formation of urea may have occurred due to the use of chicken as the predominant protein source, despite the excess protein. This was different from the diet with 10% whey protein, which received double the supplement in replacement to chicken and possibly made available predominantly ureogenic amino acids, such as BCAAs (leucine, valine and isoleucine). These types of amino acids are important to the maintenance of body protein (29) They are also sources of nitrogen for the synthesis of alanine and glutamine; they regulate anabolic processes and have therapeutic and nutritional effects, as they can attenuate the loss of lean mass during body weight reduction and stimulate protein synthesis through leucine (29, 30). BCAAs supply 10 to 15% of the total energy spent in the final stage of prolonged, high-intensity exercise (31).

Aminotransferases (ALT and AST) – indicators of liver and muscle injuries – were also studied.

ALT is found in high concentrations only in the cytoplasm of the liver, which makes its increase in

the bloodstream a more specific indicator of liver damage. However, it can be increased in conjunction with AST in severe myopathies (muscle diseases). It should be pointed out that there is little information in the literature on the role of these enzymes when uniting protein supplementation and physical exercise. Furthermore, no articles were found using the experimental schema employed in the present study.

Exercise with load promoted an increase in AST, which was intensified by supplementation with 10% whey protein. This is indicative of muscle damage, as there was also an increase in ALT, even with no combined action of diet and exercise, modified separately for each of the variables studied. The highest values were in the animals submitted to the diet with 10% supplement, with the indication of strong transamination, possibly due to the greater availability of alanine from the supplement and not due to the amount of protein in the diet, as the 5% diet had the same protein content (22%). This may be explained by the greater formation of urea mentioned above, thereby influenced by the action of the type of pool of amino acids available from the diet consumed. Regarding the intensity of the exercise, only the animals submitted to exercise with load exhibited a significant increase in AST, indicating a greater use of protein as an energy source and thereby promoting greater transamination for neoglycogenesis (25).

According to Morifuji *et al.*, supplementation with BCAA reduces the consumption of hepatic glycogen during intense exercise, as a consequence of the reduction in the activity of the pyruvate dehydrogenase complex (24). This led the authors to suggest that the beneficial effects of whey protein on hepatic glycogen stocks are determined by its composition of amino acids. However, the mechanism involved in this behavior is not yet completely clarified. In the same study, the authors demonstrated that casein and whey protein caused significant increases in the levels of

various amino acids, especially alanine, as well as hepatic changes in alanine aminotransferase (ALT) activity. Transamination is the first step for the catabolism of amino acids and allows the carbon skeletons of the amino acids to be converted into oxaloacetate and subsequently into pyruvate to be used in the neoglycogenesis. As in the present study, the authors came to the conclusion that the BCAAs may have been converted into alanine in the muscle and then transported to the liver for conversion into pyruvate, however, reducing the need to metabolize hepatic glycogen and produce additional glucose. The authors also suggest that their study is in agreement with this sequence of reactions and whey protein, along with the increase in serum alanine levels, also increases the activity of hepatic alanine aminotransferase. This increase in ALT indicates changes in the glucogenolysis stemming from the alanine.

An increase in muscle mass is a normal response to physical training and may occur due to hypertrophy, hyperplasy or both, resulting from the increase in synthesis as well as the reduction in protein catabolism (25, 32).

The profile of amino acids in the serum proteins may favor muscle anabolism (8, 9). Furthermore, Há and Zemel stress that the amino acid profile of serum proteins is very similar to skeletal muscle proteins, providing nearly all the amino acids in a similar proportion and classifying them as an effective anabolic supplement (10). Burke *et al.* observed significant muscle mass gain in young adults supplemented with serum proteins and submitted to an exercise program with weights when compared to a non-supplemented group, thereby confirming the theory of the effect of serum proteins on muscle mass gain (33). However, this effect does not appear to have been shown under the conditions investigated in the present study.

CONCLUSIONS

The data analyzed allow the conclusion that whey protein had little effect over improving body

composition. It is suggested that sedentary individuals should not consume this type of supplement for lean mass gain, as it promoted an increase in body fat.

Regarding biochemical parameters, both supplementation and exercise alike may have promoted an imbalance in the metabolism, raising these parameters, which may be harmful to health and lead to a reduction in quality of life.

LITERATURE CITED

1. American College of Sports Medicine. American Dietetic Association and Dietitians of Canada. Position of the nutrition and athletic performance. J Amer Diet Assoc. 2000; 100: 1543-56.
2. Carvalho T, Rodrigues T, Meyer F, Lancha Jr AH, De Rose EH. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. Rev Bras Med Esp. 2003; 9(2): 1-13.
3. Burke LM, Read RSD. Dietary supplements in sports. Sports Med. 1993;15: 43.
4. Gomes MR, Tirapegui J. Relação de alguns suplementos nutricionais e o desempenho físico. Arch Latinoamer Nutr. 2000; 50(4): 317-29.
5. Mendes RM, Tirapegui J. Creatina: o suplemento nutricional para a atividade física—Conceitos atuais. Arch Latinoamer Nutr. 2002; 52(2, S2): 117-27.
6. Calfee R, Fadale P. Popular ergogenic drugs and supplements in young athletes. Pediatrics. 2006; 117(3):e577-89. Disponível em <http://www.pediatrics.org> Acessado em: 27/04/07.
7. Clarkson P, Coleman E, Rosebloom C. Risk dietary supplements. Sports Sci Exch Roundtable 48 2002; 13(2). Disponível em: <http://www.gssiweb.com/reflib/refs/568> Acessado em 10/04/05
8. Haraguchi FK, Abreu WC, De Paula H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades

- nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. Ver Nutr. 2006;19(4):479-88.
9. Marshall K. Therapeutic application of whey protein. *Alter Med Rev.* 2004; 9(2)136-56.
 10. Há E, Zemel MB. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *J Nutr Biochem.* 2003; 14: 251-8.
 11. Aoi W, Naito Y, Yoshikawa T. Exercise and functional foods. *Nut Journal.* 2006; 5:15-23.
Disponível em: <http://www.nutritionj.com/content/5/1/15>.
 12. Morifuji M, Sakai K, Sanbongi C, Sugiura K. Dietary whey protein downregulates fatty acid synthesis in the liver, but upregulates it in skeletal muscle of exercise-trained rats. *Nutrition.* 2005; 21:1052-8.

Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/nut> Acessado em 12/12/05.
 13. Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Wolf SE, Sanford AP, Wolfe RR. Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(12):2073-81.
 14. Borsheim E, Aarsland A, Wolfe RR. Effect of an amino acid, protein, and carbohydrate mixture on net muscle protein balance after resistance exercise. *Int J Nutri Exerc Metab.* 2004; 14:255-71.
 15. Merusse JLB, Lapichik VBV. Instalações e equipamentos. In: Colégio Brasileiro de Experimentação Animal. Comissão de Ensino. Manual para técnicos em bioterismo. 2.ed. São Paulo: EPM, 1996.
 16. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. AIN-93 purified diets for laboratory rodents; final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of

- the AIN-76A Rodent Diet. *J Nutr*, 1993; 123(10): 1939-51.
17. Association Official Analytical Chemists (AOAC). *Official Methods of Analysis*. 16th ed., Washington, DC: Association Official Analytical Chemists, 1998; Ia - IIa.
 18. Bergmeyer, H.U. *Methods of enzymatic analyses*. VCH Publishers. 1985; 9:449-453.
 19. Henry RJ, Cannon DC, Winkelman JW. *Clinical chemistry; principles and technics*. 2nd ed. New York: Harper & Row; 1974.
 20. Reitman S, Frankel S. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminase. *Am J Clin Path*. 1957; 28:56-63.
 21. Association Official Analytical Chemists (AOAC). *Official Methods of Analysis*. 2nd ed., Washington, DC: Association Official Analytical Chemists, 1997.
 22. Marcondes MCCG, Simões GC, Neiva CM, Azevedo JRM, Mello MAB. Perfil lipídico de camundongos alimentados com dieta potencialmente aterogênica submetidos ao treinamento físico aeróbico. *Rev Bras Ativ Fís Saúde*. 1997; 2(1): 60-68.
 23. Gobatto CA, Mello MAR, Sibuya CY, Azevedo JRM, Santos LA, Kokubun E. Maximal lactate steady state in rats submitted to swimming exercise. *Comp Bioch Phys*. 2001; 130: 21-7.
 24. Morifuji M, Sakai K, Sugiura K. Dietary Whey protein modulates liver glycogen level and glycoregulatory enzyme activities in exercise-trained rats. *Exp Biol Med*. 2005; 230: 23-30.
 25. Rennie MJ, Tipton KD. Protein and amino acid metabolism during and after exercise and the effects of nutrition. *Annu Rev Nutr*. 2000; 20: 457-83.
 26. Achten J, Jeukendrup AE. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *Nutrition*. 2004; 20:716-27.
 27. Bisborough S, Mann N. A review of dietary protein intake in humans. *Int J Sport Nutr Exerc*

- Met. 2006; 16: 120-52.
28. Ferreira PS, Zaninelo LH, Pelizer CM, Santos CM, Neiva CM. Aspectos gerais e indicadores estatísticos sobre consume de suplementos nutricionais em academias de ginástica. Nutr Pauta. 2007; 82: 27-31.
29. Rogero MM, Tirapegui J. Aminoácidos de cadeia ramificada, balanço protéico muscular e exercício físico. Nutr Pauta. 2007; 83: 28-34.
30. Shimomura Y, Yamamoto Y, Bajotto G, Sato J. Nutraceutical effects of amino acids on skeletal muscle. J. Nutr. 2006; 136: 529S-532S.
31. Canuto R, Fagundes RLM. A importância dos macronutrientes no manejo dietético em atletas de futebol de campo. Nutr Pauta. 2006; 76: 34-9.
32. Rogatto GP, Luciano E. Influência do treinamento físico intenso sobre o metabolismo de proteínas. Motriz. 2001; 7(2): 75-82
33. Burke LM, Cox GR, Culmmings NK, Desbrow B. Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them? Sports Med. 2001; 31:267-99.

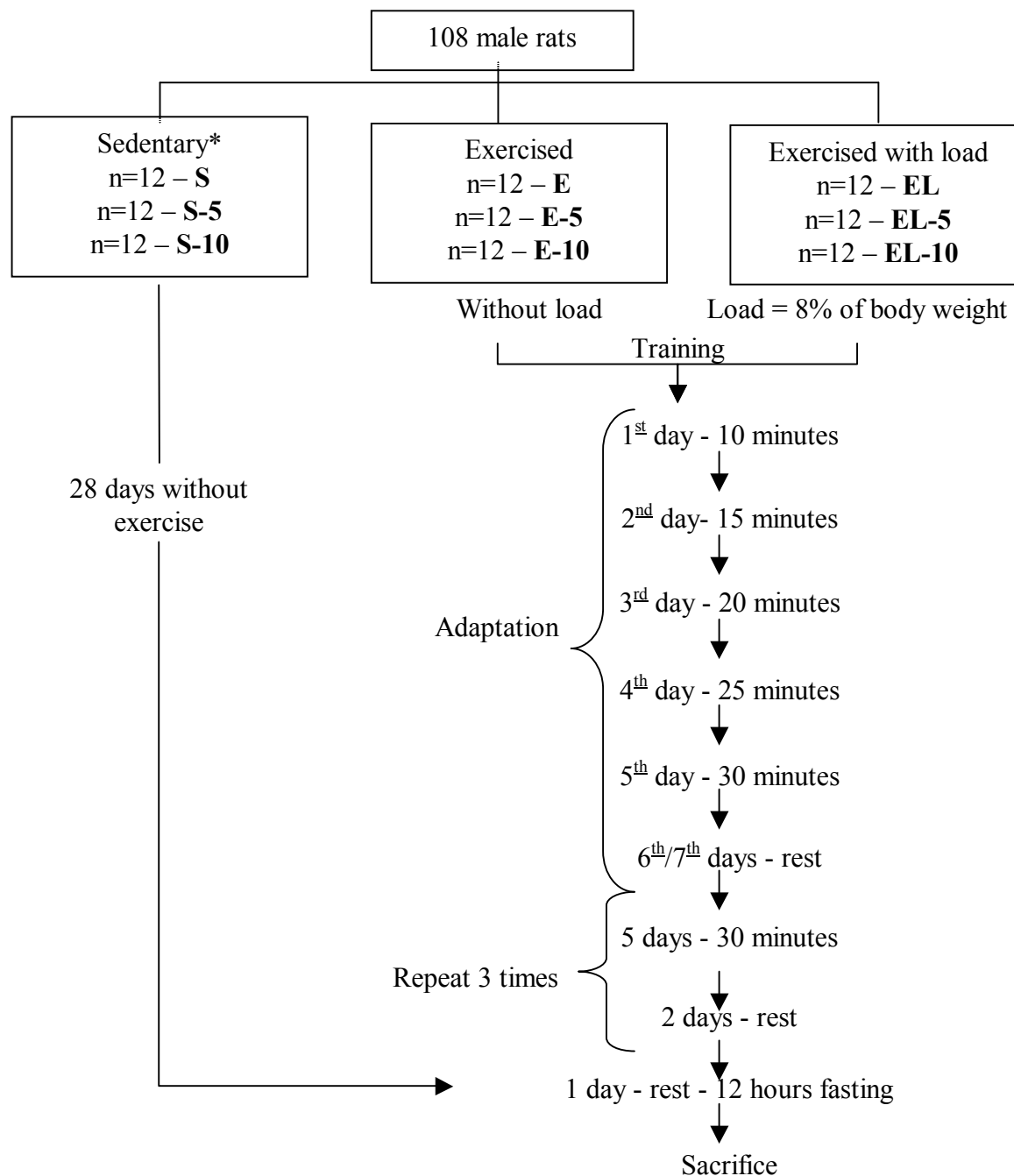


Figure 1: Experimental Schema

S, sedentary-standard diet; E, exercised-standard diet; EL, exercised with load-standard diet; S-5, sedentary-diet supplemented with 5% whey protein; E-5, exercised-diet supplemented with 5% whey protein; EL-5, exercised with load-diet supplemented with 5% whey protein; S-10, sedentary-diet supplemented with 10% whey protein; E-10, exercised-diet supplemented with 10% whey protein; EL-10, exercised with load-diet supplemented with 10% whey protein.

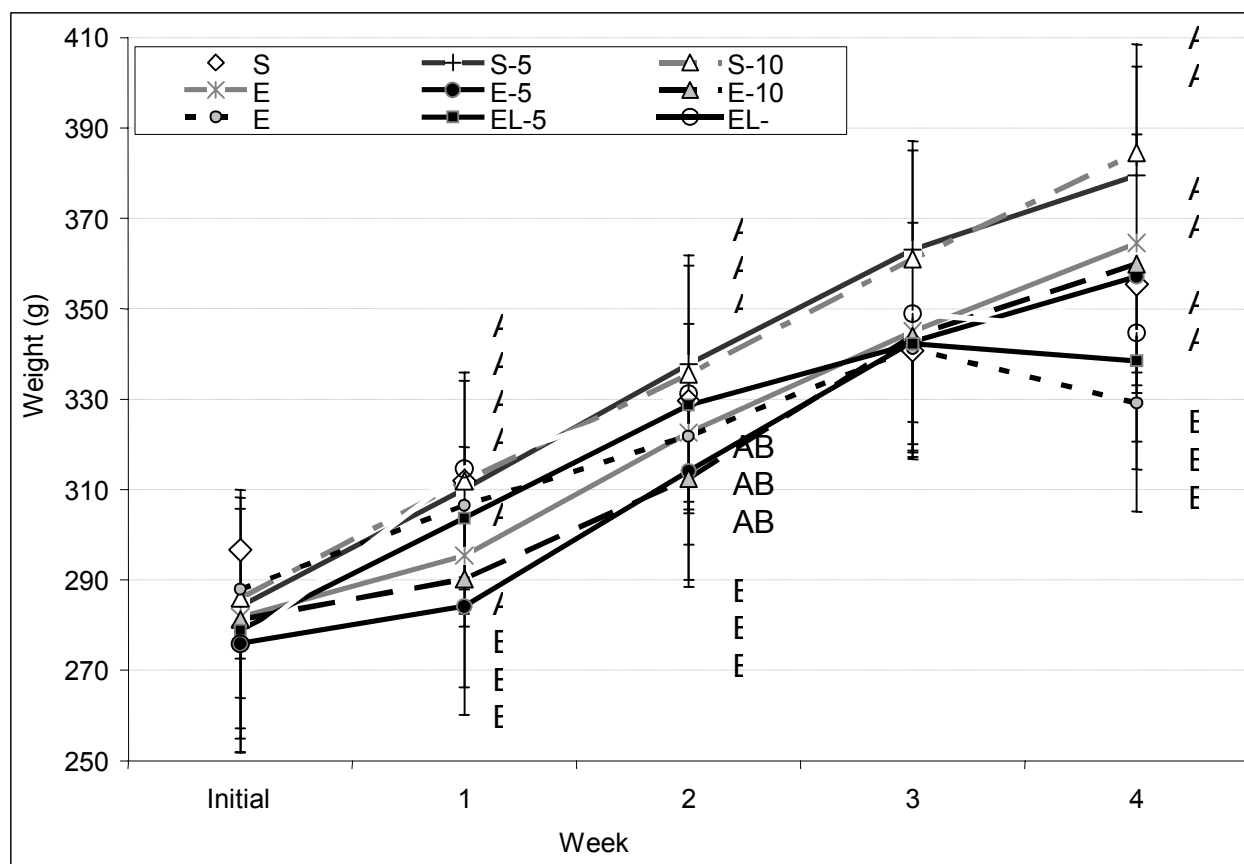


Figure 2 Weight behavior of the animals at the end of each period (week)

(*): ANOVA. Data are expressed as mean $\pm$ SEM, $n=12$. Means in columns with different superscript letters present significant difference. Distinct lowercase letters indicate significant difference between forms of exercise or between combinations of diet and exercise; and distinct uppercase letters indicate significant difference between diets, $P < 0.05$.

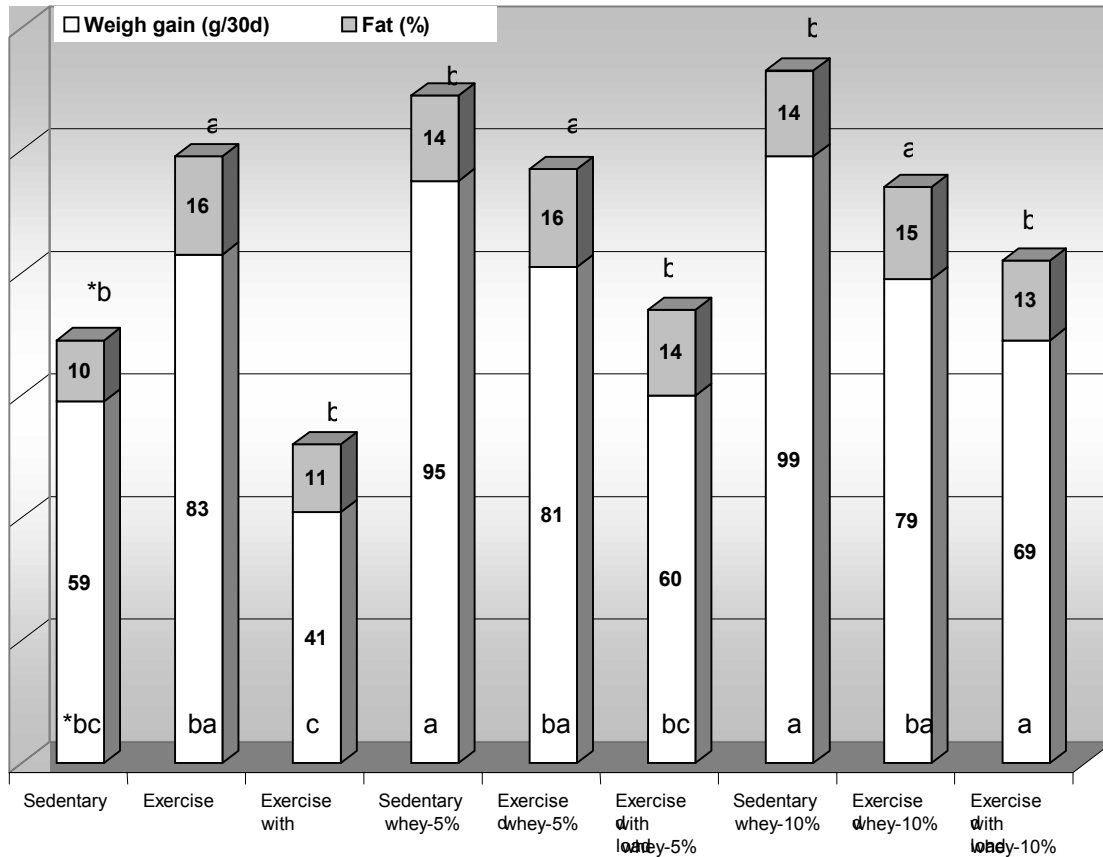


Figure 3 Weight gain and fat percentage in animals with different levels of whey protein supplementation and physical exercise

(*): ANOVA. Data are expressed as mean $\pm$ SEM, n=12. Means in columns with different superscript letters present significant difference. Distinct lowercase letters indicate significant difference between forms of exercise or between combinations of diet and exercise; and distinct uppercase letters indicate significant difference between diets, $P < 0.05$.

TABLE 1 Chemical Composition of the Diets (g.kg⁻¹)

COMPONENT	Normal Diet						5% Whey protein						10% Whey protein					
	Q* (g)	P (g)	C (g)	Fa (g)	Fi (g)	E Kcal	Q (g)	P (g)	C (g)	Fa (g)	Fi (g)	E Kcal	Q (g)	P (g)	C (g)	Fa (g)	Fi (g)	E Kcal
Nutri whey protein®	-	-	-	-	-	-	200	50	137	2	-	766	400	100	274	4	-	1532
Chicken	110	78	14	5	-	413	140	99	18	6	-	522	90	64	11	4	-	336
Beans	280	64	173	4	12	984	220	50	136	3	9	771	190	43	118	3	8	671
Rice	380	29	335	1	0	1465	280	21	247	0	0	1072	200	15	177	0	0	768
Oil	30	0	0	30	-	270	30	0	0	30	-	270	30	0	0	30	-	270
Manioc Flour	200	3	166	1	-	685	130	2	108	1	-	449	90	1	75	0	-	304
Total	1000	174	688	41	12	3817	1000	222	646	42	9	3850	1000	223	655	41	8	3881

*Q = Quantity; P = Protein; C = Carbohydrate; Fa = Fat; Fi = Fiber; E = Energy

TABLE 2 Food, protein and caloric intake of the groups studied *

Group	Food (g/30d)	Protein (g/30d)	Caloric (kcal/30d)
S	482 ± 48 ^(d)	84 ± 8 ^(b,A)	1840 ± 184 ^(b,A)
E	521 ± 68 ^(dc)	91 ± 12 ^(b,A)	1987 ± 261 ^(b,A)
EL	623 ± 62 ^(ba)	108 ± 11 ^(a,A)	2377 ± 236 ^(a,A)
S-5	587 ± 47 ^(bac)	130 ± 10 ^(b,B)	2260 ± 179 ^(b,B)
E-5	574 ± 57 ^(bc)	127 ± 13 ^(b,B)	2208 ± 218 ^(b,B)
EL-5	628 ± 90 ^(ba)	139 ± 20 ^(a,B)	2417 ± 346 ^(a,B)
S-10	563 ± 23 ^(bc)	126 ± 5 ^(b,B)	2187 ± 89 ^(b,B)
E-10	604 ± 29 ^(ba)	135 ± 7 ^(b,B)	2345 ± 114 ^(b,B)
EL-10	654 ± 54 ^(a)	146 ± 12 ^(a,B)	2537 ± 211 ^(a,B)
ANOVA			
Diet	P ⁽¹⁾ < 0.0001*	P ⁽¹⁾ < 0.0001*	P ⁽¹⁾ < 0.0001*
Exercise	P ⁽²⁾ < 0.0001*	P ⁽²⁾ < 0.0001*	P ⁽²⁾ < 0.0001*
Diet X exercise	P ⁽³⁾ = 0.0350*	P ⁽³⁾ = 0.1225	P ⁽³⁾ = 0.1225

(*): ANOVA, P⁽¹⁾ for comparison between diets; P⁽²⁾ for comparisons between exercises; P⁽³⁾ for verification of diet x exercise hypothesis. Data are expressed as mean ± SEM, n=12. Means in columns with different superscript letters present significant difference. Distinct lowercase letters indicate significant difference between forms of exercise or between combinations of diet and exercise; and distinct uppercase letters indicate significant difference between diets, P< 0.05.

TABLE 3 Serum parameters

Group	Urea (g/dl)	Creatinine (g/dl)	AST (g/dl)	ALT (g/dl)
S	17.25 ± 4.34 ^(d)	0.48 ± 0.14 ^(b.B)	35.75 ± 10.73 ^(c)	28.67 ± 8.56 ^(b.B)
E	13.01 ± 2.48 ^(d)	0.53 ± 0.14 ^(b.B)	24.92 ± 7.28 ^(c)	25.58 ± 4.50 ^(b.B)
EL	19.04 ± 4.20 ^(d)	0.70 ± 0.12 ^(a.B)	116.25 ± 21.48 ^(b)	153.08 ± 146.50 ^(a.B)
S-5	20.48 ± 5.18 ^(cd)	0.68 ± 0.22 ^(b.A)	28.17 ± 14.30 ^(c)	29.67 ± 14.77 ^(b.AB)
E-5	16.12 ± 2.28 ^(d)	0.61 ± 0.15 ^(b.A)	31.42 ± 10.33 ^(c)	28.67 ± 8.70 ^(b.AB)
EL-5	43.58 ± 16.93 ^(a)	0.98 ± 0.35 ^(a.A)	138.25 ± 32.09 ^(b)	179.17 ± 45.74 ^(a.AB)
S-10	30.07 ± 5.73 ^(cb)	0.65 ± 0.11 ^(b.A)	31.50 ± 14.49 ^(c)	30.42 ± 13.41 ^(b.A)
E-10	30.45 ± 7.46 ^(b)	0.83 ± 0.31 ^(b.A)	36.25 ± 8.88 ^(c)	35.33 ± 7.88 ^(b.A)
EL-10	41.45 ± 7.63 ^(a)	0.99 ± 0.28 ^(a.A)	171.67 ± 21.47 ^(a)	181.50 ± 21.72 ^(a.A)
ANOVA				
Diet	P ⁽¹⁾ < 0.0001*	P ⁽¹⁾ < 0.0001*	P ⁽¹⁾ < 0.0001*	P ⁽¹⁾ = 0.0143*
Exercise	P ⁽²⁾ < 0.0001*	P ⁽²⁾ < 0.0001*	P ⁽²⁾ < 0.0001*	P ⁽²⁾ < 0.0001*
Diet X exercise	P ⁽³⁾ < 0.0001*	P ⁽³⁾ = 0.2321	P ⁽³⁾ < 0.0001*	P ⁽³⁾ = 0.1004

(*): ANOVA, P⁽¹⁾ for comparison between diets; P⁽²⁾ for comparisons between exercises; P⁽³⁾ for verification of diet x exercise hypothesis. Data are expressed as mean ± SEM, n=12. Means in columns with different superscript letters present significant difference. Distinct lowercase letters indicate significant difference between forms of exercise or between combinations of diet and exercise; and distinct uppercase letters indicate significant difference between diets, P< 0.05.

VI. CONCLUSÕES

Com base nos resultados do presente trabalho, pode-se concluir que:

- o O *whey protein* foi pouco efetivo na melhoria da composição corporal. Pode-se inferir que sedentários não devem consumir este tipo de suplemento para o ganho de massa magra, pois o mesmo promoveu aumento de gordura corporal.
- o Independentemente do tipo de proteína, o excesso, por si só, promoveu o aumento do ganho de peso e do percentual de gordura corporal, já que a mistura foi modificada com a proporção do suplemento das rações, permanecendo com o mesmo teor protéico (*whey protein* 5% e *whey protein* 10%), sendo mantidas as demais proporções de nutrientes e energia.
- o Tanto a suplementação quanto o exercício promoveram um desequilíbrio no metabolismo, elevando as taxas bioquímicas (U, CR, ALT e AST). O que pode acarretar danos à saúde e consequentemente diminuir a qualidade de vida.
- o Confrontando os resultados obtidos a partir das suplementações com 5 e 10% de *whey protein* observou-se comportamento semelhante em ambas e pode-se concluir que: a suplementação com 5% de suplemento aliado ao exercício de leve a moderado intensificou o aumento da gordura corporal, e quanto aos parâmetros bioquímicos a suplementação com 10% interferiu mais efetivamente de forma prejudicial, embora ambas tenham promovido elevação em todos os parâmetros.

De um modo geral, os achados levam a concluir que a substituição da proteína convencional por suplemento pode acarretar riscos para a saúde.

VII. RECOMENDAÇÕES

- O consumo de suplementos por praticantes de exercícios, em todas as faixas etárias, deve ser supervisionado por uma equipe multidisciplinar, devido aos riscos decorrentes da ingestão inadequada destes produtos.
- É oportuno alertar que alguns destes suplementos têm princípios ativos contrários aos nutrientes presentes em sua composição e apresentam limitado ou nenhum efeito fisiológico.
- O Ministério da Saúde deve exercer um importante papel no controle da comercialização destes produtos através de uma efetiva fiscalização dos suplementos oferecidos no mercado, o que inclui ações para regular sua comercialização e publicidade.
- É fundamental a atuação do profissional nutricionista na prescrição e acompanhamento do uso de suplementos nutricionais por atletas profissionais e recreacionais.

VIII. PERSPECTIVAS

Ainda há muito o que investigar com relação ao consumo e suplementos nutricionais para ganho de massa magra em praticantes de exercício físico, como proposta enumeramos alguns pontos que podem ser estudados.

- Ampliar a investigação sobre os suplementos nutricionais para ganho de massa magra;
- Investigar o consumo do suplemento protéico por um período de tempo maior;
- Estudar o ganho de massa magra em praticantes de exercício físico com o consumo de alimentação balanceada;
- E ainda, pode ser ampliado o uso deste protocolo em outras etapas fisiológicas como em idosos, por exemplo, como também, modificar o protocolo de exercício.

IX. ANEXOS

Anexo A - Recibo de envio do Artigo de Revisão

REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences

RECIBO

Nº de Registro: 064/07

Acusamos o recebimento do trabalho para publicação na **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas/ Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**.

Autoria: WANDERLEY, L. G.; BION, F. M.

Título do artigo: “Exercício físico com suplementação para melhorar a massa magra: O que é mais efetivo?”.

São Paulo, 30 de maio de 2007.

Profa. Elizabeth Igne Ferreira
Editoria Científica

Anexo B - Recibo de envio do Artigo Original

MS ID#: NUTRITION/2008/091470

MS TITLE: SUPPLEMENTED WHEY PROTEIN IN REPLACEMENT TO PROTEIN FROM CONVENTIONAL FOOD FOR LEAN MASS GAIN AT DIFFERENT LEVELS OF PHYSICAL ACTIVITY

Dear Luciana Wanderley;

The file(s) you uploaded for manuscript NUTRITION/2008/091470 has been successfully converted to PDF format.

Please return to the "Author Area" on
(<http://submit.nutrition.org/submission/submit?msid=NUTRITION/2008/091470>)
to proof and approve your submission.

Thank you for submitting to The Journal of Nutrition.

Best regards,

The Journal of Nutrition Editorial Office

Anexo C- Versão em português do artigo Original

***WHEY PROTEIN* SUPLEMENTADO E EM SUBSTITUIÇÃO À PROTEÍNA DE ALIMENTOS CONVENCIONAIS PARA GANHO DE MASSA MAGRA EM DIFERENTES NÍVEIS DE ATIVIDADES FÍSICAS**

Universidade Federal de Pernambuco-UFPE

Luciana Gonçalves Wanderley¹; Francisca Martins Bion²⁻⁴; Edeones Tenório de França³; Artur Bibiano de Melo Filho⁴.

¹ PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S.A. - Serviços Compartilhados – Segurança, Meio Ambiente e Saúde, Recife, PE.

²⁻⁴ Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE.

Endereço para correspondência: Luciana Gonçalves Wanderley, Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Nutrição, Laboratório de Nutrição Experimental, Rua Professor Nelson Chaves, s/n, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, CEP 50670-901, Tel. (81) 21268470. E-mail: lugw@ufpe.br

RESUMO

Objetivo: investigar a efetividade da suplementação com o “*Nutri Whey Protein®*”, na melhoria da composição corporal e interferência sobre alguns parâmetros bioquímicos. **Metodologia:** 108 ratos wistar foram submetidos a três dietas: *padrão*, constituída por feijão carioca, arroz polido, farinha de mandioca, frango e óleo (com 17% de proteínas) e *suplementadas com 5 e 10% de whey protein* (ambas com 22% de proteínas); e três intensidades de exercício (sedentários, natação sem e com carga), divididos em nove grupos (n=12). Determinou-se: ganho de peso, ingestão alimentar, gordura da carcaça, uréia, creatinina, alanina e aspartato aminotransferases (ALT e AST). Os animais nadaram 30 minutos/dia, 5 dias/semana, e dois de repouso, por quatro semanas. **Resultados:** Ocorreu interação entre dieta e exercício, com diminuição do ganho de peso, que foi menor em exercitados com carga (EC, EC5 e EC10). Nos grupos exercitados sem carga (E, E5 e E10), houve aumento da gordura corporal, sofrendo interferência apenas do exercício, porém foram diferentes de EC, EC5 e EC10, que não diferiram dos sedentários (S, S5 e S10). No caso da uréia, houve interação do exercício e da dieta, e se elevou mais em *EC5 e EC10*. A creatinina aumentou nas duas dietas suplementadas, independentemente da intensidade do exercício, aumento este ainda maior em *EC, EC5 e EC10*. A AST e a ALT aumentaram em *EC, EC5 e EC10*, fato intensificado pela suplementação a 10%. **Conclusões:** o whey protein foi pouco efetivo na melhoria da composição corporal, sendo contra-indicado para sedentários. Quanto aos parâmetros bioquímicos, tanto a suplementação quanto o exercício podem ter promovido um desequilíbrio no metabolismo, podendo causar danos à saúde.

Palavras-chave: proteína, *whey protein*, suplementos protéicos, exercício físico.

ABSTRACT

Objective: Investigate the effectiveness of supplementation with “Nutri Whey Protein®” for the improvement in body composition and affects on biochemical parameters. **Methodology:** 108 wistar mice were submitted to three diets: 1) *standard*, made up of common beans, common rice, manioc flour, chicken and vegetable oil (with 17% protein); 2) *supplemented with 5% whey protein* (22% total protein); and 3) *supplemented with 10% whey protein* (22% total protein). Three exercise intensities were used (sedentary, swimming, swimming with load), divided into nine groups (n=12). The following variables were determined: weight gain, food intake, carcass fat, urea, creatinine, alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST). The animals swam for 30 minutes/day, five days/week and two day of rest for four weeks. **Results:** Interaction occurred between the diet and exercise, with a reduction in weight gain, which was lower in the groups exercised with load (EL, EL5 and EL10). In the groups exercised without load (E, E5 and E10), there was an increase in body fat, undergoing an influence only from the exercise; values were different from those in EL, EL5 and EL10, which were similar to the sedentary groups (S, S5 and S10). Regarding urea, there was an interaction between diet and exercise, with the highest values in EL5 and EL10. Creatinine increased in the two supplemented diets regardless of the exercise intensity; this increase was highest in EL, EL5 and EL10. AST and ALT increased in EL, EL5 and EL10, with the highest values using the 10% supplementation. **Conclusion:** Whey protein had little effect on the improvement of body composition and is contraindicated for sedentary individuals. Regarding the biochemical variables, both supplementation and exercise may have led to an imbalance in the metabolism, which could be harmful to health.

Key words: protein, whey protein, protein supplements, physical exercise.

INTRODUÇÃO

É bastante conhecida a estreita relação entre alimentação, atividade física e saúde. “Peso e gordura corporal abaixo dos níveis mínimos adequados levam a distúrbios de saúde, relacionados com a insuficiência de ingestão de energia e nutrientes. Além da perda de massa muscular, a baixa ingestão de nutrientes pode ocasionar diminuição da densidade óssea, aumento do risco de fadiga e disfunção sexual, dentre outros agravos à saúde. É assim evidente que a adequação das necessidades energéticas constitui uma prioridade nutricional importante para os que praticam exercícios físicos.” (1). Esta afirmação pode levar a conclusões equivocadas, por parte de leigos, como, por exemplo, de que quando há a prática regular de exercícios é necessário consumir mais nutrientes do que o recomendado.(2-5). Fato que recebe maior valor quando aliado à busca da estética perfeita e do corpo inflado de músculos, e que pode ser constatado pela tendência cada vez mais comum, dentre os praticantes de exercício físico, de utilizar os chamados “suplementos”, com o objetivo de “reforçar as condições orgânicas, melhorar a forma física e, conseqüentemente, a performance” .(2-6).

Contudo, os dados científicos sobre os suplementos são escassos, muitas dúvidas ainda persistem sobre a segurança de seu uso (4,7). Dentre eles, apenas os minerais e vitamínicos são considerados seguros. Já os suplementos protéicos podem acarretar problemas à saúde se consumidos em dosagens superiores às recomendadas. Os quais são produzidos a partir de fontes as mais diversas, todas com um bom balanço de aminoácidos essenciais, como: soja, ovo, ou *whey protein*, que é um composto retirado do soro do leite na fabricação do queijo (8). O *whey protein*, em particular, constitui uma fonte ideal para a construção muscular, pois sua proteína é rapidamente digerida e absorvida, resultando em rápido aumento dos níveis sanguíneos de aminoácidos e ainda, em elevada concentração de aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) e

glutamina (9, 10). Vem sendo utilizado no tratamento clínico de doenças como câncer, Síndrome da Imuno Deficiência Adquirida (Aids), hepatite B, doenças cardiovasculares, osteoporose, e como agente antimicrobiano. Estes casos variados são devido à sua ação: antioxidante, antihipertensiva, antitumoral, antiviral, antibacteriana e hipolipemiante (9). Na nutrição esportiva o *whey protein* assume destaque por promover benefícios na performance e na composição corporal (11-13).

Outro ponto relevante, apontado na literatura especializada, refere-se à composição do suplemento, não somente em relação à quantidade de proteína, mas também à presença de outros nutrientes, como os carboidratos e, ainda, à quantidade de energia ingerida. Juntos, interferem diretamente no ganho de massa magra, promovendo aumento na síntese protéica e diminuição de seu catabolismo (12, 14).

Com base nestas considerações, o trabalho tem como objetivo estudar em animais a efetividade da suplementação com o “*Nutri Whey Protein®*”, na melhoria da composição corporal e de alguns parâmetros bioquímicos.

METODOLOGIA

Animais e protocolo experimental

Foram utilizados 108 ratos machos da linhagem wistar (*Rattus norvegicus*, variedade *albinus*), com idade de 60 dias e peso médio $283 \pm 25\text{g}$, provenientes da colônia do Departamento de Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), distribuídos aleatoriamente (Figura 1) e mantidos em gaiolas individuais, sob condições padrão de iluminação (ciclo claro/escuro, 12/12 horas), temperatura (22°C) e umidade (65%) (15). Os animais foram divididos em nove grupos ($n=12/\text{grupo}$): S, sedentário-dieta padrão; E, exercitado-dieta padrão; EC, exercitado com carga-dieta padrão; S-5, sedentário-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; E-5, exercitado-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; EC-5, exercitado com carga-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; S-10, sedentário-dieta suplementada com 10% de *whey protein*; E-10, exercitado-dieta suplementada com 10% de *whey protein*; EC-10, exercitado com carga-dieta suplementada com 10% de *whey protein*. Todos receberam, por quatro semanas, água e ração *ad libitum*. Os animais foram tratados de acordo com os princípios éticos do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (Cobea) e o trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação Animal (Ceea – UFPE) – Protocolo nº 23076.002385/2008-27.

Dietas

O desenho experimental seguiu o que preconiza a AIN-93G (16), de forma balanceada, normo-protéica (17%). A tabela 1 apresenta a composição das dietas. O frango e o *Nutri whey protein*® foram usados como fontes protéicas. A dieta padrão foi constituída por alimentos básicos do Nordeste brasileiro, obtidos no mercado local, utilizando-se as variedades de menor preço: feijão carioca (*Phaseolus vulgaris L.*); arroz polido (*Oryza sativa L.*); farinha de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*); frango; óleo. Os grãos e o frango, após cozimento em água,

separadamente, por um período de 40-60 minutos, foram dessecados em estufa (60°C), por 24 horas, e pulverizados em moinho (FLOOR GRID MILL-CHUO BOEKI KAISHA), sendo os produtos resultantes passados em peneira de 60 mesh e, a seguir, pesados e misturados, obtendo-se as farinhas que compuseram a ração.

As dietas suplementadas a 5 e 10% (“*whey protein* 5%” e “*whey protein* 10%”) foram elaborados com os mesmos componentes da dieta padrão, acrescidos de suplemento protéico (*Nutri Whey Protein*®) em diferentes proporções: a dieta “*whey protein* 5%” recebeu 5% a mais de proteína advinda do suplemento, atingindo o teor protéico de 22%, e a “*whey protein* 10%” permaneceu com esta concentração, com a adição de 10% do suplemento, sendo 5% utilizado em substituição à proteína convencional (frango) e 5% correspondente à suplementação, ambas hiper-protéicas (22%), normo-lipídicas e normo-glicídicas. A composição química das três dietas pode ser verificada na tabela 1.

Métodos Biológicos

Semanalmente, registrou-se o peso corporal, utilizando uma balança de marca Ohaus, com capacidade para 2.610g. Foram calculados o ganho de peso e a ingestão alimentar.

Métodos Químicos

A análise da composição centesimal das dietas foi realizada pelo Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos, da UFPE, de acordo com a metodologia recomendada pela Association of Official Analytical Chemists (17).

Métodos Bioquímicos

Após quatro semanas de experiência, os animais foram submetidos a anestesia profunda com éter etílico, até a eutanásia, e retiradas, por punção cardíaca, amostras de sangue, centrifugadas e separados os soros para análise laboratorial de uréia, creatinina, alanina e aspartato

aminotransferases. As amostras foram levadas ao Laboratório de Análises Clínicas do Departamento de Farmácia da UFPE para a realização das análises, utilizando kits comerciais da Labtest® (Labtest Diagnósticos S.A.) e leitura em espectrofotômetro Coleman SP35-D.

Parâmetros séricos

Nas análises de uréia utilizou-se o método enzimático de Bergmeyer (18) e, para creatinina, reação colorimétrica de complexação (19). Nas análises de aspartato aminotransferase e alanina aminotransferase (AST ou TGO e ALT ou TGP, respectivamente) foi utilizado o método de Reitman e Frankel (20).

Gordura da carcaça

O percentual de gordura da carcaça foi determinado pelo método de extração de Soxhlet (21). Após o sacrifício dos animais procedeu-se à evisceração, preservando-se a gordura; a carcaça foi pesada, congelada e triturada, sendo retirada uma alíquota.

Protocolo de exercício

Os animais foram submetidos ao exercício da natação, durante quatro semanas, em sessões de 30 minutos, 5 dias por semana, intercalados com dois dias de repouso, em tanque coletivo com água mantida a 30-32°C⁽²²⁾, sempre pela manhã. Na primeira semana foi feita a adaptação dos animais ao exercício, que consistiu de nado por 10 minutos, no primeiro dia, aumentado em cinco minutos a cada dia subsequente, permanecendo 30 minutos diários nas demais semanas, seguindo o protocolo experimental (Figura 1).

Os ratos exercitados com carga receberam um peso de chumbo equivalente a 8% do seu peso corporal, atado ao corpo com um elástico (23), desde o início da adaptação.

Análise estatística

Os dados foram analisados usando *two-way Anova*, seguida do teste de comparações

pareadas de *Tukey*, com significância de 0,05. O programa utilizado para a obtenção dos cálculos estatísticos foi o *Statistical Analysis System (SAS)* na versão 8.

RESULTADOS

Ingestão alimentar, protéica e calórica

Ao analisar os resultados dos consumos (Tabela 2) foi possível notar que todos os grupos ingeriram significativamente mais alimentos, proteínas e calorias ($p < 0,0001$), quando comparados com o grupo sedentário dieta padrão (*S*), com exceção do grupo exercitado mantido sob a mesma dieta (*E*), que não diferiu do *S*. Tanto o exercício quanto a suplementação promoveram aumento significativo no consumo alimentar ($p = 0,0350$) sendo mais pronunciado nos grupos exercitados com carga, independentemente da dieta. Em ambas as dietas suplementadas houve diferença no consumo protéico e calórico quando comparadas à dieta padrão; este aumento no consumo sofreu interferência em separado do tipo de dieta e do exercício ($p < 0,0001$), não havendo interação entre eles.

Curva ponderal, ganho de peso e gordura da carcaça

Os animais submetidos ao experimento partiram de um peso sem diferenças significativas ($p = 0,9272$) (Figura 2), comportamento que foi modificado após a primeira semana de experimentação (período de adaptação), em que os animais submetidos ao exercício sem carga (*E*, *E5* e *E10*) diferiram significativamente dos demais grupos ($p = 0,0014$), mas não entre si, apresentando os menores pesos corporais; na segunda semana diferiram ($p < 0,0184$) apenas dos sedentários (*S*, *S5* e *S10*), passando a não mais haver diferenças na terceira semana ($p = 0,5546$). Ao final do experimento, houve alteração nos pesos dos exercitados com carga (*EC*, *EC5* e *EC10*), que se apresentaram significativamente menores ($p < 0,0010$) que os demais grupos, não diferindo entre si.

O exercício que provocou o menor ganho de peso foi o com carga, o que foi ainda menor nos animais que consumiram a dieta padrão, ou seja, sem a suplementação ($p < 0,0001$). No caso

dos grupos sedentários suplementados houve aumento significativo no ganho de peso, independentemente do tipo de suplementação ($p=0,0025$). Ocorreu interação ($p=0,0467$) entre a dieta e o exercício no sentido de diminuição no ganho de peso (Figura 3).

Todos os grupos exercitados sem carga (*E*, *E5* e *E10*), quando comparados ao grupo *S* apresentaram aumento significativo nos valores da gordura corporal, independentemente da dieta consumida, sofrendo interferência apenas do exercício ($p=0,0013$), porém diferiram de todos os exercitados com carga (*EC*, *EC5* e *EC10*), independentemente da dieta a que se submeteram. No entanto, os percentuais de gordura dos grupos submetidos ao exercício forçado (*EC*, *EC5* e *EC10*) não diferiram dos sedentários (*S*, *S5* e *S10*), independente da dieta ($p=0,1395$) (Figura 3).

Parâmetros séricos

Os ratos submetidos ao exercício forçado nas dietas suplementadas (*EC5* e *EC10*), apresentaram uma elevação significativa na concentração sérica da uréia (*U*) ($p<0,0001$) (Tabela 3), quando comparados ao grupo *S*. Comportamento semelhante ocorreu quando as dietas suplementadas foram analisadas em separado. Observou-se, ainda, que ambos, exercício e dieta, interferiram significativamente no aumento deste parâmetro ($p<0,0001$).

Quanto à creatinina (*CR*) (Tabela 3), foi verificado que as duas dietas suplementadas (*whey protein* 5% e *whey protein* 10%) promoveram aumento significativo neste metabólito, independentemente da intensidade do exercício executado ($p<0,0001$). Com relação ao tipo de exercício constatou-se aumento significativo nos grupos exercitados com carga (*EC*, *EC5* e *EC10*) ($p<0,0001$), os quais não diferiram entre si.

A AST (Tabela 3) apresentou aumento significativo em todos os grupos submetidos ao exercício com carga (*EC*, *EC5* e *EC10*) ($p<0,0001$), intensificado pela suplementação de 10% do *whey protein*. Ocorreu, portanto, uma interação entre o exercício e a dieta, repercutindo sobre

este parâmetro ($p < 0,0001$).

No caso da ALT (Tabela 3), o comportamento em relação ao exercício físico foi semelhante nas três dietas, verificando-se aumento significativo nos grupos exercitados com carga (*EC*, *EC5* e *EC10*) em comparação aos demais ($p < 0,0001$). A dieta suplementada a 10% (*whey protein* 10%) promoveu aumento significativo na ALT, quando comparado à dieta padrão ($p = 0,0143$), independentemente da intensidade do exercício físico, não revelando interação entre dieta e exercício ($p = 0,1004$).

DISCUSSÃO

Segundo o esquema experimental utilizado, inicialmente ocorreu uma adaptação ao exercício, e, no caso dos animais submetidos a sobrecarga, a carga promoveu um aumento na intensidade do mesmo, levando o animal ao ponto no qual há a maior concentração de ácido láctico sanguíneo, estado anaeróbio, que permanece praticamente constante, acarretando o mínimo de lesão muscular e promovendo a anaerobiose característica do exercício de resistência, o *steady state of lactato* (23).

Após a terceira semana pôde-se observar redução do peso corporal nos animais que praticaram exercício anaeróbico, diferente dos achados de Morifuji *et al.* (12). Por outro lado, em relação ao ganho de peso o exercício físico intenso (dentro do limiar anaeróbio) o reduziu, semelhante ao que foi retratado por Morifuji *et al.* (24) em outro trabalho, no qual estudaram a interferência do consumo de dois tipos de dietas (normoprotéicas a 20%— caseína e *whey protein*) e em ratos que nadaram, durante duas semanas, de forma aguda e prolongada, os quais apresentaram uma diminuição da atividade das enzimas lipogênicas hepáticas, e aumento de peso corporal. Contudo, de acordo com os parâmetros estudados neste trabalho, não houve aumento da massa corporal magra, como era de se esperar (25).

Quando observados os animais suplementados que não praticaram exercício verificou-se aumento no ganho de peso, porém não significativo na massa magra, indicando que, independentemente da forma de suplementação adotada, ocorreu maior acúmulo de gordura corporal, o que não é desejado, pois o ideal seria aumentar a massa corporal magra, tornando o uso deste tipo de produto contra-indicado para sedentários. No caso da substituição da proteína do frango pelo *whey protein* o comportamento foi semelhante, indicando que este tipo de substituição tem pouco efeito e, portanto, não se justifica, vez que o custo é mais elevado.

O mecanismo pelo qual o exercício físico afeta a oxidação de gordura é complexa sofrendo interferência do tipo de exercício, maior durante a corrida que no ciclismo, por exemplo, da intensidade, a disponibilidade de substratos energéticos e o nível de adaptação orgânica. Que quando observa-se o treinamento de *endurance*, nota-se que o mesmo induz a múltiplas adaptações que resultam no aumento da oxidação lipídica, ocorrendo a maior taxa de oxidação em exercício de intensidade entre 59 e 64% do $VO_{2Máx.}$ para pessoas treinadas, e 47 a 52% do $VO_{2Máx.}$ para não treinados; ou seja, em exercícios de intensidade leve a moderada. No caso dos substratos disponíveis, a ingestão de carboidratos, antes ou durante o exercício, reduz significativamente a taxa de oxidação da gordura. No caso da ingestão de uma dieta rica em gordura, após o exercício, ocorre redução da taxa de oxidação como um resultado da diminuição de estoques do glicogênio e devido ao nível das adaptações musculares (26).

Há uma tendência, nos animais em exercício forçado, a redução do peso corporal; a continuidade do exercício, por um período de tempo maior que deste trabalho, pode favorecer a redução da gordura corporal, com a manutenção da massa magra. Ao que parece, os animais sedentários ou em exercício aeróbico de leve a moderado não precisam de suplementação, pois o excesso protéico e a maior eficiência do metabolismo proporcionam o acúmulo de gordura corporal, segundo Rennie e Tipton (25). No caso dos grupos submetidos á exercício forçado (*EC*, *EC5* e *EC10*) o suplemento também promoveu maior acúmulo de gordura, da ordem de 10, 30 e 40%, respectivamente, só que em menor proporção do que no exercício aeróbico de intensidade leve a moderada.

Este tipo de suplementação, tanto em sedentários quanto em praticantes de exercício aeróbico leve a moderado, promoveu aumento de peso, predominantemente da gordura corporal, o que se acentuou nos exercitados. Fato este que pode ter ocorrido devido à prática de exercício

habitual estimular uma maior eficiência do metabolismo corporal, incluindo o muscular, sendo desnecessário excesso de proteína para ganho de massa magra (25, 27). Em ambas as suplementações ocorreu o mesmo comportamento sobre o ganho e o percentual de gordura corporais, indicando que, independentemente do tipo de proteína, o excesso, por si só, promoveu o aumento de ambos já que a mistura foi modificada com a proporção do suplemento das rações, permanecendo com o mesmo teor protéico (*whey protein* 5% e *whey protein* 10%), sendo mantidas as demais proporções de nutrientes e energia.

No caso do consumo alimentar, parece que o exercício por si só promove o seu aumento, o qual propicia maior aporte de nutrientes e energia, favorecendo o anabolismo protéico. No entanto, é muito importante que o consumo ocorra em até 48h após o exercício para garantir que haja redução da degradação protéica e aumento de sua síntese (25, 27).

Tipton *et al.* (13) estudaram a ingestão de proteínas intactas (caseína e *whey protein*) após o exercício físico, para estimular a síntese protéica muscular, em humanos. Os indivíduos foram distribuídos em três grupos, que consumiram uma das três bebidas: placebo (n=7), 20g caseína (n=7) e 20g de *whey protein* (n=9); o exercício foi de extensão da perna. Os autores concluíram que a ingestão de ambas as proteínas após o exercício resultou em aumento similar no balanço protéico muscular, em que a síntese de proteína muscular apresentou diferentes padrões de respostas do pool de aminoácidos sanguíneos. Este tipo de conclusão vem sendo levantada desde 2000, por Rennie e Tipton (25), em seu trabalho de revisão.

Outro parâmetro analisado foi a creatinina, que sofreu interferência direta da suplementação, independente do teor utilizado. Neste caso, como era esperado, devido a um maior aporte protéico, as dietas suplementadas proporcionaram um consumo maior de proteínas como fonte energética, indicando um excesso deste tipo de nutriente, intensificado nos grupos

com exercício forçado, devido ao maior trabalho muscular. Por este motivo pode ter ocorrido elevação da creatinina (*CR*) sanguínea, a qual depende diretamente do catabolismo protéico (28). Esta elevação também sofreu interferência direta da intensidade do exercício, uma vez que somente nos animais submetidos ao exercício forçado ocorreu aumento deste metabólito.

Quanto à uréia (*U*), verificou-se que os ratos suplementados sob exercício forçado apresentaram maior catabolismo protéico, aumentando sua concentração no soro, indicando que tanto o exercício como a ingestão maior de proteína promoveram aumento da degradação protéica e utilização de aminoácidos como fonte energética (25). Com o teor protéico recomendado, independentemente do exercício, não houve aumento significativo da ureogênese. Quando analisada a suplementação, independentemente do seu teor, houve aumento significativo nos grupos com exercício forçado, quase que triplicando a concentração da uréia. O que pode ser explicado pelo fato de que tanto o exercício físico quanto um maior aporte protéico promovem aumento no consumo de aminoácidos como fonte energética, seja por sua maior disponibilidade ou pela intensidade do exercício (25). O fato do exercício aeróbico leve à moderado com 5% de suplemento não ter apresentado uma maior formação de uréia pode ter ocorrido pela utilização do frango como a fonte predominante de proteínas, apesar do excesso protéico. Diferente da dieta com 10% de *whey protein*, que recebeu o dobro do suplemento em substituição a este constituinte, o que possivelmente tornou disponível aminoácidos predominantemente ureogênicos, como os BCAAs (leucina, valina e isoleucina), relevantes para a manutenção da proteína corporal (29); além de constituírem fontes de nitrogênio para a síntese de alanina e glutamina, regulam os processos anabólicos e têm efeitos terapêuticos e nutracêuticos, uma vez que podem atenuar a perda de massa magra durante a redução de peso corporal, entre outros (29) e estimulam a síntese protéica, através da leucina (30). Os BCAAs são responsáveis em fornecer 10 a 15% da energia

total gasta na etapa final do exercício de alta intensidade prolongado (31).

Ainda foram estudadas as aminotransferases (*ALT e AST*), indicadoras de lesões no fígado e músculos. A *ALT* é encontrada em altas concentrações apenas no citoplasma do fígado, o que torna o seu aumento sanguíneo um indicativo mais específico de lesão hepática; no entanto, pode estar aumentada em conjunto com a *AST* em miopatias (doenças musculares) severas. Vale salientar que, na literatura científica, são escassas as informações a respeito do papel destas enzimas, conjugando a suplementação protéica e o exercício físico, tampouco foram encontrados artigos utilizando o esquema experimental aqui estudado.

O exercício forçado promoveu aumento na *AST*, fato que foi intensificado pela suplementação de 10% do *whey protein*, sendo indicativo de dano muscular, pois também houve elevação da *ALT*, mesmo não tenha sofrido a ação conjunta de dieta e exercício e, sim, modificou-se, em particular, para cada uma das variáveis estudadas. Apresentando seus maiores teores nos animais submetidos à dieta com 10% do suplemento, havendo indicação de forte transaminação, possivelmente pela maior disponibilidade de alanina do suplemento e não pela quantidade de proteínas da dieta; uma vez que a dieta a 5% tinha o mesmo teor protéico (22%). Fato que também pode ser explicado pela maior formação de uréia, já comentado anteriormente. Sofrendo, assim, a ação do tipo de pool de aminoácidos disponíveis provenientes da dieta consumida. Considerando a intensidade do exercício, só os animais submetidos ao nado forçado, apresentaram aumento significativo da *AST*, indicando uma maior utilização de proteína como fonte de energia, promovendo assim maior transaminação para a neoglicogênese (25).

Segundo Morifuji *et al.* (24), a suplementação com BCAA reduz o consumo de glicogênio hepático durante o exercício agudo, como uma consequência da diminuição da atividade do

complexo piruvato desidrogenase, levando-os à considerar que os efeitos benéficos sobre os estoques de glicogênio hepático do *whey protein* são determinados por sua composição de aminoácidos. No entanto, o mecanismo envolvido neste comportamento ainda não está completamente esclarecido. Ainda neste trabalho os autores mostraram que caseína e *whey protein* causaram aumentos significativos nos níveis de vários aminoácidos, especialmente alanina, como também mudanças hepáticas na atividade da alanina aminotransferase (*ALT*). A transaminação é o primeiro passo para o catabolismo de aminoácidos e permite que os esqueletos de carbono dos aminoácidos sejam convertidos em oxaloacetato e, subseqüentemente, em piruvato, para ser utilizado na neoglicogênese. Do mesmo modo que neste trabalho, os autores chegaram à conclusão de que possivelmente os BCAAs podem ter sido convertidos a alanina no músculo e, então, transportados ao fígado, para a conversão em piruvato, contudo reduzindo a necessidade de metabolizar glicogênio hepático e produzir glicose adicional. E ainda sugerem que seu estudo está de acordo com esta seqüência de reações, bem como, *whey protein*, em adição ao aumento dos níveis de alanina no soro, também aumenta a atividade da alanina aminotransferase hepática. Este aumento na *ALT* indicou mudanças na glicogenólise procedidas pela alanina.

O aumento da massa muscular constitui uma resposta normal ao treinamento físico, o que pode ocorrer por hipertrofia, hiperplasia, ou ambos, resultantes tanto do aumento da síntese quanto da diminuição do catabolismo protéico (25, 32).

O perfil de aminoácidos das proteínas do soro pode favorecer o anabolismo muscular (8,9). Além disso, Há e Zemel (10) destacam que o perfil de aminoácidos das proteínas do soro é muito similar ao das proteínas do músculo esquelético, fornecendo quase todos os aminoácidos em proporção semelhante, classificando-as como um efetivo suplemento anabólico. Em outro estudo, Burke *et al.* (33) observaram, igualmente, ganho de massa muscular significativo em adultos

jovens suplementados com proteínas do soro e submetidos a um programa de exercícios com pesos, quando comparado a um grupo não suplementado, confirmando a teoria do efeito das proteínas do soro sobre o ganho de massa muscular. Efeito este que parece não ter sido efetivo nas condições ora estudadas.

CONCLUSÕES

Os dados analisados permitem concluir que o *whey protein* foi pouco efetivo na melhoria da composição corporal. E pode-se inferir que sedentários não devem consumir este tipo de suplemento para o ganho de massa magra, pois o mesmo promoveu aumento de gordura corporal.

Quanto aos parâmetros bioquímicos, tanto a suplementação quanto o exercício podem ter promovido um desequilíbrio no metabolismo, elevando-os, podendo causar danos à saúde e diminuindo a qualidade de vida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sports Medicine. American Dietetic Association and Dietitians of Canada. Position of the nutrition and athletic performance. J Amer Diet Assoc. 2000; 100: 1543-56.
2. Carvalho T, Rodrigues T, Meyer F, Lancha Jr AH, De Rose EH. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. Rev Bras Med Esp. 2003; 9(2): 1-13.
3. Burke LM, Read RSD. Dietary supplements in sports. Sports Med. 1993;15: 43.
4. Gomes MR, Tirapegui J. Relação de alguns suplementos nutricionais e o desempenho físico. Arch Latinoamer Nutr. 2000; 50(4): 317-29.
5. Mendes RM, Tirapegui J. Creatina: o suplemento nutricional para a atividade física– Conceitos atuais. Arch Latinoamer Nutr. 2002; 52(2, S2): 117-27.
6. Calfee R, Fadale P. Popular ergogenic drugs and supplements in young athletes. Pediatrics. 2006; 117(3): e577-89. Disponível em <http://www.pediatrics.org> Acessado em: 27/04/07.
7. Clarkson P, Coleman E, Rosebloom C. Risk dietary supplements. Sports Sci Exch Roundtable 48 2002; 13(2). Disponível em: <http://www.gssiweb.com/reflib/refs/568> Acessado em 10/04/05
8. Haraguchi FK, Abreu WC, De Paula H. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. Ver Nutr. 2006;19(4):479-88.

9. Marshall K. Therapeutic application of whey protein. *Alter Med Rev.* 2004; 9(2)136-56.
10. Há E, Zemel MB. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people. *J Nutr Biochem.* 2003; 14: 251-8.
11. Aoi W, Naito Y, Yoshikawa T. Exercise and functional foods. *Nut Journal.* 2006; 5:15-23.
Disponível em: <http://www.nutritionj.com/content/5/1/15>.
12. Morifuji M, Sakai K, Sanbongi C, Sugiura K. Dietary whey protein downregulates fatty acid synthesis in the liver, but upregulates it in skeletal muscle of exercise-trained rats. *Nutrition.* 2005; 21:1052-8.
Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/nut> Acessado em 12/12/05.
13. Tipton KD, Elliott TA, Cree MG, Wolf SE, Sanford AP, Wolfe RR. Ingestion of casein and whey proteins result in muscle anabolism after resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004; 36(12):2073-81.
14. Borsheim E, Aarsland A, Wolfe RR. Effect of an amino acid, protein, and carbohydrate mixture on net muscle protein balance after resistance exercise. *Int J Nutri Exerc Metab.* 2004; 14:255-71.
15. Merusse JLB, Lapichik VBV. Instalações e equipamentos. In: Colégio Brasileiro de Experimentação Animal. Comissão de Ensino. Manual para técnicos em bioterismo. 2.ed. São Paulo: EPM, 1996.
16. Reeves PG, Nielsen FH, Fahey GC. AIN-93 purified diets for laboratory rodents; final report of the American Institute of Nutrition Ad Hoc Writing Committee on the Reformulation of the AIN-76A Rodent Diet. *J Nutr.* 1993; 123(10): 1939-51.

17. Horwitz, W. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 3rd ed. Washington: AOAC. 1998; 1094.
18. Bergmeyer, H.U. Methods of enzymatic analyses. VCH Publishers 1985. v.9, p.449-453.
19. Henry RJ, Cannon DC, Winkelman JW. Clinical chemistry; principles and technics. 2nd ed. New York: Harper & Row; 1974.
20. Reitman S, Frankel S. A colorimetric method for the determination of serum glutamic oxalacetic and glutamic pyruvic transaminase. Am J Clin Path. 1957; 28:56-63.
21. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 2nd ed. Washington: AOAC. 1997.
22. Marcondes MCCG, Simões GC, Neiva CM, Azevedo JRM, Mello MAB. Perfil lipídico de camundongos alimentados com dieta potencialmente aterogênica submetidos ao treinamento físico aeróbico. Rev Bras Ativ Fís Saúde. 1997; 2(1): 60-68.
23. Gobatto CA, Mello MAR, Sibuya CY, Azevedo JRM, Santos LA, Kokubun E. Maximal lactate steady state in rats submitted to swimming exercise. Comp Bioch Phys. 2001; 130: 21-7.
24. Morifuji M, Sakai K, Sugiura K. Dietary Whey protein modulates liver glycogen level and glycoregulatory enzyme activities in exercises-trained rats. Exp Biol Med. 2005; 230: 23-30.
25. Rennie MJ, Tipton KD. Protein and amino acid metabolism during and after exercise and the effects of nutrition. Annu Rev Nutr. 2000; 20: 457-83.
26. Achten J, Jeukendrup AE. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. Nutrition. 2004; 20:716-27.

27. Bisborough S, Mann N. A review of dietary protein intake in humans. *Int J Sport Nutr Exerc Met.* 2006; 16: 120-52.
28. Ferreira PS, Zaninelo LH, Pelizer CM, Santos CM, Neiva CM. Aspectos gerais e indicadores estatísticos sobre consume de suplementos nutricionais em academias de ginástica. *Nutr Pauta.* 2007; 82: 27-31.
29. Rogero MM, Tirapegui J. Aminoácidos de cadeia ramificada, balanço protéico muscular e exercício físico. *Nutr Pauta.* 2007; 83: 28-34.
30. Shimomura Y, Yamamoto Y, Bajotto G, Sato J. Nutraceutical effects of amino acids on skeletal muscle. *J. Nutr.* 2006; 136: 529S-532S.
31. Canuto R, Fagundes RLM. A importância dos macronutrientes no manejo dietético em atletas de futebol de campo. *Nutr Pauta.* 2006; 76: 34-9.
32. Rogatto GP, Luciano E. Influência do treinamento físico intenso sobre o metabolismo de proteínas. *Motriz.* 2001; 7(2): 75-82
33. Burke LM, Cox GR, Culmings NK, Desbrow B. Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them? *Spots Med.* 2001; 31:267-99.

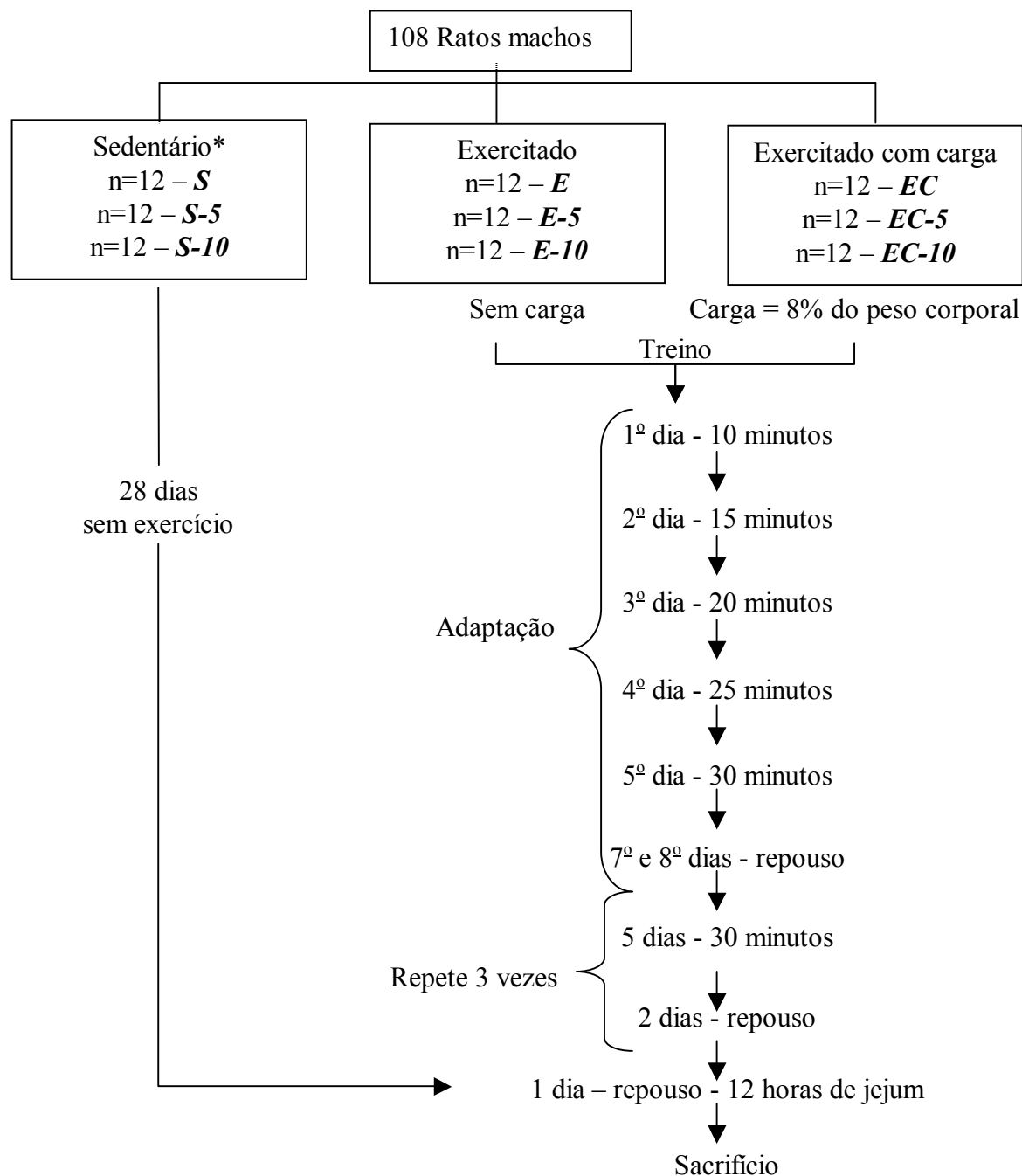


Figura 1: Esquema experimental

(*) S, sedentário-dieta padrão; E, exercitado-dieta padrão; EC, exercitado com carga-dieta padrão; S-5, sedentário-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; E-5, exercitado-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; EC-5, exercitado com carga-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; S-10, sedentário-dieta suplementada com 10% de *whey protein*; E-10, exercitado-dieta suplementada com 10% de *whey protein*; EC-10, exercitado com carga-dieta suplementada com 10% de *whey protein*.

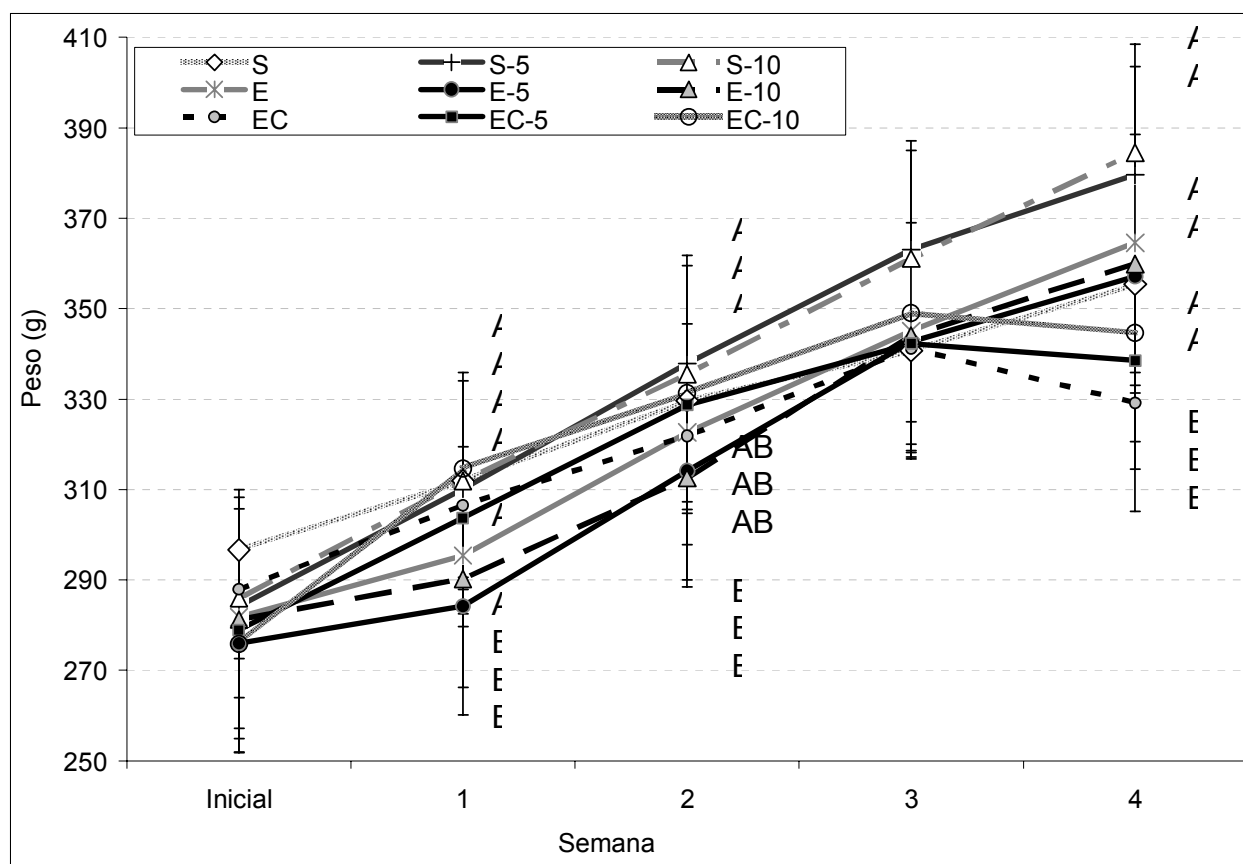


Figura 2: Comportamento Ponderal Dos Animais Em Cada Fim De Período (Semanal)

(*) Diferença significativa a 0,05. ANOVA, análise de variância; S, sedentário-dieta padrão; E, exercitado-dieta padrão; EC, exercitado com carga-dieta padrão; S-5, sedentário-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; E-5, exercitado-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; EC-5, exercitado com carga-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; S-10, sedentário-dieta suplementada com 10% de *whey protein*; E-10, exercitado-dieta suplementada com 10% de *whey protein*; EC-10, exercitado com carga-dieta suplementada com 10% de *whey protein*. Os dados são expressos em média $\pm$ desvio padrão. As médias nas colunas que mostram letras diferentes apresentaram diferença significativa. Letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre as dietas ou entre as combinações de dietas e exercícios; e letras maiúsculas, diferença significativa entre as formas de exercícios.

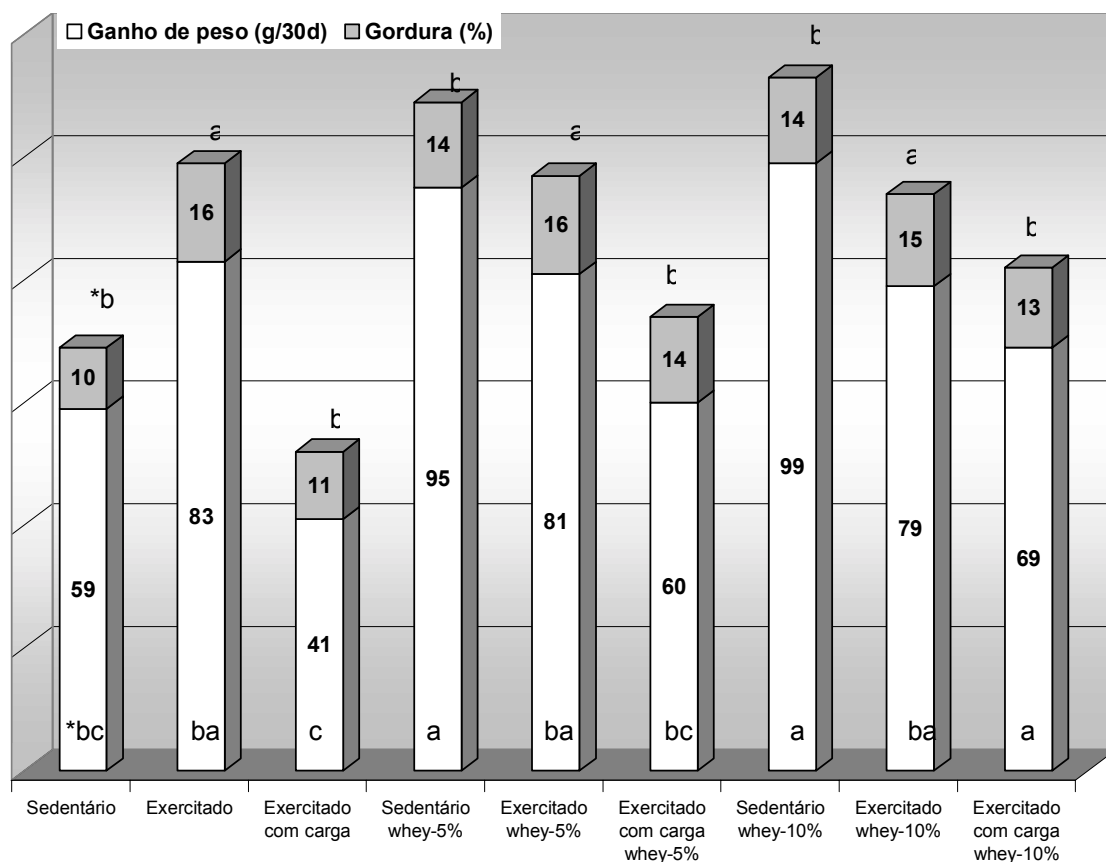


Figura 3: Ganho de peso e percentual de gordura de animais submetidos a diferentes níveis de suplementação com whey protein e de exercício físico.

(*) Diferença significativa a 0,05. Anova, análise de variância; Os dados são expressos em média $\pm$ desvio padrão. As médias nas colunas que mostram letras supra-escritas diferentes apresentaram diferença significativa. Letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre as formas de exercícios ou entre as combinações de dietas e exercícios; e letras maiúsculas, diferença significativa entre as dietas.

Tabela 1

Composição química das dietas (g.kg-1)

COMPONENTE	Dieta normal						Whey protein 5%						Whey protein 10%					
	Q* (g)	P (g)	C (g)	G (g)	F (g)	E Kcal	Q (g)	P (g)	C (g)	G (g)	F (g)	E Kcal	Q (g)	P (g)	C (g)	G (g)	F (g)	E Kcal
Nutri whey protein®	-	-	-	-	-	-	200	50	137	2	-	766	400	100	274	4	-	1532
	110	78	14	5	-	413	140	99	18	6	-	522	90	64	11	4	-	336
	280	64	173	4	12	984	220	50	136	3	9	771	190	43	118	3	8	671
	380	29	335	1	0	1465	280	21	247	0	0	1072	200	15	177	0	0	768
	30	0	0	30	-	270	30	0	0	30	-	270	30	0	0	30	-	270
Farinha de mandioca	200	3	166	1	-	685	130	2	108	1	-	449	90	1	75	0	-	304
Total	1000	174	688	41	12	3817	1000	222	646	42	9	3850	1000	223	655	41	8	3881

*Q = Quantidade; P = Proteína; C = Carboidrato; G = Gordura; F = Fibra; E = Energia

Tabela 2

Ingestão alimentar, protéica e calórica*

Grupo	Alimentar (g/30d)	Protéica (g/30d)	Calórica (kcal/30d)
<i>S</i>	482 ± 48 ^(d)	84 ± 8 ^(b,A)	1840 ± 184 ^(b,A)
<i>E</i>	521 ± 68 ^(dc)	91 ± 12 ^(b,A)	1987 ± 261 ^(b,A)
<i>EC</i>	623 ± 62 ^(ba)	108 ± 11 ^(a,A)	2377 ± 236 ^(a,A)
<i>S-5</i>	587 ± 47 ^(bac)	130 ± 10 ^(b,B)	2260 ± 179 ^(b,B)
<i>E-5</i>	574 ± 57 ^(bc)	127 ± 13 ^(b,B)	2208 ± 218 ^(b,B)
<i>EC-5</i>	628 ± 90 ^(ba)	139 ± 20 ^(a,B)	2417 ± 346 ^(a,B)
<i>S-10</i>	563 ± 23 ^(bc)	126 ± 5 ^(b,B)	2187 ± 89 ^(b,B)
<i>E-10</i>	604 ± 29 ^(ba)	135 ± 7 ^(b,B)	2345 ± 114 ^(b,B)
<i>EC-10</i>	654 ± 54 ^(a)	146 ± 12 ^(a,B)	2537 ± 211 ^(a,B)
ANOVA			
Dieta	p ⁽¹⁾ < 0,0001*	p ⁽¹⁾ < 0,0001*	p ⁽¹⁾ < 0,0001*
Exercício	p ⁽²⁾ < 0,0001*	p ⁽²⁾ < 0,0001*	p ⁽²⁾ < 0,0001*
Dieta X exercício	p ⁽³⁾ = 0,0350*	p ⁽³⁾ = 0,1225	p ⁽³⁾ = 0,1225

(*) Diferença significativa a 0,05. p (1): Para a comparação entre dieta; p (2): Para a comparação entre exercícios; p (3): Para a verificação da hipótese dieta x exercícios. Anova, análise de variância; S, sedentário-dieta padrão; E, exercitado-dieta padrão; EC, exercitado com carga-dieta padrão; S-5, sedentário-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; E-5, exercitado-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; EC-5, exercitado com carga-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; S-10, sedentário-dieta suplementada com 10% de *whey protein*; E-10, exercitado-dieta suplementada com 10% de *whey protein*; EC-10, exercitado com carga-dieta suplementada com 10% de *whey protein*. Os dados são expressos em média ± desvio padrão. As médias nas colunas que mostram letras supra-escritas diferentes apresentaram diferença significativa. Letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre as formas de exercícios ou entre as combinações de dietas e exercícios; e letras maiúsculas, diferença significativa entre as dietas.

Tabela 3

Parâmetros séricos

Grupo	Uréia (g/dl)	Creatinina (g/dl)	AST (g/dl)	ALT (g/dl)
<i>S</i>	17,25 ± 4,34 ^(d)	0,48 ± 0,14 ^(b,B)	35,75 ± 10,73 ^(c)	28,67 ± 8,56 ^(b,B)
<i>E</i>	13,01 ± 2,48 ^(d)	0,53 ± 0,14 ^(b,B)	24,92 ± 7,28 ^(c)	25,58 ± 4,50 ^(b,B)
<i>EC</i>	19,04 ± 4,20 ^(d)	0,70 ± 0,12 ^(a,B)	116,25 ± 21,48 ^(b)	153,08 ± 146,50 ^(a,B)
<i>S-5</i>	20,48 ± 5,18 ^(cd)	0,68 ± 0,22 ^(b,A)	28,17 ± 14,30 ^(c)	29,67 ± 14,77 ^(b,AB)
<i>E-5</i>	16,12 ± 2,28 ^(d)	0,61 ± 0,15 ^(b,A)	31,42 ± 10,33 ^(c)	28,67 ± 8,70 ^(b,AB)
<i>EC-5</i>	43,58 ± 16,93 ^(a)	0,98 ± 0,35 ^(a,A)	138,25 ± 32,09 ^(b)	179,17 ± 45,74 ^(a,AB)
<i>S-10</i>	30,07 ± 5,73 ^(cb)	0,65 ± 0,11 ^(b,A)	31,50 ± 14,49 ^(c)	30,42 ± 13,41 ^(b,A)
<i>E-10</i>	30,45 ± 7,46 ^(b)	0,83 ± 0,31 ^(b,A)	36,25 ± 8,88 ^(c)	35,33 ± 7,88 ^(b,A)
<i>EC-10</i>	41,45 ± 7,63 ^(a)	0,99 ± 0,28 ^(a,A)	171,67 ± 21,47 ^(a)	181,50 ± 21,72 ^(a,A)
ANOVA				
Dieta	p ⁽¹⁾ < 0,0001*	p ⁽¹⁾ < 0,0001*	p ⁽¹⁾ < 0,0001*	p ⁽¹⁾ = 0,0143*
Exercício	p ⁽²⁾ < 0,0001*	p ⁽²⁾ < 0,0001*	p ⁽²⁾ < 0,0001*	p ⁽²⁾ < 0,0001*
Dieta X exercício	p ⁽³⁾ < 0,0001*	p ⁽³⁾ = 0,2321	p ⁽³⁾ < 0,0001*	p ⁽³⁾ = 0,1004

(*) Diferença significativa a 0,05. p (1): Para a comparação entre dieta; p (2): Para a comparação exercícios; p (3): Para a verificação da hipótese dieta x exercícios. Anova, análise de variância; S, sedentário-dieta padrão; E, exercitado-dieta padrão; EC, exercitado com carga-dieta padrão; S-5, sedentário-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; E-5, exercitado-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; EC-5, exercitado com carga-dieta suplementada com 5% de *whey protein*; S-10, sedentário-dieta suplementada com 10% de *whey protein*; E-10, exercitado-dieta suplementada com 10% de *whey protein*; EC-10, exercitado com carga-dieta suplementada com 10% de *whey protein*. Os dados são expressos em média ± desvio padrão. As médias nas colunas que mostram letras supra-escritas diferentes apresentaram diferença significativa. Letras minúsculas distintas indicam diferença significativa entre as formas de exercícios ou entre as combinações de dietas e exercícios; e letras maiúsculas, diferença significativa entre as dietas. AST - Aspartato aminotransferase e ALT - Alanina aminotransferase.