

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE DE RIBEIRÃO PRETO

MARÍLIA ROQUE MANSUR

**Efeito agudo da suplementação de carboidrato e proteína
sobre o comportamento do eixo GH-IGF-I em fisiculturistas.**

Ribeirão Preto

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte

Mansur, Marília Roque

Efeito agudo da suplementação de carboidrato e proteína sobre o comportamento do eixo GH-Igf1 em atletas fisiculturistas. Ribeirão Preto, 2018.

51 p. : il. ; 30 cm

Dissertação de Mestrado, apresentada à Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Educação Física.

Orientador: Puggina, Enrico Fuini.

1.Fisiculturismo. 2.Eixo GH-Igf-1. 3.Hipertrofia Muscular. 4.Suplementação

MANSUR, Marília Roque

Título: Efeito agudo da suplementação de carboidratos e proteínas sobre o comportamento do eixo GH-Igf1 em atletas fisiculturistas

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção de título de Mestre em Aspectos Biodinâmicos da Atividade Física e Esporte.

Aprovado em:

Banca examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

DEDICATÓRIA

Dedico a conclusão deste trabalho aos meus pais, Eduardo e Isabel, que nunca mediram esforços para me incentivar e batalhar pelos meus objetivos. Agradeço por serem meu porto seguro, sempre estenderam a mão nos momentos de angústia, mas também por me aplaudirem nas conquistas e vitórias ao longo da minha trajetória acadêmica.

À minha irmã, Natália por me inspirar em ser seu maior exemplo. Espero tê-lo cumprido com êxito. Cada conquista sua é uma vitória minha! Obrigada pela oportunidade de aprendizagem constante com você.

Aos meus tios, em especial, Eliana e Fernando, que desde a época de pré vestibulanda não mediram esforços em me apoiar. Por cada viagem, cada vestibular. Minha eterna gratidão.

À todos os meus familiares que me apoiaram à seu modo, e em especial, à minha avó Sucena, que me deixou como ensinamento de vida a nunca desistir dos meus sonhos...

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma, direta ou indireta, se envolveram com meus objetivos e contribuíram com meu amadurecimento e crescimento pessoal, desde professores do colégio, até os de faculdade, amigos de infância, colegas de profissão, amigos de faculdade, irmãos de alma e todos os colaboradores nessa trajetória da vida.

Agradeço a proteção eterna de Nossa Senhora Aparecida, minha Mãe, pela iluminação de meus caminhos e conquistas.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Enrico Pugina pelos ensinamentos e orientações necessárias para a conclusão desse projeto. Ao Prof Hugo Tourinho Filho que me apresentou o eixo GH! Sem os grupos de estudos e os ensinamentos este projeto não existiria.

Aos colegas do mestrado pelos conhecimentos compartilhados, pelo auxílio nas coletas, em especial , Eike, Berti, Marcela, João Paulo, Rafael, Fábio.

Ao Marcel Pisa, parceiro da pós graduação, obrigada pela parceria, auxílio nas coletas, nos trabalhos e pelas caronas!

À todos colegas e parceiros envolvidos no projeto, Leonardo Gaspar Gomes, Altair Mourão, Prof. Dr. Evandro Fioco pela disponibilidade e auxílio ao longo de todo o projeto.

Ao enfermeiro Gustavo (Mumu) por me auxiliar nas coletas.

Aos atletas envolvidos, pela disponibilidade. Sei que não foi fácil, treinar, coletar sangue!

Enfim, à todos os envolvidos, de maneira direta e indireta meu muito obrigado!

MARÍLIA ROQUE MANSUR

Efeito agudo da suplementação de carboidrato e proteína sobre o comportamento do eixo GH-IGF-I em fisiculturistas.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção de título de Mestre em Aspectos Biodinâmicos da Atividade Física e Esporte.

Orientador: Prof^o Dr. Enrico Fuini Puggina

Ribeirão Preto

2018

Autor: MANSUR, Marília Roque

Título: Efeito agudo da suplementação de carboidrato e proteína sobre o comportamento do eixo GH-IGF-I em fisiculturistas.

RESUMO

O exercício físico é mediado por mecanismos neuroendócrinos altamente específicos, que apresenta uma aparente relação dose-resposta com o aumento da concentração de GH, o qual, em conjunto com o IGF-1, compõe o eixo GH-IGF, determinante para o processo de crescimento muscular. A resposta do hormônio GH induzida pelo exercício está associada à intensidade, duração, frequência e método de treinamento utilizado. Desta forma, a prática de exercícios, principalmente contra uma resistência, está intimamente ligada à função anabólica, envolvendo processos de síntese proteica e ressíntese de glicogênio. Diante de relatos na literatura, o treinamento físico é capaz de promover um aumento dos níveis de IGF-1, proteína ligadora responsável por ampliar a atividade secretória do eixo GH-IGF. Em preparações de modalidades como o fisiculturismo, em que os atletas são julgados pela simetria muscular e definição corporal, é comum a adoção de estratégias dietéticas, bem como, desidratação, períodos de jejum prolongado, restrição calórica severa, uso de diuréticos e utilização de esteroides anabolizantes. Nesse sentido, o objetivo do estudo foi investigar o comportamento do eixo GH-IGF, sob suplementação de nutrientes, como carboidrato (maltodextrina) e proteína (whey protein), comumente utilizados por fisiculturistas, pela técnica de imuno-ensaios realizados em amostras de sangue obtidas em uma sessão de treinamento padronizada. A amostra foi composta por 10 atletas fisiculturistas da categoria Men's Physique que foram analisados em fase off season, ou seja, fora da fase preparatória para a competição, no momento que antecede a sessão de treinamento (PRÉ TREINO), 30 minutos após (PÓS TREINO 30') e 60 minutos após o término da sessão (PÓS TREINO 60'). Foram analisados dados antropométricos, composição nutricional da dieta e concentrações de IGF-1. Para as análises estatísticas foram utilizadas ANOVA two way de medidas repetidas, Magnitude de Efeito (ES) e Probabilidade Quantitativa de Chances (QC). Os resultados mostram uma tendência de aumento nas concentrações de IGF-1 para os estados alimentado e suplementado nos momentos de pré treino e pós treino 30 e 60 minutos. Além disso, de uma maneira geral, observou-se um aumento nas concentrações de IGF-1 no estado suplementado, em comparação ao estado de jejum e alimentado, independente do momento do treino. Ademais, observa-se uma restrição na ingestão de carboidratos em contrapartida de um maior consumo de proteínas, ou seja, estratégias necessárias para corroborar com as exigências do Esporte. Desta forma, diante do importante papel do IGF-1 sob o processo de hipertrofia muscular e dos achados no seu comportamento submetido ao uso de um suplemento alimentar contendo carboidrato + whey protein, torna-se interessante o uso desta solução em prol do desempenho e sucesso dos atletas fisiculturistas.

Palavras chave: fisiculturismo, eixo GH-IGF, hipertrofia muscular, suplementação

Author: MANSUR, Marília Roque

Title: Acute effects of carbohydrate and protein supplementation on GH-IGF-I axis in bodybuilders.

ABSTRACT

The physical exercise is mediated by highly specific neuroendocrine mechanisms, which presents an apparent dose-response relationship with the increase in GH concentration, which, together with IGF-1, makes up the GH-IGF axis, which is determinant for the muscle growth. Exercise-induced GH hormone response is associated with the intensity, duration, frequency, and training method used. In this way, the practice of exercises, mainly against a resistance, is closely linked to the anabolic function, involving processes of protein synthesis and glycogen resynthesis. According to reports in the literature, physical training is capable of promoting an increase in levels of IGF-1, a binding protein responsible for enhancing the secretory activity of the GH-IGF axis. In preparation for modalities such as bodybuilding, where athletes are judged by muscular symmetry and body definition, dietary strategies, as well as dehydration, periods of prolonged fasting, severe caloric restriction, use of diuretics, and steroid use are common anabolic. In this sense, the objective of the study was to investigate the behavior of the GH-IGF axis, under nutrient supplementation, such as carbohydrate (maltodextrin) and protein (whey protein), commonly used by bodybuilders, by the immunoassay technique performed in blood samples obtained in a standardized training session. The sample consisted of 10 bodybuilders from the Men's Physique category who were analyzed in the off-season phase, that is, outside the preparatory phase for the competition, at the moment before the training session (PRE-TRAINING), 30 minutes after (POST-TRAINING 30 ') and 60 minutes after the end of the session (POST TRAIN 60'). Anthropometric data, nutritional composition of the diet and concentrations of IGF-1 were analyzed. Two-way ANOVA of repeated measures, Magnitude of Effect (ES) and Quantitative Chance of Chance (QC) were used for statistical analysis. The results show a trend of increase in IGF-1 concentrations for the fed and supplemented states at pre-workout and post-workout 30 and 60 minutes. In addition, in general, an increase in IGF-1 concentrations in the supplemented state, as compared to the fed and fed state, was observed irrespective of the training time. In addition, a restriction in the carbohydrate intake is observed in counterpart of a greater consumption of proteins, that is, strategies necessary to corroborate with the requirements of the Sport. Thus, in view of the important role of IGF-1 under the process of muscular hypertrophy and the findings in the in its behavior submitted to the use of a food supplement containing carbohydrate + whey protein, it becomes interesting to use this solution for the performance and success of the athletes bodybuilders

KEY-WORDS: bodybuilding, GH-IGF axis, muscle hypertrophy, supplementation

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Fórmula para cálculo do tamanho amostral20
- Figura 2 - Esquema representativo do protocolo experimental utilizado nesse estudo.....21

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comportamento do IGF-1 nas situações em jejum, alimentado, suplementado e nos momentos pré treino, pós treino 30 minutos e pós treino 60 minutos.....30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização da amostra.....	28
Tabela 2 - Avaliação nutricional dos recordatórios alimentares	28
Tabela 3 - Valores das concentrações de IGF-1 entre os estados alimentares; jejum, alimentado e suplementado nos momentos Pré treino, Pós treino 30 minutos e Pós treino 60 minutos.....	29

LISTA DE ABREVIATURAS

GH: Growth hormone

GHRH: Growth hormone releasing hormone

IGF-I: Insulin-like growth factor I

IL-6: Interleucina 6

Kg: quilograma

MCT: Massa corporal total

QC: Probabilidade quantitativa de chances

ES: Effect size

R24: Recordatório alimentar de 24 horas

GEB: Gasto Energético Basal

J: Jejum

A: Alimentado

S: Suplementado

Ca²⁺ : íons Cálcio

AKT: proteínas quinases

Mtor: Mammalian Target of Rapamycin

S6K1: Ribosomal protein S6 kinase beta-1

4EBP1: Eukaryotic initiation factor 4E- binding protein

AMPK: Proteína quinase ativada por adenosina monofosfato

MAPK: Mitogen- activated protein kinase

TGF- β : Transforming growth factor beta

RM: Repetição Máxima

DRI: Dietary Reference Intakes

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	10
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.	OBJETIVOS GERAIS.....	22
4.	MATERIAS E MÉTODOS.....	23
4.1	População da amostra.....	23
4.2	Procedimentos.....	24
4.2.1	Protocolo Antropométrico.....	24
4.2.2	Protocolo Experimental.....	24
4.3	Momentos de coleta de dados.....	25
4.3.1	Protocolo de Treinamento.....	25
4.3.2	Coleta de Sangue.....	26
4.4	Avaliação das Concentrações de IGF-1.....	27
4.5	Avaliação Nutricional.....	27
5.	TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	28
6.	RESULTADOS.....	29
6.1	Caracterização da amostra.....	29
6.2	Avaliação Nutricional.....	30
6.3	Concentração de IGF-1.....	31
6.4	Comportamento de IGF-1.....	34
7.	DISCUSSÃO.....	34
8.	CONCLUSÕES.....	37
9.	DISSEMINAÇÃO E AVALIAÇÃO.....	38
10.	REFERÊNCIAS.....	39

1. **Introdução**

O culto ao corpo e a preocupação com o volume e as formas corporais, desde a antiguidade, vem se destacando nas sociedades modernas e se concretiza na década de 80 com o esporte fisiculturismo ou “bodybuilding” (AMARAL,2005). Os principais objetivos do esporte são a hipertrofia e definição muscular, de forma que, diversos métodos para atingir a melhor simetria corporal vêm sendo estudados, bem como estratégias nutricionais e de treinamento adotadas para se atingir a melhor forma física (LUZ E SABINO, 2006).

Dentre os processos hipertróficos, mediados pelo treinamento físico, podem ser citados a atividade neural, variáveis endócrinas, fatores de crescimento e citocinas (YAMADA et al, 2010). Nesse contexto, o efeito do eixo GH-IGF1 no processo de ganho de massa muscular é muito expressivo, atuando principalmente em conjunto com estratégias dietéticas, como a suplementação de macronutrientes após uma sessão de treinamento (MACHIDA, BOOTH, 2004). Tal fato foi evidenciado por Estivariz e Ziegler (1997), ao verificar que o nível de proteína e a ingestão calórica são capazes de regular as concentrações plasmáticas de IGF-1 no homem, pelo processo de redução na degradação de aminoácidos no tecido muscular, configurando um efeito anabólico (FRYBURG, GELFAND, BARRET,1991).

No estudo realizado por Rubin et al (2005), evidenciou-se que após uma sessão de treinamento contra uma resistência, houve aumento significativo nas concentrações de IGF-1 no plasma; imediatamente após o exercício, com retorno aos valores de concentração de pré- exercício após 15 minutos de recuperação. De forma complementar, amostras de biópsia muscular obtidas a partir do músculo quadríceps em jovens submetidos a uma sessão de treinamento contra uma resistência demonstraram aumento significativo do RNAm do fator de crescimento mecânico (MGF), isoforma derivada do gene de IGF-1 por splicing (HAMEED M. et al, 2003).

Diante do papel do eixo GH-IG-1 no processo de síntese proteica muscular e lipólise, como evidenciado anteriormente, essenciais para o fisiculturismo, parece racional questionar-se acerca das respostas fisiológicas associadas ao processo de hipertrofia muscular nos indivíduos praticantes de fisiculturismo em diferentes situações alimentares. Para tanto, assim como evidenciado por Thissen, Ketelslegers, Underwood (1994), em uma revisão, as concentrações de IGF-1 parecem se correlacionar com a

ingestão energética. Nesse sentido, torna-se necessário descrever o comportamento de tal fator de crescimento em diferentes situações alimentares (ingesta calórica usual, jejum e com suplementação protéica e de carboidratos).

De acordo com a literatura atual, podemos destacar que uma dieta rica em carboidratos, a qual é característica usual do plano alimentar dos atletas participantes deste estudo, principalmente concentrados em refeições pré-treinamento, pode ser um dos fatores que podem influenciar o comportamento do eixo GH-IGF-1, como evidenciado por Tourinho Filho et al (2016) em atletas de jiu-jitsu. Fato o qual também ocorre em situações de jejum, em que há um aumento na secreção do hormônio GH, no entanto, uma redução dos níveis de IGF-1 é observada, devido ao menos número de receptores de GH (Eliakim A., Nemet D., 2012).

Em contraste, apesar da necessidade de mais estudos para explorar este benefício, sugere-se que uma combinação de suplementação de aminoácidos essenciais e carboidratos pós exercício, durante 3 semanas de treinamento, foi acompanhada por aumentos significativos de IGF-1 livre, destacando-se um possível papel potencial desta suplementação na melhoria do desempenho atlético (Foster et al, 2011)

A fim de descrever o processo de impedimento da depleção total do conteúdo de glicogênio muscular e, por conseguinte, inibição da função anabólica do eixo GH-IGF, pela sua supressão, torna-se necessário avaliar o comportamento do eixo hormonal sob uma sessão de treinamento de resistência de força em momentos de presença e ausência de suplementação de macronutrientes, garantindo assim, a manutenção e aumento do tecido muscular através do aporte proteico e glicídico. Sendo assim, este estudo tem como objetivo avaliar o comportamento do eixo GH-IGF em atletas fisiculturistas em uma sessão de treinamento de resistência de força hipertrófica (hipertrofia metabólica), nas condições com e sem suplementação de carboidratos (maltodextrina) e suplemento proteico (whey protein) e em jejum.

2. Revisão Bibliográfica

O fisiculturismo, em sua descrição de culturismo ou “culto ao corpo”, de acordo com Liokaftos (2017) é dividida em três períodos, nos últimos 130 anos de existência; No período inicial (de 1880 a 1930), o modelo de corpo perfeito era referenciado por obras de arte clássicas, que ofereciam padrões estéticos totalmente distantes do que era observado nos corpos de homens fortes, os quais eram desproporcionais e antinaturais para tais referências, que demonstravam padrões de equilíbrio, saúde e moderação (Liokaftos, 2017).

Essas raízes clássicas foram substituídas no período intermediário (1940 – 1970) do culturismo, o qual foi caracterizado pela celebração do músculo, e uma visão de que ser grande é bom. Neste período, Liokaftos (2017) descreve que houve uma mudança do modelo de masculinidade ideal pós-guerra de competição amadora para uma competição profissional especializada em performance.

Já no período tardio do fisiculturismo (1980 até o presente), observa-se uma quebra de limites no que diz respeito ao desenvolvimento muscular, resultando na celebração de um corpo contemporâneo, hard-core, extremo e bizarro (Liokaftos, 2017).

De acordo com Locks (2012), a estética contemporânea do bodybuilding idolatra um corpo incongruente de músculos, com físico fragmentário de forma que, durante várias poses durante a exposição dos corpos nas competições, as fibras musculares são claramente visíveis sob a pele. Os atletas de tal modalidade apresentam ombros largos, quadris estreitos e enormes músculos do tronco, caracterizando um aspecto hipertrófico, hipermórfico, ou seja, excessivo, desproporcional e exagerado (Sparkers A.C., Brighton J., Inckle K., 2017).

Estas qualidades são exibidas em competições nacionais e internacionais, bem como a mais popular: Mr Olympia (Aranyosi, 2017), quando os todos os atletas concorrentes executam poses obrigatórias, durante comparações em grupos de 3 a 5 atletas, conforme orientação dos Árbitros. Os Atletas devem executar as poses e rotinas com os pés descalços, e de sunga (IFBB, 2018). Tais atletas, são avaliados, em todas as categorias, pelo grau de desenvolvimento muscular máximo e definição, caracterizando um físico exagerado e altamente musculoso (Sparkers et al, 2017).

As categorias as quais o bodybuilder pode ser classificado para uma competição de acordo com o peso e estatura são:

- SÊNIOR, na qual há oito categorias de peso: até e incluindo 65 kg; até e incluindo 70 kg; até e incluindo 75 kg; até e incluindo 80 kg; até e incluindo 85 kg; até e incluindo 90 kg; até e incluindo 100 kg e acima de 100 kg.

- MÁSTER, as categorias são: Máster I (40-49 anos), com as categorias: até e incluindo 70 kg; até e incluindo 80 kg; até e incluindo 90 kg e acima de 90 kg;

Máster II (50-59 anos): até e incluindo 80 kg e acima de 80 kg

Máster III (Acima de 60 anos): Categoria Aberta / Única

Durante a exibição dos atletas, há também uma rodada coreográfica onde os atletas podem mostrar seu físico numa apresentação de 60 segundos, utilizando-se de uma música de sua escolha. Tal performance deve ser uma apresentação artística atraente, incluindo as poses obrigatórias e poses e movimentos não obrigatórias. As classificações dos atletas são obtidas a partir das notas das rodadas de físicos e da rodada coreográfica, onde cada árbitro atribui uma colocação individual a cada atleta, dos primeiros ao último lugar.

Já o fisiculturismo clássico é uma modalidade do Fisiculturismo competitivo destinada aos atletas do sexo masculino que não desejam desenvolver seus músculos ao extremo, optando por um físico mais tradicional. Atualmente existem quatro categorias: até e incluindo 168 cm, até e incluindo 171 cm; até e incluindo 175 cm, até e incluindo 180 cm, e mais de 180cm.

Com o volume muscular limitado, é dada especial atenção à qualidade, e principalmente a visão geral do físico, as proporções do corpo e linhas, a forma muscular, e especialmente a condição que o atleta se apresenta no dia da competição (densidade, nível de gordura corporal, definição e detalhes), como é julgado nas seguintes categorias:

Men's physique

Essa categoria é destinada a homens que realizam o treinamento com pesos a fim de manter a forma, e que praticam uma dieta saudável e equilibrada, mas que preferem desenvolver um físico menos musculoso, com aspecto atlético e esteticamente agradável.

Os concorrentes procuram mostrar forma e simetria adequada, combinada com alguma musculabilidade e principalmente um bom estado geral. Os atletas devem ter presença de palco e postura a fim de demonstrar sua personalidade, e a capacidade de apresentar-se no palco com confiança deve ser visível a todos.

Fitness Coreográfico

Esta modalidade esportiva masculina inclui 2 rodadas de físico e uma rodada coreográfica com a rotina da apresentação artística. Na rodada final os concorrentes vestem sunga e os árbitros avaliam a simetria geral do atleta, procurando um físico masculino atlético, talhado pelos duros treinamentos os quais os atletas dessas categorias se submetem. Na coreografia o atleta deve incluir força e flexibilidade em seus movimentos, assim como movimentos de ginástica, ou de outras formas de exibição de seu talento e capacidade atlética. Ao final, os pontos de todas as rodadas são somados para produzir as pontuações finais e determinar quais concorrentes alcançarão aos primeiros lugares.

Sendo assim, não deve haver “pontos fracos”, e nem músculos subdesenvolvidos. Aqueles que conseguirem demonstrar maior riqueza de detalhes musculares receberão as maiores pontuações nas competições, exigindo-se assim, um maior desenvolvimento possível da musculatura do atleta.

Diante de tal condição, os músculos esqueléticos sendo o maior tecido corporal humano, apresentam propriedades contráteis e energéticas (NADER, 2005; SANTOS; 2004), tendo como função principal a contração muscular, proporcionando o movimento (LIEBER R.L, 2002). Desta forma, o sistema músculo esquelético detém elevada capacidade adaptativa em relação à estímulos fisiológicos e ambientais, como por exemplo, a dinâmica no processo de aumento da massa muscular, conhecido como hipertrofia (FRY, 2004).

Para o desenvolvimento e manutenção da força muscular, bem como, do condicionamento físico, é necessário, dentro de qualquer programa de treinamento, a realização de exercícios contra uma resistência (ACSM, 1998, 2002, 2009), que são capazes de promover melhorias na capacidade funcional (ADAMS, CLINE, REED, 2006).

Como descrito por Paillard T. (2018) em sua revisão, o treinamento de força é capaz de aumentar a capacidade para recrutamento das unidades motoras, modificar a eficiência dos padrões de recrutamento dos neurônios motores, promover alterações dentro dos elementos contráteis das fibras e aumentar a força e a hipertrofia seletiva das fibras musculares.

Atualmente, existem vários protocolos de treinamentos de força para aumento da força e da massa muscular (Uchida et al. 2006), os quais são capazes de promover melhorias no desempenho atlético, pelo aumento de força (KRAEMER, 2000), ou seja, aspectos essenciais para a melhor performance estética em atletas fisiculturistas.

É sabido que o treinamento de bodybuilders caracteriza-se pelo elevado volume de treinamento (FRY, 2004), requerendo dessa forma, programas de treinamento extremamente bem delineados. A partir do acompanhamento de atletas no período de 24 semanas preparatórias para campeonatos, Figueiredo e Narezi (2010), detectaram os seguintes períodos de treinamento: off-season, o qual objetiva o máximo desenvolvimento muscular; fase pré-dieta, na qual o protocolo de treinamento utilizado objetiva a redução da gordura corporal e diminuição calórica; fase pré-contest, onde busca-se a definição muscular, com redução máxima de percentual de gordura e eliminação do líquido subcutâneo. A partir dessas observações, é possível notar que o tecido muscular é extremamente sensível à ação do exercício repetido, de forma a apresentar modificações morfológicas, bioquímicas e funcionais (ARAÚJO, 1986), descritas a seguir:

- Adaptações morfológicas ao treinamento de força: aumento da área de secção transversa (hipertrofia) e alterações nas características contráteis das fibras musculares (BARROSO et al, 2005); Sendo uma das consequências do treinamento de força a indução do aumento da síntese proteica; temos um aumento na quantidade de proteínas no interior do sarcoplasma, o que resulta num desequilíbrio da razão núcleo / sarcoplasma, ou seja, domínio mionuclear. Desta forma, há uma maior demanda de núcleos, a qual é atingida através da incorporação de células satélites pela fibra muscular (BARROSO et al, 2005).

As células satélites são mononucleadas e encontram-se no estado dormente entre o sarcolema e a membrana basal das fibras musculares. Com a ocorrência do dano muscular (CHEN J.C., GOLDHAMER D.J., 2003) , estas são ativadas e são capazes de

se proliferar para auxiliar no processo de reparo às lesões sofridas pela atividade física (HERZOG et al, 2003).

- Adaptações bioquímicas decorrentes ao treinamento de força: descritas como ajustes metabólicos e das vias de sinalização envolvidas no remodelamento muscular, que resultam em alterações na transcrição gênica e síntese proteica muscular, desta forma é válido apresentar as principais vias:

Via da AKT

A família da AKT é composta por três isoformas: AKT1, AKT2 e AKT3, as quais são expressas de maneira específica em diversos tecidos. A fosforilação e ativação da AKT são estimuladas por fatores de crescimento, citocinas e hormônios, dependentes da fosfatidilinositol 3 quinase (PI3K) (FRANKE et al,1995). Mediante estímulo do treinamento resistido, observa-se um aumento da produção de IGF-1, conduzindo para uma cascata de ativação ordenada por PI3K, PDK 1e PDK 2 (quinase dependente de fosfoinositídeos-1 e 2) e AKT. Esta, por sua vez, ativa duas vias independentes como mTOR e GSK-3 β , as quais se direcionam para a hipertrofia muscular esquelética (Atherson et al,2005). Uma vez fosforilada, a AKT fosforila uma sequência de substratos, m-TOR e GSK-3 β , que, intercedem na síntese proteica, transcrição gênica e proliferação celular (GLASS,2003)

De acordo com De Castro F.M.P. et al (2017), o aumento nas concentrações de tais substratos; fatores de crescimento locais e sistêmicos, que ativam a via fosfatidilinositol 3 quinase (PI3K), podem impactar a atividade de AKT e, conseqüentemente, a via de Mtor da seguinte forma:

A proteína mTOR forma dois complexos; MTORC1, responsável pela síntese de lipídios, proteínas e autofagia , e MTORC2, que regula o metabolismo, além de estar envolvido no processo de sobrevivência celular, apoptose, crescimento, proliferação, transporte iônico e organização celular (LAPLANTE M., SABATINI DM. , 2012).

O alvo da mTOR ativa o crescimento muscular após a sessão e treinamento e está relacionado à ativação da quinase S6K1 e p70S6K, sendo esta última envolvida nas respostas adaptativas ao treinamento de força (BONDINE, 2006). O qual apresenta resposta semelhante ao treinamento de oclusão (LAURENTINO et al, 2012), ou seja, aumento da síntese proteica pela via mTOR.

A quinase S6K1 é alvo a jusante de mTOR, que pode ativar esta pela fosforilação do sítio Thr389 e pela fosforilação subsequente da S6K1, a qual é inibidora de mTOR (KRAUSE, BERTRAND, HUE, 2002). O aumento do nível de fosforilação de S6K1 é acompanhada do aumento da taxa de síntese proteica muscular após a sessão de treinamento de oclusão, como foi demonstrado por Gundermann et al (2013), os quais verificaram que tal treinamento não alterou o estado de fosforilação da 4EBP1 no local Thr 37/46, nem 1 hora e nem 3 horas após o estímulo da sessão de treino.

Mesmo sabendo-se que a 4E-BP1 atua negativamente no controle da síntese proteica nas bases Thr37/46, Thr70 e Ser65 (Foster K.G., Fingar D.C., 2010), a atuação da proteína p53 é capaz de reverter o quadro, controlando a desfosforilação da 4E-BP1 e inibindo a tradução através do MTORC 1 (CHAO et al, 2011). Tal proteína p53 desempenha papel importante no metabolismo e biogênese mitocondrial, podendo apresentar atividade aumentada durante o exercício físico, através de sua fosforilação pela AMPK e/ou p38, sendo esta ativada pela MAPK. Este efeito da p53 é desencadeado pelo aumento do estresse mecânico, íons Ca^{2+} e espécies reativas de Oxigênio (ROS), explicando assim o motivo pelo qual não foi encontrado aumento na fosforilação de 4E-BP1, mesmo com o aumento da atividade de MTOR (Fry et al, 2009).

Via da Calcineurina/ NFAT (Fator Nuclear de células T ativadas)

A calcineurina é uma enzima cujo principal papel é a ativação de fatores transcricionais via translocação nuclear, bem como, desenvolvimento, crescimento e diferenciação no músculo esquelético, mediante via Cálcio-dependente (FLANAGAN et al., 1991; SWOAP et al., 2000). Quando há aumento do Cálcio citosólico (Ca^{2+}), temos a interação entre miosina e actina, promovendo o deslizamento desta sobre os filamentos grossos e encurtamento dos sarcômeros, caracterizando-se, assim, a contração muscular (FERREIRA, 2005).

O Cálcio (Ca^{2+}) age como segundo mensageiro em células musculares estriadas, convergindo estímulos extracelulares para efeitos intracelulares, sendo assim, os impulsos recebidos no músculo esquelético geram uma despolarização da membrana do sarcolema, alcançando os túbulos T. A interação do canal de Cálcio do tipo-L com os túbulos T provoca abertura nos canais de liberação do Ca^{2+} do retículo sarcoplasmático, liberando esses íons, que, ligando-se à troponina C, constituem o processo de contração muscular. Tal processo provoca elevação nos níveis de Ca^{2+} intracelular, que ativam a

via Calcineurina-NFATs. O NFATs são desfosforilados em resposta ao aumento nas concentrações de Ca^{2+} intracelular, sendo transportados ao núcleo celular e iniciando a expressão de genes NFAT-dependentes (SCHULZ, 2003).

Células satélites

As células satélites são uma população de células miogênicas mononucleares e indiferenciadas, envolvidas no reparo e regeneração de danos nas fibras musculares, podendo ser ativadas em resposta a estímulos, como; sobrecarga mecânica, exercícios físicos e traumas (HAWKE & GARRY, 2001). Essas estruturas localizam-se entre a lâmina basal e o sarcolema das fibras musculares, contendo um núcleo capaz de se proliferar em resposta à microlesões no músculo esquelético causadas pelo exercício (LIEBER, 2002).

O rompimento das fibras musculares, a partir de um fator lesivo (sessão de treinamento), reflete no aumento de níveis séricos de proteínas musculares, como a creatina quinase (CK), caracterizando o processo de degeneração muscular. Em seguida, com a ativação do processo de regeneração muscular, tem-se uma expansão de células miogênicas, fornecendo novos mionúcleos para a reparação muscular. Sendo assim, as células satélites induzem a proliferação e diferenciação celular, fornecendo núcleos extras para o crescimento (AZIZ-ULLAH & GOLDSPINK, 1974). Os núcleos derivados das células satélites começam a sintetizar proteínas musculares específicas, as quais compreendem no aumento do volume das fibras musculares por novos sarcômeros (MOSS & LEBLOND, 1971).

Mediadas pelas citocinas liberadas pelas células inflamatórias no local da lesão, as células satélites expressam vários marcadores como c-met (Tatsumi et al., 1998), VCAM1 (Jesse et al., 1998), Syndecan (Cornelison et al., 2001), M-caderin (Irintchev et al., 1994), CD34 (Beauchamp et al., 2000), além de fatores transcricionais, como os reguladores miogênicos MyoD, Myf5, miogenina e MRF4, os quais são responsáveis pelo controle da proliferação e diferenciação celular. De acordo com Fry (2004), o processo de síntese proteica tem início nas 4 horas após uma sessão de treinamento resistido, demonstrando a quão rápida é a resposta adaptativa nas fibras musculares tipo II, as quais apresentam tendência ao crescimento. No que tange à estrutura miofibrilar, a realização de exercícios físicos resulta em micro traumas no músculo esquelético, fato que ativa o

recrutamento de células satélites para o mecanismo de regeneração muscular, incorporando novos núcleos celulares (Kemp et al,2003).

O controle e ativação das células satélites são influenciados por diversos fatores de crescimento, bem como, o hormônio GH, insulina, IGF-1 e citocinas, principalmente a IL-6 e TGF- β . De acordo com Pedersen (2000), há uma relação entre os níveis de citocinas (IL-6) e a intensidade e duração do exercício. Conforme Steinacker, Reissnecker e Liu (2004), o conteúdo de glicogênio muscular exerce influência direta na liberação de IL-6. Ou seja, quando os estoques de glicogênio estão próximos à depleção total, há uma resistência à insulina transitória, aumentando, assim, a expressão de IL-6 nos músculos. Por conseguinte, há uma redução nos níveis de IGF-1, suprimindo o eixo GH-IGF, refletindo assim, uma reposta predominantemente catabólica ao exercício (Nemet et al, 2002).

Ajustes endócrinos produzidos pelo treinamento de força:

De acordo com Gomes (2004), o exercício físico é um potencial estimulador da síntese de hormônio GH, o qual é liberado em situações de repouso ou imediatamente após o treinamento contra uma resistência (HURLEY, 1990); (BELL, 2000), tal hormônio apresenta ações diretas e indiretas, como foi demonstrado por Salmon e Daughaday (1957), teoria da somatomedina, confirmando a ação indireta do GH, que é mediada pelo fator IGF (insulin-like growth factor) (CASTILHOS; LIBERALLI, 2008), fator esse produzido principalmente no fígado e assumindo ações autócrinas, parácrinas e endócrinas na maioria dos tecidos do organismo.

O IGF apresenta estrutura semelhante à insulina, permitindo que suas ações sejam mediadas via receptores específicos (tipo1 e tipo2) distribuídos de maneira abundante nos músculos esqueléticos e no tecido adiposo (MARTINELLI et al., 2002). Sendo assim, o eixo GH-IGF é parte constituinte do processo de crescimento, onde ocorre a produção do hormônio GH por somatotrofos da hipófise anterior, secretado, via hipófise por pulsos (TANNER., 1976), durante as fases III e IV do sono. Seu controle hipotalâmico é exercido pelo GHRH (Hormônio liberador do GH), atuando mediante receptores distintos acoplados à proteína G, sendo que a sua inibição ocorre por meio da somatostatina (BARRETO-FILHO et al,2005).

Gomes e Tirapegui (1998) confirmaram a ação do GH como provedor do crescimento corporal, mediado por IGF-1, o qual aumenta a captação de glicose e

aminoácidos pelas fibras musculares e reduz a degradação de proteínas no estado catabólico. Já Willis et al (1997), em um estudo com ratas submetidas à exercícios físicos agudos, demonstraram a elevação do RNAm para o receptor de IGF-1, evidenciando o aumento da taxa de síntese proteica. Desta forma, o eixo exerce suas funções mediante receptores específicos (GHR), os quais, clivados na porção extracelular, em humanos, originam proteínas de alta afinidade e especificidade ao GH, a GHBP (Growth hormone-binding protein), estimulando ou inibindo a bioatividade de GH (MARTINELLI, 2002).

O eixo GH-IGF-1, sendo um sistema de mediadores de proteínas de ligação que modulam sinalizações celulares, regulando o crescimento de diversos tecidos, exerce papel essencial na adaptação ao treinamento de força, o qual está intimamente ligado à função anabólica do eixo GH/IGF-1, relacionado à ativação da enzima mTOR, que é estimulada pela insulina, quando, de acordo com Bruunsgaard et al (1997), há ingestão de carboidrato após o exercício.

No tocante ao processo de aumento de massa muscular, denominado hipertrofia, é um processo dinâmico e responsivo a sinais extracelulares, mediados pelo treinamento físico, atividade neural, hormônios, fatores de crescimento e citocinas, que, interagindo com receptores na superfície celular, ativam vias de sinalização, remodelando a fibra muscular, promovendo assim o aumento da síntese de proteínas contráteis e metabólicas (GLASS,2005; GOLDSPINK,2003).

No que tange às adaptações hormonais, o treinamento contra uma resistência é capaz de influenciar adaptações neuromusculares envolvidas no processo de ganho de massa muscular, abrangendo os seguintes hormônios: testosterona e GH (KRAEMER, 1998), este último apresenta mecanismos de ação bastante complexos, os quais podem ser divididos em: ações diretas, por meio de cascatas de sinalizações intracelulares, através da ligação do GH ao seu receptor na membrana plasmática; e ações indiretas, pela regulação da síntese IGF e de suas proteínas transportadoras plasmáticas (IGFBP) (CRUZAT V.F., 2008).

Em concordância com Ribeiro e Tirapegui (1995), diversos efeitos do exercício físico são influenciados pelas ações do hormônio GH, os quais, corroborando com o perfil e objetivo do treinamento dos atletas fisiculturistas, apresentam efeitos anabólicos, por meio do estímulo do processo hipertrófico muscular. Dessa forma, pela ação do IGF-1, há estimulação da síntese proteica, diminuindo a degradação de proteínas e, promovendo

o crescimento corporal, decorrente da diferenciação celular, e atuando como mediador do hormônio GH (GOMES E TIRAPEGUI, 1998), contribuindo para o aumento na quantidade de massa muscular (MACHIDA, BOOTH, 2004). Adicionalmente, cita-se os efeitos lipolíticos (GRAVHOLT et al, 1999), de forma a haver o aumento da disponibilidade de AGL e glicerol no tecido adiposo, (LANGE et al, 2002). Tal mecanismo decorre do fato de que adipócitos humanos apresentam capacidade de expressar receptores de GH, que regulam o fluxo de ácidos graxos livres para a musculatura e tecido adiposo, agindo por meio da modulação da lipoproteína lipase (RUILOPE et al, 2001).

Em relação ao processo de hipertrofia muscular é importante salientar, que para evitar a depleção total de glicogênio muscular, são necessárias estratégias dietéticas para aumentar as reservas de glicogênio, bem como, um aporte adequado de carboidratos, relacionado ao tempo e intensidade do treinamento (Lima-Silva et al, 2007). Fato que, de acordo com as diretrizes do American College of Sports Medicine (2000), para assegurar a rápida recuperação do glicogênio depletado, recomenda-se a ingestão de 1,5g/kg/peso de carboidrato durante os primeiros 30 minutos após uma sessão de treinamento. Tal carboidrato deverá apresentar índice glicêmico de moderado a alto, como a maltodextrina (Coyle, 2005), pois apresenta propriedade de elevação no pico de insulina pós-exercício, promovendo aumentos significativos nas concentrações de hormônio GH de 5 a 6 horas após a sessão de treinamento contra uma resistência, ocasionando hipertrofia muscular e melhoria na performance (Haff et al, 2003).

Outro fator que contribui para o aumento de síntese proteica muscular é a ação das proteínas do soro do leite na liberação de hormônios anabólicos, favorecendo a captação de aminoácidos para o interior da célula muscular (Terada et al, 2009). De acordo com Ha e Zemel (2003), o perfil aminoacídico destas proteínas é similar às do músculo esquelético, sendo consideradas efetivas no processo de anabolismo proteico.

Maughan e Burke (2004) relataram que, após uma sessão de treinamento, há uma redução na concentração de aminoácidos intracelulares, desta forma, a utilização do suplemento whey protein é considerada uma boa estratégia dietética quanto à recuperação do esforço, devido à sua rápida absorção e boa digestibilidade, além de ser capaz de aumentar as concentrações plasmáticas do hormônio GH, via ação inibitória sobre a liberação de somatostatina (Isley, Underwood, Clemmon, 1983). Para que haja aumento

das taxas de síntese de proteínas miofibrilares, recomenda-se o consumo de 8 a 10g de proteínas após a realização do treinamento (Dunford, 2012).

Segundo Maestá et al (2008), em um estudo com culturistas, demonstraram que, a ingestão de proteínas associadas a carboidratos após sessão de treinamento, resultou em aumento da síntese proteica muscular nos períodos de 1 a 2 horas após o exercício. estratégias dietéticas e de treinamento capazes de promoverem adaptações hormonais no eixo GH-IGF1, as quais colaboram para se atingir o nível máximo de hipertrofia, especula-se se a ingestão de suplementos alimentares de carboidratos e proteínas promovem alteração no comportamento do eixo GH-IGF1 após uma sessão de treinamento característico dos atletas fisiculturistas.

3. Objetivos Gerais:

O objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento do eixo GH-IGF em atletas fisiculturistas em uma sessão de treinamento de resistência de força hipertrófica (hipertrofia metabólica) com e sem suplementação de carboidratos (maltodextrina) e suplemento proteico (whey protein) e em jejum, para tanto, foram elaborados os seguintes objetivos específicos:

- I. Determinar o comportamento do IGF sérico antes e após uma sessão de treinamento de resistência de força típica de bodybuilding nas condições de jejum, alimentação usual e com suplementação de Whey Protein;
- II. Quantificar a ingestão de macronutrientes e as estratégias dietéticas dos atletas por meio de registros alimentares.

4. Materiais e métodos

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, e é identificado pelo Certificado de Apresentação para Apreciação Ética número (CAAE): 38761314.5.0000.5659; n. do parecer – 968.146). Para autorização dos participantes foi elaborado um termo de consentimento livre e esclarecido informando os procedimentos

e objetivos do presente estudo. Após o aceite do Comitê de Ética e consentimento dos sujeitos, o protocolo experimental foi iniciado.

4.1. População e amostra

Participaram do estudo 10 indivíduos do sexo masculino, atletas da modalidade fisiculturismo (cedidos pela IFBB- International Federation of Bodybuilding and Fitness), com pelo menos 1 ano de treinamento contínuo e participação em competições oficiais da modalidade.

Estes sujeitos foram selecionados de forma intencional, sendo composta por conveniência e disponibilidade dos atletas voluntários. O tamanho da amostra foi determinado mediante disponibilidade e aceitação dos atletas em participar do estudo.: O tamanho amostral é de 15 atletas

Para definir o tamanho amostral deste estudo , foi utilizada a seguinte fórmula (Miott H.A., 2011)

$$n = \frac{\text{Variável quantitativa}}{\left(\frac{Z_{\alpha/2} \cdot \delta}{E} \right)^2}$$

Figura 1. Fórmula para cálculo do tamanho amostral (Miott, H.A., 2011)

n= tamanho da amostra; $Z_{\alpha/2}$ = valor crítico para o grau de confiança desejado; δ = desvio padrão;
E= erro padrão

4.2 Procedimentos

4.2.1 Protocolo Antropométrico

Para medida da estatura dos atletas foi utilizado estadiômetro portátil marca Avanutri, graduado em milímetros e com capacidade de medir até 2,10 metros, formado por uma plataforma de apoio, onde o avaliado era posicionado; e uma trena, marcada em milímetros e um guia para apoio na cabeça.

Foram obedecidos todos os procedimentos indicados pelo Manual de Antropometria (IBGE, 2013), os atletas subiram na plataforma descalços e de costas para fita de medida, foi observada a postura ereta dos mesmos e realizada a medida da estatura.

Para medir a massa corporal total (MCT) foi utilizada uma balança eletrônica da marca EKS modelo 9805 SI graduada em gramas, com precisão de 10 gramas e com capacidade de 200 Kg. Os atletas subiram na balança vestindo apenas o short de treino para a realização da medida.

Todas as avaliações foram feitas antes da sessão de treinamento. Os atletas também não realizaram nenhum treinamento anterior no dia da coleta.

4.2.2 Protocolo Experimental

Os atletas compareceram ao Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo em quatro momentos. No primeiro dia realizou-se as mensurações antropométricas e o teste de RM (força concêntrica máxima) (FLECK; KRAEMER, 1997).

Nos dias subsequentes e com um intervalo não inferior a 48h, os voluntários compareceram ao novamente ao laboratório para a realização de três sessões de treinamento sob as condições de jejum (primeira sessão pós teste), alimentação usual (segunda sessão) e com suplementação de maltodextrina e whey protein após a sessão de treinamento (terceira sessão). Amostras de sangue foram obtidas antes do início de cada sessão de treinamento, assim como em dois momentos após o seu término (30 minutos e 1 hora de repouso pós treino).

O protocolo experimental está ilustrado na figura 2.

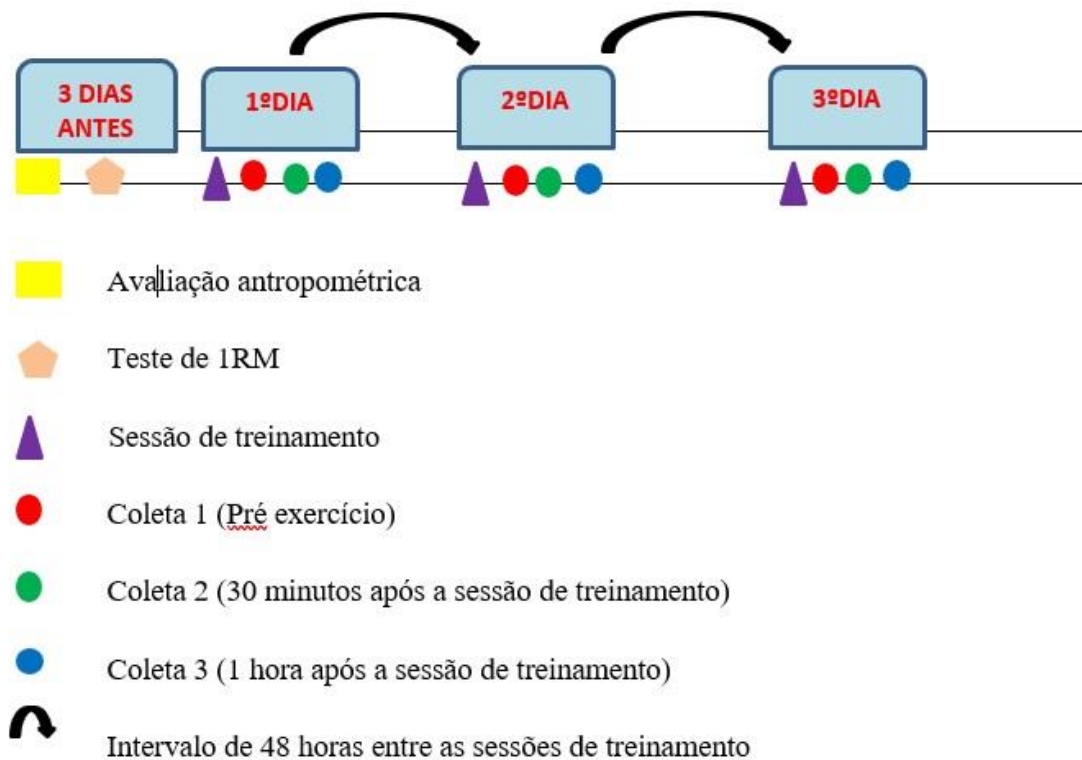


Figura2. Esquema representativo do protocolo experimental utilizado nesse estudo.

4.3 Momentos de coleta de dados

Após serem informados verbalmente e por escrito, por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido a respeito dos procedimentos que foram adotados na pesquisa, os atletas foram submetidos à avaliação antropométrica para a determinação da composição corporal (% de gordura e massa magra), obtendo-se dados de peso, estatura e dobras cutâneas, além da Bioimpedância para determinação do percentual de gordura e Gasto Energético Basal.

As coletas de sangue foram realizadas antes do início de cada sessão de treino, antecedida por 30min de repouso, 30min após o término da sessão, e mais 30 minutos (1 hora) após a segunda coleta, totalizando três colheitas em cada momento e 9 no procedimento por sujeito.

Cabe ainda ressaltar que nos dias em que ocorreram as baterias de testes e medidas não houve sessão de treino. Todos os procedimentos respeitaram a premissa de uma única sessão de treinamento com intervalos de 48 horas entre as 3 coletas, ou seja, a primeira sendo realizada com o atleta em jejum, a segunda sem alterações na dieta e a terceira com a suplementação de carboidratos e proteínas após sessão de treinamento.

A fim de evidenciar as estratégias nutricionais comumente utilizadas pelos atletas de fisiculturismo na preparação para campeonatos, foram aplicados inquéritos alimentares em que momento?.

4.3.1 Protocolo de treinamento

Nos dias subsequentes ao das avaliações antropométricas e da determinação da força máxima concêntrica e com um intervalo não inferior a 48h, os voluntários realizaram três sessões de treinamento sob as condições de jejum (primeira sessão pós teste), alimentação usual (segunda sessão) e com suplementação de maltodextrina e whey protein após a sessão de treinamento (terceira sessão). Foram realizados os exercícios de supino reto, agachamento guiado e rosca direta utilizando-se dos seguintes parâmetros:

- Aquecimento:

-1 série de 10 repetições

- 50% da carga máxima

- 1 minuto de descanso até o início da sessão de treinamento.

-Treino:

- 70% da carga máxima;

- 3 séries;

- Intervalo entre séries de 1 minuto e entre exercícios de 3 a 5 minutos

- Cadência de 2'' x 2'' para as fases concêntrica e excêntrica do movimento em questão até a exaustão relatada

Os exercícios foram sempre realizados na mesma ordem, respeitando-se o horário e os parâmetros de carga estabelecidos para todas as sessões.

4.3.2 Coleta de sangue

A coleta de sangue venoso foi realizada por um profissional especializado via punção do vaso sanguíneo pela face anterior do antebraço. A coleta foi realizada em uma sala localizada e devidamente preparada na Academia de Musculação do Claretiano de Batatais e no Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano da Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Antes do acesso, a região onde realizou-se a coleta foi devidamente higienizada com etanol a 70%. Foram coletados 5 mL de sangue de cada atleta em tubos com anti-coagulante (EDTA) para obtenção de plasma, e, 5mL em tubos sem adição de anticoagulante para aquisição do soro (10mL pré-treino e 10mL pós-treino) totalizando 60ml ao longo da temporada, que foram armazenadas entre 0 e 4°C imediatamente após o procedimento. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas entre 0 e 4°C a 1200rpm por 12' para separação do soro. Uma vez completada essa etapa, o soro foi retirado do tubo de coleta e separados em alíquotas em tubos eppendorf de 1,5mL, congelados a -80°C para as dosagens descritas a seguir. O conteúdo restante dos tubos de coleta foi descartado em lixo biológico (resíduo classe A) e coletado para descarte final pela prefeitura municipal de Ribeirão Preto.

4.4 Avaliação das concentrações de IGF-1

A avaliação dos níveis de IGF-1 nos atletas deste estudo foi realizada a partir de ensaios imunocolorimétricos (ELISA), utilizando-se kit comercial (DSL, Diagnostic Systems Laboratories, USA) e as concentrações séricas foram dadas em ng/ml. Para as dosagens de IGF-1, as amostras foram submetidas a processo de extração dos IGFs de suas proteínas carreadoras utilizando solução contendo 12,5% de ácido clorídrico 2N e 87,5% de etanol absoluto. Os ensaios acima descritos foram realizados no Laboratório de Pediatria do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

4.5 Avaliação nutricional

A avaliação nutricional foi realizada por meio da aplicação de recordatórios alimentares de 24h no primeiro dia de experimento, utilizando-se fichas para coletas de informações sobre a ingestão alimentar habitual para posterior avaliação do consumo de macro e micronutrientes, ingestão calórica, bem como a investigação de suplementos nutricionais e esteroides anabolizantes (OLIVEIRA et al ,2009)

Para o cálculo dos inquéritos alimentares foi utilizado o Software Nutwin® (Programa de apoio a nutrição, 2005). Os valores encontrados foram adequados em relação à quantidade de micronutrientes de acordo com as DRI- Dietary Reference Intakes (2002, 2003), e RDA – Recommended Dietary Allowances (1989), para o consumo energético diário em quilocalorias (kcal) e classificação da distribuição de macronutrientes (carboidratos, lipídios e proteínas).

5. Tratamento estatístico

Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o software IBM® SPSS® Statistics, versão 20.0 (IBM Corporation®). Para a análise do comportamento do eixo GH/IGF-1 nas três situações de treinamento de treino foram utilizadas análises de variância (ANOVA) two-way para medidas repetidas, comparando-se as médias entre os três tratamentos (sessão de treinamento), com nível de significância de $p \leq 0,05$, quando necessário, foi utilizado o teste post-hoc de Bonferroni. A normalidade dos dados foi atestada utilizando o teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade pelo teste de Mauchly.

A Magnitude de Efeito (ES – effect size) foi calculada por meio do procedimento Cohen's "d" (COHEN, 1988), sendo realizada a classificação da seguinte forma: trivial < 0.1; $0.1 \geq \text{small} \leq 0.20$; $0.20 \geq \text{moderate} \leq 0.50$; $0.50 \geq \text{large} \leq 0.80$; verylarge > 0.80).

A Probabilidade Quantitativa de Chances (QC) de ganho/positivo ou perda/negativo para o desempenho nos testes foi realizado de acordo com Hopkins (2009) e classificado qualitativamente como se segue: most likely positive ou most likely negative > 99%; very likely positive ou very likely negative de 95 a 99%; likely positive ou likely negative de 75 a 95%; possibly positive ou possibly negative de 25 a 75%; likely trivial < 25%. Tal classificação "negativa" ou "positiva" é realizada com base na conformação xx/xx/xx, onde o primeiro número significa o percentual de chance positiva, o segundo o percentual de inalteração e o terceiro de chance negativa. Por exemplo, se para uma variável a conformação for 96/4/0, o percentual de chance de aumento dessa variável é de 96% (very likely positive); se for o contrário, 3/15/82, o percentual de chance de redução desta variável é de 82% (likely negative); da mesma forma, caso os valores sejam 4/75/21, existe 75% de chance de que a variável não se altere. Ainda, quando os dois valores das extremidades (positivo e negativo) forem ambos maiores que 5% (e.g. 14/56/30), independentemente do valor central (trivial), ocorre a classificação

unclear, indicando que, para determinar de maneira correta a probabilidade quantitativa de chances daquela variável, mais dados são necessários (HOPKINS, 2009). Observa-se que a soma dos 3 valores deve sempre ser igual a 100 (ou bastante próxima, pois, em caso de valores decimais, os algarismos depois da vírgula não são mostrados), já que este procedimento estatístico trata de probabilidade de chances (mínimo 0, máximo 100). Para os testes Cohen's "d" (Effect Size) e probabilidade quantitativa de chances (QC) foi adotada a nomenclatura das classificações na língua inglesa, pois, até onde se sabe, não existe uma tradução definitiva destes termos para o português.

6. Resultados

6.1 Caracterização da amostra:

A amostra selecionada de acordo com a disponibilidade dos atletas, conforme citado anteriormente, apresenta, em média, $82,3 \pm 8,76$ kg de massa corporal total, $172,7 \pm 5,18$ cm de estatura, idade $24,1 \pm 2,7$ anos de idade e $10,24 \pm 2,67\%$ de gordura corporal.

Os dados individuais dos atletas estão expressos na Tabela 1.

Tabela1. Caracterização da amostra

Variáveis/Indivíduo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	DP
Peso corporal (Kg)	102,1	88,9	79,8	73,5	79,8	65	79,4	98	72,5	84	82,3	8,76
Estatura (cm)	178	169	169	168	169	168	170	176	170	190	172,7	5,18
Idade (anos)	26	20	27	23	27	26	19	22	23	28	24,1	2,7
Gordura corporal (%) dobras cutâneas	6,11	12,37	8,76	10,56	8,88	6,59	7,56	17,56	10,2	13,9	10,24	2,67
Gordura corporal (%) – BIA	10,4	12,4	9,9	11,9	9,9	17,12	9,7	19,7	11,8	16,5	12,93	2,9
Resistência	331R	393R	374R	387R	374R	356R	464R	512R	356R	412R	395,9R	40,06
GEB (Kcal)	2187	1994	1813	1756	1813	1862	1876	2139	2103	2087	1963	139

Legenda: BIA= Impedância Bioelétrica; GEB= Gasto Energético Basal; DP= desvio padrão

6.1 Avaliação Nutricional

Os recordatórios alimentares apresentam , de uma maneira geral, $3056,2 \pm 932,5$ kcal totais, sendo que; $308,4 \pm 129,8$ g de carboidratos totais, resultando em $1,57$ g/kg de peso; $282,4 \pm 98,02$ g de proteínas totais, sendo $3,43$ g/ kg de peso e, $72,22 \pm 69,16$ g de lipídeos totais, totalizando $0,87$ g/ kg de peso.

A composição nutricional da dieta de cada atleta está descrita na Tabela 2.

Tabela2: Avaliação nutricional dos recordatórios alimentares

Δ Adequação de acordo com American College of Sports Medicine (2001); * Adequação de acordo com DRI (2002) ;#Adequação de acordo com (TRIATHLETE,1995)

^Δ Adequação de acordo com American College of Sports Medicine (2001); * Adequação de acordo com DRI (2002) ;#Adequação de acordo com (TRIATHLETE,1995)

Variáveis/Indivíduo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Média	DP	Recomendação	g/kg peso	%Adequação
Energia (Kcal)	4770	175	2332,	3341,	4452	3049,	2939,	2779,	2778,	2360,	3056,	932,5	50kcal/kg		75,28%
		8	6	7		5	5	7	9	13	2	7	peso		
Carboidratos (g)	410,1	210,	251,4	557,3	103,8	365	320,3	361,3	330,6	173,7	308,4	129,8	60-70%	1,57	70,71%
	6	5	9	9	8		2	9	1	7			VCT		
Proteínas (g)	462,7	179	245,4	222,7	447,5	300,2	263,8	271,3	189,5	241,5	282,4	98,02	12-15%	3,43	24,03%
	1		6	1	8	5	5	3	7	4			VCT		
Lipídeos (g)	129,1	14,5	30,44	19,13	239,6	29,8	60,07	32,93	91,86	74,77	72,22	69,16	20-25%	0,87	8,66%
	1				8								VCT		

6.3. Concentrações de IGF-1

Os dados obtidos para essa variável atenderam aos pressupostos de normalidade e homocedasticidade confirmadas pelos testes de Greenhouse-Geisser Mauchly, respectivamente, habilitando-se o uso dos demais procedimentos estatísticos.

A análise de variância (ANOVA) não revelou diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) entre os três momentos de coleta, quando comparados os diferentes estados alimentares; jejum, alimentado e suplementado, e nos resultados de IGF-1 nos diferentes momentos de treino; pré-treino, pós-treino 30 minutos e pós-treino 60 minutos.

Ao verificar os testes de magnitude de efeito e de probabilidade quantitativa de chances, as variáveis apresentaram tendência de queda para os níveis de IGF-1 pré e pós treino 30 minutos entre os momentos IGF-1 pré treino jejum e alimentado nos estados IGF-1 pré treino – J-A (jejum – alimentado) : ES= 0,003 (trivial) e QC=0/43/56 (possibly negative); IGF-1 pós treino 30' – J-A (jejum – alimentado) : ES=0,05 (trivial) e QC=1/39/60 (possibly negative) como descritos na Tabela 3;e, entre os momentos de treino, pré treino, pós treino 30 minutos e pós treino 60 minutos; IGF-1 pré treino – J-A: ES=0,24 (moderates) e QC=0/43/56 (possibly negative); IGF-1 pós treino 30'- A-S: ES=0,18 (small) e QC=0/68/32 (possibly negative); IGF-1 pós treino 60' – A-S: ES=0,21 (moderates) e QC = 0/26/74 (possibly negative), como exposto na Tabela 3.

Houve uma tendência de aumento para os momentos entre os estados alimentares IGF-1 pré treino – A-S: ES=0,01 (trivial) e QC=63/36/0 (possibly positive); IGF-1 pós treino 30' – A-S: ES=0,02 (trivial) e QC=40/60/0 (possibly positive); IGF-1 pós treino 60' – A-S: ES=0,03 (trivial) e QC=67/33/0 (possibly positive), conforme exposto na Tabela 3. Sendo confirmado pelo teste Post Hoc Bonferroni em que quase observou-se uma diferença significativa entre o estado alimentado e suplementado ($p < 0,08$).

Tabela 3: Valores das concentrações de IGF-1 entre os estados alimentares; jejum, alimentado e suplementado nos momentos Pré treino, Pós treino 30 minutos e Pós treino 60 minutos.

Estado Alimentar						
		J	A	S		
Entre Momentos						
		J-A		A-S		J-S
IGF-1						
Pré treino	135,98±42,52	ES:0,003 trivial QC(%):0/43/56 possibly negative	125,72±40,94	ES:0,01 trivial QC(%):63/36/0 possibly positive	138,25±47,36	ES:0,01 trivial QC(%):13/70/17 <u>unclear</u>
IGF-1						
pós treino 30'	135,83±40,8	ES:0,05 trivial QC(%): 1/39/60 possibly negative	127,94±46,24	ES:0,02 trivial QC(%): 40/60/0 Possibly positive	136,85±50,84	ES:0,07 trivial QC(%):6/80/14 <u>Unclear</u>
IGF-1						
pós treino 60'	136,47±42,38	ES:0,02 trivial QC(%):8/48/43 <u>unclear</u>	129,14±49,41	ES:0,03 trivial QC(%): 67/33/0 Possibly positive	138,61±42,58	ES:0,007 trivial QC(%):6/83/11 <u>unclear</u>

Nota: Os valores das variáveis estão apresentados em média e desvio padrão (\pm). Os valores de tamanho do efeito (ES) e de probabilidade quantitativa de chances (QC) foram obtidos por meio dos valores de média e desvio padrão das variáveis analisadas em cada momento, sendo os valores de QC as porcentagens de chance de efeito positivo/trivial/negativo, respectivamente.

6.4 Comportamento do IGF-1

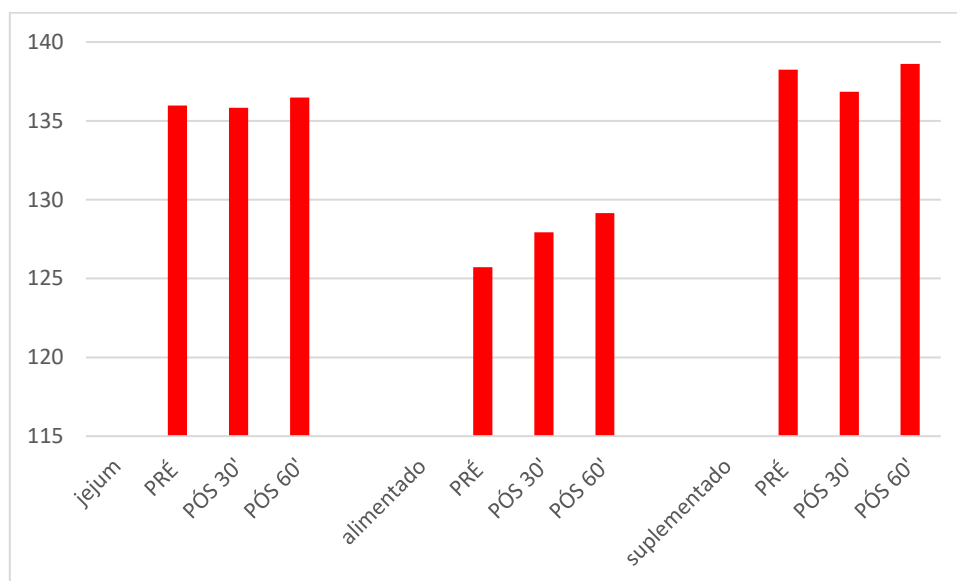


Gráfico 1. Comportamento do IGF-1 nas situações em jejum, alimentado, suplementado e nos momentos pré treino, pós treino 30 minutos e pós treino 60 minutos

7. Discussão

O presente estudo teve como objetivo analisar se a suplementação de carboidratos e proteínas, em conjunto, no momento do pós treino promoveria alterações positivas ou negativas nas concentrações séricas de IGF-1. Acreditando-se que, uma solução contendo aminoácidos essenciais, como encontrado no whey protein junto a um carboidrato, como a maltodextrina, ocasionaria aumentos significativos nas concentrações de IGF-1. Como pode ser visto no experimento de Foster et al (2012), em que se investigou o comportamento do IGF-1 em 8 homens, realizando um protocolo de treinamento de força de intensidade moderada a alta com duração de 30 a 60 minutos, semelhante à rotina de treinamento de bodybuilders.

O fisiculturismo é um esporte de alto rendimento, onde os atletas realizam estratégias de treinamento e práticas nutricionais (MALLMAN L.B.; ALVES F.D., 2018) para se atingir os critérios de uma competição desse Esporte, em que o atleta apresente um corpo harmônico, com volume, proporcionalidade, simetria e definição muscular (CYRINO et al, 2008). Para isso, os atletas praticantes da modalidade culturismo são submetidos constantemente, em dois períodos; a fase de pré competição (“pré-contest”) e, também a fase fora (“on-season”), à estratégias dietéticas rigorosas para a manutenção

de um corpo muscular, com baixo percentual de gordura corporal e simétrico (SPENDLOVE et al, 2015). No entanto, de acordo com Mitchell et al (2017), há uma limitação na literatura contemporânea sobre a ingestão alimentar de tais atletas, já que o esporte demanda diretrizes dietéticas específicas à modalidade competitiva. Sendo assim, algumas estratégias dietéticas desenvolvidas na musculação foram cientificamente validadas (Hackett et al., 2013; Spendlove et al., 2015), as quais podem ser observadas como prática comum da amostra analisada neste presente estudo.

Os resultados do presente estudo para a análise da composição alimentar, ilustram uma alta ingestão proteica em relação aos demais macronutrientes, corroborando com Helms et al (2014), uma vez que uma ingestão de proteína de 2,3 – 3,1g/kg de massa livre de gordura é considerada mais eficaz na proteção de perdas de tecido magro em atletas treinados quando submetidos à um treinamento contra uma resistência. Ademais, em tal revisão sistemática, é considerado que, quanto menor o percentual de gordura do indivíduo, o que também pode ser observado na amostra deste estudo (Tabela 1), maior o déficit calórico imposto, quando o maior objetivo é manter a massa livre de gordura, justificando uma maior necessidade de ingestão de proteína.

No que diz respeito à menor ingestão de carboidratos demonstrado como prática comum dos atletas analisados; embora uma restrição desse macronutriente colabore para a depleção de glicogênio, comprometendo o desempenho (Half et al, 2000), é visto que, de acordo com Helms, Aragon, Fitschen, (2014), o gasto calórico total dos atletas fisiculturistas é menor do que atletas de outras modalidades esportivas de força, de forma que a redução dos estoques desse substrato pode não representar uma perda considerável do aspecto físico requerido ao bodybuilder em condição de competição. Interessantemente, em um estudo onde comparou-se duas dietas isocalóricas, onde uma delas foi manipulada para redução de carboidratos na dieta às custas de proteína, com concomitante aumento das mesmas, encontrou-se reduções pouco importantes de massa livre de gordura para uma dieta considerada hiperproteica e com redução no fornecimento de carboidratos (Walberg et al, 1988). Sendo assim, recomenda-se uma ingestão de carboidratos de 4-7g/ kg de peso corporal, a fim de atender os objetivos específicos da modalidade esportiva (Mc Lellan et al, 2013).

Em concordância com os achados de Mallman, Alves, (2018), os quais avaliaram o consumo alimentar de 11 fisiculturistas em período fora de competição, observou-se

uma semelhança no consumo de proteína, ou seja, dos onze avaliados, dez consumiam acima do valor máximo de 2,0 g/kg como observado no presente estudo (Tabela 2) e, no que se refere aos carboidratos, cinco do total de atletas avaliados consumiam quantidades abaixo de 3,0g/kg de peso, ou seja, como citado anteriormente, abaixo da recomendação necessária de tal nutriente para exercer sua função fisiológica, no que diz respeito à hipertrofia muscular. Desta forma cogita-se a necessidade de suplementar carboidratos e proteínas no pós-treino; uma manipulação dietética que, quando combinados, podem melhorar diretamente o desempenho, poupando o glicogênio muscular durante o exercício e aumentando a taxa de restauração de glicogênio durante a recuperação, ratificando os achados na revisão sistemática de McLellan et al (2013).

Tais características dietéticas corroboram com os achados de Foster et al (2012), sendo o pioneiro a demonstrar as concentrações livres, não só de IGF-1 e IGF-2, mas também as de IGF-1, podendo ser manipuladas por meio de alterações na dieta, acrescentando, assim, informações preciosas sobre os mecanismos de controle e regulação de fatores de crescimento. Fato demonstrado neste mesmo estudo através da análise de oito estudantes do ensino médio submetidos à uma sessão de treinamento de alta intensidade seguindo três protocolos nutricionais: placebo, somente carboidrato e aminoácido essencial + carboidrato.

Em concordância com os achados deste estudo, as concentrações séricas de IGF-1 livres na condição aminoácido essencial (Whey Protein) + carboidrato no pós treino de Foster et al (2012), apresentaram uma tendência crescente, atingindo uma significância estatística, assim como exposto na Tabela 3 deste estudo a qual demonstra o comportamento das variáveis relacionadas com as concentrações de IGF-1 nos momentos com e sem suplementação, que apresentaram tendência de aumento para os momentos entre os estados alimentares IGF-1 pré treino – A-S: ES=0,01 (trivial) e QC=63/36/0 (possibly positive); IGF-1 pós treino 30' – A-S: ES=0,02 (trivial) e QC=40/60/0 (possibly positive); IGF-1 pós treino 60' – A-S: ES=0,03 (trivial) e QC=67/33/0 (possibly positive). Em contrapartida, ao se analisar os efeitos do treinamento nas concentrações de IGF-1 livre, Nindl et al (2016) em 32 homens submetidos a um treinamento baseado em exercícios resistidos, não se observou nenhuma interação ou efeito do treinamento em tal fator de crescimento.

Corroborando com os achados de Foster et al (2012), oito homens submetidos ao treinamento de força demonstraram aumentos nas concentrações de IGF-1 do pós treino, comparados ao pré treino, principalmente quando expostos à suplementação de uma solução contendo carboidrato + proteína, como evidenciado no Gráfico 1.

Ademais, em um estudo analisando-se amostras de biópsia muscular de oito homens saudáveis, os quais realizaram um sessão de treinamento resistido, observou-se um aumento nas concentrações de hormônio GH no estado de jejum, em comparação ao estado alimentado (VENDELBO et al, 2015); sabendo-se que o IGF-1 exerce função regulatória de feedback negativo na liberação do hormônio GH (MERIMEE et al, 1982), tais achados corroboram com os dados ilustrados no Gráfico 1 deste estudo.

8. Conclusões

No presente estudo foi possível descrever o comportamento do IGF-1 nos momentos de pré e pós sessão de treinamento nas situações em jejum, alimentado e suplementado, podendo-se concluir que a utilização de uma solução contendo carboidratos e aminoácidos essenciais (whey protein) é capaz de promover aumento nas concentrações de IGF-1 no estado pós prandial, corroborando com achados na literatura, conforme citados anteriormente.

Ademais, pôde-se relatar, conforme análise nutricional, uma inconsistência da ingestão alimentar dos atletas perante às diretrizes de recomendação energética, proteica e de carboidratos. Estratégias dietéticas que foram justificadas devido às exigências da modalidade esportiva.

Desta forma, perante à demanda do máximo volume muscular do Esporte Fisiculturismo, e o comportamento do IGF-1 no processo de síntese proteica muscular, cabe mencionar a importância da utilização de suplementos alimentares no término de uma sessão de treinamento resistido, contendo carboidrato e proteína.

9. Disseminação e Avaliação

Devido à insuficiência de trabalhos científicos, até onde sabemos, no âmbito de análise do eixo GH-Igf1 em atletas de fisiculturismo sob suplementação de maltodextrina e whey protein, essa proposta apresenta uma grande possibilidade de ser amplamente divulgada, podendo contribuir com informações relevantes para a área de planejamento alimentar, suplementação e sistematização de treinamento na preparação destes atletas para campeonatos.

Partindo dessas respostas adaptativas, frente à suplementação e treinamento no comportamento do eixo GH-Igf 1 e hormônio testosterona, espera-se que a disseminação destas informações seja realizada por meio de publicações em revistas e eventos científicos em âmbito nacional e internacional, desta maneira, auxiliando para o aprofundamento desta temática do fisiculturismo, ainda pouco usual na área da Educação Física e Esporte.

10. Referências:

ADAMS, J., CLINE, M., REED M. et al. Importance of resistance training for patients after a cardiac event. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*, 19:246-248, 2006.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position Stand: Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v.34, no.2, p.364-80, 2002. ACSM,1998,2002,2009

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. The American Dietetic Association, and the Dietitians of Canada. Nutrition and Athletic Performance. *Can J Diet Prac Res* 2000;61:176-192.

ARAÚJO CGS. Fisiologia do exercício. In Araújo WB, coord. *Ergometria e Cardiologia Desportiva* Rio de Janeiro: MEDSI. 1986:1-57.

ATHERSON, P.J.; BARBRA, J.; SMITH, J.; SINGH, M.; RENNE, J.; WACKERHAGE, H. Selective activation of AMPK-PGG-lalpha or PKB-TSC2-mTOR signaling can explain adaptive responses to endurance or resistance training-like electrical muscle stimulation. *FASEB J*, v. 19, 786-788, 2005.

AZIZ-ULLAH; GOLDSPINK, G. Distribution of mitotic nuclei in the biceps brachii of the mouse during post-natal growth. *Anat. Rec.*, v. 179, 115–118, 1974.

BARRETO-FILHO, J. A.; OLIVEIRA, J.L.; MARQUES, C.; AGUIAR-OLIVEIRA, M.H. GH/IGF-1 and the pathogenesis of metabolic syndrome: focus on insulin resistance and target organ damage. *Rev Bras Hipertens* vol.12(3): 159-164, 2005

BEHNKE, A.R.; WILMORE, J.H. *Field Methods*. New Jersey, Prentice Hall, 1974.

BELL, G. J.; SYROTUIK, D.; MARTIN, T.P.; BURNHAM, R.; QUINNEY, H. A. Effect of concurrent strength and endurance training on skeletal muscle properties and hormone concentration in humans. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v.81, p.418-427, 2000

BIDLINGMAIER M.; SUHR J.; ERNEST A.; WU Z.; KELLER A.; STRASBURGER C.J.; BERGMANN A. High-sensitivity chemiluminescence immunoassays for detection of growth hormone doping in sports. *Clin Chem*. 2009 Mar;55(3):445-53. doi: 10.1373/clinchem.2008.112458. Epub 2009 Jan 23

BIRD S.P., TARPENNING K.M.; MARINO F.E.; Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness. A review of the acute programme variables. School of Human Movement Studies, Charles Sturt University, Bathurst, New South Wales, Australia. Sports Med 2005; 35 (10): 841-851 0112-1642/05/0010- 841/\$34.95/0

BLAND JM, ALTMAN DJ. Regression analysis. Lancet 1986;1:908-9

BULLOCK, JONH.; BOYLE, JOSEPH.; WANG, MICHAEL B. Fisiologia 3 ed. Rio de Janeiro : Editora Guanabara Koogan ,1998

BRUUNSGAARD, H.; GALBO, H.; HALKJAER-KRISTENSEN, J.; JOHANSEN, T.L.; MACLEAN, D.A.; PEDERSEN, B.K. Exercise-induced increase in serum interleukin-6 in human is related to muscle damage. Journal of Physiology, v.499, n.3, p.833-841, 1997

CASTILHOS,C.A.; LIBERALI,R. A relação da suplementação de macros e micros nutrientes e sua ação potencializadora sobre a síntese de IGF-1. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo v. 2,n. 10,p. 240-249. Julho/Agosto, 2008. ISSN 1981-9927.

COSTILL, DAVID L.; WILMORE, JACK H.; Fisiologia do esporte e do exercício- 2º ed.- São Paulo:Editora Manole, 2001

COYLE, E.F. Altos e baixos das dietas à base de carboidratos. Sports Science Exchange. São Paulo. Jan./Fev./Mar. 2005.

CLARKE DH. Adaptations in strenght and muscular endurance resulting from exercise. Exerc Sports Sci Ver 1973; 1: 73-102

CRUZAT V.F., DONATO-JÚNIOR., TIRAPEGUI J., SCHNEIDER C.D. Hormônio do crescimento e exercício físico: considerações atuais. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences vol. 44, n. 4, out./dez., 2008

DOS SANTOS C.F.; CRESTAN T.A.; PICHETH D.M.; FELIX G.; MATTANÓ R.S.; PORTO D.B; SEGANTIN A.Q.; CYRINO E.S. Efeito de 10 semanas de treinamento com pesos sobre indicadores da composição corporal. Rev. Bras. Ciên. e Mov. 10 (2): 79-84, 2002

DUNFORD, M. Fundamentos de nutrição no esporte e no exercício. Manole, São Paulo, 2012.

DRI - INSTITUTE OF MEDICINE/ FOOD AND NUTRITION BOARD. DIETARY REFERENCES INTAKES FOR ENERGY, CARBOHYDRATE, FIBER, FAT, FATTY ACIDS, CHOLESTEROL, PROTEIN AND AMINOACIDS (MACRONUTRIENTS). Washington, National Academy Press, 2002.

DRI - INSTITUTE OF MEDICINE/ FOOD AND NUTRITION BOARD. DIETARY REFERENCES INTAKES: APPLICATIONS IN DIETARY PLANNING. Washington, National Academy Press, 2003

ESTÍVARIZ C.F., ZIEGLER T.R. Nutrition and the insulin-like growth factor system. Symposium on the Assessment of the Growth Hormone/IGF-I Axis in Aging. 01 July 1997 DOI: 10.1007/BF02778066

FAULKNER, J.A. Physiology of swimming and diving. In: FALLS, H. Exercise physiology. Baltimore, Academy Press, 1968

FAYH A.T.; FRIEDMAN R.; SAPATA K.B.; DE OLIVEIRA A.R. Efeito da L-Arginina sobre a secreção de hormônio do crescimento e fator de crescimento semelhante à insulina em adultos. Arq Bras Endocrinol Metab vol.51 no4 São Paulo June 2007

FERREIRA, A.T. Physiology of muscular contraction. Escola Paulista de Medicina / Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP Revista Neurociências V13 N3 (supl-versão eletrônica) – jul/set, 2005.

FIGUEIREDO, M.F.; NAREZI N.O. As alterações físicas entre duas atletas de fisiculturismo em fases distintas de preparação para II campeonato de fisiculturismo em campo grande – MS. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício, São Paulo, v.4, n.23, p.466-473. Sept/Oct. 2010

FLANAGAN, M.W.; CORTHESEY, B.; BRAM, R.J.; CRABTREE, G.R. Nuclear association of a T-cell transcription factor blocked by FK-506 and cyclosporin A. Nature, v. 352, 803-807, 1991

FLECK, S J.; KRAEMER. W.J. Designing Resistance Training Programs. Champaign: Human Kinetics, 1997. Relationship between repetitions and selected percentages of one repetition maximum: a comparison between untrained and trained males and females. Journal Applied Sports Science Research, v.4, p.47-54, 1990.

FRATI P.; BUSARDÒ F.P.; CIPOLLONI L.; DOMINICIS E.D.; FINESCHI V. Anabolic Androgenic Steroid (AAS) Related Deaths: Autoptic, histopathological and Toxicological Findings. Curr Neuropharmacol. 2015 Jan; 13(1): 146-159

FRANKE, T.F.; YANG, S.I.; CHAN, T.O.; DATTA, K.; KAZLAUSKAS, A.; MORRISON, D.K.; KAPLAN, D.R.; TSICHLIS, P.N. The protein kinase encoded by the Akt proto-oncogene is a target of the PDGF-activated phosphatidylinositol 3-kinase. Cell, v. 81, 727-36, 1995.

FRY A.C. The role resistance exercise intensity on muscle fibre adaptation. Sports Med 2004;v.34 (10): 663-679

FRYBURG, D. A.; GELFAND, R. A.; BARRETT, E.J. Growth hormone acutely stimulates forearm muscle protein synthesis in normal humans. Am. J. Physiol.,v.260, p.E499-504, 1991.

GLASS, D.J. Signaling pathways that mediate skeletal muscle hypertrophy and atrophy. Nat Cell Biol., v. 5, 87-90, 2003.

GLASS, D.J. Skeletal muscle hypertrophy and atrophy signaling pathways. The International Journal of Biochemistry & Cell Biology, v. 37, 1974-1984, 2005

GOLDSPINK, G. Gene expression in muscle in response to exercise. J MUSCLE RES CELL M, v. 24, 121- 126, 2003

GOMES, M.R.; TIRAPEGUI, J. Relação entre o fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-1) e atividade física. Rev. bras. ativ. fis. saude. v.3, n.4, p.66-76, abr, 1998.

GOMES F.P. A Comparação entre médias de tratamentos na análise da variância. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1954.

GOMES, M. R.; PIRES, I.; CASTRO, I. A.; TIRAPEGUI,J. Effect of moderate physical exercise on plasma and tissue levels of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) in adult rats. Nutr. Res., v.24, p.555-564, 2004

GOMES, M.R.; TIRAPEGUI, J. Relação entre o fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-1) e atividade física. Rev. bras. ativ. fis. saude. v.3, n.4, p.66-76, abr, 1998

GRAVHOLT, C. H.; SCHMITZ, O.; SIMONSEN, L.; BÜLOW, J.; CHRISTIANSEN, J. S.; MOLLER, N. Effects of a physiological GH pulse on interstitial glycerol in abdominal and femoral adipose tissue. Am. J. Physiol., v.277, p.E848-E854, 1999.

GUEDES, D.P. Composição corporal: princípios técnicas e aplicações. 2.ed. Londrina-APEF, 1994.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.R.P. Manual prático para avaliação em educação física. Barueri, SP: Manole, 2006

HA, 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. Amsterdam. Vol. 14. Núm. 5. 2003. p. 251-258

HAFF, G.G.; LEHMKUHL, M.J.; MCCOY, L.B.; STONE, M.H. Carbohydrate Supplementation and Resistance Training. J. Strength Cond. Res. 17(1): 187-196. 2003

HAMEED M., ORRELL R.W., COBBOLD M., GOLDSPINK G., HARRIDGE D.R., Expressions of IGF-1 splice variants in young and old human skeletal muscle after high resistance exercise. Departments of Physiology, Clinical Neurosciences and Surgery, Royal Free and University College Medical School, Rowland Hill Street, London NW3 2PF, UK. J Physiol (2003), 547.1, pp. 247–254

HAWKE, T.J. & GARRY, D.J. Myogenic satellite cells: physiology to molecular biology. J Appl Physiol, v. 91, 534–551, 2001.

HURLEY, R. S.; BOSSETTI, B. M.; O'DORISIO, T.M.; WELCH, M. A.; RICE, R. R.; TENISON, E. B.; WASSON, C.J.; MALARKEY, W.B. The response of serum growth hormone and prolactin to training in weight maintaining healthy males. J. Sports Med. Phys. Fitness, v.30, p.45-48, 1990

ISLEY W.L.; UNDERWOOD L.E., CLEMMON D.R. Dietary components that regulate serum somatomedin-C concentrations in human. *J Clin Invest* 1983;71:175-82.

JACKSON AS, POLLOCK ML, GRAVES JE, MAHAR MT. Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition. *J Appl Physiol* 1988;64:529-34.

KEMP B.E., STAPLETON D., CAMPBELL D.J., CHEN Z.P., MURTHYS., WALTER., GUPTA A., ADAMS J.J., KATSIS F., B. VANDENDEREN, I.G. JENNINGS, T. ISELI, B.J. MICHELL, L.A. WITTERS. AMP-activated protein kinase, super metabolic regulator. *Biochemical Society Transactions* Feb 01, 2003, 31(1) 162-168; DOI: 10.1042/bst0310162

KRAEMER W, STARON R, HAGERMAN F, HIKIDA R, FRY A, GORDON S, ET AL. The effects of short-term resistance training on endocrine function in men and women. *Eur J Appl Physiol* 1998;78:69-76.

KRAEMER WJ, RATAMESS NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(4):674–88.

KRAEMER, W. J., and N. A. RATAMESS. Physiology of resistance training: current issues. *Orthop. Phys. Therapy Clin. North Am.: Exerc. Tech.* 9:4. Philadelphia: W. B. Saunders, 2000, pp 467- 513.

LANE A.R., HACKNEY .C. Relationship between salivary and serum testosterone levels in response to different exercise intensities. *Hormones (Athens).* 2015 Apr-Jun;14(2):258-64. doi: 10.14310/horm.2002.1561

LANGE, K. H. W. Fat metabolism in exercise - with special reference to training and growth hormone administration. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, v.14, p.74-99, 2004

LIEBER, R.L. Skeletal Muscle Structure, Function & Plasticity: The Physiological Basis of Rehabilitation. 2 ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.

LIMA-SILVA, A.E.; FERNANDES,T.C.; DE-OLIVEIRA, F.R.; NAKAMURA,F.Y.; GEVAERD,M.S. Muscle glycogen metabolism during exercise:mechanism of regulation. Rev. Nutr., Campinas, 20(4):417-429, jul./ago., 2007

LUZ, Madel. SABINO, César. Forma do corpo e saúde na cultura Fisiculturista. 25a Reunião Brasileira de Antropologia. Goiânia, p. 209-229, 2006.

MACHIDA, S.; BOOTH, F. W. Insulin-like growth factor 1and muscle growth: implications for satellite cell proliferation. Proc. Nutr. Soc., v.63, p.337-340, 2004

MANGINE G.T.; HOFFMAN J.R.; GONZALEZ A.M.; TOWNSEND J.R.; WELLS A.J.; JAJTNER A.R.; BEYER K.S.; BOONE A.H.; MIRAMONTI A.A.; WANG R.; LAMONICA M.B.; FUKUDA D.H.; RATAMESS N.A.; STOUT J.R. The effect of training volume and intensity on improvements in muscular strength and size in resistance-trained men. *Physiol Rep.* 2015 Aug;3(8). pii: e12472. doi: 10.14814/phy2.12472

MARTINELLI JÚNIOR, C. E. et al. Diagnóstico da deficiência de hormônio de crescimento, a rigor de IGF-1. *Arq Bras Endocrinol Metab.* v. 46, n. 1, p. 27-33, 2002

MAUGHAN, R.J.; BURKE, L.M. *Nutrição Esportiva: Proteínas e Aminoácidos Necessários aos Atletas.* 1ª ed. Porto Alegre. Artmed. 2004. p. 37-43

McARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho físico.* 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

MOSS, F.P.; LEBLOND, C.P. Satellite cells as the source of nuclei in muscles of growing rats. *Anat Rec*, v.170, p.421-36, 1971

NADER, G.A. Molecular determinants of skeletal muscle mass: getting the "AKT" together. *Int J Biochem Cell Biol.*, v. 37(10), 1985-96, 2005

NEMET, D.; OH, Y.; KIM, H.S.; HILL, M.A.; COOPER, D.M. Effect of intense exercise on inflammatory cytokines and growth mediators in adolescents boys. *Pediatrics*, v.110, n. 4, p. 681- 689, 2002

NOGUCHI, T. Protein nutrition and insulinlike growth factor system. *British Journal of Nutrition*. v.84, p.241-244, 2000

OLIVEIRA A.F.; FATEL E.C; SOARES B.M.; CÍRICO D. Avaliação nutricional de praticantes de musculação com objetivo de hipertrofia muscular do município de Cascavel,PR. *Colloquium Vitae*, 2009 1(1): 44-52. DOI: 10.5747/cv.2009.v01.n1.v007

PEDERSEN, B.K. Exercise and cytokines. *Imunology and Cell Biology*, v. 78, p. 532-535, 2000.

PROGRAMA DE APOIO A NUTRIÇÃO – NutWin (software). Departamento de Informática em Saúde. Universidade Federal de São Paulo; 2005.

RIBEIRO, S. M. L.; TIRAPEGUI, J. Fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-I). Algumas relações com crescimento corporal e tecidual, exercício físico e dieta. *Cad. Nutr.*, v.10, p.30-47, 1995.

RDA - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. RECOMMENDED DIETARY ALLOWANCES. WASHINGTON, DC; NATIONAL ACADEMY PRESS 1989; P.284.

SALMON, W. D.; DAUGHDAY JUNIOR, W.H. A hormonally controlled serum factor, which stimulates sulfate incorporation by cartilage in vitro. *J Lab Clin Med*. v. 49, p. 825-836, 1957.

RUILOPE LM, SALVETTI A, JAMERSON K, HANSSON L, WARNOLD I, WEDEL H, ZANCHETTI A. Renal function and intensive lowering of blood pressure in hypertensive participants of the Hypertension Optimal Treatment (HOT) study. *J Am Soc Nephrol* 2001;12:218-25.

SANTOS, P.J.M. Fisiologia do Músculo Esquelético. Faculdade de Educação Física da Universidade do Porto. v. 1, 1-32, 2004

SCHULZ, R.A. & YUTZEI, K.E. Calcineurin signaling and NFAT activation in cardiovascular and skeletal muscle development. *Developmental Biology*, v. 266, 1-16, 2004.

SHAHIDI NT. A review of the chemistry, biological action, and clinical applications of anabolic-androgenic steroids. *Clin Ther.* 2001; 23(9):1355-90.

SIRI, W.E Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. IN: BROZEK, J. & HENSCHHELL, A. *Techniques for measuring body composition*. Washington, National Academy of Science, 1961. P. 223-244

SWOAP, S.J.; HUNTER, R.B.; STEVENSON, E. J.; FELTON, H.M.; KANSARA, N.V.; LANG STEWART, C.E. & RITTWEGGER, J. Adaptative processes in skeletal muscle: molecular regulators and genetic influences. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, v. 6, 73-86, 2006.

STEINACKER, J.M.; REISSNECKER, W.L.S.; LIU, Y. New aspects of the hormone and cytokines response to training. *Eur. J. Appl. Physiol.*, v. 91, p. 382-391, 2004.

TAEHO K.; CHANG J.S.; KIM H.; LEE K.H.; KONG I.D. Intense walking exercise affects serum IGF-1 and IGFBP3. *J Lifestyle Med.* 2015 Mar; 5(1): 21–25.

TANNER JM, WHITEHOUSE RH. Clinical longitudinal standards for height, weight, height velocity, weight velocity, and stages of puberty. *Arch Dis Child.* 1976;51:170-9

TERADA L.C.; DE GODOI M.R.; VIEIRA SILVA T.C.; MONTEIRO T.L. Efeitos metabólicos da suplementação do whey protein em praticantes de exercícios com pesos. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, São Paulo.* v. 3. n. 16. p. 295-304. Julho/Agosto. 2009.

UCHIDA, M.C.; CHARRO, M.A.; BACURAU, R.F.P.; NAVARRO, F.; PONTES JÚNIOR, F.L. *Manual de Musculação: Uma abordagem teórico prática do treinamento de força.* 4ª edição. São Paulo. Phorte. 2006

VIRU, A.; VIRU, M. Resistance exercise and testosterone. In: KRAEMER, W. J.; ROGOL, A. D. The endocrine system in sports and exercise. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 2005. p. 319-334.

WILLIS P. E. , CHADAN S., . BARACOS V, . PARKHOUSE W. S. Restoration of insulin-like growth factor I action in skeletal muscle of old mice.

American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism Published 1 March 1997 Vol. 272 no. 3, E397-E404 DOI:0193-1849/98

YAMADA A.K., SOUZA JUNIOR T., PEREIRA B. Treinamento de força, hipertrofia muscular e inflamação. Revista eletrônica da Escola de Educação Física e Desportos – UFRJ Volume 6 Número 1 – ISSN 1809-9556 Janeiro / Junho 2010

Data:

Assinatura do Aluno:

Assinatura do Orientador: