

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Suplementação de Creatina e Treinamento de Força:
Alteração da resultante de força máxima maximorum, hipertrofia
muscular e variáveis antropométricas

TÁCITO PESSOA DE SOUZA JUNIOR

Campinas
2002

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

TÁCITO PESSOA DE SOUZA JUNIOR

**Suplementação de Creatina e Treinamento de Força:
Alteração da resultante de força máxima maximorum, hipertrofia
muscular e variáveis antropométricas**

Dissertação de Mestrado apresentada à
Faculdade de Educação Física da
Universidade Estadual de Campinas.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto de Oliveira

Campinas
2002

UNIDADE	FE
Nº CHAMADA	T/UNICAMP
	So89s
V	
TOMBO BC	48728
PROC.	16-837102
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	01/05/02
Nº CPD	

CM00167023-7

BIB ID 239975

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA-FEF-UNICAMP

Souza Junior, Tácito Pessoa de
 So89s Suplementação de creatina e treinamento de força: alteração da resultante de força máxima maximorum, hipertrofia muscular e variáveis antropométricas / Tácito Pessoa de Souza Júnior. – Campinas, SP : [s.n.], 2002.

Orientador: Paulo Roberto de Oliveira.
 Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Suplemento alimentar. 2. Treinamento desportivo. 3. Força (Esporte). 4. Hipertrofia muscular. 5. Antropometria. I. Oliveira, Paulo Roberto de. II Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Este exemplar corresponde à redação final da dissertação de mestrado defendida por Tácito Pessoa de Souza Jr. e aprovada pela Comissão Julgadora em 22/02/2002.



Prof. Dr. Paulo Roberto de Oliveira

Campinas
2002

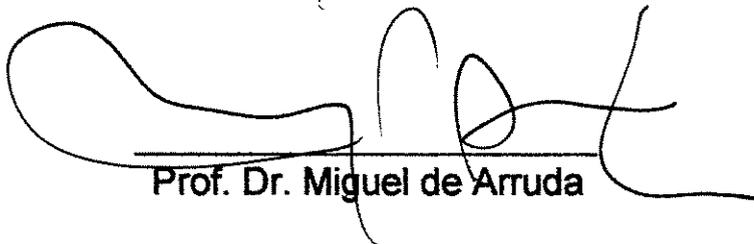
00218355

TÁCITO PESSOA DE SOUZA JUNIOR

Suplementação de Creatina e Treinamento de Força: Alteração da resultante de força máxima maximorum, hipertrofia muscular e variáveis antropométricas



Prof. Dr. José Maria Santarém Sobrinho



Prof. Dr. Miguel de Arruda



Prof. Dr. Paulo Roberto de Oliveira

Campinas
2002

DEDICATÓRIA

Em especial...

Aos meus pais,

Tácito Pessoa de Souza (in memorian), por ter me ensinado o caminho da honestidade, dignidade e ter sempre me incentivado a ler e estudar – Que pena o destino tê-lo privado de acompanhar-me e ver o resultado desta importante etapa da minha vida...**Saudades!!!**

Elliade Di Pierro de Souza, minha “**Mamma**”, por estar ao meu lado nos momentos mais difíceis, sempre com seu sorriso e seu bom astral, aconselhando, ouvindo, direcionando, ajudando, dando amor e carinho ao seu eterno...”bambino”. Por mais que eu faça...**JAMAIS** conseguirei retribuir tanto amor e dedicação...”**Te voglio tanto bene!!!**”

À minha filha,

Tágide C. de Souza, minha princesa, por ser o motivo da minha constante e incansável vontade de evoluir...**Conte sempre comigo!!!**

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Paulo Roberto de Oliveira**, pela confiança depositada e por compartilhar comigo sua enorme experiência na área do Treinamento.

Ao **Prof. Dr. Benedito Pereira** (Benê), meu grande amigo e irmão, pela crítica, pelo incentivo, pelos momentos alegres e por tudo que você me ensinou e por tudo que eu ainda irei aprender com você...Obrigado, irmão!!!

Ao **Prof. Dr. Miguel de Arruda**, por sua grande contribuição nas críticas minuciosas a este trabalho.

Ao **Prof. Dr. José Maria Santarém Sobrinho**, por sua valiosa colaboração e por seus ensinamentos.

À **Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior** (CAPES), pela bolsa de estudo...Muito obrigado!!!

À **Prof Drª Antonia Dalla Pria Bankoff** (Toninha), por seus ensinamentos e pela contribuição ao meu crescimento acadêmico.

Ao **Prof. Dr. Ivan da Cruz Piçarro**, por me dar a chance de crescer no mundo acadêmico e por confiar em mim.

Ao **Prof. Dr. Antonio Carlos da Silva**, pela confiança, pela ajuda e pelos bate-papos regados a *Absinto*.

Ao **Prof. Ms. José Peralta**, pela imensa colaboração e confiança acadêmica.

Ao **Prof. Ms. Sérgio Guida**, pela amizade e confiança depositada.

Ao **Prof. Fábio Mazzonetto**, por ser o responsável pela edição do meu primeiro livro e pela confiança acadêmica.

Ao meu "grande" amigo **Dilmar Pinto Guedes Jr.**, pela grande ajuda nos momentos difíceis, por sua confiança e pelos momentos alegres...Valeu, monstro!!!

Ao meu “brother” **Marcello Árias Dias Danucalov**, pelos conselhos, pelas altas ondas que surfamos juntos e por sua amizade sincera...Valeu, Bro!!!

Ao **Prof. Ms. Clóvis Franciscon**, por sua confiança e amizade.

À **Profª Thaís Masini Rodrigues**, pela compreensão, pelas substituições e pelo apoio...Obrigado, querida!!!.

Ao **Prof. João Paulo Dubas**, meu ex-aluno, que contribuiu imensamente para a realização deste trabalho.

Ao **Prof. Alexandre Moreira** (Ameixa), pela amizade e colaboração.

Ao amigo **José Luis Mariano**, por sua valiosa contribuição, cedendo a creatina monohidratada para o desenvolvimento do projeto.

Ao farmacêutico **Ricardo Fonseca Delsin**, pelo seu criterioso envolvimento neste trabalho, participando no encapsulamento das substâncias utilizadas.

Aos amigos do “**Clubinho do Surf**” na praia do Tombo (Jacuí, Rô, Carlinhos Horácio, John Wolters, entre outros...), que contribuíram para horas de descontração e os bons momentos que só quem surfa conhece...**Aloha!!!**

Aos **meus alunos** da Faculdade de Educação Física de Santos, que participaram como voluntários deste estudo.

Aos **meus colegas de Mestrado**, que contribuíram com críticas e incentivo.

À bibliotecária **Dulce**, por sua grande disposição e colaboração.

A **todos** aqueles que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	IX
AGRADECIMENTOS	XI
SUMÁRIO	XV
LISTA DE TABELAS	XIX
LISTA DE FIGURAS	XXIII
LISTA DE QUADROS	XXXI
LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	XXXIII
RESUMO	XXXIX
ABSTRACT	XLIII
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivo geral	3
1.2 Objetivos específicos	3
CAPÍTULO 2 - REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 CREATINA - Histórico	4
2.2 BIOSÍNTESE	6
2.2.1 Creatina total “pool”	9
2.2.2 Concentrações de creatina no músculo esquelético	10
2.3 Substrato energético para a contração muscular	11
2.4 Suplementação com creatina	12
2.5 Treinamento de força	16
2.5.1 Bioquímica do exercício de força	16
2.5.2 Fatores que influenciam no desenvolvimento de força muscular	19
2.6 Hipertrofia muscular	21
CAPÍTULO 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
3.1 Sujeitos	25
3.2 Desenho experimental	25
3.3 Protocolo de treinamento de força	26

3.4 Protocolo de mensuração da resultante da força muscular máxima maximorum.....	31
3.5 Protocolo de suplementação com creatina monohidratada	35
3.6 Protocolo de mensuração antropométrica	36
3.6.1 Massa corporal	36
3.6.2 Estatura	36
3.6.3 Dobras cutâneas.....	37
3.6.4 Circunferências.....	38
3.6.5 Estimativa do percentual de gordura corporal	39
3.6.6 Estimativa da área de secção transversa muscular do braço e da coxa	40
3.7 Análise estatística.....	40
CAPÍTULO 4 - DESCRIÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	42
4.1 Variáveis antropométricas	42
4.2 Dinâmica da alteração da resultante da força máxima maximorum	52
4.3 Relação entre a melhora percentual da resultante de força máxima maximorum e das variáveis antropométricas	80
4.4 Características da área de secção transversa muscular e sua relação com a resultante de força máxima maximorum.....	83
CONCLUSÕES	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXO I.....	108
ANEXO II.....	112
APÊNDICE.....	114

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Características antropométricas do grupo A (n=09).....	42
TABELA 2. Características antropométricas do grupo B (n=09).....	43
TABELA 3. Efeitos do treinamento nas circunferências (C) dos membros superiores no grupo A (n=09).....	43
TABELA 4. Efeitos do treinamento nas circunferências (C) dos membros superiores no grupo B (n=09).....	44
TABELA 5. Efeitos do treinamento nas circunferências (C) do tronco no grupo A (n=09).....	44
TABELA 6. Efeitos do treinamento nas circunferências (C) do tronco no grupo B (n=09).....	45
TABELA 7. Efeitos do treinamento nas circunferências (C) dos membros inferiores no grupo A (n=09).....	45
TABELA 8. Efeitos do treinamento nas circunferências (C) dos membros inferiores no grupo B (n=09).....	46
TABELA 9. Efeitos do treinamento na soma de 8 dobras cutâneas (S8DC), no percentual de gordura (%GC) e massa magra em quilos (MM) no grupo A (n=09).....	46
TABELA 10. Efeitos do treinamento na soma de 8 dobras cutâneas (S8DC), no percentual de gordura (%GC) e massa magra em quilos (MM) no grupo B (n=09).....	47
TABELA 11. Efeitos do treinamento na área de secção transversa muscular do braço (ASTmBr) e coxa (ASTmCx) no grupo total (n=18).....	84
TABELA 12. Efeitos do treinamento na área de secção transversa muscular do braço (ASTmBr) e coxa (ASTmCx) no grupo A (n=09).....	84
TABELA 13. Efeitos do treinamento na área de secção transversa muscular do braço (ASTmBr) e coxa (ASTmCx) no grupo B (n=09).....	84
TABELA 14. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) da área de secção transversa muscular do braço (ASTmBr) nos grupos A e B.....	85
TABELA 15. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) da área de secção transversa muscular da coxa (ASTmCx) nos grupos A e B.....	85
TABELA 16. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) da resultante de força máxima maximorum no exercício de supino reto (SR) nos grupos A e B.....	112

TABELA 17. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) da resultante de força máxima maximorum no exercício de agachamento (AG) nos grupos A e B.....	112
TABELA 18. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) na resultante de força máxima maximorum no exercício de desenvolvimento (DS) nos grupos A e B.....	113
TABELA 19. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) na resultante de força máxima maximorum no exercício rosca direta (RD) nos grupos A e B.....	113
TABELA 20. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) na resultante de força máxima maximorum no exercício supino fechado (SF) nos grupos A e B.....	113

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Melhora percentual na massa corporal nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,012$.	49
FIGURA 2. Delta da massa corporal nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,010$.	50
FIGURA 3. Melhora percentual na massa magra nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,047$.	50
FIGURA 4. Delta da massa magra nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento.	51
FIGURA 5. Resultados individuais de pré e pós-treinamento, no teste de 1RM do exercício agachamento no grupo A (n=09).	56
FIGURA 6. Resultados individuais de pré e pós-treinamento, no teste de 1RM do exercício agachamento no grupo B (n=09).	56
FIGURA 7. Resultados de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício agachamento no grupo A (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,008$.	57
FIGURA 8. Resultados de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício agachamento no grupo B (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,007$.	57
FIGURA 9. Grupo A (n=09) versus grupo B (n=09), no teste de 1RM do exercício agachamento, pré e pós-treinamento.	58
FIGURA 10. Melhora percentual no teste de 1RM do exercício agachamento, nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,008$.	59
FIGURA 11. Delta no teste de 1RM do exercício agachamento, nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,016$.	59
FIGURA 12. Resultados individuais de pré e pós-treinamento, no teste de 1RM do exercício desenvolvimento no grupo A (n=09).	61
FIGURA 13. Resultados individuais de pré e pós-treinamento, no teste de 1RM do exercício desenvolvimento no grupo B (n=09).	61
FIGURA 14. Resultados de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício desenvolvimento no grupo A (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,008$.	62

FIGURA 15. Resultados de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício desenvolvimento no grupo B (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,008$	63
FIGURA 16. Grupo A (n=09) versus grupo B (n=09) no teste de 1RM do exercício desenvolvimento, pré e pós-treino.....	63
FIGURA 17. Melhora percentual no teste de 1RM do exercício desenvolvimento, nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,038$	64
FIGURA 18. Delta no teste de 1RM do exercício desenvolvimento, nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,033$	64
FIGURA 19. Resultados individuais de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício rosca direta no grupo A (n=09).....	65
FIGURA 20. Resultados individuais de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício rosca direta no grupo B (n=09).....	66
FIGURA 21. Resultados de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício rosca direta no grupo A (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,008$	66
FIGURA 22. Resultados de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício rosca direta no grupo B (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,008$	67
FIGURA 23. Grupo A (n=09) versus grupo B (n=09) no teste de 1RM do exercício rosca direta, pré e pós-treino.....	67
FIGURA 24. Melhora percentual no teste de 1RM do exercício rosca direta nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento.....	68
FIGURA 25. Delta no teste de 1RM do exercício rosca direta nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento.....	68
FIGURA 26. Resultados individuais de pré e pós-treino, nos teste de 1RM do exercício supino fechado no grupo A (n=09).....	71
FIGURA 27. Resultados individuais de pré e pós-treino, nos teste de 1RM do exercício, supino fechado no grupo B (n=09).....	72
FIGURA 28. Resultados de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício supino fechado no grupo A (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,008$	72
FIGURA 29. Resultados de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício supino fechado no grupo B (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,007$	73
FIGURA 30. Grupo A (n=09) versus grupo B (n=09) no teste de 1RM do exercício supino fechado, pré e pós-treino.....	74

FIGURA 31. Melhora percentual no teste de 1RM do exercício supino fechado nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,012$.	74
FIGURA 32. Delta no teste de 1RM do exercício supino fechado nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,024$.	75
FIGURA 33. Resultados individuais de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício supino reto no grupo A (n=09).	76
FIGURA 34. Resultados individuais de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício supino reto no grupo B (n=09).	77
FIGURA 35. Resultados de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício supino reto no grupo A (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,007$.	77
FIGURA 36. Resultados de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício supino reto no grupo B (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,007$.	78
FIGURA 37. Grupo A (n=09) versus grupo B (n=09) no teste de 1RM do exercício supino reto, pré e pós-treinamento.	78
FIGURA 38. Melhora percentual no teste de 1RM do exercício supino reto nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento	79
FIGURA 39. Delta no teste de 1RM do exercício supino reto nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento.	79
FIGURA 40. Correlação entre a melhora percentual no teste de 1RM do exercício desenvolvimento e da circunferência de braço após 8 semanas de treinamento no grupo Total (n=18).	80
FIGURA 41. Correlação entre a melhora percentual no teste de 1RM do exercício desenvolvimento e da circunferência de antebraço, após 8 semanas de treinamento no grupo Total (n=18).	81
FIGURA 42. Correlação entre a melhora percentual no teste de 1RM do exercício agachamento e da circunferência de coxa, após 8 semanas de treinamento no grupo Total (n=18).	81
FIGURA 43. Relação entre o exercício de desenvolvimento e a área de secção transversa muscular do braço. A = grupo A pré-treinamento. B = grupo B pré-treinamento. C = grupo A pós-treinamento. D = grupo B pós-treinamento.	86
FIGURA 44. Relação entre o exercício de rosca direta e a área de secção transversa muscular do braço. A = grupo A pré-treinamento. B = grupo B pré-treinamento. C = grupo A pós-treinamento. D = grupo B pós-treinamento.	87

FIGURA 45. Relação entre o exercício de supino fechado e a área de secção transversa muscular do braço. A = grupo A pré-treinamento. B = grupo B pré-treinamento. C = grupo A pós-treinamento. D = grupo B pós-treinamento..... 88

FIGURA 46. Relação entre o exercício de supino reto e a área de secção transversa muscular do braço. A = grupo A pré-treinamento. B = grupo B pré-treinamento. C = grupo A pós-treinamento. D = grupo B pós-treinamento..... 89

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. Características dos grupos A e B.....	26
QUADRO 2. Exercícios selecionados para o estudo.....	27
QUADRO 3. Fase A. Treinamento realizado com 50% de 1RM.....	29
QUADRO 4. Fase A. Treinamento realizado com 50% de 1RM.....	29
QUADRO 5. Fase B. Treinamento para hipertrofia (semanas 3-8) 4 séries de 8-10 repetições com velocidade ritmada e intervalos decrescentes nas 6 semanas posteriores à 3ª semana (105s - 90s - 75s - 60s - 45s - 30s).....	30
QUADRO 6. Fase B. Treinamento para hipertrofia (semanas 3-8) 4 séries de 8-10 repetições com velocidade ritmada e intervalos decrescentes nas 6 semanas posteriores à 3ª semana (105s - 90s - 75s - 60s - 45s - 30s).....	30
QUADRO 7. Treinamento para hipertrofia (semanas 3-8) 4 séries de 8-10 repetições com velocidade ritmada e intervalos decrescentes nas 6 semanas posteriores à 3ª semana (105s - 90s - 75s - 60s - 45s - 30s).....	31
QUADRO 8. Pausas decrescentes nas 6 semanas finais do treinamento de hipertrofia.....	31

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Δ	delta
%GC	percentual de gordura corporal
ADP	adenosina difosfato
ACSM	American College of Sports Medicine
ASTm	área de secção transversa muscular
ASTmBr	área de secção transversa muscular do braço
ASTmCx	área de secção transversa muscular da coxa
ATP	adenosina trifosfato
C	circunferência
cm	centímetro
cm ²	centímetro quadrado
CQ	creatina quinase
Cr	creatina
CrL	creatina livre
CrMT	creatina muscular total
Crn	creatinina
CrP	creatina fosfato
CrT	creatina total
CrH ₂ O	creatina monohidratada
DC	dobras cutâneas
DNA	ácido desoxirribonucléico

ES	estatisticamente significativa
ENS	estatisticamente não significativa
g	grama
g/mm ²	grama por milímetro quadrado
IMC	índice de massa corporal
kg	quilograma
L	litro
LDH	lactato desidrogenase
MC	massa corporal
mm	milímetro
MM	massa magra em quilogramas
MMS	maximum maximorum strength
mol	quantidade de substância representada pela massa molecular em gramas
mmol	quantidade de substância representada pela massa molecular em miligramas
mg	miligrama
MP	melhora percentual
n	número de sujeitos
Na ⁺	íon sódio
p	probabilidade
P	placebo
Pi	fosfato inorgânico
PI	percentile improvement

Q1	percentil 25
Q2	percentil 50 (mediana)
Q3	percentil 75
r	coeficiente de correlação produto-momento de Pearson
r^2	coeficiente de determinação
RFMM	resultante da força máxima maximorum
RM	repetição máxima
RML	resistência muscular localizada
RNA	ácido ribonucléico
S8DC	soma de 8 dobras cutâneas
T ₃	triiodotironina

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da suplementação de creatina na resultante da força máxima maximorum (RFMM) e variáveis antropométricas, em indivíduos submetidos a um protocolo de treinamento de força. **Procedimentos metodológicos:** Dezoito voluntários, com idades variando entre 19 e 35 anos ($Q_2=25$), tendo pelo menos 1 ano de experiência em exercícios com pesos, foram selecionados e divididos aleatoriamente em 2 grupos (A: Cr, $n=9$; B: Placebo, $n=9$). Os grupos foram submetidos às medições antropométricas e testes de uma repetição máxima (1RM). O protocolo de treinamento consistiu em 8 semanas, sendo que as 2 primeiras serviram apenas aos ajustes neurais, utilizando 50% de 1RM. Na terceira semana teve início o treinamento de hipertrofia, com 80% de 1RM e a suplementação com creatina monoidratada (CrH_2O), utilizando-se o protocolo duplo-cego. Na primeira semana de suplementação, cápsulas de CrH_2O ou placebo (maltodextrina) foram consumidas (30g por dia durante 7 dias), seguidos das doses de manutenção de 5g por dia durante 42 dias. O treinamento foi realizado 6 vezes por semana com 80% de 1RM com pausas decrescentes. **Resultados:** Após 8 semanas, verificou-se que tanto no grupo A como no B houve alterações estatisticamente significantes (ES) na RFMM em todos os exercícios ($p=0,007$ a $0,008$). A análise da melhora percentual e do delta da RFMM nos exercícios de agachamento, desenvolvimento e supino fechado; mostrou que o grupo A teve alterações positivas ES superiores ao grupo B ($p=0,008$ a $0,038$). A massa magra aumentou ES somente no grupo A ($p=0,038$). Contudo, o percentual de gordura corporal não mostrou alterações em nenhum dos grupos. A relação entre a melhora percentual (MP) das circunferências (C) do braço e antebraço e a MP na RFMM do exercício de desenvolvimento foi ES ($r=0,481$ e $0,546$, respectivamente), bem como entre a MP na C da coxa e na MP da RFMM do exercício de agachamento ($r=0,619$). Também se verificou que a área de secção

transversa muscular teve correlação ES com a RFMM em todos os exercícios dos membros superiores tanto no grupo A ($r=0,196$ a $0,882$) como no grupo B ($r=0,776$ a $0,942$). **Conclusão:** Independente da suplementação, os grupos demonstraram alterações positivas; porém o grupo A (Cr) apresentou alterações positivas ES quando comparado ao grupo B (P), tanto na RFMM como nas variáveis antropométricas, em resposta ao treinamento de força proposto para esse estudo.

ABSTRACT

Objective: The objective of this study was to investigate the effect of the creatine supplementation in the resultant of the maximum maximum strength (MMS) and anthropometrics variables. **Methodological procedures:** Eighteen volunteers, with aging between 19 and 35 years ($Q2=25$), with at least 1 year of experience in resistance training, were selected and randomly divided in 2 groups (A: Cr, $n=9$; B: Placebo, $n=9$). The groups were submitted to the anthropometrics measurements and tests of one repetition maximum (1RM). The heavy resistance training protocol consisted of 8 wk. The 2 first wk were only to the neural adaptation using 50% of 1RM. In the third wk, started the hypertrophy training with 80% of 1RM and the creatine monohydrate supplementation (CrH_2O), using the double-blind protocol. In the first wk of supplementation, CrH_2O or placebo capsules were consumed ($30g \cdot d^{-1}$) for 1 wk followed by a maintenance dose ($5g \cdot d^{-1}$) during 42 days. The training was performed 6 times per wk with 80% of 1RM with decreasing rest. **Results:** After 8 wk it was verified that both groups had statistically significant (SS) alterations in the MMS in all the exercises ($p=0,007 / 0,008$). The analysis of the percentile improvement (PI) and the delta of the MMS in the squat exercises, military press and close-grip-extensions, showed that the group A had higher positive alterations SS than the group B ($p=0,008 / 0,038$). The lean body mass only increases SS in the group A ($p=0,038$). However, the percentage of body fat did not show alterations in none of the groups. The relation between the PI of the arm and forearm circumferences (C) and the PI in the MMS of the development exercise was SS ($r=0,481$ and $0,546$, respectively), as well as between the PI in the thigh C and the PI of the MMS of the squat exercise ($r=0,619$). Also was verified that the muscle cross-sectional areas had correlation SS with the MMS in all in such a way the exercises of the upper limb in the group A ($r=0,196 / 0,882$) as in group B ($r=0,776 / 0,942$). **Conclusion:** Independent of the supplementation, the groups had demonstrated positive alterations; however the

group A (Cr) presented positive alterations SS when compared with group B (P), as much in the MMS as in the anthropometrics variables, in response to the heavy resistance training proposed for this study.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Por causa do aumento da comercialização de produtos nutricionais com o objetivo de exercer efeito ergogênico no rendimento desportivo, muitos praticantes de atividade física, em especial os praticantes de musculação, têm utilizado os mesmos para promover o aumento da força e da massa muscular. Assim, encontram-se no mercado vários suplementos nutricionais, desde aminoácidos até o zinco, que estão sendo comercializados como ergogênicos efetivos para indivíduos fisicamente ativos. Com algumas exceções, tais como a supercompensação de carboidratos (sobrecarga), pesquisas bem elaboradas não atestam efeito ergogênico na maioria dos suplementos nutricionais, quando somados a uma dieta saudável e balanceada (Williams et al., 2000). Mesmo assim, a eficácia da ingestão de carboidratos com finalidades ergogênicas tem sido aceita e estimulada por vários especialistas da área. Os carboidratos podem ser consumidos em quantidades suficientes pela ingestão de diferentes tipos de alimentos, com o propósito de melhorar o rendimento físico.

Não importando qual a finalidade do exercício – melhorar a saúde, a aparência ou o rendimento desportivo – o sucesso é determinado por dois fatores principais: a genética e o treinamento. Com o avanço tecnológico, muitas das estratégias de treinamento aplicadas aos atletas de elite têm se tornado disponíveis para os praticantes de atividade física. E, ainda que o emprego de substâncias ergogênicas date antes de Cristo, o uso dos auxílios ergogênicos

explodiu nas décadas de 60 e 70, à medida que as competições desportivas se tornaram mais populares e lucrativas. Por outro lado, substâncias ergogênicas, como os esteróides anabólicos androgênicos para estimular o crescimento muscular, as anfetaminas, pela estimulação do sistema nervoso central e simpático, e outras drogas que ficaram conhecidas como *doping*, foram proibidas pelo Comitê Olímpico Internacional (COI), por até causar mortes nas competições, além de colocar em risco a saúde do atleta.

No final dos anos 80 e início dos 90, a suplementação com creatina (Cr) tem sido um importante auxílio ergogênico no cenário desportivo mundial, bem como para os praticantes de exercícios resistidos com finalidade de aumento da força e da massa muscular. O sucesso dos corredores e saltadores britânicos no início dos anos 90 tem sido associado à suplementação com Cr (Williams & Branch, 1998; Williams et al., 2000). Nos dias de hoje, essa prática vem sendo utilizada por muitos atletas com características de força máxima, força explosiva e velocidade. A suplementação com Cr é popular, por exemplo, entre fisiculturistas, lutadores, ciclistas, jogadores de futebol americano, nadadores, atletas amadores, profissionais e frequentadores de academias (Wyss & Kaddurah-Daouk, 2000; Casey & Greenhaff, 2000). Estima-se que 80% dos atletas dos Jogos Olímpicos de Atlanta, em 1996, utilizaram creatina (Williams et al., 2000). E pode ser estimado que, em 1999 e 2000, mais de 2,5 milhões de pessoas, entre atletas e praticantes de atividade física, tenham consumido Cr (ACSM, 2000). Este dado deixa bem claro a enorme expectativa em relação aos potentes benefícios da suplementação com creatina, aliada ao treinamento de força. Não é objetivo desta

pesquisa incentivar os adeptos do treinamento de força a consumir a Cr como recurso ergogênico, mas discutir e investigar seus efeitos no aumento da resultante de força máxima maximorum e da massa muscular em pessoas praticantes de musculação, o que, sem dúvida, é hoje no Brasil e no mundo uma prática amplamente incentivada pelas instituições ligadas à saúde e pelos meios de comunicação atuantes nesse espaço.

1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar as alterações decorrentes da suplementação com creatina monohidratada.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar as modificações decorrentes do treinamento de força (hipertrofia) sobre as variáveis antropométricas.

Comparar as alterações entre os grupos A e B, suplementados com creatina monohidratada e placebo (maltodextrina), respectivamente, sobre a resultante de força máxima maximorum e massa muscular.

Contribuir para o estabelecimento de uma teoria do processo de treinamento de força.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CREATINA - HISTÓRICO

Michel Eugene Chevreul, um cientista francês, comunicou ao mundo em 1832, a descoberta de uma substância orgânica encontrada na carne, denominada Creatina (Cr). Entretanto, foi somente em 1847 que Justus Von Lieberg confirmou que a Cr era regularmente encontrada em extratos de carne de animais mamíferos. Durante esse tempo, Lieberg observou que a carne de raposas selvagens mortas em caçadas continha 10 vezes mais Cr que os mesmos animais mantidos em cativeiro, concluindo, assim, que o trabalho muscular estava amplamente envolvido no acúmulo de Cr. Por volta desta época, Heins & Pettenkofer descobriram uma substância na urina, a qual Lieberg mais tarde confirmou ser creatinina (Crn). Tendo como base essa informação, de que a excreção de Crn estava relacionada com a massa muscular, especulou-se que a Cr encontrada na urina era diretamente da Cr estocada nos músculos (Hunter, 1928).

No começo do século vinte, numerosos estudos com a Cr, principalmente voltados à alimentação infantil, foram desencorajados, pois a Cr era extraída do extrato de carne fresca por um processo muito caro. Porém, observou-se que toda

Cr ingerida pelos animais e humanos poderia ser recuperada pela urina, sugerindo assim que alguma Cr era retida no corpo.

Em 1912 e mais tarde em 1914, Denis & Folin reportaram que a Cr de músculo de gato aumentava cerca de 70% após a ingestão de Cr. Em 1927, Fiske & Subbarow reportaram a descoberta de um “fósforo lábil” em restos de músculos de gatos a que eles deram o nome de “fosfo” creatina e mostraram que, durante uma estimulação elétrica muscular, a fosfocreatina era diminuída, sendo recuperada somente após algum período. Desde o trabalho desses pesquisadores e Lundsgaard apud Balson *et al.* (1994), a Cr em sua forma livre (CrL) e em sua forma fosforilada (CrP) tem sido reconhecida como substrato-chave no metabolismo intermediário da musculatura esquelética. Em humanos, cerca de 95% da creatina total (CrT) está localizada na musculatura esquelética, com aproximadamente 3% encontrada em sua forma livre (CrL). O restante é apresentado na forma fosforilada (CrP). As concentrações de CrL e CrP na musculatura esquelética variam muito, porque são influenciadas por fatores como tipo de fibra muscular, idade e doenças, mas muito pouco pelo treinamento ou gênero.

Há aproximadamente um século, os estudos com Cr eram empíricos e acreditava-se que alguma Cr ingerida era armazenada no corpo. Estudos subseqüentes mostraram que as concentrações de Cr na musculatura esquelética, tanto a CrL e a CrP, podem ser aumentadas pela dieta suplementada com a mesma, resultando no conseqüente incremento do rendimento físico em exercícios intermitentes de alta intensidade.

2.2 BIOSÍNTESE

A síntese de Cr é feita com a participação de três aminoácidos: glicina, arginina e metionina. O processo começa com a transferência do grupo amina da arginina para a glicina (Balsom *et al.*, 1994), por um processo chamado transaminação, formando guanidilacetato e ornitina, uma reação reversível catalisada pela enzima glicina-amina-transaminase. A Cr é formada pela adição do grupo metil da (S)-adenosilmetionina, que requer a enzima metiltransferase para a reação irreversível conhecida como transmetilação (Devlin, 1992). As enzimas envolvidas na síntese de Cr estão localizadas no fígado, rins e pâncreas (Demant & Rhodes, 1999). Walker (1979) indicou que a biossíntese de Cr é regulada para não interferir nas outras necessidades metabólicas envolvendo seus aminoácidos constituintes.

A arginina participa do ciclo da uréia; a glicina é um precursor da via dos nucleotídeos de purinas, as quais se encontram na adenosina trifosfato (ATP), ácido desoxirribonucléico (DNA) e ácido ribonucléico (RNA). A metionina contribui com seu grupo metil para as numerosas reações de metilações, incluindo a síntese de colina, DNA e RNA. A biossíntese de Cr é normalmente controlada mais pela reação da amidinotransferase do que pela metiltransferase. Após a absorção intestinal da Cr, a Cr plasmática é transportada para vários tecidos corporais, incluindo o coração, musculatura lisa, cérebro e testículos (Williams *et al.*, 2000; Demant & Rhodes, 1999). Porém, a maioria dos estoques corporais de

Cr (mais de 94%) encontra-se nos músculos esqueléticos (Wyss & Kaddurah-Daouk, 2000; Williams *et al.*, 2000; Demant & Rhodes, 1999).

A Cr é produzida fora dos músculos, sendo depois transportada para a musculatura esquelética via corrente sangüínea. A concentração plasmática de Cr é de 50 a 100 μ mol/L (Balsom *et al.*, 1994; Harris, 1992). A Cr penetra em vários tipos de células via um transportador sódio (Na⁺) dependente descrito como taurina e membro de uma subfamília do ácido aminobutírico β -transportadores (Guimbal, 1993). A relação estequiométrica é: duas moléculas de Na⁺ para cada creatina transportada. O consumo de Cr parece aumentar na presença de insulina (Wyss & Kaddurah-Daouk, 2000; Steenge *et al.*, 1998; Green *et al.*, 1996; Haugland, 1975) e triiodotironina (T₃) (Wyss & Kaddurah-Daouk, 2000; Odoom, 1993) e diminuir na deficiência de vitamina E (Gerber 1962). No músculo, a CrP participa ativamente na síntese da adenosina trifosfato (ATP) (Volek & Kraemer, 1996).

Os estoques de ATP nas células musculares são pequenos, e apenas uma fração dessa substância é utilizada como energia. Uma das principais causas da fadiga após o exercício intenso é atribuída ao decréscimo das concentrações de ATP. Embora tenha sido afirmado por alguns pesquisadores que o conteúdo de ATP em algumas fibras individuais se reduza quase a zero após um exercício altamente intenso feito por cavalos (Hunter, 1928), isso não é observado em humanos e o conteúdo total de ATP na musculatura esquelética nos mesmos raramente diminui abaixo de 25 a 30% no ponto de fadiga após exercício intenso. Além disso, a regeneração do ATP é feita pela transferência do grupo fosfato da

CrP para a adenosina difosfato (ADP), na reação catalisada pela enzima creatina quinase, resultando na restauração do ATP e liberação de CrP. A situação durante a contração muscular pode ser representada da seguinte maneira:



A concentração de CrP aparece para correlacionar-se com o desenvolvimento de força e pode contribuir com a fadiga (Hultman, 1967), quando depletada neste tecido. Estudos feito por Infante *et al.* (1965) usando modelos animais, demonstraram direta relação entre o trabalho externo feito na musculatura abdominal de rãs e a degradação de CrP. Spande & Schottelius (1970) estimularam isoladamente os músculos sóleos de ratos até atingir tetania para determinar a associação entre a degradação de CrP e fadiga e a relação entre o desenvolvimento de força e as concentrações musculares de CrP. A síntese de Cr pode ser modificada por vários fatores, sendo que, quando a disponibilidade de Cr na dieta está baixa, sua síntese é elevada para manter as concentrações normais do nutriente (Williams *et al.*, 2000) .

2.2.1 CREATINA TOTAL “POOL”

A creatina total (CrT) em humanos refere-se à combinação da quantidade de Cr em sua forma livre e fosforilada. O turnover (ressíntese) de Cr em um homem de 70kg foi estimado em 2g e, a CrT, em aproximadamente 140g (Hoberman *et al.*, 1948). Aproximadamente, 95% da creatina corporal está armazenada na musculatura esquelética. Desse valor, cerca de 60-70% se liga ao fosfato, formando a CrP, enquanto os 30-40% restantes permanecem como CrL (Williams *et al.*, 2000). Parte desse turnover pode ser feito por fontes exógenas de creatina encontradas nos alimentos, especialmente na carne, peixe e outros produtos de origem animal, com pequenas quantidades-traços encontradas em algumas plantas. O restante é derivado pelas vias endógenas via síntese dos seus aminoácidos precursores.

A molécula de glicina é totalmente incorporada na Cr, enquanto a arginina; por sua vez, fornece apenas seu grupo amida, e a metionina seu grupo metil (Walker, 1979). A quantidade média de Cr contida em uma dieta mista foi estimada em 1g por dia (Hoogwerf *et al.*, 1986). Por exemplo, há cerca de 3 a 5g de Cr por quilograma de peixe não cozido (atum, salmão e bacalhau) e carne (vaca, porco). O arenque (manjuba) contém cerca de 6 a 10g de Cr por quilograma (Balsom *et al.*, 1994). Entretanto, o processo de cozimento pode degradar parte dessa Cr. Conseqüentemente, a quantidade de Cr disponível nas fontes dietéticas para onívoros pode ser baixa, dependendo do método de preparo do alimento (Williams *et al.*, 2000).

2.2.2 CONCENTRAÇÕES DE CREATINA NO MÚSCULO ESQUELÉTICO

O conteúdo muscular de Cr é normalmente expresso como milimols por quilograma de peso seco (mmol/kg). O conteúdo total de Cr no músculo estriado é de cerca de 30mmol/kg (Clark, 1997). Como 1mmol de Cr corresponde a cerca de 131mg, o conteúdo de Cr no músculo aproxima-se de 4g/kg. Quando amostras de biópsia muscular são utilizadas para determinar suas concentrações, o músculo usualmente é congelado em nitrogênio líquido, seco e macerado. Então, o conteúdo é analisado e expresso como Cr por quilograma de peso seco (Harris *et al.*, 1992). Como aproximadamente três quartos do músculo são constituídos de água, as concentrações normais totais de Cr se aproximam de 120mmol/kg de peso seco.

Alguns dos efeitos ergogênicos teóricos da suplementação de Cr são o aumento na concentração da creatina muscular total (CrMT) e a ressíntese aumentada de CrP durante a recuperação de um exercício previamente realizado. Greenhaff *et al.* (1994) relataram um aumento médio de 25% na CrMT em repouso e um aumento médio de 19 mmol (35%) na ressíntese de CrP, após a contração muscular isométrica provocada eletricamente.

2.3 SUBSTRATO ENERGÉTICO PARA A CONTRAÇÃO MUSCULAR

De acordo com a segunda lei da termodinâmica, durante qualquer reação bioquímica, certa quantidade de energia é perdida na forma de calor (aumento de entropia). Ao mesmo tempo, a energia livre e a energia térmica (entalpia) tornam-se disponíveis. A energia necessária para a realização de exercícios é fornecida quimicamente em forma de ATP. No músculo, a energia da hidrólise do ATP pela enzima miosina ATPase ativa os espaços específicos nos elementos de desenvolvimento de força, os quais permitem um esforço de contração muscular (Maughan *et al.*, 2000). A energia é liberada, resultando em adenosina difosfato (ADP) e fosfato inorgânico (Pi). Ainda que os estoques celulares de ATP sejam limitados, eles podem ser regenerados por outros processos metabólicos, incluindo a glicólise anaeróbia e o metabolismo oxidativo. Por exemplo, Sahlin (1986) calculou que a glicólise anaeróbia contém 5,2 mmol ATP, produz 5,2 mmol ATP/kg de peso seco, mantém exercícios de alta intensidade melhor do que exercícios de intensidade muito alta e perdura aproximadamente por 7 minutos. O ATP é gerado mais lentamente pelo processo oxidativo.

A Cr é essencial para esse processo pelo fato de cerca de dois terços desse nutriente armazenado no músculo serem fosforilados pela enzima creatina quinase (CQ) para formar CrP. Durante o exercício explosivo, o fosfato da CrP é clivado para fornecer energia à ressíntese de ATP. A energia derivada da degradação da CrP permite ao pool de ATP ser reciclado mais de doze vezes durante um exercício supramáximo (Williams *et al.*, 2000).

2.4 SUPLEMENTAÇÃO COM CREATINA

Em humanos, a importância da CrP em manter a produção de força durante o *sprint* tem sido demonstrada por Hirnoven *et al.* (1992), que observaram que os estoques de CrP foram depletados em indivíduos entre 5 e 7s após seguidos *sprints* de 40, 60, 80 e 100 metros. Esses pesquisadores concluíram que a diminuição da velocidade na corrida, que ocorreu após os 5s, pode ser relatada como declínio da produção de energia dos suprimentos altamente energéticos dos estoques de fosfato (Pi). Essa inferência foi baseada nas correlações entre o rendimento físico na corrida e a depleção dos estoques de CrP no músculo.

Quanto à composição nas fibras musculares, é sabido que as fibras tipo II possuem inicialmente maiores concentrações de CrP e glicogênio do que as fibras do tipo I (Edstrom, 1982; Tesch, 1989; Soderlund, 1992; Greenhaff, 1994; Casey & Greenhaff, 2000).

Teoricamente, para a suplementação oral de Cr ser um ergogênico eficaz, esta deve ser absorvida eficientemente pelos intestinos, deve aumentar as concentrações plasmáticas e ser transportada para dentro das células musculares, a fim de aumentar tanto a CrT quanto a fosforilada, além das concentrações normais necessárias para a produção de energia ou a ressíntese energética do substrato (Williams *et al.*, 2000). Os primeiros estudos que investigaram sistematicamente os efeitos da suplementação com altas doses de Cr foram feitos por Harris *et al.* (1974). Foi demonstrado que a ingestão em pequenas doses (1g ou menos) de creatina monohidratada (CrH₂O) teve pouco efeito na concentração

circulante de Cr, enquanto doses maiores (5gr) resultaram em aumento de aproximadamente 15 vezes em relação às concentrações iniciais. Repetidas administrações de 5g a cada 2h mantiveram a concentração plasmática em torno de 1mmol / L por um período de 8h. Por outro lado, administrações repetidas de 5g de CrH₂O 4 vezes ao dia, durante 5 dias resultaram em um grande aumento da CrT nos músculos do quadríceps femoral. Este mesmo pesquisador relatou em 1992, por meio de experimentos com humanos, que a dose de 5g de CrH₂O produz um *peak* na concentração plasmática de 795 μ mol / L após 1h, e retorna aos valores normais entre 6 e 7h subseqüentes à ingestão. Green *et al.* (1996) reportaram que 93g de uma solução de carboidrato simples resultaram em um aumento de 60% na CrT, um processo mediado pela insulina.

Outros estudos feitos por Soderlund (1994) mostraram um aumento de 24,6mmol/kg na CrT, após 6 dias de suplementação com 20g de CrH₂O. Greenhaff *et al.*(1994) mostraram que 5 de 8 voluntários que foram suplementados com CrH₂O aumentaram significativamente suas concentrações totais no músculo, de 19 para 35mmol/kg. Balsom *et al.* (1994), juntamente com Soderlund *et al.* (1994), realizaram estudos envolvendo suplementação com CrH₂O, 20 g/ dia durante 6 dias, usando um protocolo de 5 séries de 6s de pedaladas máximas em bicicleta ergométrica com 30s de intervalo, seguidas de 40s de descanso após as séries e mais uma investida de 10s. Os dois estudos demonstraram alta concentração de CrP e diminuição do lactato muscular.

Ficou bem esclarecido que a ingestão de altas doses de CrH_2O (20 a 30g) por um período de 4 a 5 dias mostrou grande elevação nas quantidades de CrL e CrP encontradas na musculatura esquelética. Esses resultados mostraram uma capacidade de manutenção da força em exercícios de alta intensidade, especialmente quando estes eram repetidos com curtos períodos de recuperação.

Alguns estudos feitos com corredores de "cross-country" (Balson *et al.*, 1994) e de resistência aeróbia (Stoud *et al.*, 1994; Green *et al.*, 1993) não observaram nenhum efeito ergogênico na suplementação com CrH_2O nesta condição, ficando demonstrado que os exercícios físicos que não possuem características anaeróbias, não são beneficiados com a suplementação de Cr. Outros estudos (Odland *et al.*, 1994; Earnest *et al.*, 1994; Dawson *et al.*, 1995) também apresentaram resultados negativos, quando comparados com avaliações iniciais, porém houve uma grande probabilidade de os protocolos utilizados não terem seguido as determinações propostas pela literatura. O protocolo de pesquisa mais comumente utilizado para promover a sobrecarga de creatina é a ingestão de 20 a 30g de CrH_2O , em 4 a 6 doses iguais de 5 a 7g dissolvidos em 250ml de fluido, ao longo do dia.

Estudos *in vitro* com músculos de rato isolados têm demonstrado que a insulina estimula o transporte de Cr para o músculo (Haugland & Chang, 1975); por isso, alguns pesquisadores têm teorizado que a ingestão de CrH_2O , juntamente com carboidratos simples como a glicose, pode ser um complemento eficaz para a suplementação com Cr. Por exemplo, Green *et al.* (1996a, 1996b)

usaram 95g de glicose para cada dose de 5g de CrH_2O durante a fase de sobrecarga.

Concluindo, foi estabelecido que a ingestão de altas doses de CrH_2O (20 a 30g) por um período de 4 a 7 dias mostra uma grande elevação nas quantidades de CrL e CrP da musculatura esquelética. Esses resultados mostraram uma capacidade de manutenção da força em exercícios de alta intensidade, especialmente quando estes eram repetidos com curtos períodos de recuperação. Kamber *et al.* (1999) concluíram que a suplementação com CrH_2O aumenta o rendimento físico em torno de 7% em exercícios repetitivos de alta intensidade, podendo ser vantajosa para esportes de velocidade. Desde que seus estudos foram iniciados há cem anos, não foi encontrada qualquer evidência de que a suplementação crônica com altas dosagens de CrH_2O esteja associada a algum risco para a saúde (ACSM, 2000; Casey & Greenhaff, 2000; Williams *et al.*, 2000; Maughan, 1995).

A dieta normal de pessoas que não sejam vegetarianas contém menos de 1g de Cr (Heymsfield, 1983), mas em populações com alto consumo de carne, o conteúdo de Cr é substancialmente elevado. O consumidor de carne típico ingere cerca de 1g de Cr diariamente. Entretanto, não há razão para acreditar que doenças, principalmente o câncer de cólon, que são mais comum em populações que apresentam um alto consumo de carne, tenham alguma relação com a suplementação diária com CrH_2O (Maughan, 1995). A Cr é um componente normal na dieta, e o seu uso não é impedido por qualquer lei desportiva, não aparecendo na lista de substâncias proibidas pelo Comitê Olímpico Internacional.

Enquanto muito tem sido descoberto, muito mais ainda estará sendo investigado para determinar doses efetivas, doses de manutenção e possivelmente os efeitos colaterais da suplementação crônica com Cr (Applegate, 1999), no sentido de trazer conclusões mais concretas sobre os efeitos da suplementação com CrH_2O no exercício e no desporto. Alguns efeitos colaterais têm sido ocasionalmente descritos como sintomas asmáticos suaves e dores gastrintestinais, câibras e distensões musculares e intolerância ao calor. As câibras e a intolerância ao calor podem estar relacionadas ao aumento da retenção hídrica no músculo durante os dias iniciais da suplementação com Cr (Wyss & Kaddurah-Daouk, 2000).

2.5 TREINAMENTO DE FORÇA

2.5.1 BIOQUÍMICA DO EXERCÍCIO DE FORÇA

É geralmente aceito que a força é limitada pelos estoques de CrP contidos nas fibras musculares de contração rápida (brancas – tipo IIb). Portanto, o treinamento físico envolvendo exercício de curta duração, realizado em alta intensidade, caracteriza-se sob o ponto de vista metabólico como sendo anaeróbio com baixa formação de lactato. De acordo com Hollman & Hettinger (1983), a resistência anaeróbia divide-se em resistência anaeróbia de curta (até 20s), média (até 1min) e longa duração (até 2min). Além de o treinamento dessa

capacidade física elevar a atividade do metabolismo anaeróbio com elevada produção de lactato e com baixa produção de lactato das fibras musculares de contração rápida, não promove alterações significativas da atividade do metabolismo mitocondrial, tanto das fibras de contração lenta como das rápidas presentes neste tecido. Como no treinamento de força o tempo de duração do estímulo é de poucos segundos (menos de 20s), essa capacidade física pode ser denominada de resistência geral anaeróbia dinâmica de curta duração, e o principal substrato utilizado é a CrP.

Biópsia muscular, realizada antes e depois do treinamento de força que resulta em aumento em 28% da força muscular, revelou que as concentrações intramusculares em repouso de ATP, CrP e glicogênio encontravam-se aumentadas em cerca de 5%, 10% e 10-30%, respectivamente. Essas mensurações são as concentrações médias dos homogeneizados de amostras musculares e podem refletir simplesmente o aumento relativo da área da fibra do tipo II, se considerarmos que, em repouso, essas fibras apresentam maiores concentrações de fosfagênio e de glicogênio do que as do tipo I (Maughan *et al.*, 2000).

Têm sido relatados incrementos significativos na quantidade e na atividade das enzimas envolvidas na via glicolítica (em geral, a da fosfofrutoquinase) com treinamento com pesos, sendo que as alterações mais notáveis surgem nas fibras do tipo II. Tesch *et al.* (1984) relataram que a atividade da enzima lactato desidrogenase (LDH) do músculo vasto lateral de levantadores de peso de elite era 62% maior nas fibras do tipo II em relação às fibras dos indivíduos

sedentários. O aumento da capacidade do músculo de tamponar os prótons associados ao acúmulo de lactato também pode ser importante. As fibras do tipo II apresentam maior capacidade de tamponamento e, por essa razão, o crescimento dessas fibras em relação às do tipo I indicaria aumento desta capacidade (Maughan *et al.*, 2000).

Parece certo que a família do gene da miosina contém a chave da plasticidade muscular. Teoricamente, as fibras musculares podem alterar suas propriedades contráteis, reconstruindo suas miofibrilas pela utilização de um tipo diferente de cadeia pesada da miosina rápida e pela ativação simultânea da isoforma lenta da proteína. A maioria das células do organismo são ativadas e inativadas pelas ações indiretas de moléculas sinalizadoras, como os hormônios e os fatores do crescimento. Os ajustes musculares em resposta ao treinamento são específicos aos músculos utilizados na atividade. A lesão de fibras musculares durante o exercício também pode produzir um estímulo para esse ajuste. As concentrações elevadas de fator do crescimento específico do músculo, liberadas pelas fibras musculares degeneradas (necróticas), junto com a perda da inibição do contato entre as células satélites e as fibras musculares vivas adjacentes, obrigam as células satélites a se proliferarem durante o primeiro dia após a lesão muscular (Maughan *et al.*, 2000).

2.5.2 FATORES QUE INFLUENCIAM NO DESENVOLVIMENTO DE FORÇA MUSCULAR

A resultante de força muscular máxima ¹maximorum (RFMM) aumenta por meio de modificações no sistema nervoso (Zatsiorsky, 1995), que controla a contração muscular em consequência de mudanças verificadas no próprio músculo, pelas contrações máximas e com requerimento muito alto da produção de energia anaeróbia (Tesch *et al.*, 1984). Os músculos com maior área transversa produzem mais força que músculos similares com menor área transversa (Zatsiorsky, 1995). A força produzida pela fibra muscular é limitada pelo número de filamentos de actina e miosina trabalhando paralelamente. Nesse sentido, o treinamento de força muscular pode aumentar o número de fibras musculares que podem ser ativadas a qualquer momento, assim como a frequência de ativação da unidade motora. Essas modificações neurais ocorrem no início do programa de treinamento e são basicamente responsáveis pelos ganhos iniciais de força muscular. O aumento inicial de força demonstrado por levantadores de peso (*weightlifters*) é atribuído aos ajustes neurais ocorridos com o treino, porque a hipertrofia muscular geralmente não ocorre antes de 4 ou mais semanas após o início do treinamento (Antonio, 2000; Fleck & Kramer, 1999; Mayhew *et al.*, 1995; Narici & Kayser, 1995). Além disso, a contribuição do ajuste neural para o desenvolvimento de força é afetada pela complexidade dos exercícios propostos (Chilibeck, 1998).

¹ A terminologia Força Máxima Maximorum é utilizada por Zatsiorsky (1995) em referência à força máxima voluntária dinâmica alcançada.

Os aumentos iniciais de força, bem como os posteriores, causados pelo treinamento, somente ocorrerão quando o organismo tiver substâncias suficientes para a reparação protéica (Zatsiorsky, 1995). O aumento do consumo de proteínas na dieta de atletas tem sugerido ocorrência de otimização do processo anabólico e também melhora das respostas fisiológicas ao treinamento (Pereira & Souza Jr., 2002). Os “blocos” formadores das proteínas são os aminoácidos, os quais deverão estar disponíveis para ressíntese nos períodos de recuperação após o treinamento (Zatsiorsky, 1995). Os aminoácidos são essenciais para a síntese de tecido (músculo), proteínas específicas, hormônios, enzimas e neurotransmissores (Pereira & Souza Jr., 2002; Kreider *et al.*, 1993). A hipótese de que os aminoácidos podem exercer efeitos ergogênicos em atletas de força tem sido baseada em evidências de que a arginina, histidina, lisina, metionina, ornitina e fenilalanina podem estimular a liberação de GH, insulina e/ou glicocorticóides (Pereira & Souza Jr., 2002; Kreider *et al.*, 1993). Assim, os ganhos de força e massa muscular causados pelo treinamento de força, poderão ser prejudicados, caso não haja um balanço nitrogenado positivo, ou seja, quando o consumo de proteínas e aminoácidos for inferior ao recomendado, cerca de 1,5 a 2g/kg/peso corporal/dia (Pereira & Souza Jr., 2002; Williams, 1998; Butterfield, 1991; Lemon, 1991; Hood & Terjung, 1990).

2.6 HIPERTROFIA MUSCULAR

O tecido muscular é o de maior quantidade no organismo. Durante a vida intra-uterina, cresce simultaneamente por intermédio dos fenômenos da hiperplasia e da hipertrofia. Após o nascimento, o crescimento das fibras musculares por hiperplasia pode continuar por um curto espaço de tempo. No entanto, após esse período, o crescimento do tecido muscular ocorre unicamente por hipertrofia (Guedes & Guedes, 1997). Certos modelos animais têm demonstrado algumas evidências de hiperplasia em músculos hipertrofiados, porém em humanos esse fenômeno é limitado (McCall *et al.*, 1996). O mecanismo de hipertrofia muscular ocorre aparentemente devido ao aumento no número de miofibrilas, e possivelmente de outros componentes celulares.

A hipertrofia do tecido muscular induzida pelo exercício físico ocorre por mecanismos similares àqueles ativos durante o crescimento natural (Guedes & Guedes, 1997). A hipertrofia da fibra muscular está relacionada ao aumento global de todos os músculos, como resultado determinante do treinamento com pesos (Antonio, 2000; McCall *et al.*, 1996). Os aumentos da massa muscular significam que existe mais tecido muscular disponível para a realização do trabalho, o que resulta em maior produção de força máxima e maior capacidade total dos sistemas produtores de energia anaeróbia (Maughan *et al.*, 2000). Em atletas de força, o aumento do tamanho dos músculos é atribuído à hipertrofia das fibras musculares já existentes (Alway, 1994; Alway *et al.*, 1989). Este aumento na secção de área transversa das fibras musculares já existentes é atribuído ao

tamanho e número aumentados dos filamentos de actina e miosina e à adição de sarcômeros dentro das fibras musculares existentes (Goldspink, 1992; MacDougall *et al.*, 1979).

Sabe-se que nem todas as fibras musculares sofrem a mesma quantidade de crescimento e que esse total depende do tipo de fibra muscular e do padrão de recrutamento (Kramer *et al.*, 1995), bem como o volume e a intensidade do treinamento (Ward & Ward, 1991). As proteínas contráteis e o sarcoplasma nas fibras musculares estão constantemente mudando e se renovando de 7 a 15 dias (Goldspink, 1992). O treinamento convencional com pesos aumenta a secção transversa das fibras do tipo I e do tipo II (Gonyea & Sale, 1982; MacDougall *et al.*, 1980; Thorstensson, 1976). Os treinamentos de baixa intensidade estimulam exclusivamente as fibras do tipo I. Em treinamentos de intensidade intermediária, as fibras do tipo II passam a ser gradualmente requisitadas e estimuladas (primeiramente a IIc, seguida da IIa e finalmente da IIb), sendo as fibras IIb as mais rápidas e mais fortes do organismo.

Com cargas acima dos 80% da força máxima, são mobilizados igualmente todos os tipos de fibras musculares (tipo I e tipo II) (Weineck, 1999). Após o início de um programa de treinamento de força, mudanças nos tipos de proteínas musculares (por exemplo, cadeias da miosina pesada) começam a acontecer em algumas sessões de treinamento (Staron *et al.*, 1994). Conforme continuam, a quantidade de proteínas contráteis começa a aumentar, à medida que eleva as áreas de secção transversa das fibras musculares. Levantadores de peso (*Powerlifters*), que geralmente treinam com alta intensidade e baixo volume,

apresentam uma quantidade de fibras tipo II no músculo vasto lateral em uma área de $79\mu\text{m}^2 \cdot 100$ (Tesch *et al.*, 1984). Inversamente, fisiculturistas, que geralmente treinam com intensidade menor, mas com médio volume, apresentam $62\mu\text{m}^2 \cdot 100$ de fibras tipo II no músculo vasto lateral (Tesch *et al.*, 1984).

Esses resultados mostraram que as cargas maiores utilizadas no treino diário podem resultar em uma maior hipertrofia muscular nas fibras de tipo II (Kramer *et al.*, 1988). Parece ser necessário um período mais longo de treinamento (mais do que oito sessões) para aumentar a quantidade de proteína contrátil contida nas fibras musculares. Desse modo, programas de curto prazo (4 a 8 semanas) podem não resultar em mudanças muito significativas no tamanho dos músculos (Fleck & Kramer, 1999). O tipo de protocolo utilizado para o treinamento de força, objetivando a hipertrofia muscular, pode ter um profundo efeito nos sistemas energéticos envolvidos. O treinamento habitual utilizado por *bodybuilders* (fisiculturistas) envolve múltiplas séries, utilizando cargas variadas com períodos de descanso inferiores a 1 minuto (Antonio, 2000). Este protocolo produz concentrações de lactato muito superiores ao utilizado por *powerlifters* (levantadores de peso) durante suas sessões de treinamento por utilizar cargas mais pesadas, com baixo volume e períodos de descanso mais prolongados (3 a 5 minutos). O treinamento de força selecionado para produzir hipertrofia (*bodybuilding training*) tende a aumentar as fibras do tipo I e tipo II, porém as fibras tipo II aumentam proporcionalmente mais que as do tipo I (Antonio, 2000; McCall *et al.*, 1996). Este fato explica o porquê de os protocolos serem diferenciados, pois as fibras do tipo II precisam ser extremamente fadigadas, com

pouco tempo de recuperação, induzindo a acidose para obtenção da hipertrofia muscular (Maughan *et al.*,2000; Weineck, 1999; Volek & Kraemer, 1996; Balsom *et al.*,1993; Haussinger *et al.*,1991,1993; Staron *et al.*,1989; Tesch *et al.*,1986; Costill *et al.*,1979; MacDougall *et al.*,1977; Thorstensson *et al.*,1976). Além disso, Kraemer *et al.* (1991) observaram maiores concentrações séricas de hormônio do crescimento (GH) em homens e mulheres submetidos a treinamento, utilizando protocolo com 10RM e 1 minuto de descanso com maior tempo de trabalho, em comparação ao protocolo de treinamento com 5RM, 3 minutos de descanso entre as séries, com menor tempo de trabalho.

CAPÍTULO 3

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 SUJEITOS

Dezoito universitários do curso de Educação Física da FEFIS (Faculdade de Educação Física de Santos), com idades variando entre 19 e 35 anos (Q2=25), do sexo masculino, foram previamente selecionados para fazer parte do estudo. Como pré-requisitos para inclusão no experimento, foram consideradas as seguintes condições: possuir experiência prática de, no mínimo, 1 (um) ano com exercícios resistidos, não ser fumante, não ser etilista e não estar fazendo uso de esteróides anabólicos androgênicos ou substâncias similares, além de não apresentar histórico patológico.

3.2 DESENHO EXPERIMENTAL

Todos foram previamente informados sobre a proposta do estudo e os procedimentos a que foram submetidos e, após o preenchimento da ficha de anamnese (vide anexo I), assinaram declaração de consentimento do mesmo. Após a bateria de testes, os indivíduos foram separados aleatoriamente e entraram nas semanas preparatórias (1ª e 2ª semanas). Após o período

preparatório (Quadros 3 e 4), os indivíduos foram submetidos ao treinamento de hipertrofia com modificações no protocolo (Quadros 5, 6 e 7), de acordo com seus resultados obtidos no teste. Os indivíduos foram divididos em dois grupos (Quadro 1), o grupo A (n=09) e grupo B (n=09), sendo utilizado o protocolo duplo cego, em que, durante o transcorrer do treinamento, nem o pesquisador nem os voluntários sabiam qual grupo era o suplementado com creatina e qual grupo suplementado com placebo (maltodextrina).

SUJEITOS	GRUPO A			GRUPO B		
	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)	Idade (anos)	Estatura (cm)	Massa corporal (kg)
1	18.00	179.70	65.90	23.00	178.50	77.00
2	35.00	188.00	75.40	24.00	186.00	81.80
3	26.00	165.00	61.70	21.00	173.00	72.10
4	25.00	178.70	72.30	23.00	185.00	81.70
5	23.00	172.00	71.30	18.00	172.00	67.90
6	21.00	183.00	89.00	32.00	163.90	74.60
7	21.00	170.00	71.50	22.00	167.50	67.10
8	28.00	181.50	102.20	23.00	176.10	81.90
9	26.00	178.00	71.30	23.00	180.71	73.06
Mínimo	18.00	165.00	61.70	18.00	163.90	67.10
Q1	21.00	172.00	71.30	22.00	172.00	72.10
Q2	25.00	178.70	71.50	23.00	176.10	74.60
Q3	26.00	181.50	75.40	23.00	180.70	81.70
Máximo	35.00	188.00	102.20	32.00	186.00	81.90

Q1 = percentil 25. Q2 = percentil 50 ou mediana. Q3 = percentil 75.

QUADRO 1. Características dos grupos A e B.

3.3 PROTOCOLO DE TREINAMENTO DE FORÇA

O protocolo foi aplicado durante oito semanas, sendo que as duas primeiras semanas (Fase A) foram utilizadas para os ajustes neuromusculares dos

voluntários, e as seis semanas subseqüentes (Fase B) visaram aumento da RFMM e massa muscular (hipertrofia).

O protocolo utilizado foi especialmente criado para o presente estudo, baseado nos diversos protocolos existentes no treinamento de fisiculturistas (*bodybuilders*) envolvendo diversos exercícios para vários grupos musculares, conforme o quadro a seguir:

EXERCÍCIOS PROPOSTOS, NOMENCLATURA (PORTUGUÊS/INGLES), E GRUPAMENTOS MUSCULARES ENVOLVIDOS NO TREINAMENTO DE HIPERTROFIA (vide Apêndice).

Supino reto (*Barbell Bench Press*)

Supino inclinado (*Incline Barbell Bench Press*)

Puxador frontal (*Lat Machine Pulldowns*)

Remada baixa (*Seated Cable Rows*)

Extensão de Perna (*Leg Extensions*)

Agachamento (*Squats*)

Flexão de Perna (*Leg Curls*)

Desenvolvimento pela frente (*Military Press*)

Elevação Lateral (*Standing Lateral Raises*)

Rosca Direta (*Standing Barbell Curls*)

Rosca Alternada (*Alternate Dumbbell Curls*)

Extensão de tríceps no Pulley (*Lat Machine Pressdowns*)

Extensão de Tríceps com Barra (supino fechado) (*Close-Grip Bench Press*)

Abdominais com carga (*Crunches*)

OBS.: Não foi incluído o exercício para panturrilha, por motivo de imprecisão de determinação de 1RM

QUADRO 2. Exercícios selecionados para o estudo.

A programação de treinamento foi realizada em 6 sessões por semana, de segunda a sábado. Foram utilizados pesos livres e máquinas, sendo os sujeitos supervisionados por um grupo de estudantes especialmente preparados para função. A semana preparatória (Fase A) consistiu de exercícios realizados com 50% de 1RM, com pausas de 120 segundos entre os mesmos (Quadros 3 e 4). O treinamento de hipertrofia (Fase B) consistiu em utilização de 80% da carga máxima, tomando-se como referência o teste de uma repetição máxima (1RM), 4 séries de 8 a 10 repetições com 120 segundos de pausa entre as séries e de 120 segundos entre os exercícios para outro grupamento muscular, sendo as pausas decrescidas durante as semanas subseqüentes (Quadros 5, 6 e 7). A suplementação com creatina e com placebo teve início na terceira semana, juntamente com o início do treinamento de hipertrofia.

O protocolo de treinamento consistiu na divisão dos grupamentos musculares e dos exercícios para os respectivos grupos (Quadro 2), bem como os dias específicos de treino. Os testes de 1RM foram realizados em todos os exercícios propostos. Sendo os voluntários praticantes de exercícios com pesos (musculação), todos já estavam familiarizados com os exercícios que haviam sido selecionados. Nas duas primeiras semanas, os voluntários executaram 3 séries com 12 repetições em todos os exercícios propostos, com alteração apenas para os exercícios abdominais, que foram realizados 2 vezes por semana com 5 séries de 20 repetições a cada série, e com 50% de 1RM.

FASE A – PREPARATÓRIA (SEMANAS 1 E 2)

Treino A (Seg – Qua – Sex)

Exercício	Carga (%)	Repetições	Nº de Séries	Pausa (s)
Supino reto	50	12	3	120
Supino inclinado	50	12	3	120
Puxador Frontal	50	12	3	120
Remada baixa	50	12	3	120
Cadeira Extensora	50	12	3	120
Agachamento	50	12	3	120
Mesa flexora	50	12	3	120

QUADRO 3. Fase A. Treinamento realizado com 50% de 1RM.

FASE A – PREPARATÓRIA (SEMANAS 1 E 2)

Treino B (Ter – Qui - Sab)

Exercício	Carga (%)	Repetições	Nº de Séries	Pausa (s)
Desenvolvimento frente	50	12	3	120
Elevação Lateral	50	12	3	120
Rosca Direta	50	12	3	120
Rosca Alternada	50	12	3	120
Extensão de tríceps no <i>Pulley</i>	50	12	3	120
Extensão de Tríceps com Barra	50	12	3	120
(*) Abdominais c/ carga(<i>Crunches</i>)	50	20	5	120

QUADRO 4. Fase A. Treinamento realizado com 50% de 1RM.

FASE B – HIPERTROFIA (3ª à 8ª SEMANA)**Treino A (Seg e Qui)**

Exercício	Carga (%)	Repetições	Nº de Séries	Pausa (s)
Supino Reto	80	8-10	4	As pausas foram decrescendo conforme descrito no quadro 8
Supino Inclinado	80	8-10	4	
Puxador frontal	80	8-10	4	
Remada Baixa	80	8-10	4	

QUADRO 5. Fase B. Treinamento para hipertrofia (semanas 3-8) 4 séries de 8-10 repetições com velocidade ritmada e intervalos decrescentes nas 6 semanas posteriores à 3ª semana (105s - 90s - 75s - 60s - 45s - 30s).

FASE B – HIPERTROFIA (3ª à 8ª SEMANA)**Treino B (Ter e Sex)**

Exercício	Carga (%)	Repetições	Nº de Séries	Pausa (s)
Desenvolvimento pela frente	80	8-10	4	As pausas foram decrescendo conforme descrito no quadro 8
Elevação Lateral	80	8-10	4	
Rosca Direta	80	8-10	4	
Rosca Alternada	80	8-10	4	
Extensão de tríceps no <i>Pulley</i>	80	8-10	4	
Extensão de Tríceps com Barra	80	8-10	4	

QUADRO 6. Fase B. Treinamento para hipertrofia (semanas 3-8) 4 séries de 8-10 repetições com velocidade ritmada e intervalos decrescentes nas 6 semanas posteriores à 3ª semana (105s - 90s - 75s - 60s - 45s - 30s).

FASE B – HIPERTROFIA (3ª à 8ª SEMANA)**Treino C (Qua e Sab)**

Exercício	Carga (%)	Repetições	Nº de Séries	Pausa (s)
Cadeira Extensora	80	8-10	4	As pausas foram
Agachamento	80	8-10	4	decrecendo
Mesa Flexora	80	8-10	4	conforme
Abdominais <i>cl</i> carga (<i>Crunches</i>)	50	20	5	descrito no quadro 8

QUADRO 7. Treinamento para hipertrofia (semanas 3-8) 4 séries de 8-10 repetições com velocidade ritmada e intervalos decrescentes nas 6 semanas posteriores à 3ª semana (105s - 90s - 75s - 60s - 45s - 30s).

PAUSAS DECRESCENTES NAS 6 SEMANAS FINAIS DO TREINAMENTO DE HIPERTROFIA

Semana	Treino (A, B e C)			
	Carga (%)	Repetições	Nº de Séries	Pausa (s)
3	80	8-10	4	105
4	80	8-10	4	90
5	80	8-10	4	75
6	80	8-10	4	60
7	80	8-10	4	45
8	80	8-10	4	30

OBS. Os exercícios abdominais foram feitos em 5 séries com 20 repetições e 50% de 1RM cada série, respeitando as pausas propostas para os demais exercícios

QUADRO 8. Pausas decrescentes nas 6 semanas finais do treinamento de hipertrofia.

3.4 PROTOCOLO DE MENSURAÇÃO DA RESULTANTE DA FORÇA MUSCULAR MÁXIMA MAXIMORUM

Os testes de 1RM foram realizados em 2 períodos, manhã e tarde, a fim de que os voluntários pudessem ter um intervalo maior entre os testes. Para o teste

de 1RM realizado no exercício supino (reto e inclinado), os voluntários fizeram um aquecimento prévio e puderam realizar 3 tentativas (quando não determinada em uma única tentativa) para determinar 1RM. Foi considerada 1RM quando o voluntário conseguia repetir um movimento completo, fazendo a flexão do cotovelo, até a barra encostar-se ao tórax e, em seguida, fazendo a extensão do cotovelo até retornar à posição inicial, utilizando sua força máxima voluntária, sem ajuda externa (apenas para segurança) do exercício proposto. Caso o voluntário conseguisse repetir mais de uma vez o mesmo movimento, o teste era interrompido, e após 5 minutos de descanso, reiniciado com acréscimo de carga ao exercício. A determinação de 1RM no exercício agachamento foi mensurada com o flexionamento simultâneo dos joelhos, com a barra apoiada nos ombros até atingir o ângulo de 90°. Para segurança dos voluntários, foi colocado um banco atrás do executante, para que o mesmo pudesse flexionar os joelhos até o ângulo proposto e imediatamente voltar à posição inicial, assim que os glúteos tocassem no banco. Foi considerado 1RM quando o executante, utilizando sua força máxima voluntária, conseguia flexionar os joelhos até encostar os glúteos no banco e voltar à posição inicial sem ajuda externa (apenas para segurança). Os demais exercícios para membros inferiores, flexão e extensão dos joelhos, foram realizados com máquinas específicas (cadeira extensora e mesa flexora), sempre com 3 tentativas para a determinação de 1RM e sempre com 5 minutos de descanso entre as tentativas, caso o teste não houvesse sido determinado em uma única vez. Nos exercícios selecionados para os ombros (desenvolvimento e elevação lateral dos braços), os voluntários foram instruídos para executar 1RM

sem o balanceamento do corpo (repetição “roubada”), partindo totalmente da inércia. O teste de 1RM para o desenvolvimento foi realizado da seguinte maneira:

- a) o voluntário era ajudado a retirar a barra do solo com auxílio dos avaliadores;
- b) a barra era posicionada na parte posterior do deltóide;
- e c) o voluntário deveria elevar em uma única vez a carga proposta, fazendo a extensão total do cotovelo, sem ajuda externa.

Na determinação de 1RM para o exercício elevação lateral dos braços, o executante iniciou o movimento com os halteres colados à coxa, em total inércia, fazendo a abdução dos membros superiores até a altura dos ombros; caso houvesse necessidade de outra tentativa, o procedimento era realizado conforme descrito anteriormente. Os exercícios denominados “rosca direta” e “rosca alternada”, flexão dos cotovelos com elevação dos antebraços em pronação, elevando a barra em direção ao tronco e flexão alternada do cotovelo com elevação do antebraço em pronação com rotação do punho para o exterior, elevando o halter em direção ao ombro, respectivamente, foram realizados também com o movimento partindo da posição inicial, com total ausência de movimento. Para a determinação de 1RM nos exercícios selecionados para o tríceps, extensão do tríceps no *pulley* e supino fechado, respectivamente, os voluntários executaram os seguintes procedimentos:

- a) tríceps no *pulley*: os voluntários se posicionaram de frente para o aparelho e foram instruídos a fazer 1RM estendendo o cotovelo, segurando a barra com as duas mãos e retornando à posição inicial sem ajuda externa;
- b) supino fechado: os voluntários iniciaram o exercício, deitados no banco de supino, empunhando a barra com um ligeiro afastamento das mãos, retirando a barra do suporte com auxílio dos avaliadores e

fazendo 1RM, flexionando o cotovelo até a barra encostar-se ao tórax e, em seguida, estendendo o cotovelo até a posição inicial sem ajuda externa (apenas para segurança). Para determinar o valor de 1RM no exercício para os músculos dorsais, realizado no puxador frontal, os voluntários posicionaram-se sentados em frente ao aparelho, empunhando a barra nas suas extremidades com os cotovelos estendidos, e ao comando do avaliador, realizaram a flexão dos cotovelos, aproximando a barra em direção ao tórax até que a mesma os tocassem, utilizando sua força máxima voluntária sem interferência externa. Na determinação de 1RM no exercício remada baixa, os voluntários posicionaram-se sentados no solo, com os joelhos ligeiramente flexionados e os pés apoiados no suporte específico do aparelho, com os cotovelos estendidos e empunhando o triângulo. Ao comando do avaliador, os voluntários fizeram a flexão do cotovelo, juntamente com a extensão do ombro, até encostar o triângulo no tórax, utilizando sua força máxima voluntária. No exercício abdominal (*crunch*), o teste de 1RM foi realizado com os voluntários posicionando-se de frente ao *pulley*, sentados sobre os calcanhares, empunhando o triângulo com os cotovelos fletidos e flexionando a coluna vertebral, até que os cotovelos tocassem os joelhos (vide apêndice). Em caso de necessidade de outras tentativas, os procedimentos foram iguais aos descritos anteriormente para todos os exercícios.

3.5 PROTOCOLO DE SUPLEMENTAÇÃO COM CREATINA MONOHIDRATADA

Foi aplicado o protocolo descrito por Volek *et al.* (1999), modificado (em nosso protocolo foi utilizado 35g a mais de CrH₂O na 1ª semana de suplementação, equivalente à 3ª semana de treinamento). Este estudo utilizou dois grupos (A e B), com protocolo duplo cego, sendo que ambos foram submetidos ao mesmo treinamento, e suplementados com as substâncias propostas. Após os testes de 1RM, medições antropométricas e as duas primeiras semanas preparatórias, os sujeitos consumiram 30g de CrH₂O por dia, divididos em seis doses iguais de 5g, em intervalos de 3 a 4 horas, perfazendo um total de 30g diárias na 1ª semana de suplementação (30g / dia por 7 dias, 210g no total) ou placebo (maltodextrina), correspondente à 3ª semana de treinamento. Após o regime de sobrecarga inicial, os grupos receberam um regime de manutenção de 5g / dia por 42 dias, 210g no total, correspondentes às 5 últimas semanas de treinamento. A CrH₂O foi gentilmente cedida pela **ProTech Nutritional Systems do Brasil**, enquanto a substância placebo (maltodextrina) foi adquirida em um estabelecimento comercial do ramo de suplementos nutricionais. As substâncias foram encapsuladas criteriosamente por **Pedrosa & Delsin – Farmácia de Manipulação LTDA**, C.G.C.: 00.243.338/0001-74 . Tanto a CrH₂O como a maltodextrina foram igualmente acondicionadas em cápsulas de 0,5g, para evitar que os voluntários participantes do estudo soubessem quem estaria ingerindo a creatina ou o placebo. Após o término das oito semanas de treinamento e suplementação, os sujeitos obtiveram a informação a respeito de quem havia sido

suplementado com CrH₂O ou com placebo. O grupo A recebeu a suplementação com CrH₂O, e o grupo B com maltodextrina.

3.6 PROTOCOLO DE MENSURAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

A mensuração antropométrica foi constituída pela determinação da massa corporal, estatura, mensuração de oito dobras cutâneas e oito circunferências. Os procedimentos e materiais adotados são descritos a seguir:

3.6.1 MASSA CORPORAL

Para mensuração da massa corporal, utilizou-se uma balança mecânica Filizola com escala em 0,1 quilograma. Após a calibração da balança, o avaliado, usando a menor quantidade de roupa possível, posicionou-se em pé, no centro da balança. A leitura foi efetuada quando o cursor da escala atingiu o equilíbrio. A massa corporal foi registrada em quilogramas (kg), com precisão de 100 gramas (Petroski, 1995).

3.6.2 ESTATURA

Para determinação da estatura, foi utilizado um estadiômetro móvel Sanny, com escala em 0,1 centímetro (cm). De acordo com Petroski (1995), a estatura compreende a distância entre o vértex (ponto mais alto da cabeça) e a planta dos pés, estando a cabeça de acordo com o plano de Frankfurt. O avaliado, descalço ou usando meias finas, posicionou-se em pé, mantendo os calcanhares, a cintura

pélvica, a cintura escapular e a região occipital em contato com o estadiômetro; após o avaliado realizar uma inspiração máxima seguida por apnéia, registrou-se a estatura em centímetros, com precisão de 0,1cm.

3.6.3 DOBRAS CUTÂNEAS

Para a mensuração das dobras cutâneas, utilizou-se um adipômetro Lange, com escala em 1 milímetro (mm) e pressão constante em 10 gramas por milímetro quadrado (g/mm^2). Adotaram-se os procedimentos descritos por Heyward & Stolarczyk (1996) para determinação das sete dobras cutâneas, sendo estas medidas no hemicorpo direito do avaliado e repetidas três vezes em cada ponto em ordem rotacional.

- Dobra cutânea subescapular: a dobra é tomada na linha diagonal vinda da borda vertebral, 1cm abaixo do ângulo inferior da escápula.
- Dobra cutânea tricipital: localizada entre a projeção lateral do acrômio e a margem inferior do olécrano. A dobra é tomada 1 cm acima do ponto marcado na opção posterior do braço, no sentido longitudinal.
- Dobra cutânea axilar média: a dobra é tomada à altura do processo xifóide, ao longo da linha axilar média no sentido diagonal.
- Dobra cutânea peitoral: a dobra é tomada no ponto médio entre a linha axilar anterior e o mamilo no sentido diagonal.
- Dobra cutânea supra ilíaca: a dobra é tomada diagonalmente acima da crista ilíaca, ao longo da linha axilar média.

- Dobra cutânea abdominal: a dobra é tomada verticalmente, 2cm à lateral da cicatriz umbilical.
- Dobra cutânea coxa: a dobra é tomada na face anterior da coxa, no ponto médio entre a dobra inguinal e a borda proximal da patela.
- Dobra cutânea panturrilha medial: a dobra é tomada na máxima circunferência da panturrilha, em sua porção medial, estando o joelho e o quadril flexionados à 90°.

3.6.4 CIRCUNFERÊNCIAS

Para determinação das circunferências, foi utilizada uma fita métrica metálica Sanny, com escala em 0,1cm. Foram seguidos os procedimentos apresentados por Heyward & Stolarczyk (1996). O avaliador exerceu uma pressão para que a fita tomasse o contorno da porção do corpo que estava sendo mensurada, sem comprimir os tecidos moles, sendo realizada uma medida em cada local.

- Circunferência do peitoral: a fita é aplicada ao redor do tronco, ao nível da quarta articulação costo-esternal.
- Circunferência da cintura: a fita é aplicada ao redor da cintura, ao nível da parte mais estreita do tronco.
- Circunferência abdominal: a fita é aplicada ao redor do abdômen, ao nível da cicatriz umbilical.

- Circunferência do quadril: a fita é aplicada ao redor das nádegas, na posição de maior circunferência.
- Circunferência da coxa proximal: a fita é aplicada ao redor da coxa, na parte distal à dobra inguinal.
- Circunferência da panturrilha: com o avaliado sentado, a fita é aplicada na porção de maior circunferência da panturrilha.
- Circunferência do braço: o avaliado mantém seu braço flexionado e contraído, e a fita é aplicada na porção de maior circunferência do braço.
- Circunferência do antebraço: com o antebraço em posição supina, a fita é aplicada na porção de maior circunferência.

3.6.5 ESTIMATIVA DO PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL

Para a estimativa da densidade corporal, utilizou-se o somatório de sete dobras cutâneas: subescapular, tricipital, peitoral, axilar média, supra-íliaca, abdominal e coxa. Esse somatório foi empregado na equação desenvolvida por Jackson e Pollock (1978) apud Petroski (1995).

Após determinar a densidade corporal, utilizou-se a equação de Siri (1961) apud Petroski (1995), para determinação do percentual de gordura corporal.

3.6.6 ESTIMATIVA DA ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA MUSCULAR DO BRAÇO E DA COXA

A área de secção transversa muscular (ASTm) foi estimada através da fórmula desenvolvida por Frisancho (1990) apud Malina (1995).

$$ASTm(cm^2) = \frac{[C_m - (\pi \cdot DC_m)]}{4\pi}$$

Equação 01. Estimativa da área de secção transversa muscular através das circunferências de coxa e braço (C_m) e das dobras cutâneas de tríceps e coxa (DC_m), respectivamente.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise descritiva dos dados, foram empregados os valores mínimo e máximo, bem como os percentis 25, 50 (mediana) e 75.

Utilizou-se a prova estatística de Mann-Whitney U nas variáveis: massa corporal (MC), nas circunferências (C), na soma de 8 dobras cutâneas (S8DC), no percentual de gordura corporal (%GC), na massa magra em quilos (MM), na ASTm de braço (ASTmBr) e coxa (ASTmCx); na RFMM nos exercícios de agachamento, desenvolvimento, rosca direta, supino fechado e supino reto; na melhora percentual (MP) e delta (Δ) da S8DC, %GC, MM, ASTmBr, ASTmCx e RFMM. Para verificar possíveis diferenças entre o grupo A e B e a existência de

diferenças significantes entre o grupo controle e o grupo creatina foi utilizado o teste Mann-Whitney U com $p \leq 0,05$.

Aplicou-se a análise estatística de Wilcoxon para amostras dependentes nas variáveis: MC, C, S8DC, %GC, MM, ASTmBr, ASTmCx e RFMM nos exercícios de agachamento, desenvolvimento, rosca direta, supino fechado e supino reto, para determinar a diferença pré e pós-treinamento, com grau de significância em $p \leq 0,05$.

A relação entre as C de braço, antebraço e coxa; a ASTmBr e ASTmCx e a RFMM nos exercícios de agachamento, desenvolvimento, rosca direta, supino fechado e supino reto, bem como na MP e Δ destas variáveis foi determinada pela correlação de Pearson, com significância em $p \leq 0,05$.

CAPÍTULO 4

DESCRIÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados da análise estatística referente aos estudos sobre as avaliações das variáveis antropométricas e das variações na RFMM entre os voluntários submetidos ao programa de treinamento de 8 semanas.

4.1 VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS

A seguir, apresentaremos os resultados comparativos entre os grupos, sendo o grupo A (n=9) suplementado com CrH₂O, e o grupo B (n=9) suplementado com placebo (maltodextrina).

Valores	Idade (anos)	Massa corporal (kg)		Estatura (cm)		IMC	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	18,00	61,70	63,20	165,00	164,50	20,41	21,18
Q1	21,00	68,60	70,95	171,00	170,50	21,91	22,91
Q2	25,00	71,50	76,00*	178,70	178,50	22,66	23,85*
Q3	27,00	82,20	85,75	182,25	182,50	25,66	26,93
Máximo	35,00	102,20	107,00	188,00	187,50	31,02	32,84

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75. * indica diferença significativa ente pré e pós-treinamento em p=0,008.

TABELA 1. Características antropométricas do grupo A (n=09).

Valores	Idade (anos)	Massa corporal (kg)		Estatura (cm)		IMC	
		Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	18,00	67,10	66,00	163,90	165,00	22,37	22,89
Q1	21,50	70,00	70,35	169,75	169,25	23,29	23,19
Q2	23,00	74,60	75,00	174,10	174,10	23,92	23,81
Q3	23,50	81,75	82,40	182,85	183,40	25,29	26,06
Máximo	32,00	81,90	84,00	186,00	187,00	27,77	26,96

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75.

TABELA 2. Características antropométricas do grupo B (n=09).

Comparando as Tabelas 1 e 2, observamos o Q2 para a idade do grupo A 2 anos maior que o grupo B, aumento ES (4,5kg) da massa corporal do grupo A ($p=0,008$) em comparação ao grupo B, que teve aumento ENS (0,4kg) para a mesma variável antropométrica; aumento ES (1,19) do IMC no grupo A ($p=0,008$) em comparação ao grupo B, com diminuição do IMC ENS (0,11), no pré e pós-treinamento. Provavelmente, o aumento da MC ES (4,5kg) deva-se a retenção hídrica causada pela suplementação com CrH_2O .

Valores	C braço (cm)		C antebraço (cm)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	29,30	30,50	26,00	26,50
Q1	30,85	31,75	26,25	27,25
Q2	32,50	34,50*	27,20	28,00**
Q3	36,10	36,00	28,50	29,25
Máximo	38,00	41,00	32,00	33,50

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75. * indica diferença significativa entre pré e pós-treinamento em $p=0,033$. ** indica diferença significativa entre pré e pós-treinamento em $p=0,018$.

TABELA 3. Efeitos do treinamento nas circunferências (C) dos membros superiores no grupo A (n=09).

Valores	C braço (cm)		C antebraço (cm)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	31,00	31,50	25,70	26,30
Q1	31,42	32,50	27,00	27,15
Q2	33,80	34,50	27,20	28,00
Q3	34,35	35,00	28,50	28,75
Máximo	38,50	37,50	29,70	29,50

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75.

TABELA 4. Efeitos do treinamento nas circunferências (C) dos membros superiores no grupo B (n=09).

Na Tabela 3., observamos aumento da C do braço ES (2cm) no grupo A ($p=0,033$) e aumento da C do antebraço (0,8cm) ES ($p=0,018$) em relação aos efeitos do treinamento nas C dos membros superiores do grupo B, que teve aumento ENS de 0,7cm na C do braço e aumento ENS de 0,8cm na C do antebraço, como demonstrado na Tabela 4.

Valores	C peitoral (cm)		C cintura (cm)		Cabdomen(cm)		Cquadril (cm)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	83,70	90,00	71,60	72,00	76,00	76,00	84,50	87,50
Q1	91,00	93,25	75,85	76,25	76,35	77,25	87,75	90,25
Q2	92,00	98,50**	77,50	80,00	80,20	84,00*	95,20	96,00
Q3	100,25	102,50	84,50	85,75	89,30	90,25	99,35	99,50
Máximo	108,50	111,50	102,00	107,00	107,80	110,50	108,00	106,50

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75. * indica diferença significativa entre pré e pós-treinamento em $p=0,028$. ** indica diferença significativa entre pré e pós-treinamento em $p=0,008$.

TABELA 5. Efeitos do treinamento nas circunferências (C) do tronco no grupo A (n=09).

Valores	C peitoral (cm)		C cintura (cm)		Cabdômen(cm)		Cquadril (cm)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	91,70	93,00	75,50	74,50	78,00	77,50	90,50	89,00
Q1	93,35	94,65	76,75	76,00	79,59	78,90	92,01	90,25
Q2	96,70	98,00	82,00	79,00	83,30	80,50	96,50	92,50
Q3	99,25	102,25	82,25	83,25	86,25	87,75	99,50	99,75
Máximo	100,50	103,50	83,80	85,00	88,00	93,00	105,00	102,50

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75.

TABELA 6. Efeitos do treinamento nas circunferências (C) do tronco no grupo B (n=09).

Na Tabela 05., observamos aumento ES ($p=0,008$) nas C do peitoral (6,5cm) no grupo A em comparação ao grupo B, que teve aumento ENS (1,3cm), para a mesma circunferência, como demonstrado na Tabela 06. O grupo A teve aumento ENS nas C da cintura (2,5cm) e do quadril (0,8cm), porém teve aumento ES ($p=0,028$) na C do abdômen (3,8cm). O grupo B, por outro lado, apresentou diminuição ENS das C da cintura, abdômen e quadril (3cm, 2,8cm e 4cm, respectivamente), conforme dados apresentados na Tabela 06, no pré e pós treinamento.

Valores	C coxa (cm)		C perna (cm)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	50,00	51,50	32,70	33,00
Q1	52,50	53,25	34,60	34,25
Q2	54,20	58,00*	36,50	37,30
Q3	58,25	60,25	38,95	39,00
Máximo	63,00	62,50	41,00	41,00

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75. * indica diferença significativa entre pré e pós-treinamento em $p=0,013$.

TABELA 7. Efeitos do treinamento nas circunferências (C) dos membros inferiores no grupo A (n=09).

Valores	C coxa (cm)		C perna (cm)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	52,30	53,20	35,50	34,50
Q1	53,35	54,25	36,59	35,50
Q2	56,50	55,50	37,50	37,50
Q3	59,15	57,65	39,20	38,50
Máximo	62,20	60,50	39,50	39,70

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75.

TABELA 8. Efeitos do treinamento nas circunferências (C) dos membros inferiores no grupo B (n=09).

Como podemos verificar, nas Tabelas 07. e 08, respectivamente, houve aumento ES ($p=0,013$) nas C da coxa (3,8cm) no grupo A em comparação ao grupo B, onde houve diminuição ENS (1cm), na mesma variável antropométrica. O grupo A teve aumento ENS na C da perna (0,8cm), enquanto o grupo B não apresentou alteração no Q2 para a mesma variável antropométrica, no pré e pós-treinamento, conforme demonstrado nas Tabelas acima.

Valores	S8DC (mm)		%GC		MM (kg)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	45,00	37,00	4,97	4,02	45,73	59,94
Q1	68,50	69,75	7,98	8,29	58,69	63,29
Q2	96,00	108,50	13,01	13,40	62,79	67,29
Q3	130,00	132,00	16,49	16,95	70,71	72,02
Máximo	184,00	185,00	22,66	22,89	79,04	82,51

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75. * indica diferença significante ente pré e pós-treinamento em $p=0,008$.

TABELA 9. Efeitos do treinamento na soma de 8 dobras cutâneas (S8DC), no percentual de gordura (%GC) e massa magra em quilos (MM) no grupo A (n=09).

A Tabela 09. demonstra que o grupo A teve aumento ENS no S8DC (12,5mm), no %GC (0,39) e aumento ES ($p=0,008$) na MM (4,5kg), após o

treinamento. Provavelmente a retenção hídrica causada pela suplementação de CrH_2O possa ser um dos fatores principais pelo demonstrado acima.

Valores	S8DC (mm)		%GC		MM (kg)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	52,50	57,50	7,24	7,97	61,81	60,57
Q1	73,00	72,25	8,28	8,13	63,25	64,48
Q2	91,50	78,00	10,53	9,12	65,30	67,76
Q3	103,75	106,00	13,20	13,14	70,95	71,88
Máximo	124,50	133,50	15,90	17,13	73,01	73,73

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75.

TABELA 10. Efeitos do treinamento na soma de 8 dobras cutâneas (S8DC), no percentual de gordura (%GC) e massa magra em quilos (MM) no grupo B (n=09).

Em comparação à Tabela 09., surpreendentemente, houve diminuição ENS da S8DC no grupo B (13mm), enquanto para as outras variáveis não foram demonstrados aumentos ES.

As Tabelas apresentadas neste capítulo permitiram observar que as alterações morfológicas ocorridas nos indivíduos submetidos ao treinamento de hipertrofia durante 8 semanas são significantes, porém o grande aumento demonstrado das variáveis antropométricas, principalmente os relacionados ao aumento da massa corporal total, MM e C no grupo A, quando comparados ao grupo B, baseados na literatura (Wyss & Kaddurah-Daouk, 2000; Williams *et al.*, 2000; Volek *et al.*, 1999; Williams & Branch, 1998), provavelmente se devam ao aumento da retenção hídrica causado pela suplementação de CrH_2O e pela síntese de proteínas induzida pelo treinamento.

Segundo Volek *et al.*(1997), a Cr é uma substância osmoticamente ativa; assim, o aumento da concentração intracelular total aumentada de Cr pode, provavelmente, induzir um influxo de água para o interior da célula, elevando o conteúdo corporal de água, aumentando desse modo, a massa corporal. O resultado obtido em nosso estudo permite-nos supor, das afirmações relatadas por diversos autores (Williams *et al.*, 2000; Volek *et al.*, 1999; Volek *et al.*, 1997; Haussinger *et al.*, 1993), que o aumento na hidratação celular induzida pela suplementação de CrH_2O e o treinamento de força, podem aumentar a síntese protéica, diminuir a proteólise e assim aumentar a massa magra.

Está bem documentado que o treinamento com pesos promove aumento de força e aumento da massa magra (hipertrofia) em indivíduos que se submetem a fazê-lo de forma crônica e sistemática (Weineck, 1999; Volek *et al.*, 1999, 1997; McCall *et al.*, 1996; Zatsiorsky, 1995; Wiloughby, 1993; Brown *et al.*, 1990; Staron *et al.*, 1989; Cureton *et al.* 1988). Como demonstrado nas Figuras 7 e 8, os grupos A e B obtiveram aumento ES ($p=0,008$ e $p=0,007$, respectivamente) da resultante da força máxima maximorum (RFMM) no agachamento, após oito semanas de treinamento com pesos, utilizando protocolo de 80% de 1RM, como descrito anteriormente. Como observado nas Tabelas (1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 12 e 14), houve aumento ES tanto nas variáveis antropométricas (MM, IMC, C, S8DC, %GC e massa corporal total) como na RFMM. Porém, acreditamos que o aumento da RFMM em 1RM tenha sido atribuído aos ajustes neurais provocados pelo treinamento. Embora as investigações feitas por Fleck & Kraemer (1999), sejam contrastantes com nossos resultados, acreditamos que um período mais

prolongado, 12 a 24 semanas, seja mais produtivo para os objetivos de hipertrofia. Volek *et al.* (1999) encontraram alterações positivas ES em voluntários submetidos ao treinamento de força e suplementados com CrH_2O , com aumentos de 32% no teste de 1RM no agachamento após 12 semanas, em comparação ao grupo placebo (24%).

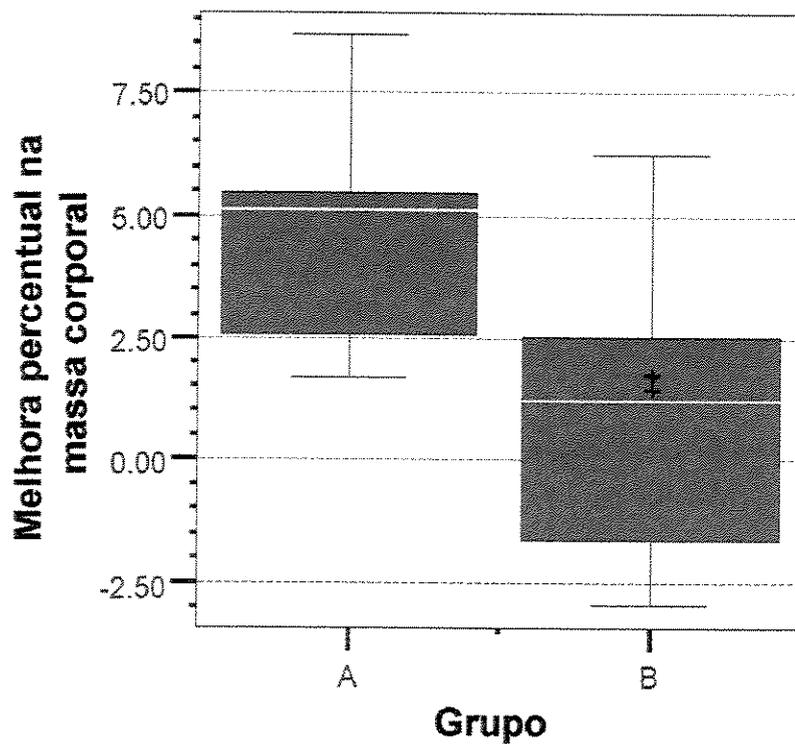


FIGURA 1. Melhora percentual na massa corporal nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,012$.

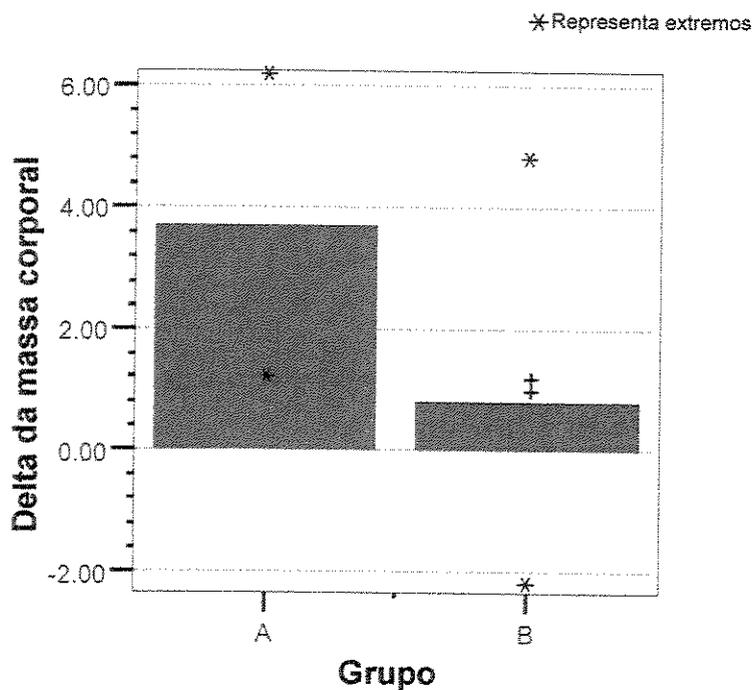


FIGURA 2. Delta da massa corporal nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,010$.

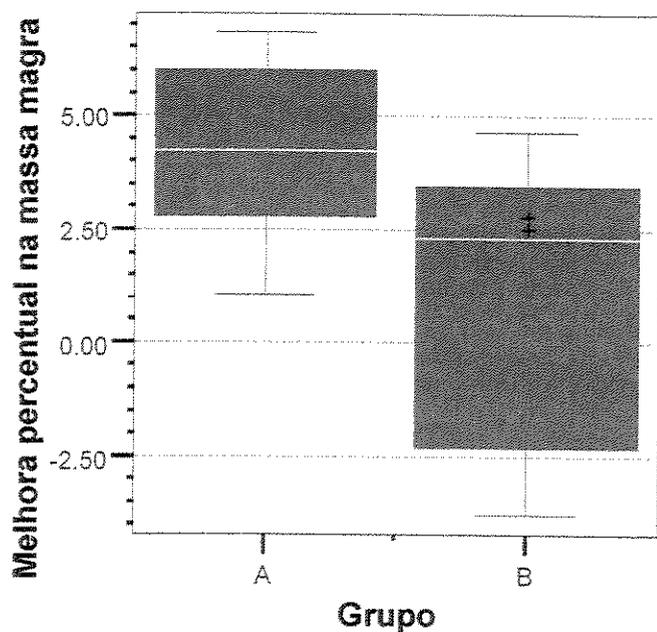


FIGURA 3. Melhora percentual na massa magra nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,047$.

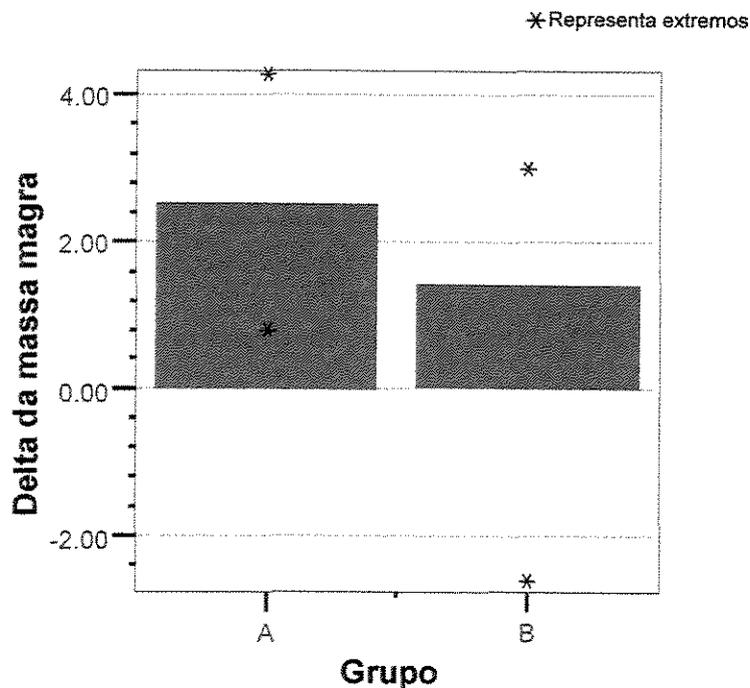


FIGURA 4. Delta da massa magra nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento.

Conforme é possível analisar nas figuras 1 e 2, a melhora percentual e o delta da massa corporal foi ES maior no grupo A ($p=0,012$ e $0,010$, respectivamente). Além do aumento na massa corporal, a suplementação de creatina proporcionou aumento percentual na massa magra ES maior ($p=0,047$) que o grupo B (figura 3); a análise do delta mostrou haver uma tendência de maior desenvolvimento da massa magra no grupo A em relação ao grupo B, apesar dessa diferença ser ENS ($p=0,063$).

4.2 DINÂMICA DA ALTERAÇÃO DA RESULTANTE DA FORÇA MÁXIMA MAXIMORUM

O treinamento de força, potência ou velocidade tem pouco ou nenhum efeito sobre a capacidade aeróbia e provoca uma alteração cardiovascular relativamente pequena (Maughan *et al.*, 2000). Em contrapartida, atividades anaeróbias intensas, como o treinamento de força, com o objetivo de hipertrofiar o músculo, acarretam alterações específicas nos sistemas de liberação de energia, tanto no imediato (ATP e CrP) quanto no de curto prazo (glicólise), e implicam na melhoria da RFMM. Essas alterações provavelmente se devem ao princípio da especificidade do treinamento, em que tanto os substratos energéticos específicos são utilizados, quanto os tipos de fibra muscular acionados predominantemente neste tipo de treinamento. Embora alguns estudos não demonstrem uma hipertrofia significativa em protocolos de treinamentos realizados em períodos curtos (de 4 a 8 semanas), suplementados com CrH₂O (Maughan *et al.*, 2000; Fleck & Kraemer, 1999), nossas investigações demonstraram que é possível observar aumento ES em relação à RFMM bem como alterações positivas referentes à hipertrofia muscular. O treinamento de hipertrofia utiliza um protocolo especial, em que o principal objetivo é aumentar a massa muscular, com elevado volume de treinamento, pequenos intervalos entre as séries, alta intensidade (70 a 80% 1RM) e com períodos prolongados de recuperação após o treinamento (supercompensação) (Wiloughby, 1993; Young & Bilby, 1993). Em concordância com o descrito acima, nosso protocolo consistiu em aumentar a magnitude do treinamento, diminuindo os intervalos entre as séries (Quadro 8), ao invés de

aumentar a intensidade das cargas. Para tanto, e concordando com Maughan *et al.* (2000); Weineck (1999); Volek & Kraemer (1996); Balsom *et al.* (1993); Haussinger *et al.* (1991,1993); Staron *et al.* (1989); Tesch *et al.* (1989,1986,1984,1982); Costill *et al.* (1979); MacDougall *et al.* (1977); Thorstensson *et al.* (1976), no qual afirmam que, quanto mais intenso o treinamento, melhor resposta será alcançada pelo organismo (músculo) no que diz respeito à ressíntese dos substratos específicos (aumento da atividade enzimática nos sistemas dos fosfagênios, glicólise anaeróbia e glicogenólise) utilizados no treinamento e conseqüentemente promovendo aumento da síntese de proteínas, ajustamos nosso protocolo de acordo com essa particularidade. Nos dados apresentados nas figuras seguintes, demonstramos alterações positivas em todos os grupos musculares selecionados para o estudo, em ambos os grupos, com diferença ES a favor do grupo A (Cr). Além das figuras, o leitor poderá consultar as tabelas no Anexo II. Bessman & Savabi (1990) propuseram que o exercício de força estimula a síntese protéica, estimulando a atividade contráctil, o que causa maior transporte de CrP. A Cr liberada durante a atividade muscular difunde-se para a mitocôndria, onde é refosforilada para CrP. A aceleração da ressíntese de energia gerada pela CrP pode resultar em mais CrP disponível para a síntese de proteínas, aumentando, assim, a massa muscular. Esses resultados corroboram com os encontrados por outros pesquisadores (Burke *et al.*, 2001; Volek *et al.*, 1999; Peeters *et al.*, 1999; Earnest *et al.*, 1995)

Podemos verificar nas Figuras 5 e 6, respectivamente, que houve aumento das cargas de trabalho, no agachamento em todos os participantes do estudo,

demonstrando em valores individuais (kg), que todos sofreram alterações positivas ES, na RFMM durante o período de pré e pós-treinamento. Essas alterações, tanto no grupo A (Cr) como no grupo B (P) devem-se às alterações dos processos biológicos que ocorrem no organismo, quando submetidos ao treinamento de força. Baseando-se, principalmente nos princípios da sobrecarga e especialização, o treinamento físico tem sido freqüentemente organizado para permitir que os estoques de energia do organismo, assim como os processos responsáveis pela sua produção sejam maximizados (Pereira & Souza Jr, 2002). Para Viru (1993; 1994), este fenômeno é conhecido por supercompensação. A imposição de cargas de trabalho, utilizando o protocolo de 80% de 1RM, como demonstrado neste trabalho, permitiu-nos observar que, independente da suplementação nutricional, utilizada como recurso ergogênico, essas alterações positivas ocorrem de maneira significativa. Porém, em nosso estudo, e concordando com outros (Volek *et al*, 1999,1997; Kreider *et al.*, 1998; Green *et al.*, 1996; Soderlund *et al.*, 1994; Balsom *et al.*, 1993; Birch *et al.*, 1994), as alterações positivas encontradas nas variáveis antropométricas (IMC, Massa corporal e MM) e no aumento RFMM, fazem-nos levantar a hipótese de que a suplementação com creatina monohidratada pode promover alterações morfológicas e funcionais no organismo, causando benefícios e conseqüentemente promover melhoras no rendimento físico e desportivo. Recente evidência demonstrada por Haussinger & Lang (1991) e Haussinger *et al.*(1993) indica que o aumento do volume celular é modulado por aminoácidos e hormônios que regulam as atividades dos íons transportadores e dos canais iônicos presentes na membrana plasmática, afetando o potencial de membrana ou

modulando os substratos que são transportados por dependência de Na^+ . Especificamente, o efeito anabólico do hormônio insulina e o efeito anti-catabólico do aminoácido glutamina podem alterar o volume celular. Essa idéia é sustentada pelo fato de os efeitos anabólicos poderem ser quantitativamente minimizados por células hidratadas em ambiente hipo-osmótico. De acordo com Kreider (1998); Ziegenfuss *et al.*, (1998,1997); Vanderberghe *et al.* (1997); Haussinger *et al.* (1993); Bessman & Savabi (1990), essa alteração pode ser traduzida como um dos fatores responsáveis pelo aumento da síntese de proteínas (anabolismo) ou pela redução da degradação protéica (catabolismo) ou quando esses mecanismos são observados associados à suplementação com CrH_2O . Confirmando essa teoria, Ingwall (1976) relatou que a adição de creatina às células musculares esqueléticas incubadas aumenta a síntese de miosina *in vitro*.

As Figuras 7 e 8, grupo A (Cr) e grupo B (P), respectivamente, demonstram alterações positivas ES no teste de 1RM no exercício agachamento, com valores de significância de $p= 0,008$ para o grupo A e $p= 0,007$ para o grupo B.

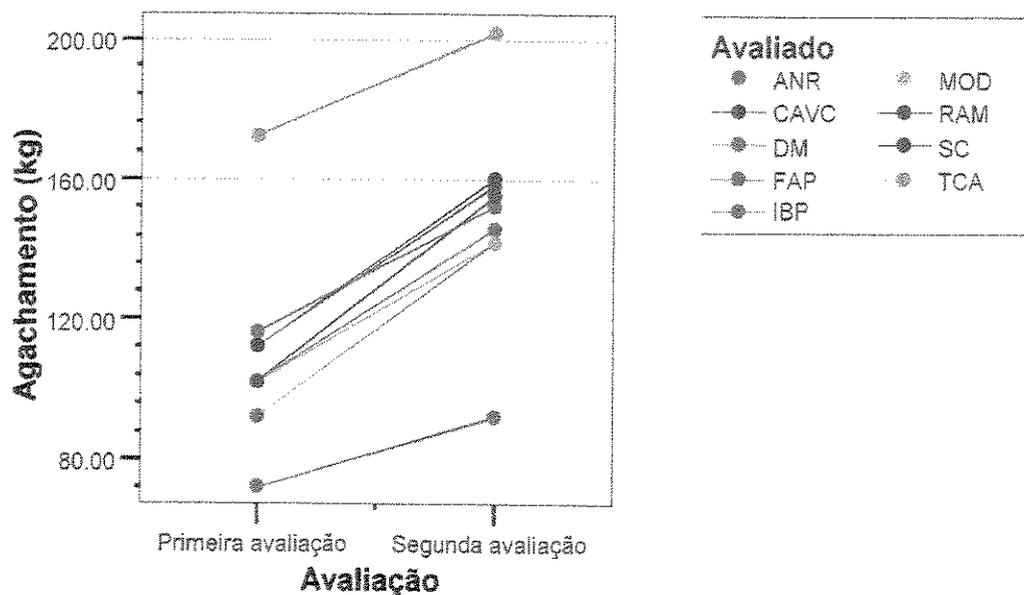


FIGURA 5. Resultados individuais de pré e pós-treino, no teste de 1RM do exercício agachamento no grupo A (n=09).

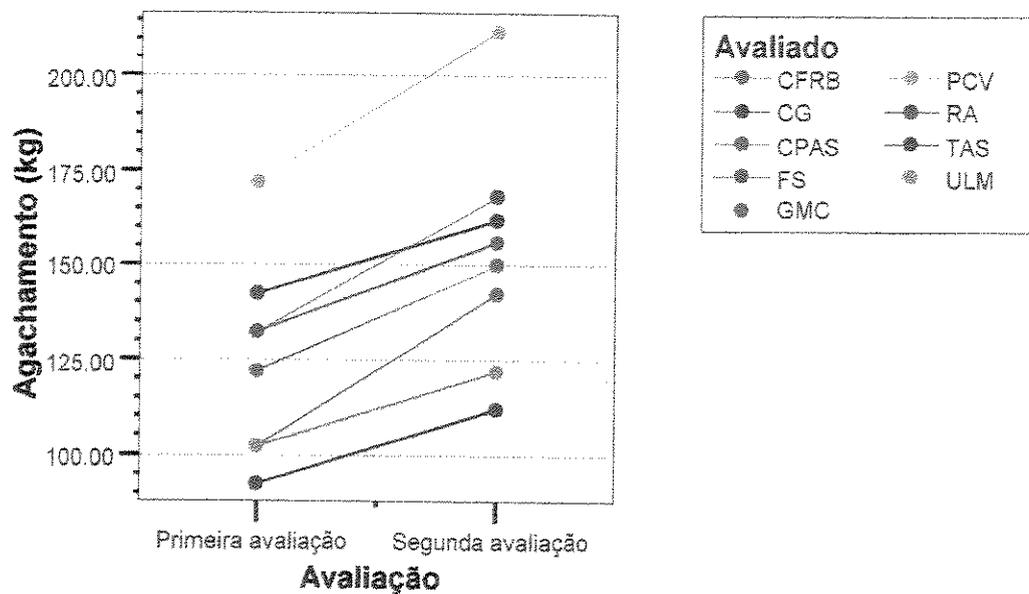


FIGURA 6. Resultados individuais de pré e pós-treino, no teste de 1RM do exercício agachamento no grupo B (n=09).

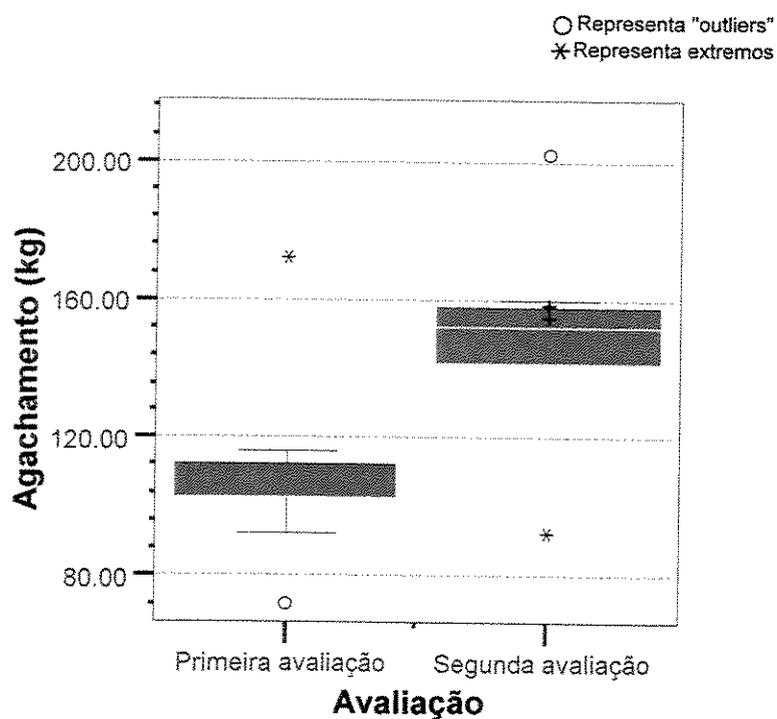


FIGURA 7. Resultados de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício agachamento no grupo A (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,008$.

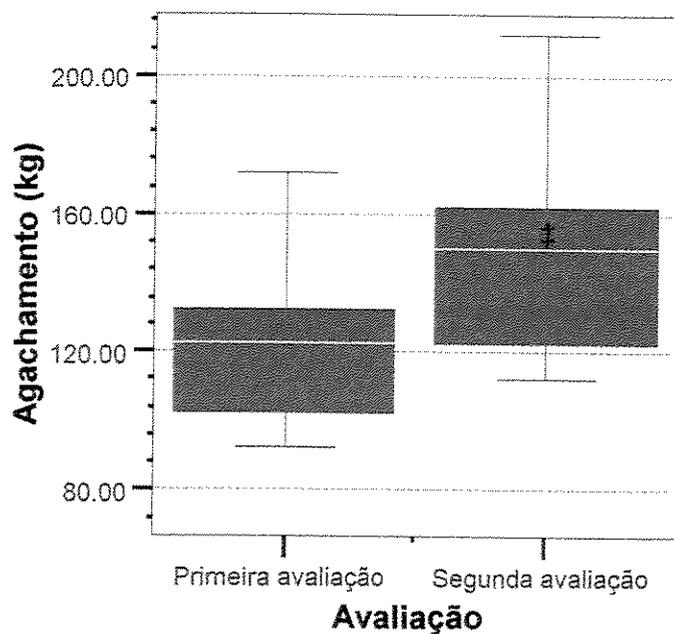


FIGURA 8. Resultados de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício agachamento no grupo B (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,007$.

As Figuras 9 e 10 demonstram os resultados comparativos entre os grupos A e B, creatina e placebo, respectivamente. As alterações positivas no teste de 1RM ocorreram em ambos os grupos. Porém, verificou-se uma melhora percentual ES ($p=0,008$) a favor do grupo A, após 8 semanas de treinamento. Volek *et al.* (1999), também encontraram resultados similares aos nossos, em que o grupo creatina apresentou melhora percentual (32%) em relação ao grupo placebo (24%), no teste de 1RM para o exercício agachamento, no pré e pós-treinamento. Vanderberghe *et al.* (1997) reportaram alterações positivas no teste de 1RM no exercício agachamento, durante 10 semanas de treinamento com pesos. O grupo A (Cr) demonstrou uma melhora percentual de 25% em relação ao grupo B (P).

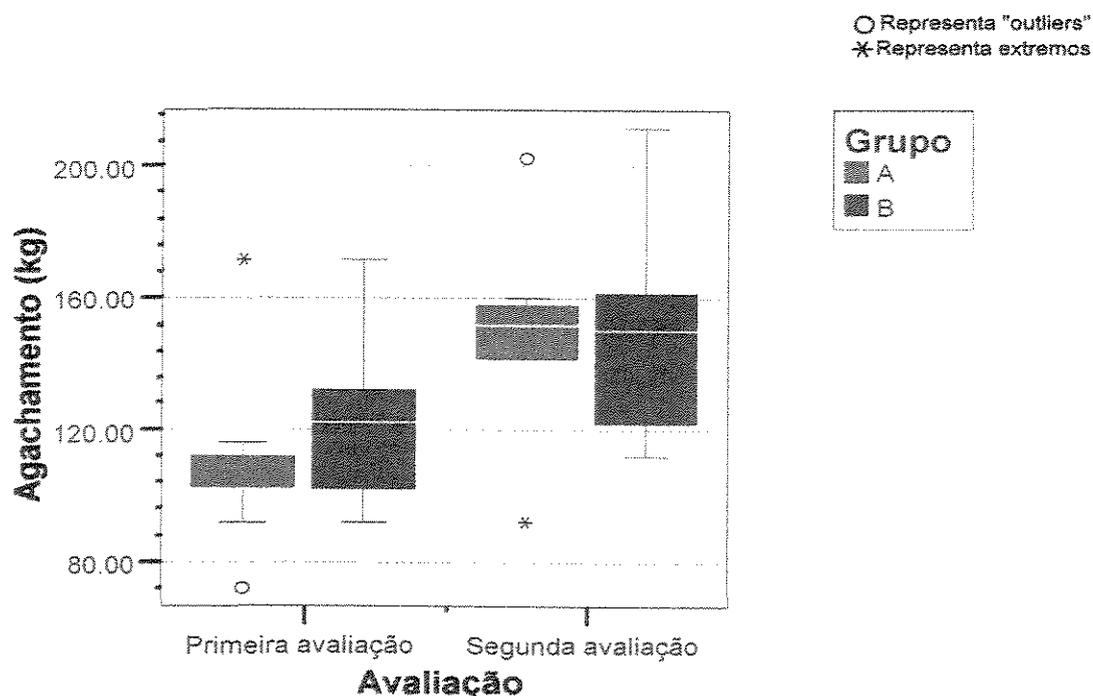


FIGURA 9. Grupo A (n=09) versus grupo B (n=09), no teste de 1RM do exercício agachamento, pré e pós-treinamento.

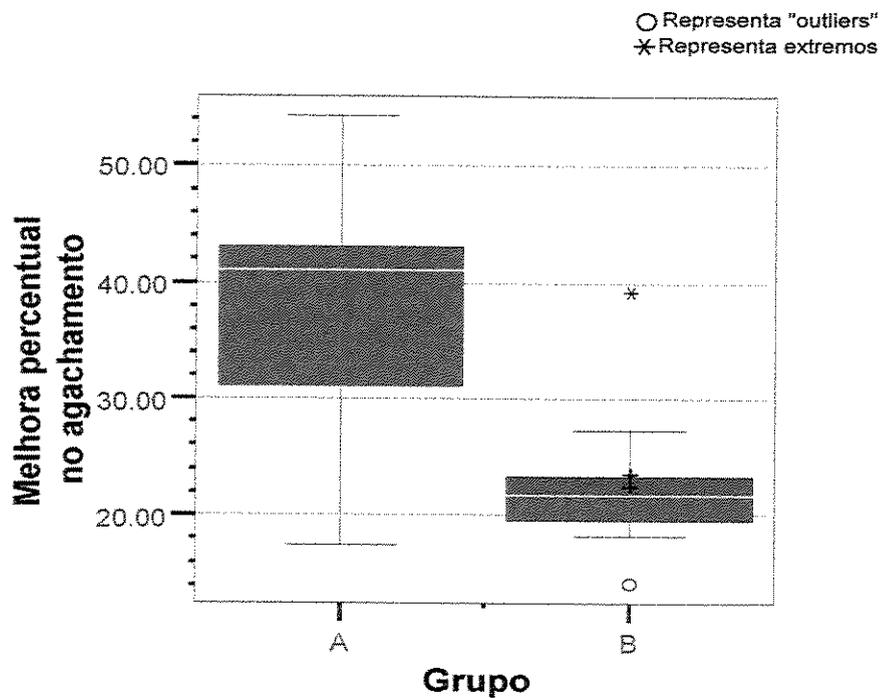


FIGURA 10. Melhora percentual no teste de 1RM do exercício agachamento, nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,008$.

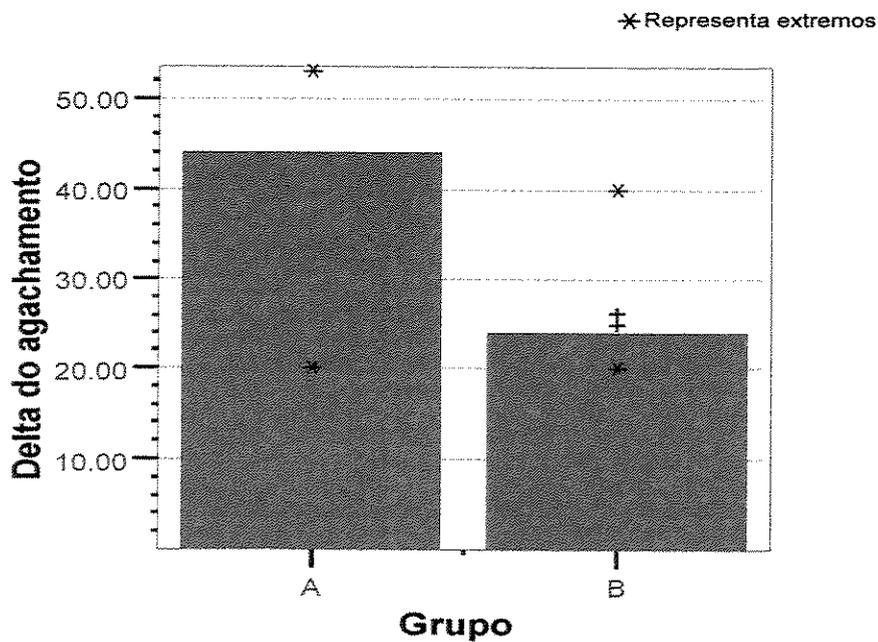


FIGURA 11. Delta no teste de 1RM do exercício agachamento, nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,016$.

Estes resultados reforçam nossa hipótese de que a suplementação com CrH₂O atua como recurso ergogênico, aumentando a RFMM, como demonstrado por Volek *et al.* (1999,1997); Vanderberghe *et al.* (1997); Earnest *et al.* (1995) e anteriormente por Ingwall (1974).

A Figura 12 demonstra alteração positiva ES no exercício de desenvolvimento (*military press*), no pré e pós-treinamento no teste de 1RM no grupo A (Cr). Em extensa revisão da literatura, não encontramos nenhum dado comparando ou avaliando o exercício específico em questão. Acreditamos que nossos dados sejam inéditos, assim como o protocolo utilizado para o teste de 1RM. Volek *et al.* (1999), incluíram o exercício denominado *shoulder press*, que tem pouca similaridade com o incluído em nosso protocolo, além de não ter sido avaliado com o teste de 1RM no pré e no pós-treinamento. Burke *et al.* (2001) incluíram ao protocolo de treinamento o *military dumbbell press*, que, embora tenha uma certa similaridade com o exercício por nós utilizado, não foi avaliado com o teste de 1RM no pré e pós-treinamento. Além disso, o teste de 1RM nos estudos recentemente realizados por Burke *et al.* (2001), apenas avaliou o exercício supino (*bench press*) e o exercício agachamento (*squat*) com o teste de 1RM, no pré e pós-treinamento, realizados durante 6 semanas, com n=36, suplementados com CrH₂O.

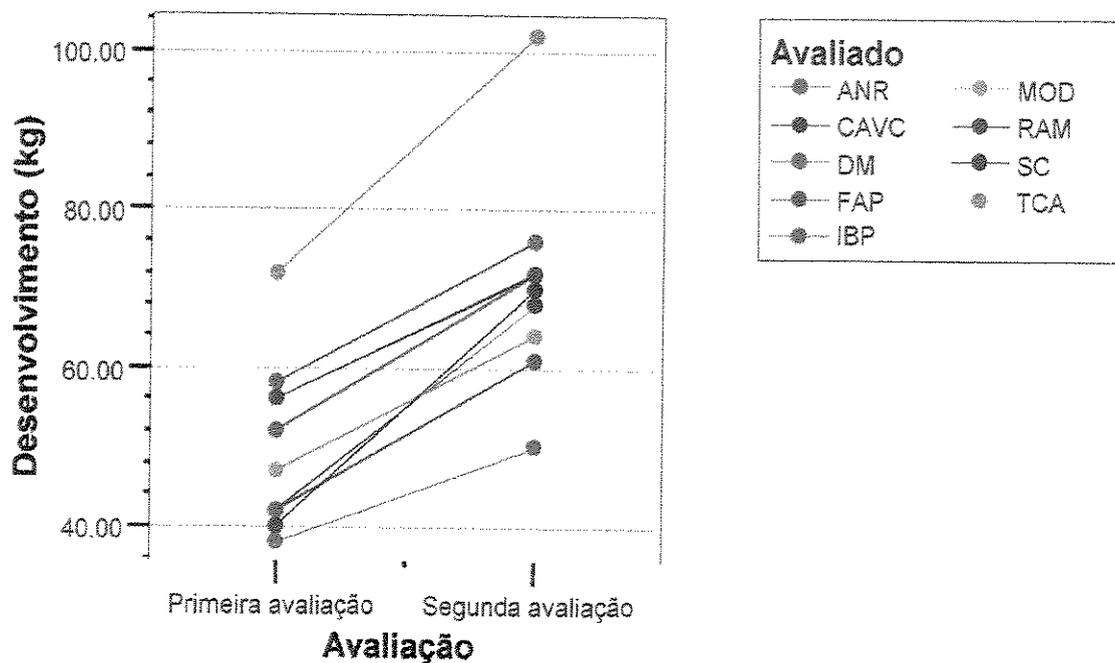


FIGURA 12. Resultados individuais de pré e pós-treinamento, no teste de 1RM do exercício desenvolvimento no grupo A (n=09).

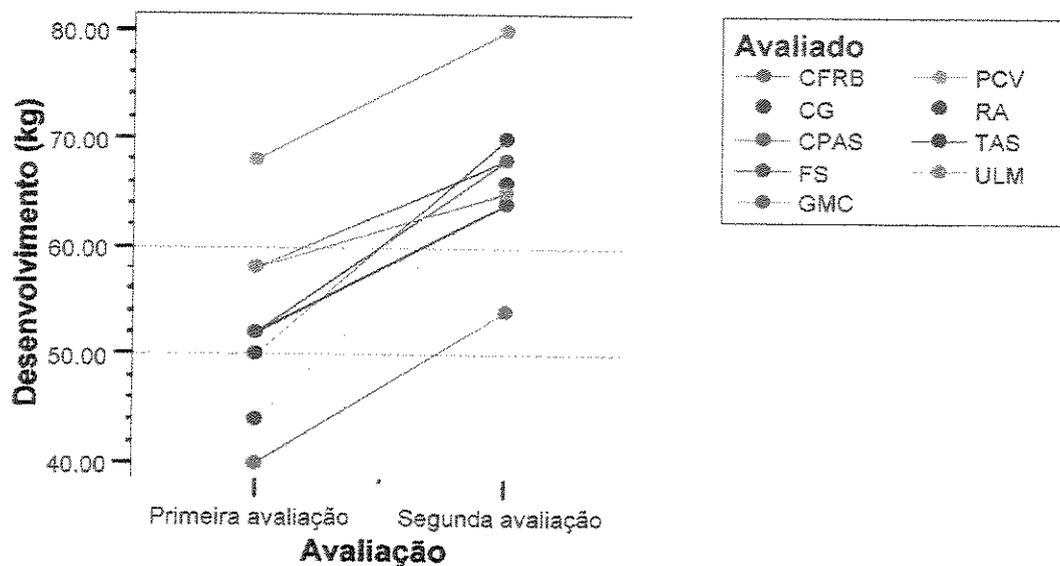


FIGURA 13. Resultados individuais de pré e pós-treinamento, no teste de 1RM do exercício desenvolvimento no grupo B (n=09).

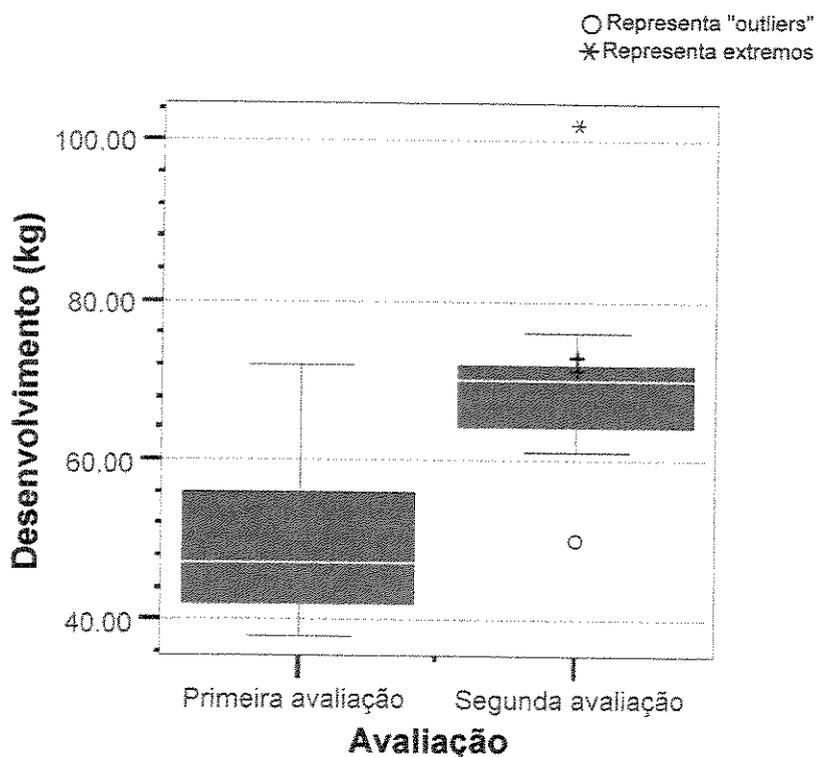


FIGURA 14. Resultados de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício desenvolvimento no grupo A (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,008$.

Os dados apresentados nas figuras acima demonstram que em ambos os grupos houve alterações positivas ES. Como descrevemos anteriormente, e corroborando com diversos autores (Volek *et al.*, 1999, 1997; McCall *et al.*, 1996; Wiloughby, 1993; Brown *et al.*, 1990; Staron *et al.*, 1989; Cureton *et al.* 1988), o treinamento com pesos promove alterações significativas na RFMM, e o treinamento aliado à suplementação com CrH_2O reforça nossa hipótese, concordando com os resultados encontrados na literatura (Burke *et al.*, 2001; Peters *et al.*, 1999; Volek *et al.* 1999, 1997; Vanderberghe *et al.* 1997; Earnest *et al.* 1995; Ingwall 1974).

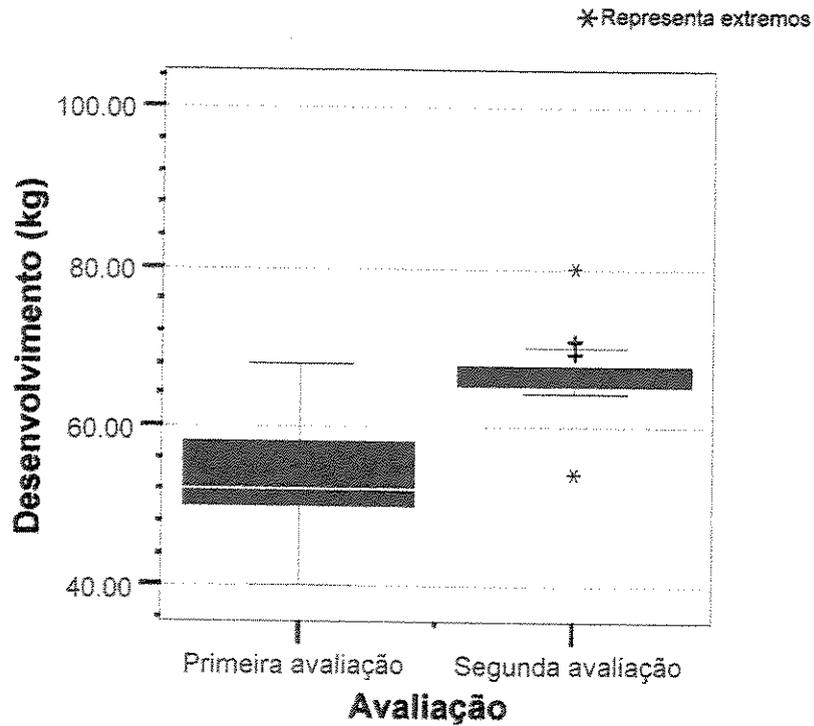


FIGURA 15. Resultados de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício desenvolvimento no grupo B (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,008$.

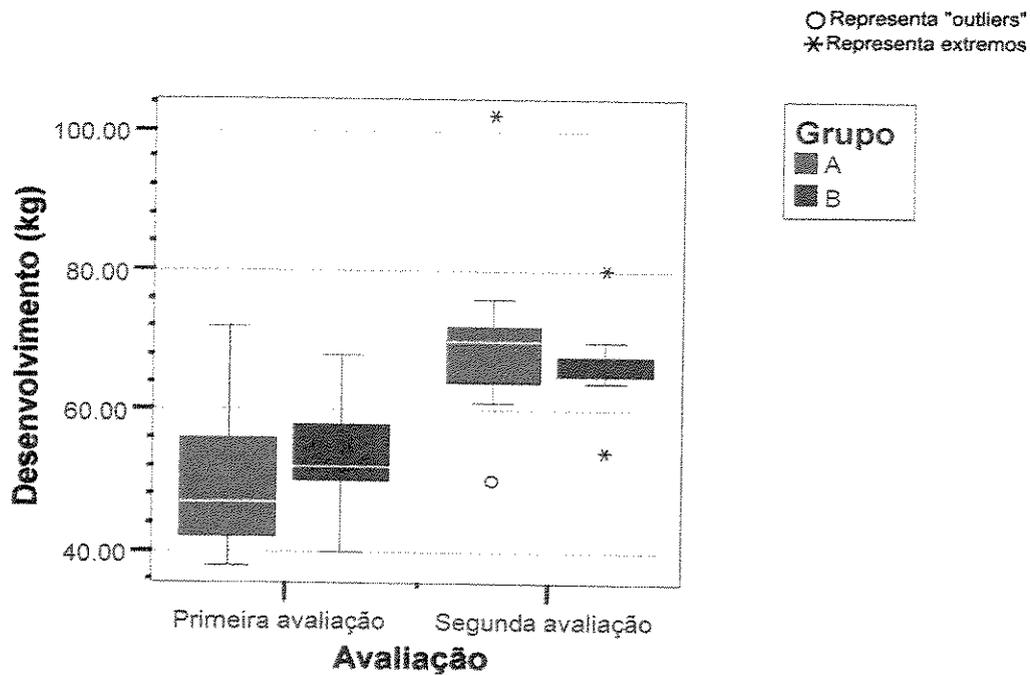


FIGURA 16. Grupo A (n=09) versus grupo B (n=09) no teste de 1RM do exercício desenvolvimento, pré e pós-treino.

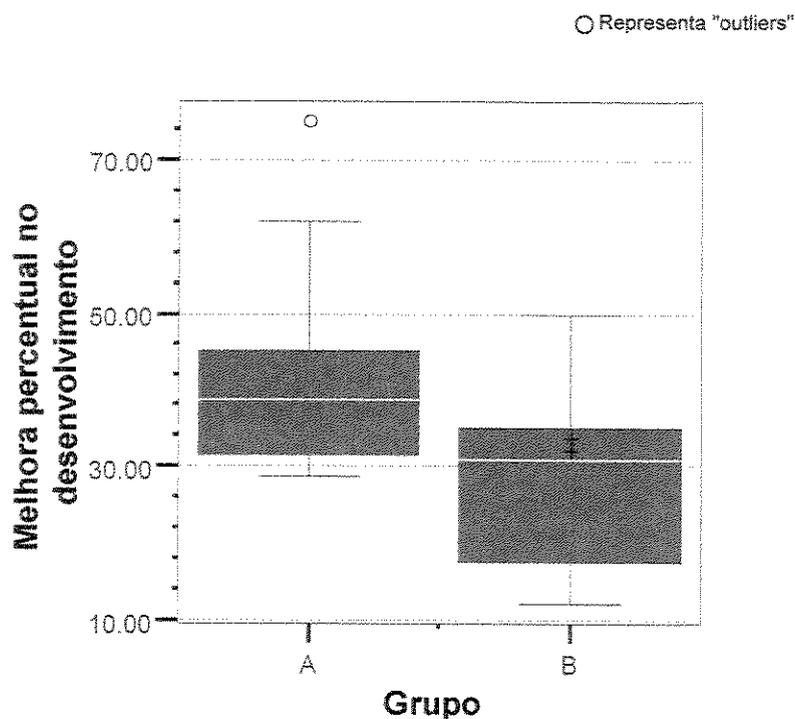


FIGURA 17. Melhora percentual no teste de 1RM do exercício desenvolvimento, nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,038$.

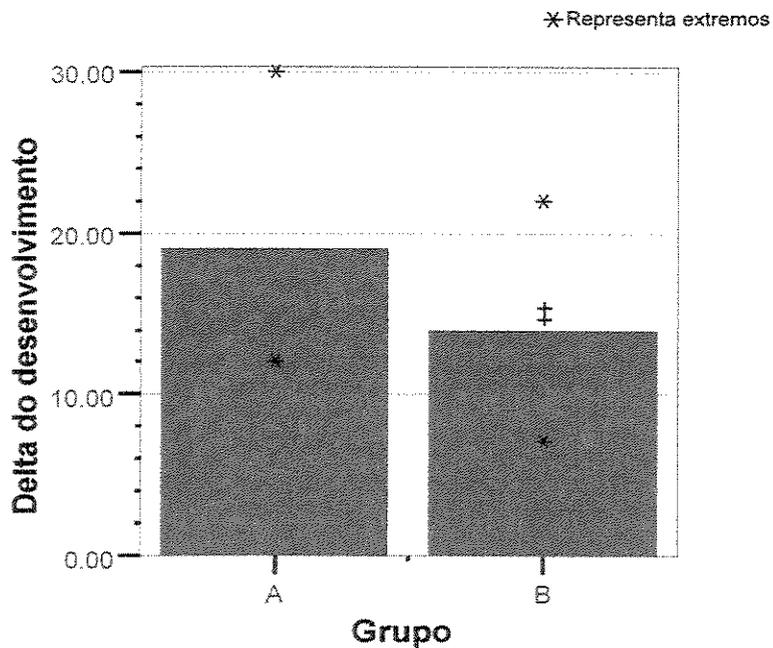


FIGURA 18. Delta no teste de 1RM do exercício desenvolvimento, nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,033$.

Na Fig. 19., podemos observar alterações positivas ES , no teste de 1RM no exercício denominado rosca direta (*standing barbell curls*), nos resultados individuais do grupo A (Cr), no pré e pós-treinamento de 8 semanas.

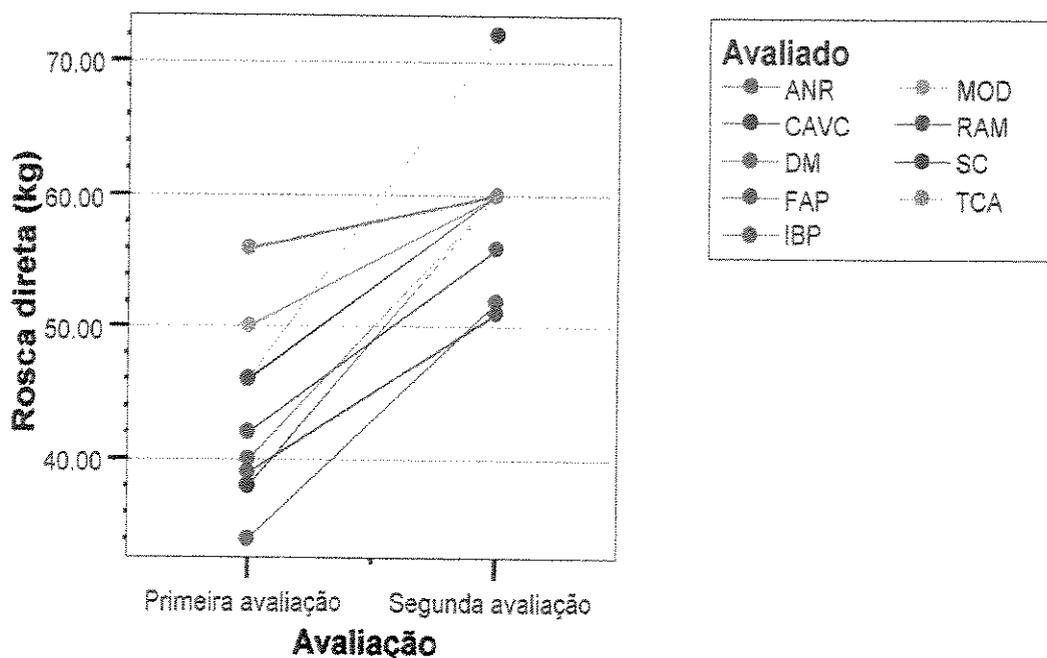


FIGURA 19. Resultados individuais de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício rosca direta no grupo A (n=09).

Na Fig 20., observamos os resultados individuais do grupo B (P), no pré e pós-teste de 1RM do exercício rosca direta, com alterações positivas ES após 8 semanas de treinamento.

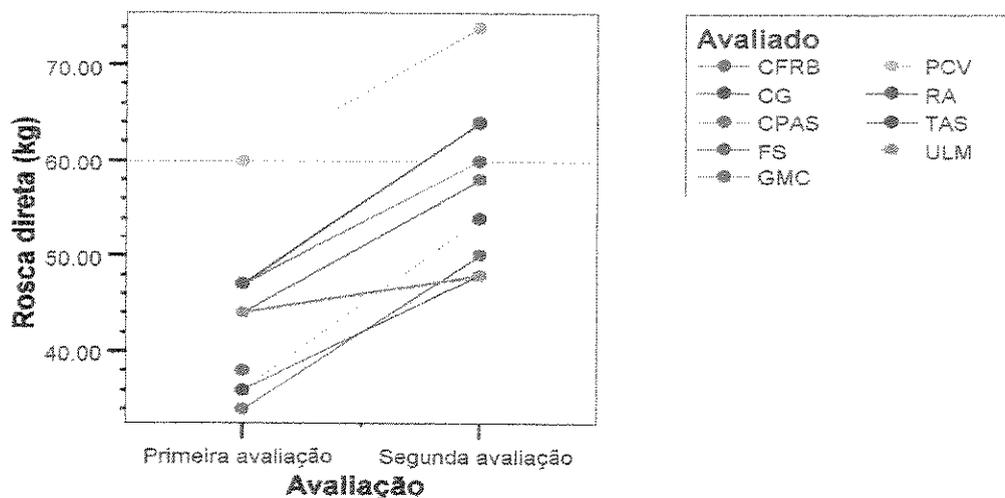


FIGURA 20. Resultados individuais de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício rosca direta no grupo B (n=09).

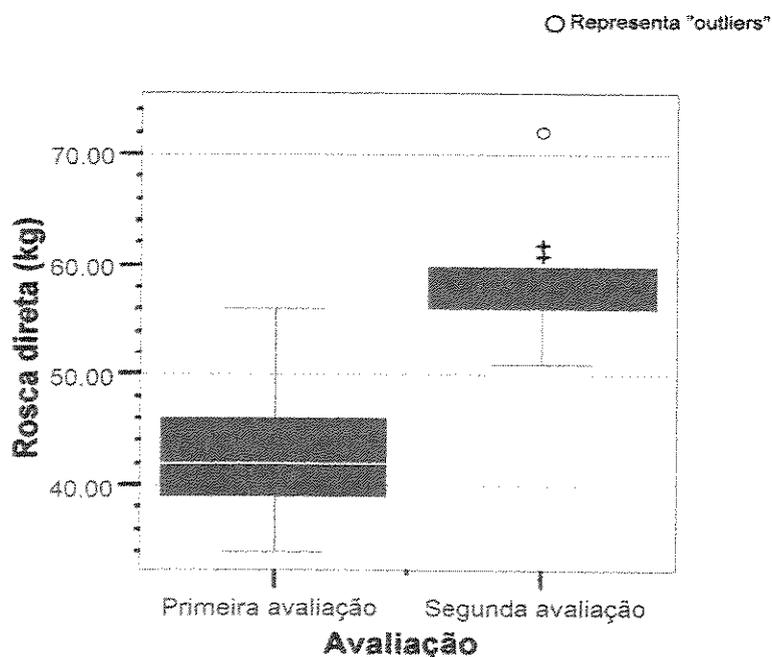


FIGURA 21. Resultados de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício rosca direta no grupo A (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,008$.

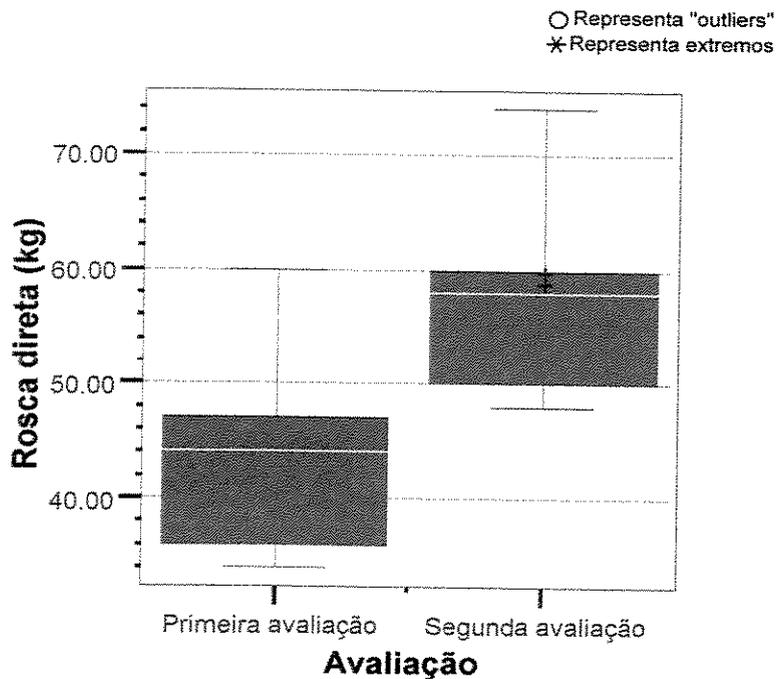


FIGURA 22. Resultados de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício rosca direta no grupo B (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,008$.

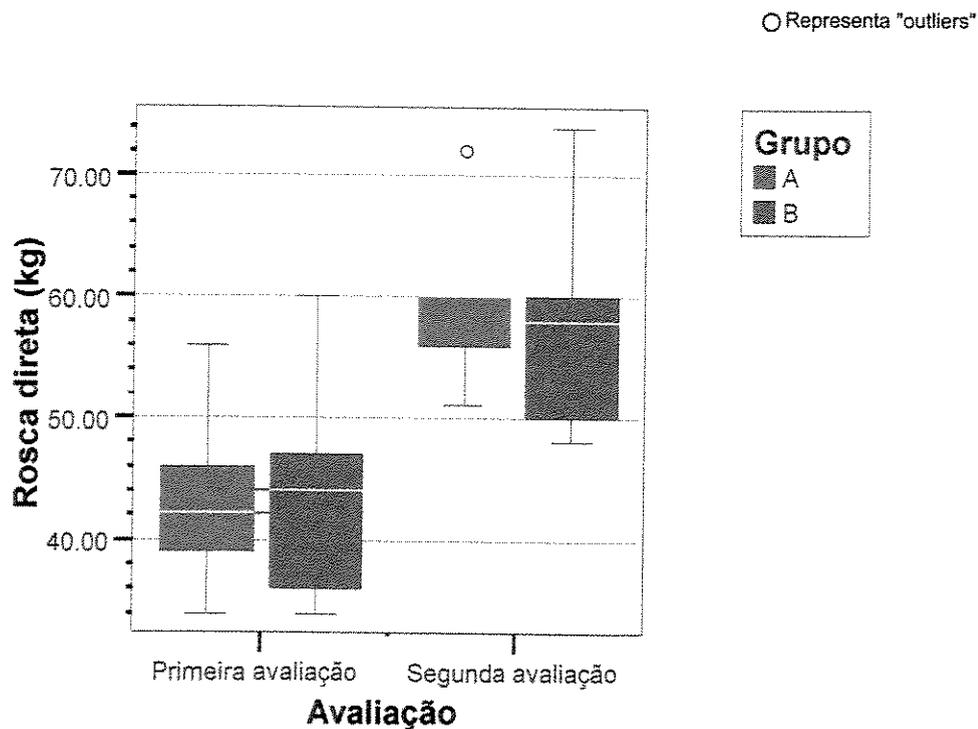


FIGURA 23. Grupo A (n=09) versus grupo B (n=09) no teste de 1RM do exercício rosca direta, pré e pós-treinamento.

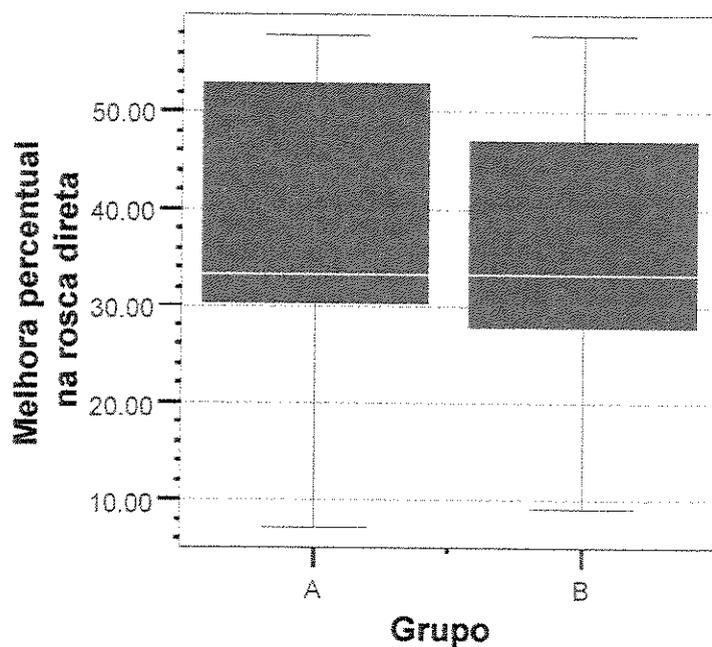


FIGURA 24. Melhora percentual no teste de 1RM do exercício rosca direta nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento.

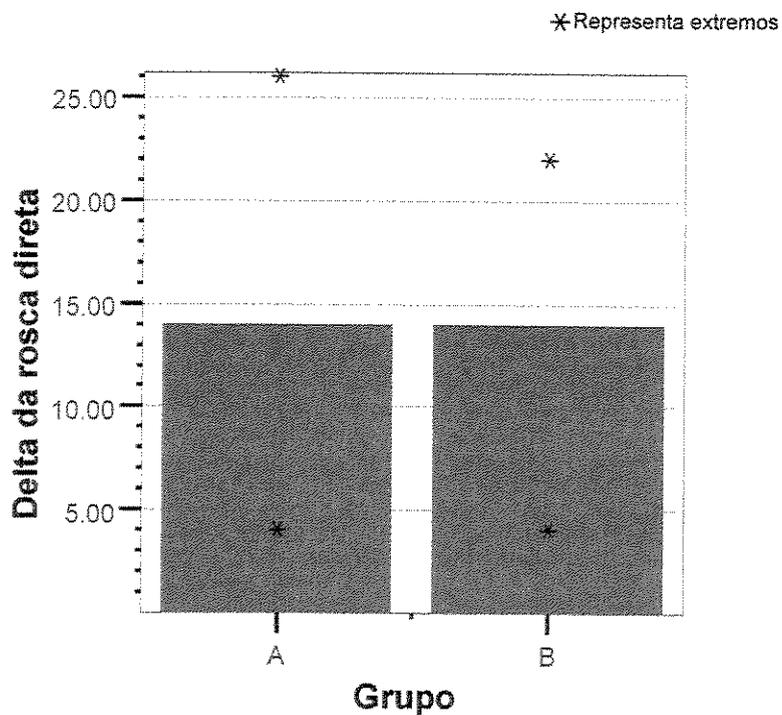


FIGURA 25. Delta no teste de 1RM do exercício rosca direta nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento.

Como demonstrado nas Fig. 21 e 22, observamos alterações positivas no teste de 1RM, ES ($p=0,008$) no grupo A (Cr) e ES ($p=0,008$) no grupo B (P). Nas Fig. 23, 24 e 25, não houve diferença ES entre os grupos após 8 semanas de treinamento; entretanto, os dados indicam uma tendência de melhora a favor do grupo A (Cr). Poucos estudos estão disponíveis na literatura, comparando os ganhos de força e hipertrofia nos músculos flexores do cotovelo (bíceps). Os resultados apresentados por Becque *et al.* (2000), quando avaliaram os flexores do cotovelo pelo teste de 1RM e evidenciaram alterações positivas em ambos os grupos ($p=001$), tendo o grupo creatina apresentado alteração positiva significativamente mais elevada que o grupo placebo (16.77% contra 6.25%, respectivamente). Vandenbergue *et al.* (1997) compararam o torque dos flexores do cotovelo em mulheres saudáveis, porém sedentárias, em 5 séries de 30 repetições máximas voluntárias com 2 minutos de intervalo entre as séries, porém não encontraram diferenças significativas entre o grupo creatina e o grupo placebo ($n=19$). Corroborando com o princípio da especificidade, as alterações positivas provocadas pelo treinamento de força, objetivando a hipertrofia muscular aliada à suplementação com CrH_2O , parecem não demonstrar alterações positivas, quando o treinamento utiliza protocolos de resistência muscular localizada (RML).

Segundo Antonio (2000), as fibras musculares são diferentes em um mesmo músculo. Essa regionalização das fibras sugere que, funcionalmente, as demandas energéticas são diferentes nas regiões de um mesmo músculo. De acordo com Punkt *et al.* (1998), as fibras musculares do músculo flexor longo dos

dedos (FLD) mostraram aumento da atividade glicolítica perto da inserção, enquanto o músculo sóleo mostrou aumento da atividade oxidativa para a região média do músculo. Lexell *et al.* (1983) demonstraram que as fibras tipo I estão predominantemente presentes em regiões profundas do músculo vasto lateral, enquanto fibras tipo II são predominantes em regiões superficiais do mesmo músculo. Manta *et al.* (1996) relataram que as fibras tipo II estão localizadas predominantemente na periferia dos fascículos do músculo bíceps braquial, deltóide e quadríceps femoral no homem, enquanto a porção curta do músculo bíceps braquial contém maior percentual de fibras tipo II em comparação com a porção longa (Elder *et al.*, 1982). Além do mais, há um maior percentual de fibras tipo II na inserção do músculo bíceps braquial (longa e pequena porção) e no músculo sóleo em comparação com a origem (Elder *et al.*, 1982). Baseando-nos nessas afirmações, e corroborando com os dados demonstrados por vários pesquisadores (Antonio, 2000; Maughan *et al.*, 2000; Weineck, 1999; Volek & Kraemer, 1996; Balsom *et al.*, 1993; Haussinger *et al.*, 1991, 1993; Staron *et al.*, 1989; Tesch *et al.*, 1989, 1986, 1984, 1982; Costill *et al.*, 1979; MacDougall *et al.*, 1977; Thorstensson *et al.*, 1976), o treinamento de força objetivando hipertrofia muscular induz preferencialmente a hipertrofia de fibras tipo II, e é possível que as alterações positivas encontradas em vários músculos sejam diferenciadas. Isso explica por que alguns grupos musculares respondem mais ou menos, tanto na RFMM, quanto nas variáveis antropométricas em questão. Embora a suplementação com CrH_2O tenha demonstrado alterações positivas superiores ao

grupo placebo (maltodextrina), a resposta muscular será sempre proporcional à distribuição da regionalização de suas respectivas fibras musculares.

Na Fig. 26 observamos os resultados individuais no pré e pós-treinamento, no teste de 1RM no exercício supino fechado (*close-grip bench press*), no grupo A (Cr).

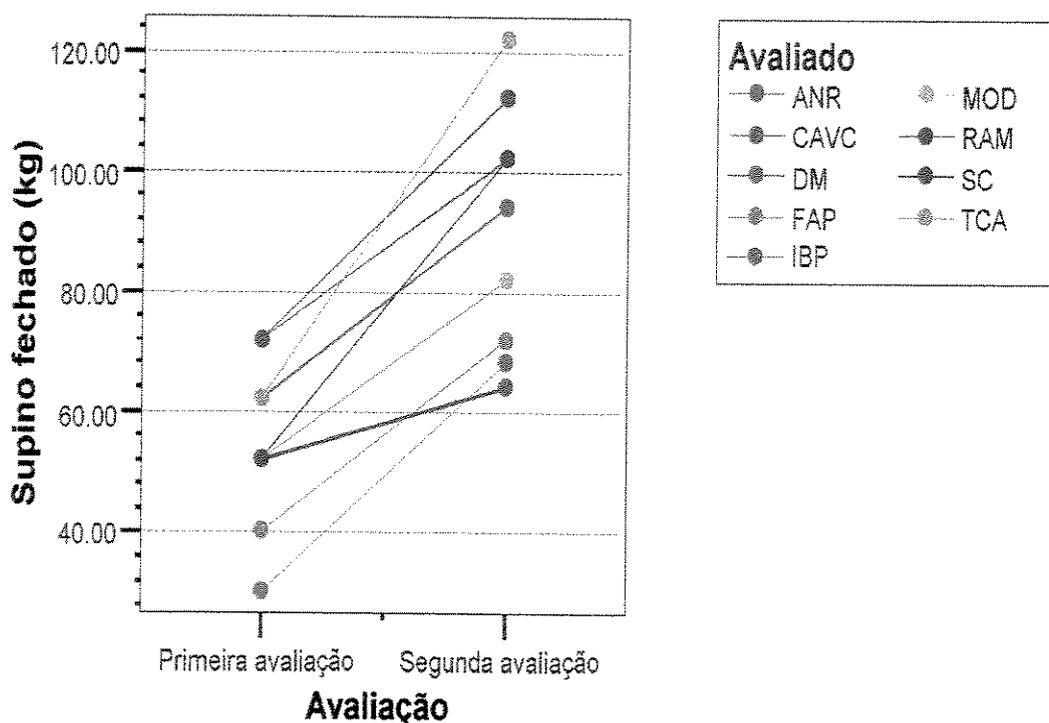


FIGURA 26. Resultados individuais de pré e pós-treinamento, nos teste de 1RM do exercício supino fechado no grupo A (n=09).

A Fig 27 demonstra os resultados individuais de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício supino fechado no grupo B (P).

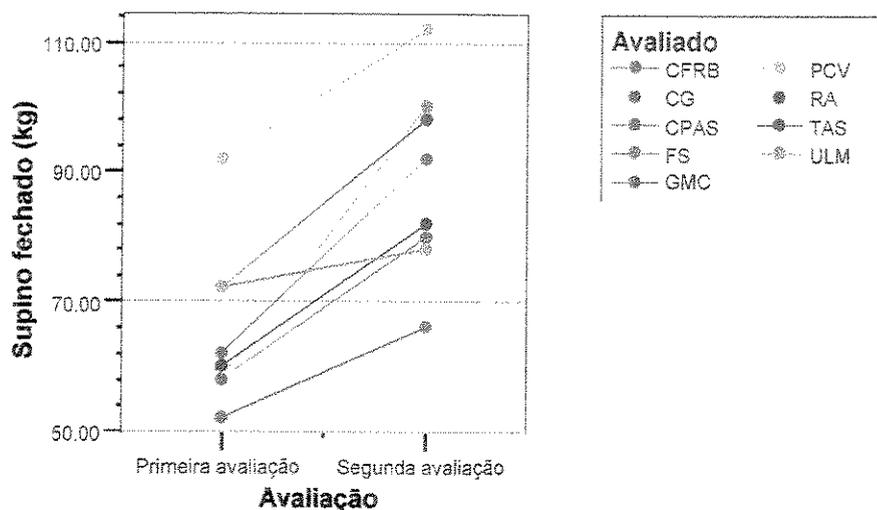


FIGURA 27. Resultados individuais de pré e pós-treino, nos teste de 1RM do exercício, supino fechado no grupo B (n=09).

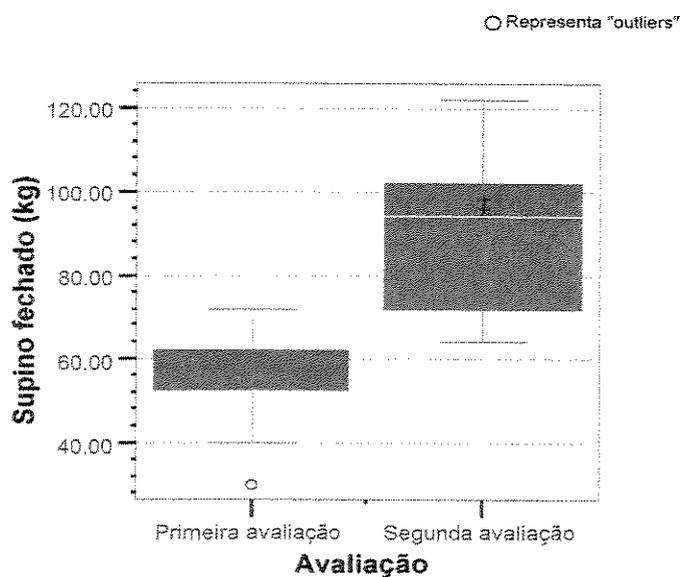


FIGURA 28. Resultados de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício supino fechado no grupo A (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,008$.

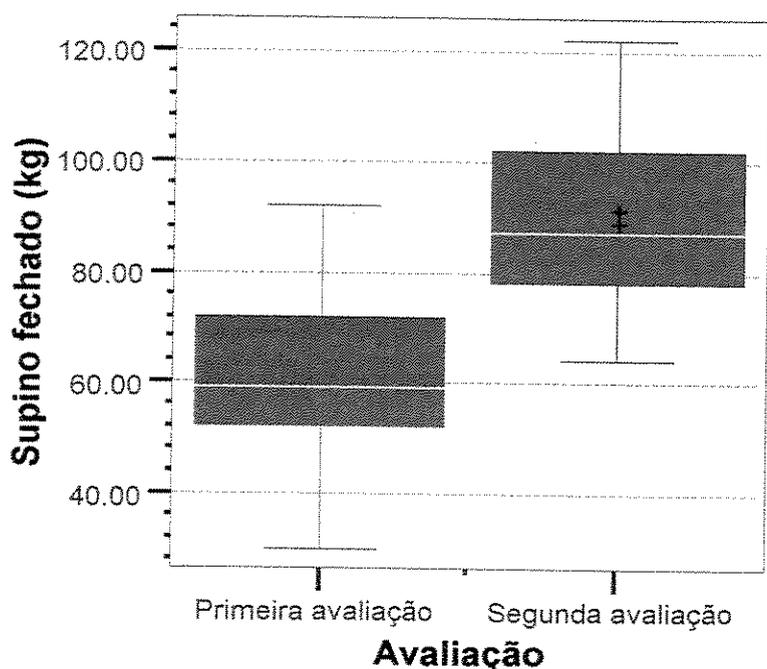


FIGURA 29. Resultados de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício supino fechado no grupo B (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,007$.

Nas Figuras 28 e 29, podemos observar os resultados de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício supino fechado no grupo A (Cr), com alteração positiva ES ($p=0,008$) e alteração positiva ES ($p=0,007$) no grupo B (P).

Nas Figuras 30 e 31, são demonstrados os dados comparativos no pré e pós-treinamento do exercício supino fechado entre o grupo A (Cr) e o grupo B (P), após 8 semanas de treinamento. Ambos os grupos apresentaram alterações positivas ES. Porém, o grupo A (Cr) teve uma melhora percentual ES ($p=0,024$) em relação ao grupo B (P), como demonstrado pelo Delta do teste de 1RM no exercício supino fechado na Fig. 32.

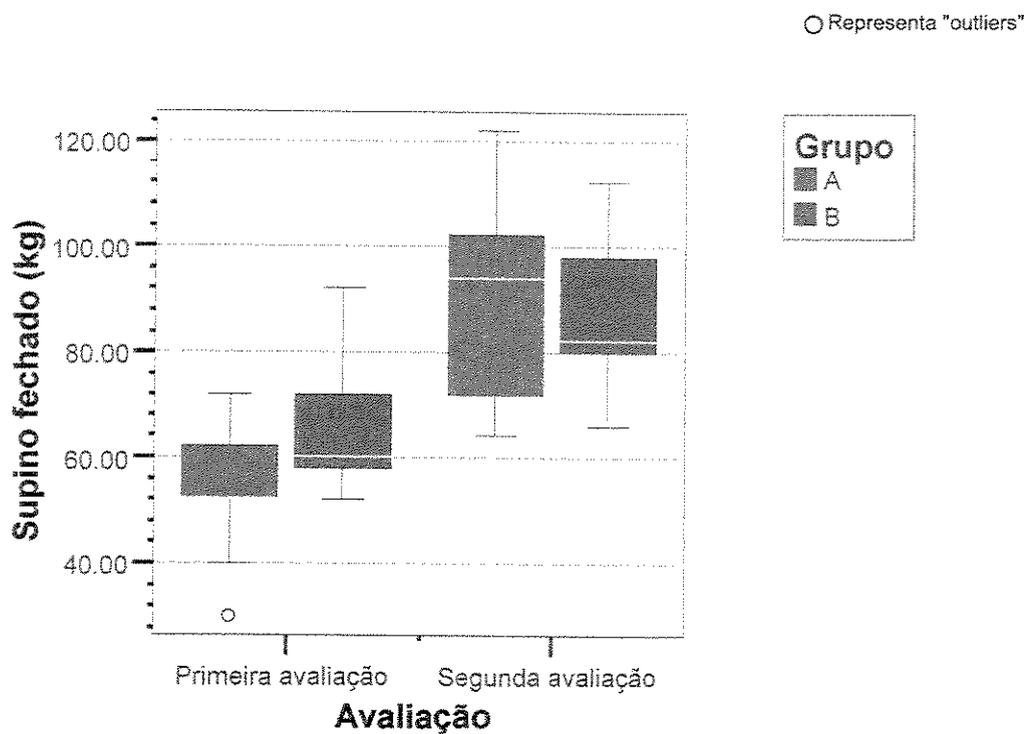


FIGURA 30. Grupo A (n=09) versus grupo B (n=09) no teste de 1RM do exercício supino fechado, pré e pós-treino

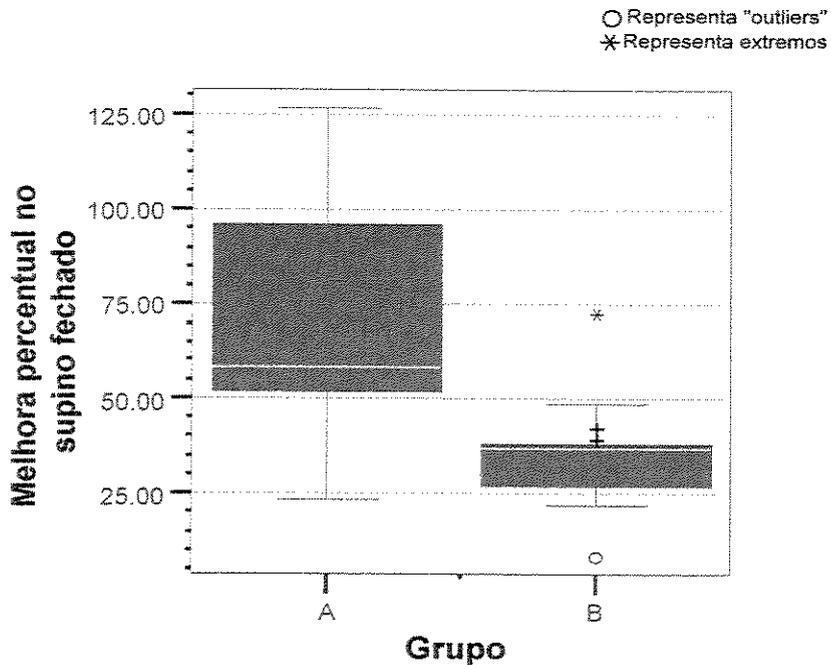


FIGURA 31. Melhora percentual no teste de 1RM do exercício supino fechado nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,012$.

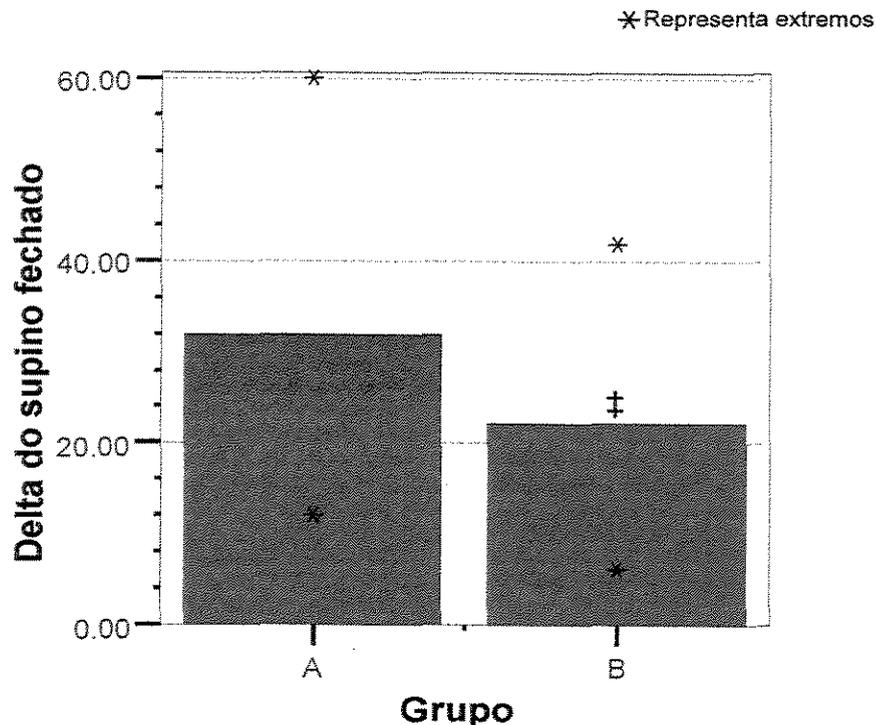


FIGURA 32. Delta no teste de 1RM do exercício supino fechado nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento. ‡ diferença significativa em $p=0,024$.

Diversos estudos têm demonstrado alterações positivas no teste de 1RM em vários exercícios, principalmente no supino (*bench press*) e no agachamento (*squat*). Não encontramos na literatura dados referentes ao teste de 1RM especificamente realizado para a extensão dos cotovelos, utilizando o exercício supino fechado (*close-grip bench press*) como protocolo. Nossos dados demonstram alterações positivas em ambos os grupos, com significativa melhora no grupo A (Cr). A melhora significativa entre os exercícios selecionados para o presente estudo pode ser relacionada com os ajustes neurais e a facilitação mecânica diferenciada entre os exercícios.

Vários estudos demonstraram alterações positivas no exercício de supino reto (*bench press*), no pré e pós-treinamento (Volek *et al.*, 1999, 1997; Peeters *et al.*, 1999; Pearson *et al.*, 1999; Stone *et al.* 1999; Kreider *et al.*, 1998; Larson *et al.*, 1998; Noonan *et al.*, 1998; Wood *et al.*, 1998), porém não demonstraram alterações ES. Nossos resultados demonstram alterações positivas ES no pré e pós-treinamento, durante 8 semanas em ambos os grupos, porém não achamos diferenças significativas entre os grupos, havendo uma tendência de melhora ($p=0,10$) no grupo A em comparação ao grupo B.

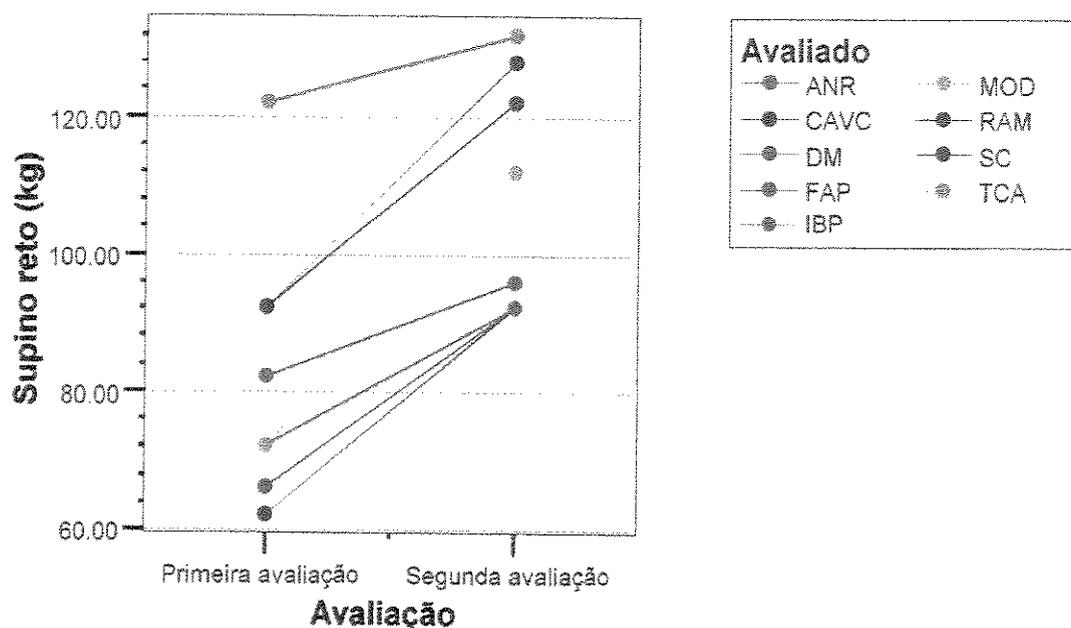


FIGURA 33. Resultados individuais de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício supino reto no grupo A (n=09).

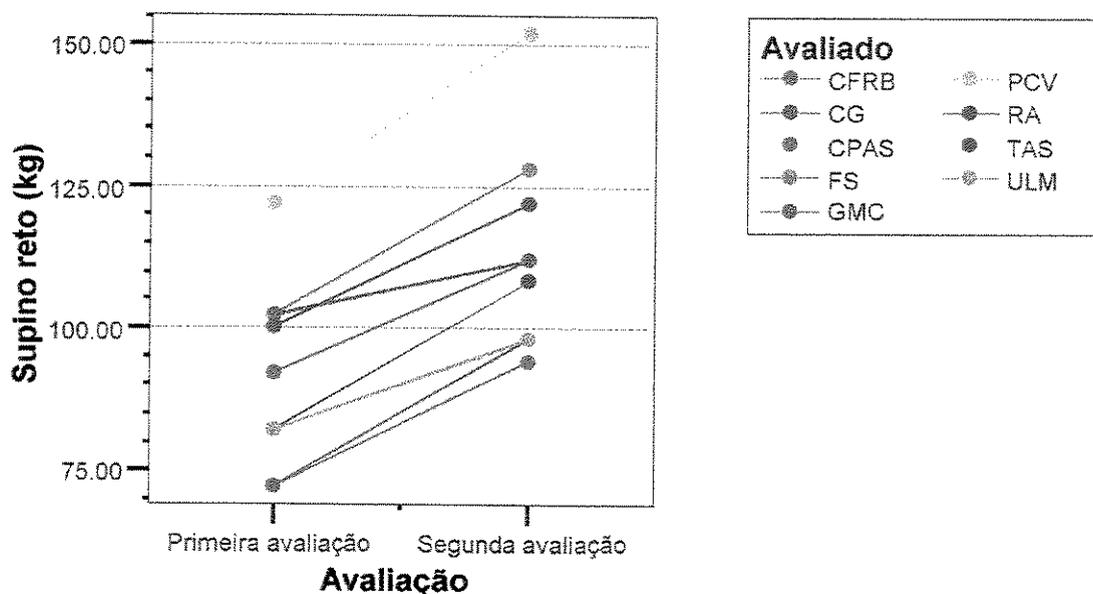


FIGURA 34. Resultados individuais de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício supino reto no grupo B (n=09).

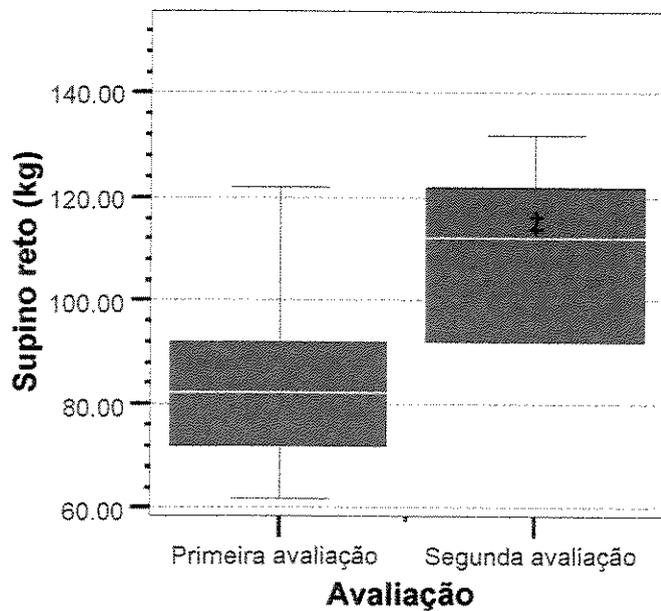


FIGURA 35. Resultados de pré e pós-treinamento no teste de 1RM do exercício supino reto no grupo A (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,007$.

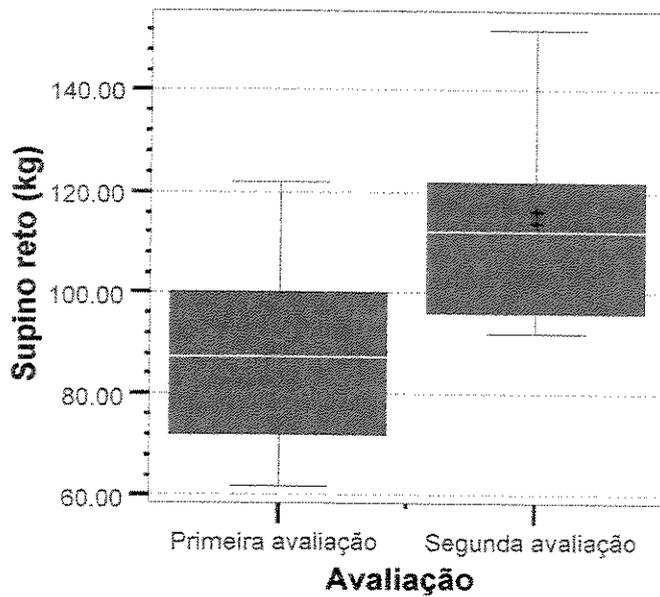


FIGURA 36. Resultados de pré e pós-treino no teste de 1RM do exercício supino reto no grupo B (n=09). ‡ diferença significativa em $p=0,007$.

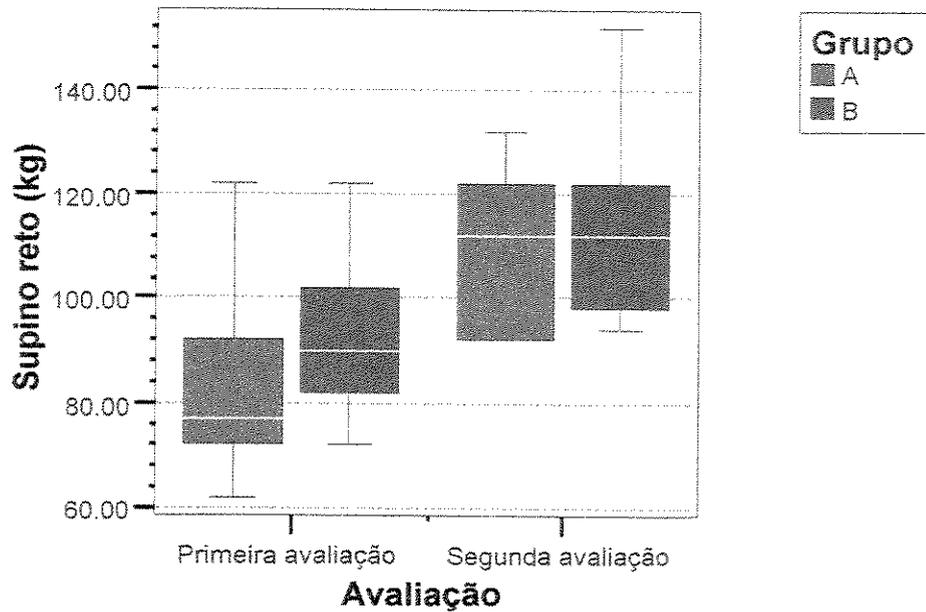


FIGURA 37. Grupo A (n=09) versus grupo B (n=09) no teste de 1RM do exercício supino reto, pré e pós-treino.

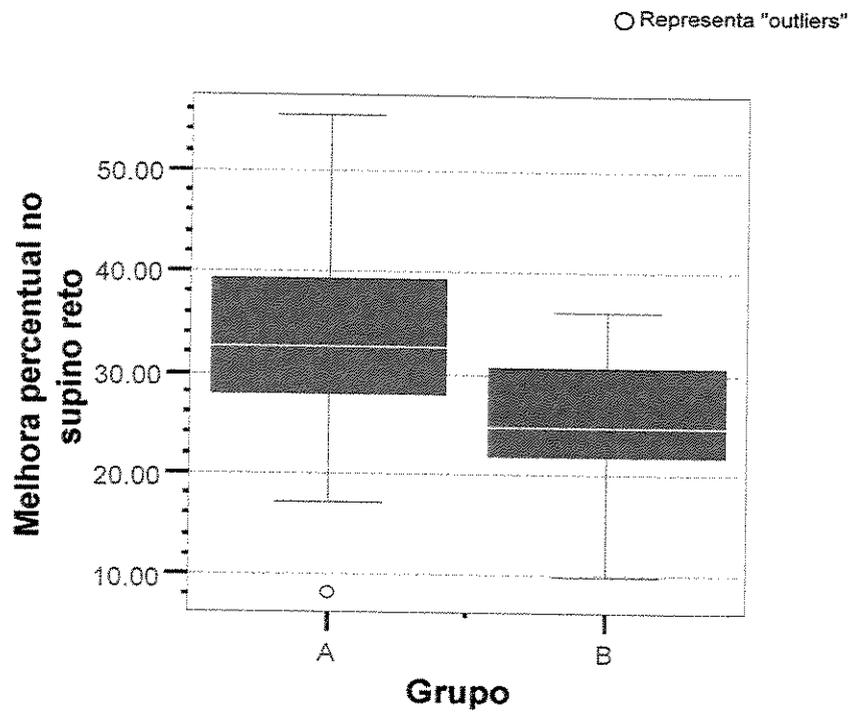


FIGURA 38. Melhora percentual no teste de 1RM do exercício supino reto nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento

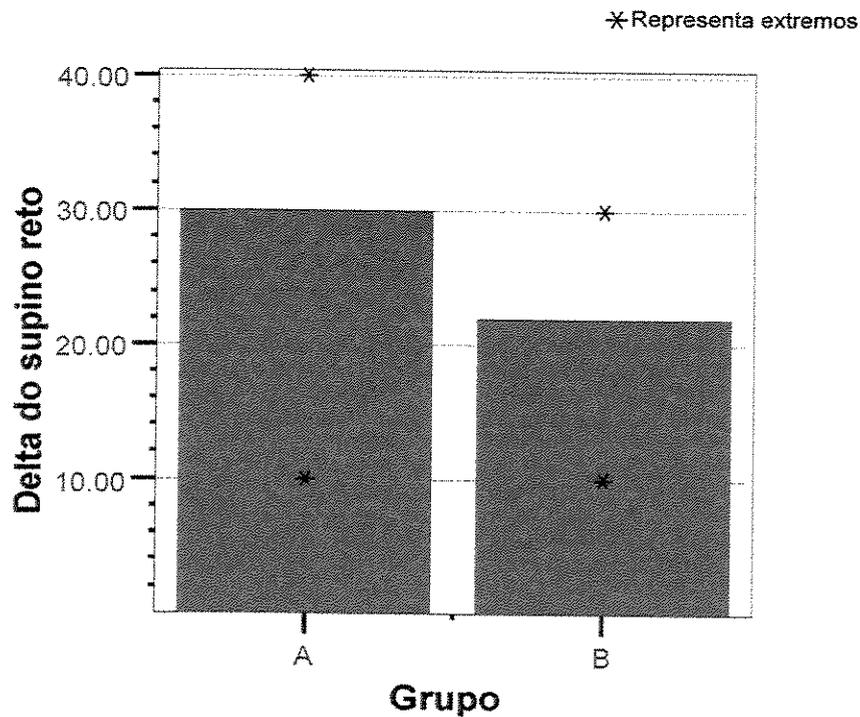


FIGURA 39. Delta no teste de 1RM do exercício supino reto nos grupos A (n=09) e B (n=09), após 8 semanas de treinamento.

4.3 RELAÇÃO ENTRE A MELHORA PERCENTUAL DA RESULTANTE DE FORÇA MÁXIMA MAXIMORUM E DAS VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS

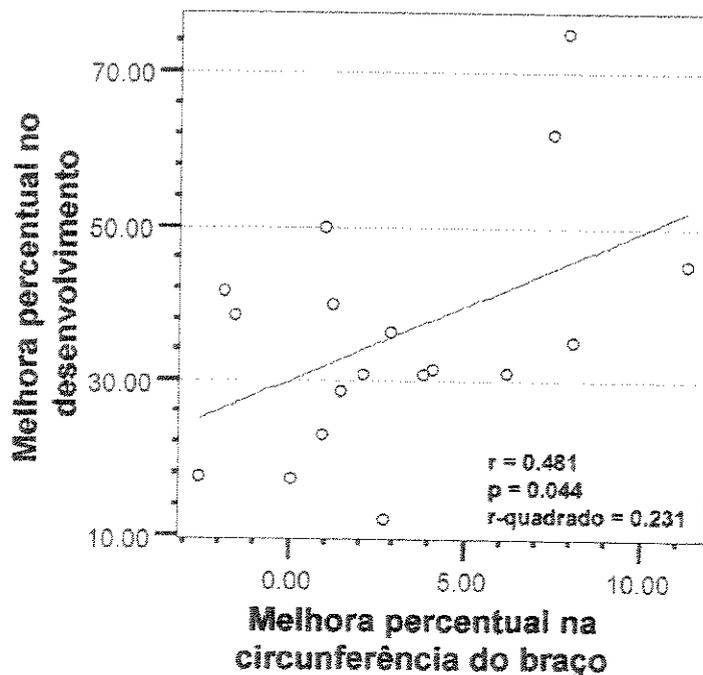


FIGURA 40. Correlação entre a melhora percentual no teste de 1RM do exercício desenvolvimento e da circunferência de braço após 8 semanas de treinamento no grupo Total (n=18).

Na análise da relação entre a melhora percentual do exercício desenvolvimento e a melhora percentual das circunferências dos membros superiores, foi verificada correlação positiva entre a melhora percentual do exercício desenvolvimento e das circunferências do braço e do antebraço, conforme apresentado nas figuras 40 e 41. Na figura 40, relatou-se que o coeficiente de determinação (r-quadrado) foi de 0,231, mostrando que 23% da melhora percentual no desenvolvimento podem ser explicados pela melhora

percentual na circunferência do braço; já para a circunferência do antebraço, o coeficiente de determinação foi de 0,300.

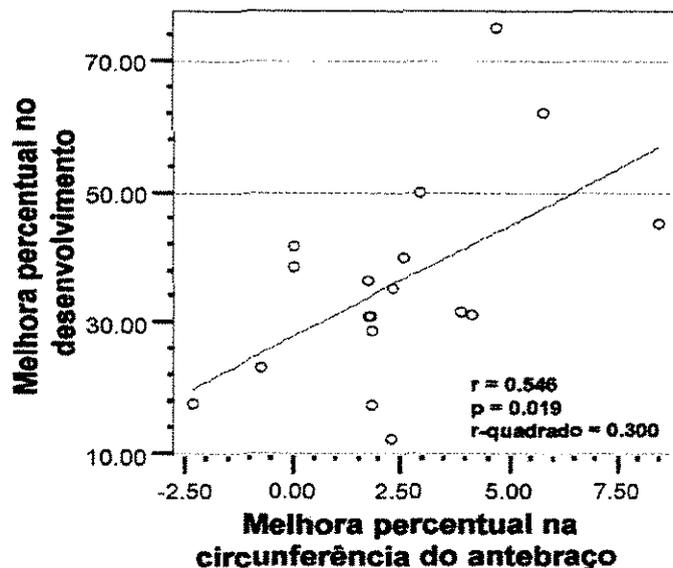


FIGURA 41. Correlação entre a melhora percentual no teste de 1RM do exercício desenvolvimento e da circunferência de antebraço, após 8 semanas de treinamento no grupo Total (n=18).

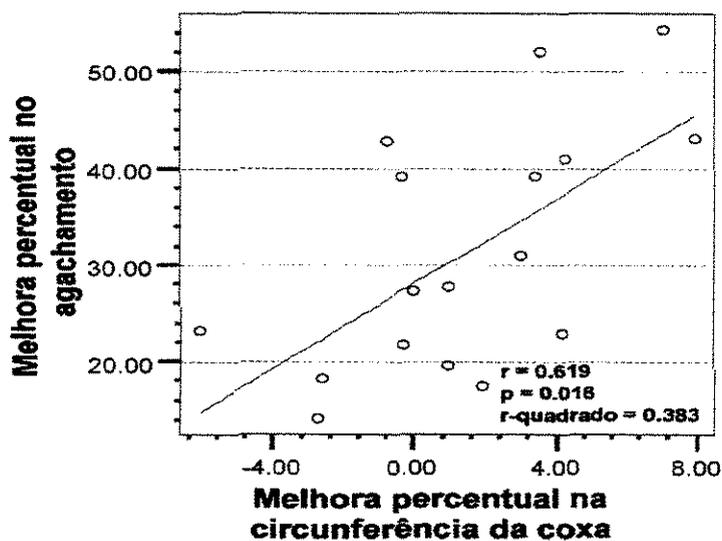


FIGURA 42. Correlação entre a melhora percentual no teste de 1RM do exercício agachamento e da circunferência de coxa, após 8 semanas de treinamento no grupo Total (n=18).

A figura 42 apresenta a correlação entre a melhora percentual no exercício agachamento e a melhora percentual na circunferência da coxa ($r=0,619$, $p=0,016$). Cerca de 38% da melhora percentual no agachamento foram explicados pela melhora percentual na circunferência da coxa, conforme relatado pelo coeficiente de determinação da figura 42 .

Após a apresentação dos dados obtidos em nosso estudo, podemos afirmar que, independente da suplementação nutricional com CrH_2O , as alterações positivas observadas em decorrência do protocolo de treinamento proposto ocorrem de maneira significativa. Embora alguns autores afirmem que a hipertrofia dos músculos necessite de períodos mais longos, acima de 8 semanas (Antonio, 2000; Fleck & Kraemer, 1999) , demonstramos que, em 8 semanas de treinamento, houve aumento das circunferências do braço e da coxa, tanto no grupo A como no grupo B, bem como aumento da RFMM, conforme demonstrado nas Figuras 40, 41 e 42, indicando, assim, hipertrofia. Talvez a explicação para o ocorrido esteja baseada no tipo de protocolo de treinamento utilizado neste estudo, em que os sujeitos foram submetidos a repetições de 8 a 10, com 80% de 1RM e com diminuição do tempo de recuperação entre as séries. Ressaltamos também que, embora autores recomendem para o treinamento de hipertrofia repetições de 8 a 12, com 60 a 80% de 1RM (Weineck, 1999; Fleck, 1999; Carpinelli & Otto, 1998; Kramer *et al.* 1997), após as 2 semanas de treinamento (Fase A, Quadros 3 e 4) não observamos em nenhum sujeito (atleta ou não) essa quantidade de repetições em nenhum dos exercícios selecionados para o estudo. Todos os sujeitos, sem exceção, conseguiram no máximo 5 repetições máximas

voluntárias com 80% de 1RM na primeira semana de treinamento da Fase B (hipertrofia). Com o decorrer do treinamento, os ajustes neuromusculares permitiram que os sujeitos alcançassem as repetições estipuladas pelo protocolo. Uma vez alcançada, já se havia passado uma semana, e a intensidade do treinamento era constantemente aumentada pela diminuição das pausas (Quadro 8). Comparando os grupos A e B, observamos que a suplementação com CrH₂O exerceu um significativo auxílio ergogênico, o que nos levou a concordar com relatos de vários pesquisadores na literatura (Burke *et al.*, 2001; Peters *et al.*, 1999; Volek *et al.* 1999,1997; Vanderberghe *et al.* 1997; Earnest *et al.*1995; Ingwall, 1974), que afirmam que a Cr produz alterações positivas, ES no aumento da RFMM e no aumento da massa muscular (hipertrofia).

4.4 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE SECÇÃO TRANSVERSA MUSCULAR E SUA RELAÇÃO COM A RESULTANTE DE FORÇA MÁXIMA MAXIMORUM

A análise da área de secção transversa muscular, tanto do braço (ASTmBr) como da coxa (ASTmCx) no grupo total, mostrou que houve efeitos positivos do treinamento sobre ambas as variáveis. Contudo, somente na ASTmBr o aumento foi ES ($p=0,016$); na ASTmCx esse aumento foi ENS ($p=0,231$), conforme o apresentado na tabela 11.

Valores	ASTmBr (cm ²)		ASTmCx (cm ²)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	54,99	62,59	175,90	182,49
Q1	63,16	68,09	193,34	203,98
Q2	71,50	75,34	208,85	226,69
Q3	78,13	81,71	241,99	234,93
Máximo	111,31	104,53	263,37	256,36

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75. * diferença significativa entre pré e pós-treinamento, p = 0,016.

TABELA 11. Efeitos do treinamento na área de secção transversa muscular do braço (ASTmBr) e coxa (ASTmCx) no grupo total (n=18).

Valores	ASTmBr (cm ²)		ASTmCx (cm ²)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	57,10	63,74	175,90	182,49
Q1	60,96	69,36	189,15	200,96
Q2	68,19	79,83	199,75	232,68
Q3	77,74	88,45	230,93	242,13
Máximo	99,08	97,66	255,98	256,36

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75. * diferença significativa entre pré e pós-treinamento, p = 0,021.

TABELA 12. Efeitos do treinamento na área de secção transversa muscular do braço (ASTmBr) e coxa (ASTmCx) no grupo A (n=09).

Valores	ASTmBr (cm ²)		ASTmCx (cm ²)	
	Pré	Pós	Pré	Pós
Mínimo	54,99	62,59	181,40	201,92
Q1	62,51	66,56	203,57	203,42
Q2	76,69	73,06	217,33	222,22
Q3	78,43	80,78	250,22	231,33
Máximo	111,31	104,53	263,37	234,53

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75.

TABELA 13. Efeitos do treinamento na área de secção transversa muscular do braço (ASTmBr) e coxa (ASTmCx) no grupo B (n=09).

Ao verificar as diferenças ocorridas nos grupos A e B no pré e pós-treinamento nas variáveis ASTmBr e ASTmCx, constatou-se que somente no

grupo A ocorreram aumentos ES em ambas as variáveis ($p=0,021$ para ASTmBr e ASTmCx); no grupo B, essas diferenças foram ENS ($p=0,314$ e $0,374$ para ASTmBr e ASTmCx, respectivamente), de acordo com as tabelas 12 e 13. Contudo, não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos A e B em nenhum dos momentos do treinamento em ambas as variáveis ($p=0,666$; $0,436$; $0,222$ e $0,297$; para ASTmBr pré, ASTmBr pós, ASTmCx pré e ASTmCx pós, respectivamente).

Valores	Grupo A		Grupo B	
	MPASTmBr (%)	Δ ASTmBr (cm ²)	MPASTmBr (%)	Δ ASTmBr (cm ²)
Mínimo	-3,93	-3,89	-9,27	-7,22
Q1	2,57	2,02	-4,04	-4,18
Q2	13,24	8,56	4,53	2,71
Q3	23,11	15,02	8,28	6,13
Máximo	25,07	17,60	17,32	9,53

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75.

TABELA 14. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) da área de secção transversa muscular do braço (ASTmBr) nos grupos A e B.

Valores	Grupo A		Grupo B	
	MPASTmCx (%)	Δ ASTmCx (cm ²)	MPASTmCx (%)	Δ ASTmCx (cm ²)
Mínimo	-3,94	-10,08	-12,63	-33,28
Q1	1,90	4,01	-6,54	-16,67
Q2	7,43	14,85	-1,56*	-3,26*
Q3	14,65	28,86	1,92	4,03
Máximo	23,09	44,71	11,50	20,87

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75. * diferença significativa entre o grupo A e B, $p = 0,040$.

TABELA 15. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) da área de secção transversa muscular da coxa (ASTmCx) nos grupos A e B.

Quando se examinaram as alterações na melhora percentual (MP) e delta (Δ) nas variáveis ASTmBr e ASTmCx entre os grupos A e B (ver tabelas 14 e 15),

foi notado que o grupo A mostrou alterações maiores em todos os aspectos avaliados; contudo, somente nas variáveis MPASTmCx e Δ ASTmCx tais alterações foram ES ($p=0,040$ para MPASTmCx e Δ ASTmCx); já nas variáveis MPASTmBr e Δ ASTmBr, seus valores foram ENS ($p=0,063$ para MPASTmBr e Δ ASTmBr). Mesmo assim, verificou-se uma tendência de o grupo A apresentar alterações maiores que aquelas do grupo B.

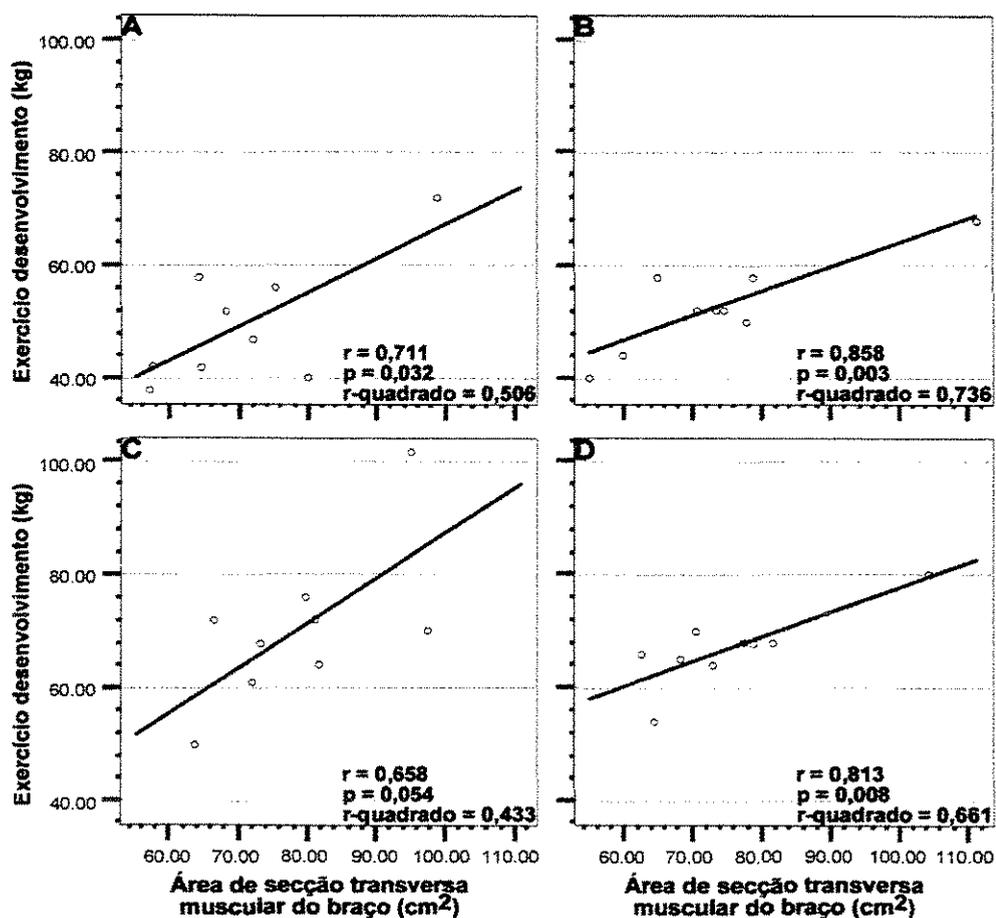


FIGURA 43. Relação entre o exercício de desenvolvimento e a área de secção transversa muscular do braço. A = grupo A pré-treinamento. B = grupo B pré-treinamento. C = grupo A pós-treinamento. D = grupo B pós-treinamento.

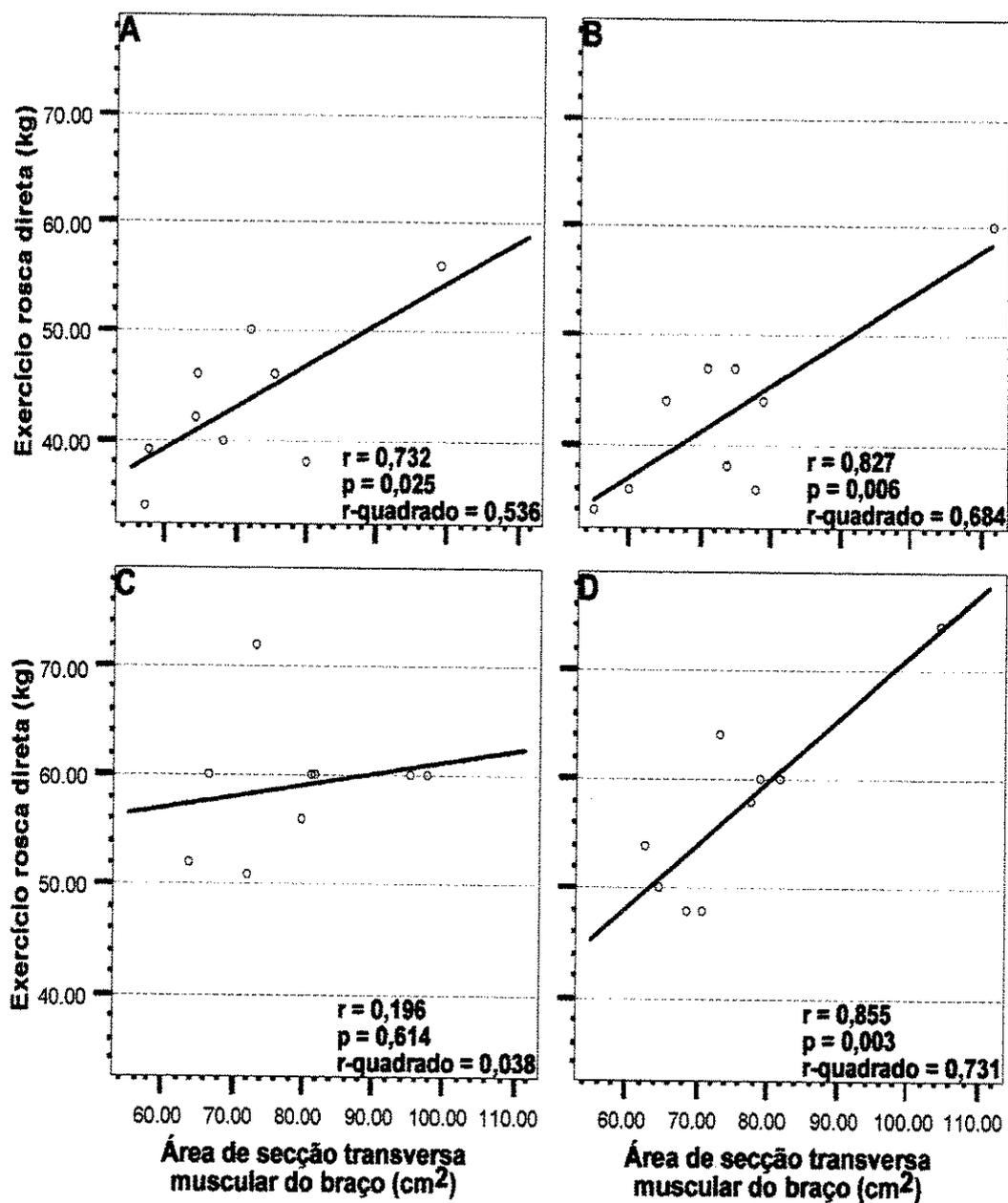


FIGURA 44. Relação entre o exercício de rosca direta e a área de secção transversa muscular do braço. A = grupo A pré-treinamento. B = grupo B pré-treinamento. C = grupo A pós-treinamento. D = grupo B pós-treinamento.

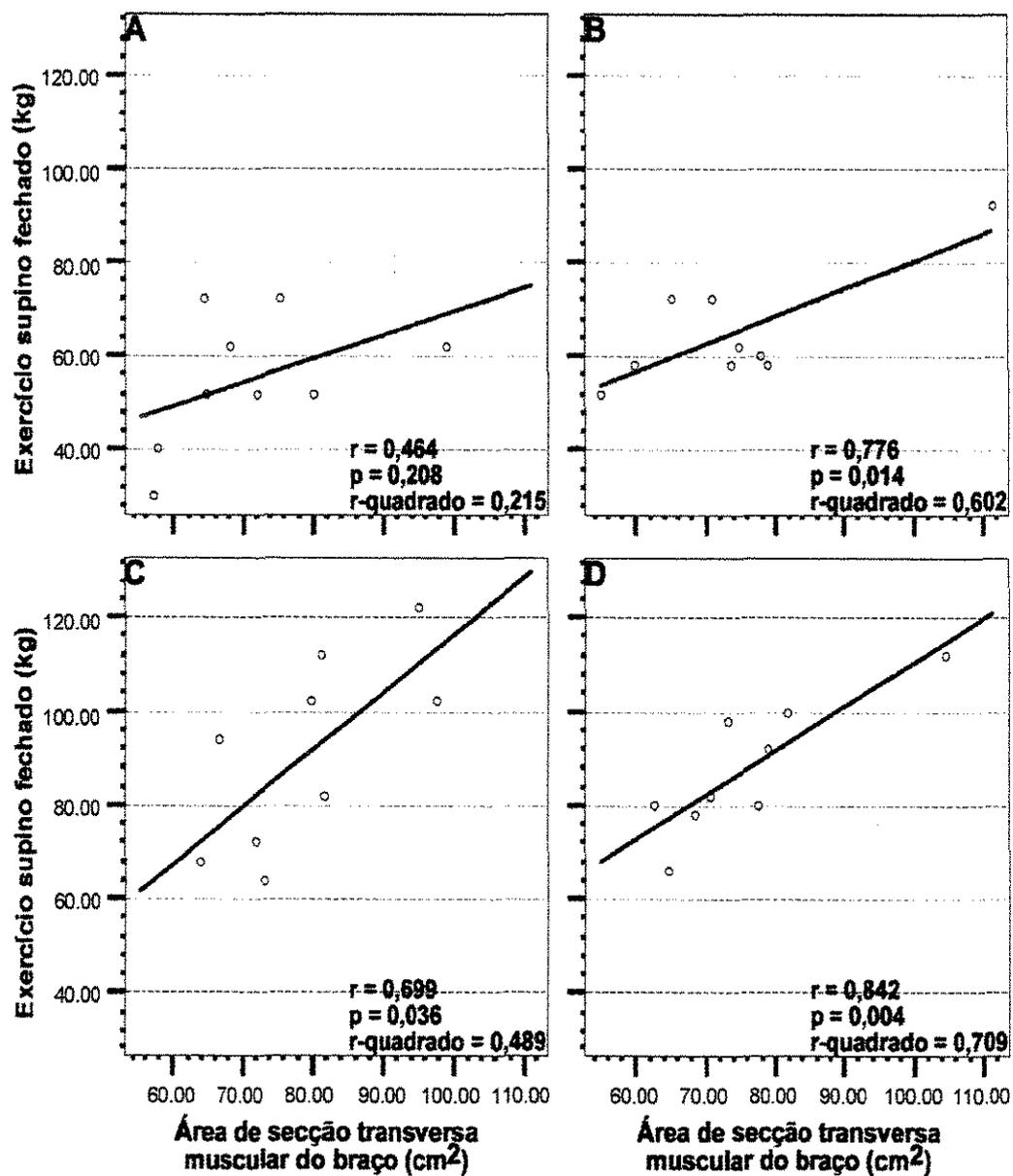


FIGURA 45. Relação entre o exercício de supino fechado e a área de secção transversa muscular do braço. A = grupo A pré-treinamento. B = grupo B pré-treinamento. C = grupo A pós-treinamento. D = grupo B pós-treinamento.

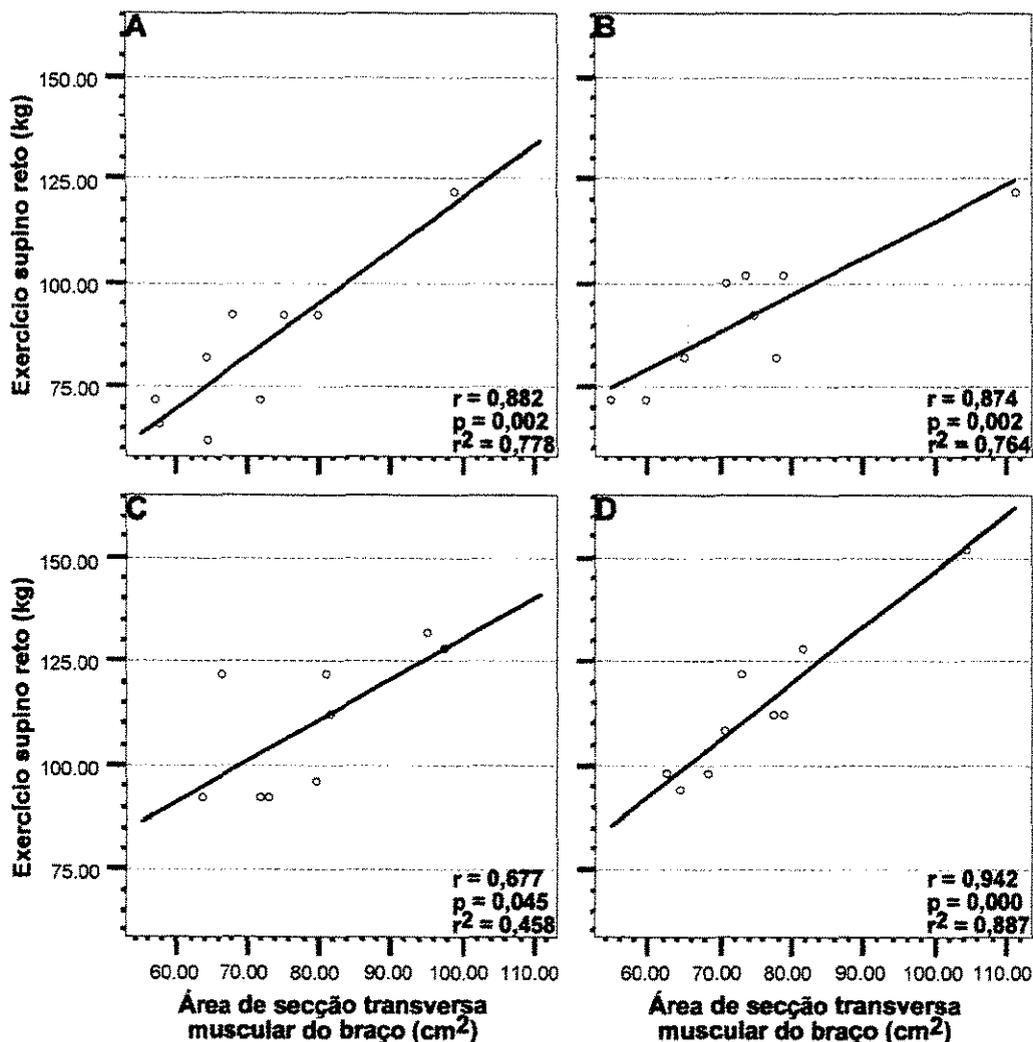


FIGURA 46. Relação entre o exercício de supino reto e a área de secção transversa muscular do braço. A = grupo A pré-treinamento. B = grupo B pré-treinamento. C = grupo A pós-treinamento. D = grupo B pós-treinamento.

Nas figuras 43 a 46, são apresentadas as correlações entre a RFMM nos exercícios de desenvolvimento, rosca direta, supino fechado e supino reto, respectivamente, nos grupos A e B durante o pré e pós-treinamento. Na figura 43, vimos que a relação entre a ASTmBr e a RFMM no exercício de desenvolvimento

foi ES em ambos os grupos, sendo sempre maior no grupo B, quando comparado ao grupo A. Constatou-se que mais de 66% da variação na RFMM puderam ser explicados pela ASTmBr, no grupo B pós-treinamento; contudo, no grupo A, o r^2 foi de 43% no pós-treinamento.

Ao verificar-se a correlação entre a ASTmBr e a RFMM no exercício rosca direta, notou-se que no grupo A essa relação foi ENS no pós-treinamento. No grupo B, 68% da RFMM neste exercício puderam ser explicados pela ASTmBr, no pré-treinamento; após 8 semanas de treinamento, 73% da variação da RFMM puderam ser explicados pela ASTmBr.

Na figura 45, foi analisada a correlação entre a RFMM no exercício de supino fechado e a ASTmBr; no grupo A, verificou-se um aumento da relação entre ambas as variáveis, sendo que no pós-treinamento, aproximadamente 49% da variação na RFMM puderam ser explicadas pela ASTmBr. No grupo B, a correlação entre as variáveis foi maior em todos os momentos, sendo que o r^2 foi de 0,709 no pós-treinamento.

A relação entre a RFMM no exercício de supino reto e a ASTmBr foi analisada na figura 46; verificou-se que as correlações neste exercício foram as mais elevadas, sendo que no grupo B, aproximadamente 89% da variação na RFMM foram explicados pela ASTmBr.

Não se determinou uma correlação ES entre a RFMM no exercício de agachamento e a ASTmCx.

CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu-nos concluir que:

- A suplementação com creatina monohidratada (CrH_2O) mostrou ser um eficiente auxílio ergogênico, quando aliada ao presente protocolo de treinamento de força.
- O grupo B (Placebo) também mostrou alterações positivas, porém inferiores ao grupo A (Creatina).
- O Percentual de Gordura Corporal (%GC) não sofreu alterações estatisticamente significantes (ES) após as 8 semanas de treinamento em nenhum dos grupos. Contudo, ao analisar a Massa Magra (MM), um índice absoluto, verificou-se que a suplementação com CrH_2O promoveu alterações positivas em seus valores.
- A correlação entre a Melhora Percentual (MP) das circunferências de braço, antebraço e coxa, e a MP da Resultante da Força Máxima Maximorum (RFMM) nos exercícios de desenvolvimento e agachamento foi ES. Contudo, não foram capazes de explicar na totalidade a variação ocorrida na RFMM. Provavelmente outros mecanismos atuaram na melhora observada na RFMM.
- Parte do aumento na RFMM nos exercícios de desenvolvimento, rosca direta, supino fechado e supino reto, foi devido ao aumento na área de secção transversa muscular do braço (ASTmBr). Contudo, apesar de a

suplementação de CrH_2O ter afetado de forma positiva todas as variáveis já citadas, devido à redução na relação entre essas no pós treinamento, é possível sugerir que a CrH_2O pode atuar em outros sistemas que não a hipertrofia, para o aumento nos níveis de força.

- O protocolo proposto contribuiu de maneira significativa para o aumento da força e da massa muscular, sendo útil, portanto, para o estabelecimento de uma teoria do processo do treinamento de força. Outros experimentos, utilizando o mesmo protocolo, poderão ser feitos comparativamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALWAY, S. E. Characteristics of the elbow flexors in women bodybuilding using androgenic-anabolic steroids. **J. Strength Condit. Res.**; v. 8, p.161-169, 1994.

_____. Contrasts in muscle and myofibers of elite male and female bodybuilding. **J. Appl. Physiol.**; v.67, p. 24-31, 1989.

ANTONIO, J. Nouniform response of skeletal muscle to heavy resistance training: can bodybuilders induce regional muscle hypertrophy? **J. Strength Condit. Res.**; v. 14, n.1, p. 102-113, 2000.

APPLEGATE, E. Effective nutricional ergogenic aids. **Int J. Sport Nutr.** ; v. 9, p. 229-239, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências, elaboração. Rio de Janeiro, 2000.

BALSOM, P. D. et al. Creatine supplementation and dinamic high-intensity intermittent exercise. **Scand. J. Med. Sci. Sports.** ; v. 3, p. 143-149, 1993.

_____. Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. **Sports Med.** ; v. 18, n. 4, p. 268-280, 1994.

BECQUE, M.D.; LOCHMANN, J.D. ; MELROSE, D.R. Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition. **Med. Sci. Sports Exerc.**; v. 32, p. 654-658, 2000.

- BEMBEM, M. G. et al. Effects of creatine supplementation on isometric force-time curve characteristics. **Med. Sci. Sports Exerc.**; v. 33, n.11, p. 1876-1881, 2001.
- BERMON, S. et al. Effects of creatine monohydrate ingestion in sedentary and weight-trained older adults. **Acta Physiol. Scand.**; v. 164, n. 2, p. 147-155, 1998.
- BESSMAN, S.P.; SAVABI, F. The role of the phosphocreatine energy shuttle in exercise and muscle hypertrophy. In: TAYLOR, P. *et al.* **Biochemistry of Exercise VII**. Champaign: Human Kinetics, 1990. p.167-178.
- BIRCH, R.; NOBLE, D.; GREENHAFF, P.L. The influence of dietary creatine supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling in man. **Eur. J. Appl. Physiol.** ; v. 69, p. 268-270, 1994.
- BROWN, A. B.; McCARTNEY, N.; SALE, D. G. Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. **J. Appl. Physiol.**; v. 69, p. 1725-1733, 1990.
- BURKE, D.G. et al. The effect of whey protein supplementation with and without creatine monohydrate combined with resistance training on lean tissue mass and muscle strength. **Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.**; v. 11, p. 349-364, 2001.
- BUTTERFIELD, G. Amino acids and high proteins diets. In: WILLIAMS, M.; LAMB, D. **Perspectives in exercise science and sports medicine**; v. 4, Ergogenics: The enhancement of exercise and sport performance. Indianapolis: Benchmark Press, 1991. p. 87-122.
- CARPINELLI, R.N.; OTTO, R.M. Strength training: single versus multiple sets. **Sports Med.**; v. 26, n. 2, p. 73-84, 1998.

CASEY, A.; GREENHAFF, P.L. Does dietary creatine supplementation play a role in skeletal muscle metabolism and performance? **Am. J. Clin. Nutr.**; v. 72, p. 607S-617S, 2000.

CLARK, J.F. Creatine and phosphocreatine: A review of their use in exercise and sport. **J. Athl. Train.**; v. 32, p. 42-45, 1997.

CHILIBECK, P.D. et al. A comparison of strength and muscle mass increases during resistance training in young women. **Eur. J. Appl. Physiol.**; v. 77, p.170-175, 1998.

COSTILL, D.L. et al. Adaptations in skeletal muscle following strength training. **J. Appl. Physiol.**; v. 46, p. 96-99, 1979.

CURETON, K. J. et al. Muscle hypertrophy in men and women. **Med. Sci. Sports Exerc.**; v. 20, p. 338-344, 1988.

DAWSON, B. et al. Effectes of oral creatine loading on single and repeated maximal short sprints. **Aus. J. Sci. Med. Sport.**; v. 27, n. 3, p. 56-61, 1995.

DELAVIER, F. **Guia dos movimentos de musculação**. Abordagem anatômica. São Paulo: Manole, 2000.

DEMANT, T.W.; RHODES, E.C. Effects of creatine supplementation on exercise performance. **Sports Med.**; v. 28, n. 1, p. 46-60, 1999.

DEVLIN, T.M.: **Textbook of biochemistry**: with clinical correlations. New York: Wiley-Liss, 1992.

EARNEST, C.P. et al. Effects of creatine monohydrate ingestion on peak anaerobic power, capacity and fatigue index. **Med.Sci. Sports Exerc.**; v. 26, S39, 1994.

_____. The effects of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength and body composition. **Acta Physiol. Scand.**; v. 153, p. 207-209, 1995.

EDSTROM, L. et al. The contents of high energy phosphates in different fibre types in skeletal muscles from rats, guinea pig and man. **J. Physiol.**; v. 332, p. 47-58, 1982.

ELDER, G.C.B.; BRADBURY, K.; ROBERTS, R. Variability of fiber tipe distributions within human muscles. **J. Appl. Physiol.**; v. 53, p. 1473-1480, 1982.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

GERBER, G.B. et al. Creatine metabolism in vitamin E deficiency in the rat. **Am. J. Physiol.**; v. 202, p. 453-460, 1962.

GOLDSPINK, G. Cellular and molecular aspects of adaptation in skeletal muscle. In: KOMI, P. V. **Strength and power in sport**. Oxford: Blackwell Scientific, 1992. p. 211-229.

GONYEA, W.J., SALE, D. Physiology of weigth-lifting exercise. **Arch. Phys. Med. Rehabil.**, v. 63, p. 235-237, 1982.

GREEN, A.L. et al. The influence of oral creatine supplementation on metabolism during sub-maximal incremental treadmill exercise. **Proc. Nutr. Soc.**; v. 53, p. 84a, 1993.

_____. Carbohydrate ingestion augments creatine retention during creatine feeding in humans. **Acta Physiol. Scand.**; v. 158, p. 195-202, 1996

_____. Carbohydrate feeding augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans. **Am.J.Physiol.**; v. 271, p. E821-E826, 1996.

GREENHAFF, P.L. et al. Influence of oral creatine supplementation of muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. **Clin. Sci.**; v. 84, p. 565-571, 1993.

_____. Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis. **Am. J. Physiol.**; v. 266, p. E725-E730, 1994.

GUEDES, D.P.; GUEDES, J.E.R.P. **Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes**. São Paulo: CLR Balieiro, 1997.

GUIMBAL, C.; Kilimann, M.W. A Na-dependent creatine transporter in rabbit brain, muscle, heart and kidney. **J. Biol. Chem.**; v. 268, p. 8418-8421, 1993.

HARRIS, R.C.; HULTMAN, E.; NORDESJO, L.O.: Glycogen, glycolytic intermediates and high-energy phosphates determined in biopsy samples of musculus quadriceps femoris of man at rest. **Scand. J. Clin. Lab. Invest.**; v. 33, p. 109-120, 1974.

_____. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. **Clin. Sci.**; v. 83, p. 367-374, 1992.

HAUGLAND, R.B.; CHANG, D.T. Insulin effect on creatine transport in skeletal muscle. **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.**; v. 148 p. 1-4, 1975.

HAUSSINGER, D.; LANG, F. Cell volume in the regulation of hepatic function: A mechanism for metabolic control. **Biochem. Biophys. Acta.**; v. 1071, p. 331-350, 1991.

_____. Cellular hydration state: An important determinant of protein catabolism in health and disease. **Lancet** ; v. 341, p. 1330-1332, 1993.

HEYMSFIELD, S.B. et al. Measurement of muscle mass in humans: validity of the 24 hour urinary creatinine method. **Am. J. Clin. Nutr.**; v. 37, p. 478-494, 1983.

HEYWARD, V.H.; STOLARCZYK, L.M. Skinfold method. In: HEYWARD, V.H.; STOLARCZYK, L.M. **Applied body composition assessment**. Champaign: Human Kinetics, 1996. p. 21-43.

_____. Assessing strength and muscular endurance. In: HEYWARD, V.H. **Advanced fitness assessment and exercise prescription**. 3rd. ed. Champaign: Human Kinetics, 1997. p. 105-120.

HIRVONEN, J. et al. Fatigue and changes of ATP, creatine phosphate, and lactate during the 400-m sprint. **Can. J. Sport Sci.** ; v. 17, p. 141-144, 1992.

HOBBERMAN, H.D.; SIMS, E.A.H.; PETERS, J.H. Creatine and creatinine metabolism in the normal male adult studied with the aid of isotopic nitrogen. **J. Biol. Chem.**; v. 172, p. 45-58, 1948.

HOOLMAN, W.; HETTINGER, T. **Medicina de esporte**. São Paulo: Manole, 1983.

HOOGWERF, B.J., LAINE, D.C., GREENE, E. Urine C-peptide and creatinine (Jaffe method) excretion in healthy young adults on varied diets: sustained effects of varied carbohydrate, protein and meat content. **Am. J. Clin. Nutr.** ; v. 43, p. 350-60, 1986.

HULTMAN, E.; BERGSTROM, T.; ANDERSON, N.M. Breakdown and resynthesis of phosphorylcreatine and adenosine triphosphate in connection with muscular work in man. **Scand. J. Clin. Lab. Invest.**; v. 19, p. 56-66, 1967.

_____. Energy metabolism and fatigue. In: TAYLOR, P.; GOLLNICK, H.J.; GREEN, H. **Biochemistry of Exercise VII**. Champaign: Human Kinetics, 1990. p. 73-92.

HOOD, D.A.; TERJUNG, R.L. Amino acid metabolism during exercise and following endurance training. **Sports Med.**; v. 9, p. 23-35, 1990.

HUNTER, A. **Monographs on biochemistry: creatine and creatinine**. London: Longmans, 1928.

INFANTE, A.A.; KLAUPIKS, D.; DAVIES, R.E. Phosphorylcreatine consumption during single working contraction of isolated muscle. **Biochem. Biophys. Acta.**; v. 94 p. 504-515, 1965.

INGWALL, J.S. et al. Specificity of creatine in the control of muscle protein synthesis. **J. Cell. Biol.**; v. 63, p. 145-151, 1974.

KAMBER, M. et al. Creatine supplementation-Part I: performance, clinical chemistry, and muscle volume. **Med. Sci. Sports Exerc.**; v. 31 n.12, p. 1763-1769, 1999.

KRAEMER, W.J.; DESCHENES, M.R. ; FLECK, S.J. Physiological adaptations to resistance exercise: implications for athletic conditioning. **Sports Med.**; v. 6 p. 246-256, 1988

_____. Compatibility of high intensity strength and endurance training on hormonal and skeletal muscle adaptations. **J. Appl. Physiol.**; v. 78, n. 3, p. 976-989, 1995.

_____. Endogenous anabolic hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercises in males and females. **Int. J. Sports Med.**; v. 12, p. 228-235, 1991.

KREIDER, R.B.; MIRIEL, V.; BERTUN, E. Amino acid supplementation and exercise performance: analysis of the proposed ergogenic value. **Sports Med.**; v. 16, p. 190-209, 1993.

_____. Effects of creatine supplementation on body composition strength, and sprint performance. **Med. Sci. Sports Exerc.**; v. 30, p. 73-82, 1998.

_____. Creatine supplementation: analysis of ergogenic value, medical safety, and concerns. **J. Exerc. Physiol.** Disponível em: <http://www.css.edu/users/tboone2/asep/jan3.htm>, 1998.

LARSON, D.E. et al. Creatine supplementation and performance during off-season training in female soccer players. **Med. Sci. Sports Exerc.**; v. 30, p. S264, (abstract), 1998.

LEMON, P.W.R. Protein and amino acids needs of the strength athlete. **Int. J. Sports Nutr.**; v. 1, p. 127-145, 1991

LEXELL, J.; HENRIKSSON-LARSEN, K.; SJONSTROM, M. Distribution of different fiber types in human skeletal muscles.2. A study of cross-sections of whole m. vastus lateralis. **Acta Physiol. Scand.**; v. 117, p. 115-122, 1983.

McCALL, G.E. et al. Muscle fiber hypertrophy, hiperplasia, and capillary density in college men after resistance training. **J. Appl. Physiol.**; v. 81, n. 5, p. 2004-2012, 1986.

MacDOUGALL, J.D. et al. Biochemical adaptation of human skeletal muscle to heavy resistance training and immobilization. **J. Appl. Physiol.**; v. 43, p. 700-703, 1977.

_____. Mitochondrial volume density in human skeletal muscle following heavy resistance training. **Med. Sci. Sports Exerc.**; v. 11, p. 164-166. 1979.

_____. Effects of strength training and immobilization on human muscle fibers. **Eur. J. Appl. Physiol.**; v. 43, p. 25-34, 1980.

MAGANARIS, C. N.; MAUGHAN, R. J. Creatine supplementation enhances maximum voluntary isometric force and endurance capacity in resistance trainge men. **Acta Physiol. Scand.**; v. 163, n. 3, p. 279-287, 1998.

MALINA, R.M. Anthropometry. In: MAUD, P.J.; FOSTER, C. **Physiological assessment of human fitness**. Champaign: Human Kinetics, 1955, p. 205-219.

MANTA, P. et al. Size and proportion of fiber type in human muscle fascicles. **Clin. Neuropathol.**; v. 15, p. 116-118, 1996.

MAUGHAN, R. J.: Creatine supplementation and exercise performance. **Int. J. Sport Nutr.**; v. 5, p. 94-101, 1995.

_____. **Bioquímica do exercício e do treinamento**. São Paulo: Manole, 2000.

MAYHEW, T.P. et al. Muscular adaptation to concentric and eccentric exercise at equal power levels. **Med. Sci. Sports Exerc.**; v. 27, p. 868-873, 1995.

MONTEIRO, W.D. Avaliação das características morfológicas. In: MONTEIRO, W.D. **Personal training**: manual para avaliação e prescrição de condicionamento físico. Rio de Janeiro: Sprint, 1998. p. 33-62.

NARICI, M.V.; KAYSER, B. Hypertrophic response of human skeletal muscle to strength training in hypoxia and normoxia. **Eur. J. Appl. Physiol.**; v. 70, p. 213-219, 1995.

NOONAN, D. et al. Effects of varying dosages of oral creatine relative to fat free body mass on strength and body composition. **J. Strength Condit. Res.**; v. 12, p. 104-108, 1998.

ODLAND, L. M. et al. The effect of oral Cr supplementation on muscle (PCr) and power output during a short-term maximal cycling task. **Med. Sci. Sports Exerc.**; v. 26, p. S23, 1994.

ODOOM, J.E.; KEMP, G.J.; RADDA, G.K. Control of intracellular creatine concentration in a mouse myoblast cell line. **Biochem. Soc. Trans.**; v. 21, p. 441s, 1993.

PEARSON, D.R. et al. Long-term effects of creatine monohydrate on strength and power. **J. Strength Condit. Res.**; v. 13, p. 187-192, 1999.

PEREIRA, B.; SOUZA JR., T.P. **Dimensões Biológicas do Treinamento Físico**. São Paulo: Phorte , 2002.

PEETERS, B.M.; LANTZ, C.D.; MAYHEW, J.L. Effect of oral creatine monohydrate and creatine phosphate supplementation on maximal strength indices, body composition, and blood pressure. **J. Strength Condit. Res.**; v. 13, p. 3-9, 1999.

PETROSKI, E. L. **Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para estimativa da densidade corporal em adultos.** Tese (Doutorado em Ciência do Movimento Humano). Centro de Educação Física e Desporto, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.

PUNKT, K.; MEHLHORN, H.; HILBIG, H. Region and age-dependent variations of muscle fiber properties. **Acta Histochem.**; v. 100, p. 37-58, 1998.

RASCH, P.J. **Kinesiology and applied anatomy.** 7th .ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1989.

RAWSON, E. S.; CLARKSON, P. M. Acute creatine supplementation in older man. **Int. J. Sports Med.**; v. 21, n. 1, p. 71-75, 2000.

_____. The effects of creatine supplementation on exercise-induced damage. **J. Strength Condit. Res.**; v. 15, n. 2, p.178-184, 2001.

SAHLIN, K. Metabolic changes limiting muscle performance. In: SALTIN, B. **Biochemistry of exercise VI.** Champaign: Human Kinetics, 1986. p. 323-343.

SODERLUND, K.; GREENHAFF, P.; HULTMAN, E. Energy metabolism in type I and type II human muscle fibres during short term electrical stimulation at different frequencies. **Acta Physiol. Scand.**; v. 144, p. 15-22, 1992.

_____. Creatine supplementation and high intensity exercise: influence on performance and muscle metabolism. **Clin. Sci.**; v. 87, p. 120-121, 1994.

SPANDE, J.I.; SCHOTTELIUS, B.A.: Chemical basis of fatigue in isolated mouse soleus. **Am. J. Physiol.**; v. 219, p. 1490-1496, 1970.

STARON, R. S. et al. Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. **Eur. J. Appl. Physiol.**; v. 60, p. 71-79, 1989.

_____. Skeletal muscle adaptations during the early phase of heavy-resistance training in men and women. **J. Appl. Physiol.**; v. 76, p. 1247-1255, 1994.

STEENGE, G.R. et al. Stimulatory effect of insulin on creatine accumulation in human skeletal muscle. **Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.**; v. 275, p. E974-E979, 1998.

STONE, M.H. et al. Effects in-season (5 weeks) creatine and pyruvate supplementation on anaerobic performance and body composition in american football players. **Int. J. Sports Nutr.**; v. 9, p. 146-165, 1999.

STOUD, M.A. et al. Effects of oral creatine supplementation on respiratory gas exchange and blood lactate accumulation during steady-state incremental exercise and recovery in man. **Clin. Sci.**; v. 87, p. 707-710, 1994.

TESCH, P. A.; LARSSON, L. Muscle hypertrophy in bodybuilders. **Eur. J. Appl. Physiol.**; v. 49, p. 301-306, 1982.

_____. Muscle capillary supply and fiber type characteristics in weight and powerlifters. **J. Appl. Physiol.**; v. 56, p. 35-38, 1984.

_____. Muscle metabolism during intense, heavy-resistance exercise. **Eur. J. Appl. Physiol.**; v. 55, p. 362-366, 1986.

_____. Creatine phosphate in fiber types of skeletal muscle before and after exhaustive exercise. **J. Appl. Physiol.**; v. 66, p. 1756-1759, 1989.

THE AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Roundtable: The physiological and health effects of oral creatine supplementation. **Med. Sci. Sports Exerc.**; v. 32, n. 3, p. 706-717, 2000.

THORTENSSON, A. Muscle strength, fibre types and enzyme activities in man. **Acta Physiol. Scand.**; suppl. 443, p. 1-45, 1976.

URBANSKI, R. L.; VICENT, W. J.; YASPELKIS III, B. B. Creatine supplementation differentially affects maximal isometric strength and time to fatigue in large and small muscle groups. **Int. J. Sport Nutr.**; v. 9, n. 2, p. 136-145, 1999.

VANDENBERGHE, K. et al. Long-term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training. **J. Appl. Physiol.**; v. 83, n. 6, p. 2055-2063, 1997.

VIRU, A. Mobilization of the possibilities of the athlete's organism: a problem. **J. Sports Med. Phys. Fitness.**; v. 33, p. 413-425, 1993

_____. Differences in effects of various training regimes on metabolism of skeletal muscles. **J. Sports Med. Phys. Fitness.**; v. 34, p. 217-227, 1994.

VOLEK, J. S.; KRAEMER, W. J. Creatine Supplementation: Its effect on human muscular performance and body composition. **J. Strength Cond. Res.**; v. 10, n. 3, p. 200-210, 1996.

_____. Creatine supplementation enhances muscular performance during high-intensity resistance exercise. **J. Am. Diet. Assoc.**; v. 97, p. 765-770, 1997

_____. Performance and muscle fiber adaptations to creatine supplementation and heavy resistance training. **Med.Sci. Sports Exerc.**; v. 31, n. 8, p. 1147-1156, 1999.

WALKER, J.B. Creatine: Biosynthesis, regulation and function. **Advanc. in Enzymol.**; v. 50, p. 177-242, 1979.

- WARREN, G. L.; FENNESY, J. M.; MILLARD-STAFFORD, M. L. Strength loss after eccentric contractions is unaffected by creatine supplementation. **J. Appl. Physiol.**; v. 89, n. 2, p. 557-562, 2000.
- WARD, P.E.; WARD, R.D. **Enciclopedia of weight training**: Understanding the scientific, theoretical and practical basis of weight training. California: Laguna Hills, 1991.
- WEINECK, J. **Treinamento ideal**. 9ª ed. São Paulo: Manole, 1999.
- WILLIAMS, M.H.; BRANCH J.D. Creatine supplementation and exercise performance: an update. **J. Am. Coll. Nutr.**; v. 17, p. 216-234, 1998
- _____. **Creatina**. São Paulo: Manole, 2000.
- WILOUGHBY, D. S. The effects of mesocycle-length weight training programs involving periodization and partially equated volumes on upper and lower body strength. **J. Strength Cond. Res.**; v. 7, p. 2-8, 1993.
- WOOD, K.K. et al. The effects of creatine monohydrate supplementation on strength, lean body mass, and circumferences in male weightlifters. **Med. Sci. Sports Exerc.**; v. 30, p. S272. (abstract), 1998.
- WYSS, M.; KADDURAH-DAOUK, R. Creatine and creatinine metabolism. **Physiol. Rev.**; v. 80, n. 3, p. 1107-1213, 2000.
- YOUNG, W.B.; BILBY, G.E. The effect of voluntary effort to influence speed of contraction on strength, muscular power, and hypertrophy development. **J. Strength Cond. Res.**; v. 7, n. 3, p. 172-178, 1993.
- ZATSIORSKY, V.M. **Science and practice of strength training**. Champaign: Human Kinetics, 1995.

ZIEGENFUSS, T.N.; LOWERY, L.M.; LEMON, P.W.R. Acute fluid volume changes in men during three days of creatine supplementation. **J. Exerc. Physiol.** Disponivel em: <<http://css.edu/users/tboone2/asep/jan13d.htm>>., 1998.

ANEXO I

TERMO DE CONSENTIMENTO

O indivíduo aqui subscrito consente voluntariamente em participar de um programa de treinamento de musculação por 8 semanas em conjunto com suplementação de creatina, sem participar de mais nenhum tipo de atividade física. Sendo que para se avaliar a eficiência do programa serão medidos, no início e ao fim do treinamento, os componentes de composição corporal e força pelos testes: (1) antropométrico e (2) aptidão muscular.

EXPLICAÇÃO DO TREINAMENTO

O treinamento será realizado por um período de 8 semanas em conjunto com a suplementação de creatina, com o objetivo de aumentar a massa muscular do indivíduo aqui subscrito.

EXPLICAÇÃO DOS TESTES

Os procedimentos do teste antropométrico envolvem a coleta das medidas das dobras cutâneas, circunferências, peso e altura.

A determinação da aptidão muscular será composta por dois testes: o primeiro é realizado através da medida da força isométrica com o auxílio de um dinamômetro; o segundo tem como objetivo medir a carga máxima em que o indivíduo consegue realizar somente um movimento do exercício determinado.

RISCOS E DESCONFORTOS

Você pode sentir alguma dor durante as medidas de dobras cutâneas devido ao seu procedimento.

Há uma pequena possibilidade de ocorrer alguma distensão muscular ou alguma dor nas articulações durante o teste de força dinâmica máxima. Além disso, você pode sentir dor de 24 a 48 horas após o teste.

QUESTIONAMENTO

Perguntas quanto aos procedimentos utilizados durante os testes são encorajadas. Caso você tenha alguma questão ou queira mais informações, peça-nos maiores explicações.

CONSENTIMENTO

Sua permissão para a participação deste programa de treinamento físico é estritamente voluntária. Você está livre para interromper o treinamento em qualquer ponto, caso assim o queira.

Li este termo cuidadosamente e entendi todos os procedimentos do treinamento e testes que realizarei e os riscos e desconfortos envolvidos. Conhecendo estes riscos e tendo a oportunidade de realizar perguntas que foram respondidas, consinto em participar deste treinamento e que os resultados sejam utilizados em futuras publicações ou apresentações.

Data

Assinatura do avaliado

Data

Assinatura da testemunha

Data

Assinatura do responsável

Nome: _____ Sexo: _____
____/____/____.

Data de nasc. _____

FICHA DE ANAMNESE

Histórico Familiar:

Doenças do coração: () sim () não Qual? _____

Hipertensão Arterial: () sim () não

Diabetes: () sim () não

Obesidade: () sim () não

Histórico Pessoal:

Doenças do coração: () sim () não Qual? _____

Hipertensão Arterial: () sim () não

Diabetes: () sim () não

Bronquite: () sim () não

Asma: () sim () não

Ataques epiléticos: () sim () não

Fraturas: () sim () não Onde? _____

Dores na coluna: () sim () não Região? _____

Dores articulares: () sim () não Onde? _____

Hábitos:

Fuma: () sim () não Quantos cigarros por dia? _____

Medicamentos:

Toma algum medicamento: () sim () não Qual? _____

Faz uso de esteróides anabólicos androgênicos: () sim () não

FICHA DE AVALIAÇÃO

Data: ___ / ___ / ___.

Peso: _____ kg.

Altura: _____ cm

Circunferências:

Braço flex. e cont.: _____ cm

Antebraço: _____ cm

Peitoral: _____ cm

Cintura: _____ cm

Abdômen: _____ cm

Quadril: _____ cm

Coxa: _____ cm

Panturrilha: _____ cm

Dobras	1ª medida	2ª medida	3ª medida
Subescapular			
Tricipital			
Peitoral			
Axilar Média			
Supra-ilíaca			
Abdominal			
Coxa			

ANEXO II

Valores	Grupo A		Grupo B	
	MPSR (%)	Δ SR (kg)	MPSR (%)	Δ SR (kg)
Mínimo	8,20	10,00	9,80	10,00
Q1	22,43	17,00	20,63	18,00
Q2	32,61	30,00	24,59	22,00
Q3	43,89	33,00	31,13	26,00
Máximo	55,56	40,00	36,11	30,00

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75.

TABELA 16. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) da resultante de força máxima maximorum no exercício de supino reto (SR) nos grupos A e B.

Valores	Grupo A		Grupo B	
	MPAG (%)	Δ AG (kg)	MPAG (%)	Δ AG (kg)
Mínimo	17,44	20,00	14,08	20,00
Q1	29,41	33,00	18,89	20,00
Q2	41,07	44,00	21,74	24,00
Q3	47,55	49,00	25,26	38,00
Máximo	54,35	53,00	39,22	40,00

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75.

TABELA 17. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) da resultante de força máxima maximorum no exercício de agachamento (AG) nos grupos A e B.

Valores	Grupo A		Grupo B	
	MPDS (%)	Δ DS (kg)	MPDS (%)	Δ DS (kg)
Mínimo	28,57	12,00	12,07	7,00
Q1	31,31	16,50	17,44	11,00
Q2	38,46	19,00	30,77	14,00
Q3	53,57	28,00	37,50	18,00
Máximo	75,00	30,00	50,00	22,00

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75.

TABELA 18. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) na resultante de força máxima maximorum no exercício de desenvolvimento (DS) nos grupos A e B.

Valores	Grupo A		Grupo B	
	MPRD (%)	Δ RD (kg)	MPRD (%)	Δ RD (kg)
Mínimo	7,14	4,00	9,09	4,00
Q1	25,22	11,00	23,50	12,50
Q2	33,33	14,00	33,33	14,00
Q3	54,73	21,00	48,53	17,50
Máximo	57,89	26,00	57,89	22,00

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75.

TABELA 19. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) na resultante de força máxima maximorum no exercício rosca direta (RD) nos grupos A e B.

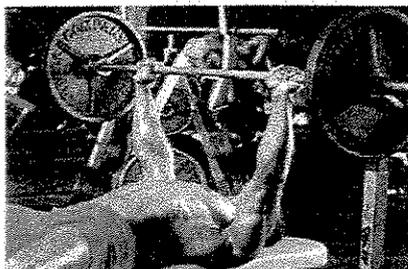
Valores	Grupo A		Grupo B	
	MPSF (%)	Δ SF (kg)	MPSF (%)	Δ SF (kg)
Mínimo	23,08	12,00	8,33	6,00
Q1	46,64	30,00	24,33	17,00
Q2	57,69	32,00	36,67	22,00
Q3	86,46	45,00	43,16	28,00
Máximo	126,67	60,00	72,41	42,00

Q1 = representa o percentil 25. Q2 = representa o percentil 50 ou mediana. Q3 = representa o percentil 75.

TABELA 20. Comparação da melhora percentual (MP) e delta (Δ) na resultante de força máxima maximorum no exercício supino fechado (SF) nos grupos A e B.

APÊNDICE

EXERCÍCIOS PROPOSTOS (FOTOS), NOMENCLATURA (PORTUGUÊS/INGLÊS) E PRINCIPAIS GRUPAMENTOS MUSCULARES ENVOLVIDOS



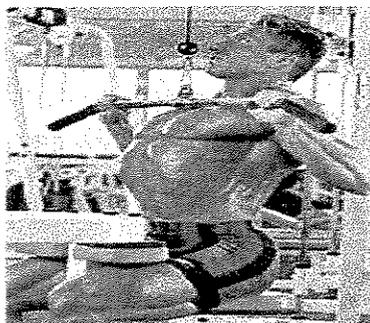
Supino Reto (*Barbell bench press*)

Peitoral maior; Porção longa do tríceps; Porção média do tríceps; Deltóide anterior



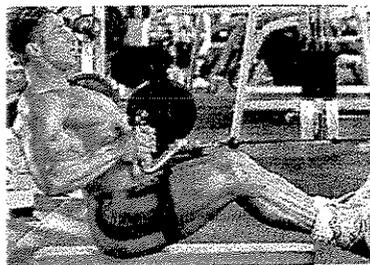
Supino Inclinado (*Incline Barbell Bench Press*)

Peitoral maior; Feixe clavicular do peitoral maior; Deltóide anterior; Porção longa do tríceps; Porção média do tríceps.



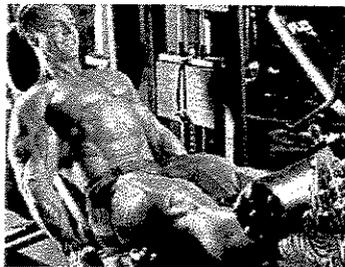
Puxador Frontal (*Lat Machine Pulldowns*)

Grande dorsal; Redondo maior; Bíceps; Braquial; Braquiorradial



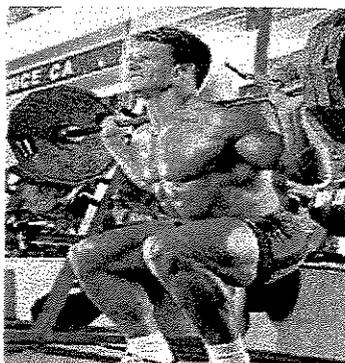
Remada baixa (*Seated cable rows*)

Grande dorsal; Redondo maior; Deltóide posterior; Trapézio; Bíceps; Braquial



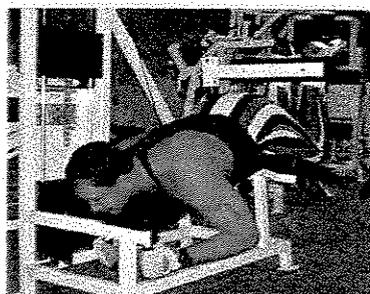
Extensão de pernas (*Leg extension*)

Reto femoral; Vasto medial; Vasto lateral; Vasto intermédio



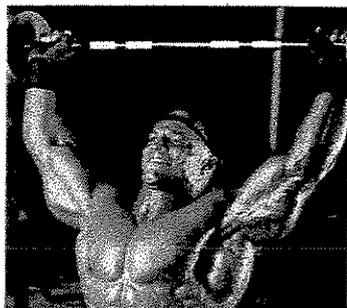
Agachamento (*Squat*)

Glúteo máximo; Glúteo médio; Reto femoral; Vasto medial; Vasto lateral; Vasto intermédio



Flexão de perna (*Leg curls*)

Bíceps femoral (porção longa); Bíceps femoral (porção curta); Semitendinoso; Semimembranoso; Gastrocnêmio



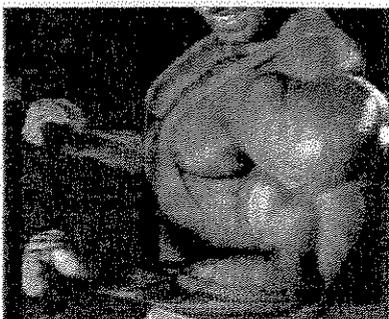
Desenvolvimento pela frente (*Military press*)

Deltóide (porção anterior, medial e posterior); Bíceps; Tríceps (porção longa e média); Feixe clavicular do Peitoral maior.



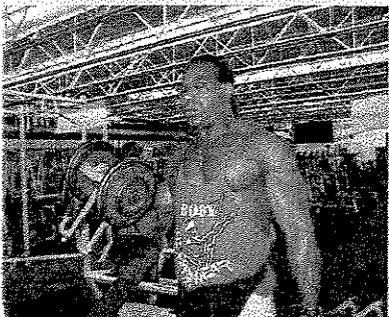
Elevação lateral (*Standing lateral raises*)

Deltóide (porção anterior, média e posterior);
Trapézio;



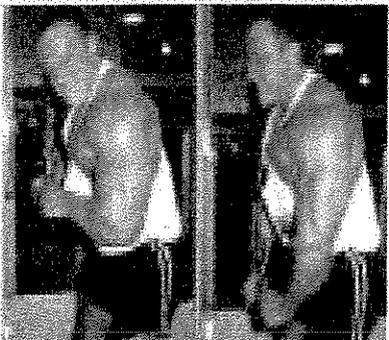
Rosca direta (*Standing barbell curls*)

Bíceps (porção longa e curta); Braquial



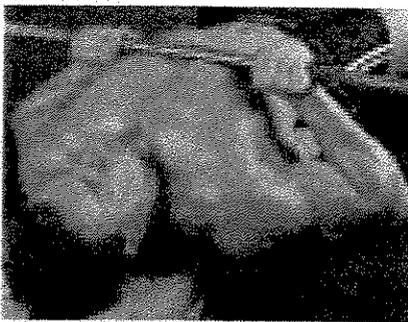
Rosca alternada (*Alternate dumbbell curls*)

Bíceps (porção longa e curta); Braquial;
Braquiorradial; Deltóide (porção anterior)



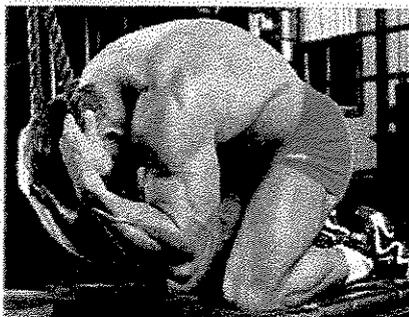
Extensão do tríceps no Pulley (*Lat machine press downs*)

Tríceps (porção longa, medial e lateral)



Extensão do tríceps com barra – Supino fechado (*Close-grip-bench press*)

Tríceps (porção longa, medial e lateral);
Peitoral maior



Abdominal com carga (*Crunches*)

reto abdominal; Oblíquo interno; Oblíquo
externo; Transverso

Obs.: Os grupamentos musculares indicados nos exercícios acima, correspondem apenas aos principais músculos envolvidos nos movimentos, e não à análise cinesiológica dos exercícios.





UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE