

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE**

RENATA SELVATICI BORGES JANUÁRIO

**IMPACTO DO TREINAMENTO
COM PESOS E DA
SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA
SOBRE A COMPOSIÇÃO
CORPORAL DE MULHERES
IDOSAS**

Londrina
2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

RENATA SELVATICI BORGES JANUÁRIO

**IMPACTO DO TREINAMENTO
COM PESOS E DA
SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA
SOBRE A COMPOSIÇÃO
CORPORAL DE MULHERES
IDOSAS**

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação
Associado em Educação Física –
UEM/UEL para obtenção do título de
Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
Co-Orientador: Prof. Dr. Alexandre Hideki Okano

Londrina
2009

RENATA SELVATICI BORGES JANUÁRIO

**IMPACTO DO TREINAMENTO COM PESOS
E DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA
SOBRE A COMPOSIÇÃO CORPORAL DE
MULHERES IDOSAS**

Este exemplar corresponde à defesa
de Dissertação de Mestrado defendida
por Nome Completo do Estudante e
aprovada pela Comissão julgadora em:
___/___/2009.

Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
Orientador

Prof. Dr. Alexandre Hideki Okano
Co-Orientador

Londrina
2009

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Edilson Serpeloni Cyrino
- Orientador -

Prof. Dr. Sebastião Gobbi

Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari

Dedicatória

Dedico este trabalho a meus pais Jorge e Silvia, meu irmão Rafael e meu marido Fernando, pelas manifestações de apoio. Com muito amor.

Epígrafe

"Determine that the thing can and shall be done, and
then ... find the way."

Abraham Lincoln

Agradecimentos

Ao professor doutor Edilson Serpeloni Cyrino, pela sua extrema competência e dedicação. Pessoa que tenho como referência para vida pessoal e profissional. Agradeço pelos ensinamentos, apoio e oportunidade de desfrutar de seus conhecimentos e me proporcionar crescimento profissional e acima de tudo, por ter me ensinado o significado da frase: “Unidos somos fortes”.

Ao professor co-orientador Alexandre Okano que de maneira bastante prestativa se prontificou a auxiliar no desenvolvimento desse trabalho.

Aos professores doutores Leandro Ricardo Altimari e Sebastião Gobbi, membros titulares da banca, e Christianne de Faria Coelho Ravagnani e Marcos Doederlein Polito, membros suplentes, por aceitarem participar da avaliação deste trabalho. Ao professor Leandro, sobretudo, pela paciência nas aulas de estatística.

Aos companheiros de projeto e amigos: Aline, Fábio, Matheus e Cássio, Gobbo, por serem grandes incentivadores, pelas discussões produtivas, por serem companheiros em acordar às 5h da manhã, por agüentarem todo estresse do projeto e toda alegria, por chorarem comigo na festa de encerramento, enfim porque sem eles não teria sido tão bom e certamente a concretização deste trabalho não seria possível. Muito obrigada por tudo.

Aos colegas da Quality Academia, em especial o Thiago, pela parceria e credibilidade no nosso trabalho, e por cederem gentilmente o espaço para o treinamento das idosas.

Aos colegas do GEPEMENE (Grupo de Estudo e Pesquisa em Metabolismo, Nutrição e Exercício) que durante esses anos vêm, de forma incansável, correndo atrás de um objetivo comum. A todos que participaram das “calorosas discussões” das tardes de quinta-feira.

A todas as idosas que voluntariamente participaram do projeto, pela paciência e carinho durante esta longa caminhada.

Aos meus todos meus alunos, em especial, Mariana (Xaverinha), Gisely, Cecília, Laís, Anny, João Paulo, João Alfredo e Ricardo que contribuíram com tempo e dedicação durante o projeto.

E a Deus, por conduzir a minha vida.

JANUÁRIO, Renata Selvatici Borges. **Impacto do treinamento com pesos e da suplementação de creatina sobre a composição corporal de mulheres idosas.** 2009. 85f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Centro de Educação Física e Esporte. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi analisar os possíveis efeitos da suplementação de creatina e do treinamento com pesos sobre componentes da composição corporal em mulheres idosas. Quarenta e cinco mulheres idosas, aparentemente saudáveis, após serem acompanhadas por 12 semanas, foram divididas em quatro grupos, dos quais dois foram submetidos à prática regular de treinamento com pesos por 12 semanas (uma programação, três sessões semanais, oito exercícios/sessão, duas séries de 10-15 RM), associada à suplementação de creatina (CRT, $n = 11$, idade = $65,3 \pm 3,8$ anos) ou placebo (PLT, $n = 11$, idade = $67,2 \pm 5,6$ anos). O restante dos sujeitos compôs o grupo controle que foi submetido a 30 min de exercícios de alongamento, em duas sessões semanais, durante o mesmo período, contudo, consumindo creatina (CRC, $n = 11$, idade = $66,4 \pm 4,3$ anos) ou placebo (PLC, $n = 12$, idade = $65,6 \pm 3,6$ anos). A suplementação de creatina ou placebo (maltodextrina) foi consumida em uma única dose diária de 5 g associada a 250 ml de bebida carboidratada. A composição corporal foi determinada por absorptometria radiológica de dupla energia (DEXA), com a água corporal total (ACT) sendo estimada por bioimpedância e a massa muscular predita pela equação de Kim et al (2004). O consumo energético e as proporções de macronutrientes ingeridos foram monitorados por registros alimentares de três dias, no início e no final do período de suplementação. ANOVA fatorial para medidas repetidas foi empregada para as comparações entre os grupos (treinamento e controle) e os tratamentos (creatina e placebo) nos diferentes períodos de tempo (pré e pós-suplementação), seguida pelo teste *post hoc* de Tukey, quando $P < 0,05$. Nenhuma diferença nos hábitos nutricionais foi identificada na comparação entre os grupos, tanto no início quanto no final do período de suplementação ($P > 0,05$). Interação suplementação vs. tempo foi identificada na massa corporal, com os grupos que receberam creatina apresentando maiores ganhos ao longo de 12 semanas ($F = 4,22$; $P < 0,05$). Por outro lado, nenhum efeito que pudesse ser atribuído ao TP ou a suplementação de creatina foi encontrado tanto na quantidade de gordura corporal relativa quanto absoluta ($P > 0,05$). Interações grupo vs. tempo foram verificadas na massa livre de gordura ($F = 5,58$; $P < 0,05$) e na massa muscular ($F = 11,56$; $P < 0,05$) indicando o impacto do TP. Entretanto, foi encontrada uma interação grupo vs. suplementação na massa muscular ($F = 4,40$; $P < 0,05$) indicando efeito adicional da suplementação de creatina nas idosas submetidas ao TP (CRT = +0,6 kg vs. PLT = +0,3 kg). A água corporal total também foi aumentada pelo efeito do TP e da suplementação de creatina ($F = 4,55$; $P < 0,05$). Os resultados sugerem que o TP pode favorecer o aumento da massa livre de gordura e da massa muscular e a associação deste tipo de treinamento com a suplementação de creatina pode maximizar os ganhos em mulheres idosas.

Palavras-Chave: creatina; treinamento com pesos; agente ergogênico; composição corporal; mulheres idosas.

JANUÁRIO, Renata Selvatici Borges. **Impact of resistance training and creatine supplementation on body composition in older women**. 2009. 85f. (Mestrado em Educação Física) – Center of Physical Education and Sport. Londrina State University, Londrina, 2009.

ABSTRACT

The purpose of the study was to analyze the isolate and associate effect of resistance training and creatine supplementation on body composition in elderly women. Forty-five healthy women after a 12 week accompaniment were subdivided into four groups. Two of these groups were submitted to regular resistance training (RT) for 12 week (one routine, three times/week, eight exercises, two sets of 10-15 RM) associated to creatine supplementation (RTC, $n = 11$, age = 65.3 ± 3.8 years) or placebo (RTP, $n = 11$, age = 67.2 ± 5.6 years). The others participants performed 30 min of stretching exercise two times/week, during the same period, also associated with creatine (CCR, $n = 11$, age = 66.4 ± 4.3 years) or placebo (CPL, $n = 12$, age = 65.6 ± 3.6 years). The creatine supplementation or placebo (maltodextrin) was consumed in one 5 g/day dose associated with 250 ml of carbohydrate drink. The body composition was assessed by dual energy x-ray absorptiometry, the total body water was estimated by bioelectric impedance and the muscle mass was calculated by equation of Kim et al (2004). The energy intake and macronutrients proportion were identified by three-day food record in the beginning and in the end of supplementation period. ANOVA with repeated measures was used for the comparison between groups (TG and CG), treatments (creatine and placebo) in two different times (pre and post-supplementation), followed by Tukey post hoc test when $P < 0.05$. No statistically significant difference was observed for the energy intake, and protein and lipids consumption after supplementation period ($P > 0.05$). Interaction supplementation vs. moment was observed for body mass, with greater gains during 12 weeks in the creatine groups ($F = 4.22$; $P < 0.05$). However, no significant effect of resistance training or creatine supplementation was found in relative fat and fat mass ($P > 0.05$). Interaction group vs. moment was observed for fat free mass ($F = 5.58$; $P < 0.05$) and muscle mass ($F = 11.56$; $P < 0.05$). Still, a significant interaction group vs. supplementation was found for muscle mass ($F = 4.40$; $P < 0.05$) identifying additional effect of creatine supplementation on elderly women underwent a resistance training (RTC = +0.6 kg vs. RTP = +0.3 kg). The total body water also received an accretion with the association of resistance training and creatine supplementation ($F = 4.55$; $P < 0.05$). These results suggest that 12 weeks of RT can induce the increment of fat free mass and muscle mass, but the association of this kind of training and creatine supplementation could maximize the gains in elderly women.

Keywords: creatine; resistance training; ergogenic aids; body composition; elderly women.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Delineamento experimental do estudo.....	39
Figura 2 -	Modificações na água corporal total pré e pós suplementação de creatina e placebo.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Efeitos da suplementação de creatina monoidratada sobre a composição corporal de indivíduos idosos.....	31
Tabela 2-	Características gerais da amostra (média \pm desvio padrão) antes (M1) e após (M2) as 12 semanas iniciais do estudo.....	41
Tabela 3-	Consumo alimentar (média \pm desvio padrão) na primeira e na última das 12 semanas de suplementação nos quatro grupos experimentais.....	42
Tabela 4-	Proporções de macronutrientes na dieta e valores relativos a massa corporal (média \pm desvio padrão) na primeira e na última das 12 semanas de suplementação nos quatro grupos experimentais.....	43
Tabela 5-	Comportamento de componentes da composição corporal (média \pm desvio padrão) nos momentos pré (M2) e pós (M3) 12 semanas de suplementação nos quatro grupos experimentais.....	44
Tabela 6-	Índice de massa muscular (IMM), massa muscular e massa óssea (média \pm desvio padrão) nos momentos pré (M2) e pós (M3) 12 semanas de suplementação nos quatro grupos experimentais.....	45
Tabela 7-	Coefficientes de correlação simples entre a variação na água corporal total (ACT) e a variação na massa corporal, na massa livre de gordura e na massa muscular do período pré- ao pós-suplementação de creatina ou placebo (M2 e M3).....	47
Tabela 8-	Parâmetros bioquímicos nos quatro grupos antes (M2) e após as 12 semanas de intervenção + suplementação (M3) (média \pm desvio padrão).....	48

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACT	Água corporal total
CP	Creatina fosfato
CRC	Grupo creatina controle
CRT	Grupo creatina treinamento
DXA	Absortometria radiológica de dupla energia
GC	Grupo controle
GGT	Gama glutamil transferase
GT	Grupo treinamento
MG	Massa gorda
MLG	Massa livre de gordura
MM	Massa muscular
PLC	Grupo placebo controle
PLT	Grupo placebo treinamento
RDA	<i>Recommended dietary allowance</i>
TGO	Aspartato amino transferase
TGP	Alanina amino transferase
%GORD	Gordura corporal relativa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	16
3 REVISÃO DA LITERATURA	17
3.1 Envelhecimento e o sistema muscular	17
3.2 Envelhecimento, exercício e composição corporal	20
3.3 Envelhecimento e nutrição	22
3.4 Creatina	24
3.3 Impacto do TP e da suplementação de creatina sobre a composição corporal de indivíduos idosos	27
4 MÉTODOS	33
4.1 Sujeitos	33
4.2 Antropometria	34
4.3 Composição corporal	34
4.4 Ingestão alimentar	36
4.5 Suplementação de creatina monoidratada	36
4.6 Protocolos de treinamento	36
4.6.1 Programa de treinamento com pesos	36
4.6.2 Programa de alongamento	38
4.7 Parâmetros bioquímicos	38
4.8 Delineamento experimental	38
4.9 Tratamento estatístico	40
5 RESULTADOS	41
5.1 Período pré suplementação	41
5.1.1 Características gerais	41
5.2 Período de suplementação	41
6 DISCUSSÃO	49
7 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	57
ANEXOS	76

1 INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento vem acompanhado de inúmeras modificações e está associado à maior prevalência de implicações funcionais e redução da qualidade de vida¹.

Adicionalmente, existe uma tendência natural de redução dos níveis de atividade física habitual com o avançar da idade², podendo afetar negativamente os diferentes componentes da composição corporal^{3,4}. Nesse sentido, as principais mudanças evidenciadas pela literatura têm sido caracterizadas pelo aumento nos depósitos de gordura corporal e, em particular, da gordura visceral, acompanhadas pela redução progressiva da massa isenta de gordura⁵, com destaque para o decréscimo de massa muscular e da densidade mineral óssea⁶.

Por outro lado, existem fortes indicativos de que a manutenção de um estilo de vida fisicamente ativo, nas diferentes fases da vida, possa atenuar, em grande parte, a queda de desempenho funcional associada ao processo de envelhecimento⁷.

Esse fato pode ser confirmado com base nos estudos que vêm sendo publicados, principalmente nas duas últimas décadas, sobre o impacto da prática regular de exercícios físicos na manutenção da saúde adequada e da qualidade de vida em indivíduos em diferentes faixas etárias^{8,9}. As recomendações para a população idosa têm valorizado a prática de exercícios com pesos, uma vez que a perda de força, resistência e potência muscular estão relacionadas à redução da mobilidade, sarcopenia, osteopenia e, conseqüente, aumento da vulnerabilidade para quedas¹⁰.

Assim, a prática regular de exercícios com pesos tem sido recomendada sistematicamente para indivíduos idosos com base nas informações relatadas na literatura¹¹ sobre os inúmeros benefícios acarretados por esse tipo de exercício, tais como: redução na incidência de quedas e de doenças crônico-degenerativas^{12,13}, aumento significativo da força e potência musculares¹⁴, incrementos na massa isenta de gordura¹⁵, melhora do equilíbrio¹⁶, aumento da velocidade de caminhada e, conseqüente, melhoria da capacidade funcional^{17,18}.

Vale destacar que grande parte dos resultados dos resultados associados à prática do treinamento com pesos (TP) é dependente da intensidade e do volume do treinamento¹⁹. Assim, o controle rigoroso de diversas variáveis como o número de exercícios, séries e repetições; a ordem e a velocidade de execução dos exercícios; os intervalos de recuperação entre séries e exercícios; a frequência semanal; os ajustes periódicos de carga, parecem ser determinantes para o alcance ou não dos objetivos propostos²⁰.

Conjuntamente com a prática regular de exercícios físicos a nutrição é outro importante fator que pode contribuir decisivamente para a melhoria da saúde e qualidade de vida da população idosa²¹. Assim, a busca por uma alimentação saudável e adequada para essa população e a descoberta de substâncias nutricionais que possam maximizar os efeitos do exercício físico têm sido grandes desafios para os pesquisadores das áreas relacionadas à saúde pública.

Entre as substâncias que vêm sendo investigadas sistematicamente e que tem demonstrado importantes efeitos ergogênicos, em diferentes populações, destaca-se a creatina. Estudos têm relatado que a utilização de creatina pode contribuir, sobretudo, para o aumento da massa isenta de gordura, força e potência muscular¹⁸. Vale ressaltar que a suplementação com creatina pode induzir um aumento expressivo das reservas musculares, em particular, de creatina fosfato (CP), um importante substrato energético para a execução de atividades de alta intensidade e curta duração²².

A grande vantagem aparente é que os possíveis efeitos ergogênicos da creatina podem beneficiar indivíduos de ambos os sexos e em diferentes faixas etárias²³⁻²⁵. Além disso, estudos recentes têm indicado que o uso da suplementação de creatina parece relativamente seguro, sobretudo, quando as doses e o período de suplementação atendem as recomendações produzidas a partir das informações disponíveis na literatura até o presente momento²⁶.

Assim, tanto a prática regular de exercícios físicos com pesos quanto à utilização de suplementos de creatina têm sido sugeridos como estratégias de intervenção não-farmacológicas bastante atraentes para atenuar a perda de massa muscular e massa óssea, sobretudo em indivíduos idosos²⁴. Todavia, existem poucas informações consistentes, até o presente momento,

sobre o efeito do TP associado ao uso de suplementação de creatina na população idosa.

Acredita-se que a prática regular do TP associado à suplementação de creatina possa proporcionar efeito adicional, em particular, sobre a massa muscular de idosos. Os poucos estudos disponíveis na literatura sobre têm relatado resultados bastante controversos que podem ser parcialmente explicados, pela falta de controle de importantes variáveis, como ausência de controle nutricional, diferentes níveis de condicionamento inicial dos voluntários, falta de grupo controle, delineamentos não-aleatorizados, uso de procedimentos estatísticos inadequados, número reduzido de voluntários, entre outros.

Portanto, espera-se que a presente investigação possa proporcionar importantes contribuições sobre o efeito isolado ou combinado do TP e da suplementação de creatina para a melhoria dos componentes da composição corporal em mulheres idosas.

2 OBJETIVOS

Analisar o efeito isolado e associado do treinamento com pesos e da suplementação de creatina sobre a composição corporal de mulheres idosas.

2.1 Objetivos específicos

- Estabelecer relações entre as possíveis modificações na quantidade de água corporal total e a massa muscular/massa livre de gordura induzidas pelo treinamento com pesos e pela suplementação de creatina;
- Identificar a influência da suplementação de creatina em indicadores bioquímicos de função hepática.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Envelhecimento o sistema muscular

Nas últimas décadas, a população idosa tem aumentado acentuadamente em todo o mundo²⁷, em decorrência, sobretudo, da melhora nas condições gerais de saúde e avanços consideráveis nas áreas de ciência e tecnologia.

O Brasil destaca-se por apresentar grandes taxas de crescimento nesse estrato populacional, com projeções para 2025 de cerca de 32 milhões de pessoas idosas²⁸. Estima-se ainda, que em 2050, os indivíduos acima de 65 anos, corresponderão a 19% da população brasileira²⁹. Em virtude desse aumento significativo do número de idosos no país, em detrimento aos demais segmentos etários, é natural que parte da comunidade científica e dos profissionais da área da saúde estejam, cada vez mais, preocupados com a qualidade desse envelhecimento³⁰.

Com o aumento da expectativa de vida, a incidência de doenças crônicas não transmissíveis também tende a aumentar^{31,32}. Embora o crescimento da população idosa seja um importante indicativo de melhoria da qualidade de vida, o processo de envelhecimento está relacionado a perdas significativas nas capacidades físicas, podendo provocar importante declínio da capacidade funcional e redução da autonomia, haja vista a diminuição fisiológica das diferentes funções associadas com a presença de distúrbios patológicos e, conseqüentemente, da capacidade de trabalho físico³³.

O sistema muscular representa um dos sistemas orgânicos mais afetados pelo processo de envelhecimento. Uma das maiores causas de incapacidade funcional parece ser o declínio da força e da massa muscular, denominada de sarcopenia³⁴.

Os declínios de força muscular decorrentes da idade apresentam impacto negativo para qualidade de vida e se correlacionam diretamente com a diminuição da massa muscular. Tem sido demonstrado que

a área de secção transversa total muscular reduz em média 40% entre os 20 e 60 anos³⁵

A diminuição de massa muscular é decorrente especialmente de uma redução no tamanho e número das fibras do tipo II, que são as mais ricas em CP³⁶, enquanto, as fibras de contração lenta, do tipo I, permanecem mais bem preservadas. Estudos sobre o processo de envelhecimento mostram reduções nas fibras do tipo II variando entre 20 a 50%, enquanto a magnitude de redução das fibras do tipo I varia entre 1 a 25%³⁵.

A sarcopenia, inicialmente descrita por Rosenberg³⁷, pode ser simplesmente definida como a perda de massa muscular associada ao processo de envelhecimento³⁸, estando atrelada à maior incidência de quedas³⁹, perda da independência e capacidade funcional¹ e aumento do risco de mortalidade em indivíduos idosos.

A sarcopenia é um processo multifatorial que envolve perda de unidades motoras, deservação progressiva, inflamação, desregulação hormonal, atrofia e desuso, estresse oxidativo, e disfunções mitocondriais (menor atividade enzimática e danos no DNA mitocondrial)^{40,41}. Outros aspectos importantes são a redução da ativação de unidades motoras⁴², a perda das proteínas contráteis e o aumento do tecido conectivo e gordura intramuscular¹⁴ e, conseqüentemente, a modificação da qualidade da musculatura esquelética^{42,43}.

Vários mecanismos têm sido propostos para tentar explicar o desenvolvimento da sarcopenia, dentre os quais destaca-se: uma incapacidade do músculo em se regenerar, em virtude da deficiência de células satélites e alterações no turnover protéico⁴⁴; aumento no estresse oxidativo⁴⁰; redução dos motoneurônios e reorganização das junções musculares⁴⁵; distúrbio no sistema endócrino⁴⁶; deterioração no sistema imune⁴⁷; e desenvolvimento do estado inflamatório crônico⁴⁸. Além disso, a sarcopenia pode ser produto do desequilíbrio entre a síntese e a degradação protéica ou entre a apoptose e o processo de regeneração ou, ainda, a combinação desses fenômenos⁴⁷.

A sarcopenia pode ser determinada por meio da análise da quantidade inicial de massa muscular do indivíduo e a sua taxa de declínio com a idade, o que pode variar entre 1% e 2% ao ano após os 50 anos⁴⁹.

Vários índices e técnicas de medida têm sido empregados para categorizar a sarcopenia. Uma forma de análise bastante comum é o estabelecimento do ponto de corte superior em dois desvios-padrão abaixo da média esperada para ambos os sexos, para adultos jovens e saudáveis, no índice de massa muscular relativo (IMM), definido pela razão entre a massa muscular apendicular e o valor da estatura elevado ao quadrado⁵⁰.

A massa muscular apendicular geralmente é obtida a partir de informações produzidas em exames de absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), embora equações antropométricas também possam ser utilizadas para essa finalidade. Valores de IMM inferiores a 5,45 kg/m² em mulheres e 7,26 kg/m² em homens são indicativos de sarcopenia⁵¹.

Um aspecto importante na etiologia da sarcopenia são as células satélites. Na musculatura esquelética, as células satélites são essenciais para o reparo, a manutenção e o crescimento das miofibrilas⁵². Vale destacar que as células satélites são consideradas precursores miogênicos diferenciados que se localizam entre o sarcolema e a lâmina basal da fibra muscular⁵³, na musculatura esquelética. Estas células possuem capacidade de gerar novas fibras musculares ou fornecer novos mionúcleos⁵⁴.

Em geral, o crescimento da musculatura esquelética ocorre por meio da hipertrofia das miofibrilas. De forma concomitante a modificação no tamanho da célula muscular, observa-se um aumento no número de mionúcleos. A razão entre o número de mionúcleos e a área de secção transversa tem sido definida como domínio mionuclear. É importante salientar que cada núcleo regula um determinado volume de citoplasma⁵⁴.

Embora as células satélites sejam fonte de novos mionúcleos e, via de regra, se mantenham em um estado não proliferativo⁵⁴, quando estimuladas com programas de exercícios, podem se proliferar e fornecer mionúcleos adicionais para aumentar as fibras musculares. Portanto, as células satélites desempenham importante papel na musculatura esquelética do indivíduo⁵⁵.

Em humanos parece que o número de células satélites varia entre os músculos com diferentes propriedades funcionais e entre indivíduos de diferentes idades e níveis de atividade física habitual variados⁵⁶.

Nesse sentido, Kadi et al.⁵⁶ verificaram um número significativamente menor (40%) de células satélites no músculo tibial anterior em idosos quando comparados aos jovens. Por outro lado, alguns estudos têm relatado que indivíduos idosos possuem conteúdo de células satélites similar ao encontrado em indivíduos jovens⁵².

O declínio no número e na função das células satélites decorrentes do processo de envelhecimento pode apresentar relação direta com a sarcopenia⁵⁶. Mais recentemente, foi reportado que a atrofia das fibras do tipo II em idosos, está associada tanto ao declínio das fibras quanto ao conteúdo reduzido de células satélites⁵⁷.

Ao longo da última década, alguns pesquisadores têm indicado que o TP pode induzir aumento a proporção de células satélites e o número de mionúcleos em músculos treinados^{56,58,59}, sugerindo que a ativação das células satélites decorrentes desse tipo de treinamento pode representar um importante mecanismo adaptativo durante a hipertrofia muscular em idosos⁶⁰.

3.2 Envelhecimento e exercício físico e composição corporal

À medida que a idade cronológica aumenta, os indivíduos tendem a se tornar menos ativos⁶. Dessa forma, o idoso pode estar ainda mais exposto aos inúmeros prejuízos do estilo de vida sedentário.

A inatividade física é reconhecida como um fator de risco para o desenvolvimento de diversas disfunções crônicas não transmissíveis, incluindo hipertensão arterial, doenças coronarianas, diabetes tipo 2, obesidade, e alguns tipos de câncer⁵. Além disso, indivíduos sedentários apresentam maior predisposição a deficiências funcionais^{8,9}. Apesar do esforço de organizações internacionais em conscientizar a população sobre os inúmeros benefícios oriundos da prática regular de exercícios físicos⁶¹, os níveis de atividade física se mantêm baixos, sobretudo, em países industrializados e na população idosa, especificamente⁶².

Um dos mais importantes avanços na área da saúde pública foi à comprovação de que a prática regular de exercícios físicos pode contribuir para a longevidade, reduzindo a incidência de doenças e, conseqüentemente,

o risco de morte prematura⁶³, principalmente quando os exercícios físicos são realizados na maioria dos dias da semana²⁰.

A queda na capacidade funcional, em particular a redução progressiva da força muscular e modificações deletérias na composição corporal⁶, acompanhada de aumento na incidência de doenças crônicas não transmissíveis são situações bastante comuns entre a população idosa.

Frente a essas modificações, a manutenção de um estilo de vida ativo, pode aparentemente, atenuar ou prevenir parte dessas mudanças^{64,65}, contribuindo para a manutenção ou melhoria da força e da massa muscular, além de outros importantes benefícios funcionais, idosos⁶⁶.

Assim, diversos estudos publicados ao longo das últimas décadas têm demonstrado a importância da prática regular do exercício físico para a prevenção e controle do declínio muscular e da capacidade funcional em idosos⁶⁷.

Nesse sentido, Frontera et al.⁶⁸ reportaram aumento na área de secção transversa do vasto medial (11,4%) e da força muscular (227%) após 12 semanas de treinamento de alta intensidade em idosos. Esses achados indicam que a idade não parece ser uma barreira para o aumento da massa e função muscular desencadeados pela prática do TP^{12-14,69}.

A população idosa apresenta ainda redução significativa da massa muscular⁴⁶. Este quadro atinge, principalmente, indivíduos sedentários após o início da terceira década de vida. Nesse momento, a perda de massa muscular é de aproximadamente 250 g por ano podendo dobrar após os 50 anos¹⁵. Por outro lado, em ambos os gêneros, a quantidade de gordura corporal relativa, pode atingir valores próximos a 50%⁷⁰. Como o tecido adiposo não tem atividade metabólica significativa, a taxa metabólica de repouso reduz em média 2% por década após os 40 anos⁷⁰.

Portanto, o processo de envelhecimento é caracterizado pela redução da massa livre de gordura e da massa óssea e por aumento da gordura corporal que sofre, adicionalmente, redistribuição nos compartimentos corporais⁴⁹.

Esses fatos exigem que a avaliação da composição corporal em idosos seja analisada criteriosamente, tendo em vista que métodos bastante usuais podem ser inadequados para essa população. Em virtude

dessas características às populações adulta e jovem, os métodos para estimativa da composição corporal em idosos têm sido amplamente discutidos na literatura⁵¹.

Ganhos médios de 5 a 10% na área de secção transversa muscular, acompanhados por aumento de 20 a 100% ou mais na força muscular têm sido encontrados em idosos submetidos ao TP¹⁶. Com base nessas informações o número de estudos sobre o impacto do TP em idosos tem aumentado exponencialmente, em particular, ao longo das duas últimas décadas^{17,71,72}.

Adicionalmente, o TP está, ainda, associado a melhoria nas condições clínicas de idosos, portadores de osteoartrite⁷³, osteoporose, doenças coronarianas⁷⁴, diabetes⁷⁵ e depressão⁷⁶.

3.3 Envelhecimento e nutrição

Uma constante fonte de preocupações no envelhecimento são as deficiências nutricionais. Os idosos por apresentarem longos períodos de doenças e internações frequentes podem ter maior dificuldade de recuperação e maior incidência na gravidade dessas disfunções, uma vez que os fatores nutricionais geralmente se apresentam deficientes nessa população⁷⁷.

Além disso, o envelhecimento está associado ao declínio da ingestão energética, um processo que tem sido denominado de anorexia do envelhecimento e que representa um importante fator para a progressão da sarcopenia⁷⁸⁻⁸⁰.

A anorexia aumenta o risco de perda severa de massa muscular, assim como, ocorre em determinadas condições patológicas ou estado catabólico severo. Essa perda, quando descontrolada pode provocar caquexia e declínio funcional progressivo⁷⁹.

O principal mecanismo responsável pela redução do consumo de alimentos com o envelhecimento parece ser a saciedade precoce, em virtude do aumento na liberação da colecistoquinina, em resposta ao aumento de consumo de gordura e aumento da leptina⁸⁰.

Todavia, uma nutrição inadequada não é apenas caracterizada pela ingestão insuficiente de energia. Na realidade, enquanto as calorias diárias dos idosos devem ser reduzidas, em virtude da redução do metabolismo basal, a demanda para a maior parte das vitaminas e minerais sofre aumento⁷⁰. Portanto, alimentos com maior valor nutritivo devem ser selecionados para a composição da dieta de modo que compensem as deficiências nutricionais acarretadas pela ingestão alimentar inadequada, distúrbios absorptivos fisiológicos relacionados ao envelhecimento, distúrbios de interação nutriente-droga e nutriente-nutriente (ou biodisponibilidade)⁸¹.

Em idosos, parece necessário ainda o aumento do consumo de proteínas, quando comparado ao recomendado para adultos jovens⁷⁰. Alguns pesquisadores advogam que um acréscimo moderado do aporte protéico, acima da recomendação de 0,8 g/kg massa corporal/dia, pode aumentar o anabolismo protéico e reduzir a perda progressiva de massa muscular com a idade⁸².

Em contrapartida, uma ingestão protéica reduzida pode maximizar o processo de sarcopenia⁸³, uma vez que uma das respostas compensatórias para um longo período de ingestão protéica deficiente é a redução progressiva na massa magra^{82,84}.

Assim, as recomendações atuais (RDA) para ingestão de proteína (0,8 g/kg massa corporal/dia), que atendem as necessidades da maior parte dos indivíduos adultos saudáveis não favorecem o controle da massa muscular em idosos. Em virtude da ausência de consenso sobre as necessidades protéicas de idosos, estudos de acompanhamento são necessários para estabelecer o consumo ótimo de proteína dentro desse grupo populacional⁸⁵.

Acredita-se que o aumento na ingestão protéica para valores próximos a 1,6 g/kg massa corporal/dia pode atenuar o processo de sarcopenia, além de aumentar a resposta hipertrófica ao exercício de sobrecarga³³. Vale ressaltar que, em média 15% dos indivíduos acima de 60 anos, consomem menos do que 75% da proteína recomendada para adultos⁸⁶.

Além do consumo diário de alimentos, outros fatores podem influenciar o estado nutricional do idoso, bem como as adaptações decorrentes de programas de exercícios físicos, sobretudo com aumento da massa

muscular. Há algumas décadas, diversas substâncias com potencial ergogênico aparente têm sido utilizadas, sobretudo no meio esportivo, na tentativa de maximizar o efeito das dietas e programas de exercícios físicos.

Tais substâncias têm como principal objetivo aumentar a capacidade do indivíduo em realizar trabalho. Embora venham sendo utilizadas também como importantes recursos para a promoção da saúde em grupos especiais como portadores de câncer e HIV/AIDS, bem como em idosos. Entre as substâncias com potencial ergogênico a creatina tem se destacado ao longo das duas últimas décadas, sendo uma das substâncias mais consumidas no mundo e um dos principais alvos de investigação na área de nutrição.

3.4 Creatina

Em 1832, o cientista francês, Michel Eugene Chevreul, extraiu da carne um novo constituinte e o denominou creatina. A creatina é uma amina nitrogenada, naturalmente encontrada nos alimentos e pode ser sintetizada endogenamente a partir de três aminoácidos: glicina, arginina e metionina. Mediante transaminação, o grupo amidina é transferido da arginina para a glicina formando guanidinoacetato e ornitina, em uma reação reversível catalisada pela enzima glicina transamidinase. A seguir, um grupo metil da S-adenosilmetionina é adicionado, de modo irreversível, à reação resultando em metilação do guanidinoacetato e formação da creatina. Essa reação é catalisada pela enzima guanidinoacetato metiltransferase⁸⁷.

Apesar da descoberta da creatina, bem como a descrição de suas funções no organismo, ter sido realizada na primeira metade do século XIX, os grandes avanços nos estudos sobre esta substância ocorreram somente no século XX, a partir da descoberta da sua forma fosforilada, a CP⁸⁸. Esse fosfagênio foi descrito em 1927, e sua associação com o metabolismo energético foi relatada e estabelecida em 1968.

A creatina está presente nos alimentos de origem animal, em particular nas carnes e peixes e seus estoques no organismo podem variar de acordo com o consumo dietético. A necessidade diária média de creatina em humanos é de aproximadamente 2 g⁸⁷.

Indivíduos que consomem dieta onívora normal, cuja ingestão protéica varia de 1 a 2 g/kg de massa corporal/dia, obtêm em média 0,25 a 1 g de creatina/dia. Por outro lado, em vegetarianos excêntricos, a ingestão diária de creatina é praticamente inexistente e a síntese endógena compreende sua maior fonte⁸⁹. Portanto, o estoque total de creatina na musculatura esquelética de indivíduos vegetarianos é geralmente menor do que em não vegetarianos⁹⁰.

Aproximadamente 95% da creatina do organismo é estocada na musculatura esquelética, sendo de 60 a 70% na forma de CP e de 30 a 40% na forma de creatina livre. Em humanos, os estoques de creatina são de aproximadamente 120 g, para um adulto médio de 70 kg. Por outro lado, a taxa de turnover diário da creatina é de aproximadamente 1,6% do *pool* total de creatina^{88,91}.

A quantidade de creatina total armazenada na musculatura esquelética é aproximadamente 30 mmol/kg⁹². Considerando que o músculo é formado por aproximadamente $\frac{3}{4}$ de água e o conteúdo de creatina muscular é expresso em mmol por quilograma de músculo seco, a quantidade total de creatina é de aproximadamente 120 mmol/kg de músculo seco.

No início da década passada, suplementos de creatina passaram a ser amplamente comercializados e utilizados, em particular, por atletas e indivíduos fisicamente ativos⁹³, que associaram a melhora do desempenho físico à ingestão dessa substância⁹⁴.

A partir do momento em que pesquisadores verificaram que a suplementação de creatina poderia promover um aumento de aproximadamente 20% nas concentrações de creatina muscular^{95,96} o número de investigações direcionadas a análise dos possíveis efeitos ergogênicos dessa substância aumentou acentuadamente. Entre os principais benefícios observados até o presente momento do uso da suplementação de creatina destacam-se a melhoria da composição corporal e do desempenho físico, em esforços de alta intensidade e curta duração.

Atualmente, a creatina é o suplemento nutricional mais conhecido e utilizado para melhorar o desempenho em atividades intensas e intermitentes²². Vale destacar que o uso de suplementação de creatina cresceu acentuadamente em virtude dos inúmeros resultados positivos encontrados em estudos tanto com humanos quanto em animais^{97,98}.

Com o avançar dos anos, pesquisadores têm sido atraídos a investigar os possíveis efeitos da suplementação de creatina em diferentes populações, não somente na perspectiva do desempenho esportivo, mas também na perspectiva da melhoria de indicadores relacionados à saúde²⁴.

Em 1926, Chanutin⁹⁹ relatou aumento da excreção de creatinina após a ingestão de creatina. Após isso, vários estudos descreveram a degradação de creatina em creatinina, sem evidências de alterações na função renal dos usuários. A CP é convertida em creatinina em uma taxa de 2,6% ao dia⁹⁷. Vale destacar que o uso prolongado de alta dosagem de creatina tem sido questionado, embora não existam evidências da relação entre ingestão de creatina e prejuízos renais ou hepáticos em indivíduos saudáveis¹⁰⁰⁻¹⁰².

Outros possíveis efeitos colaterais do uso de suplementos de creatina, tais como câimbras, desconfortos gastrintestinais e espasmos também têm merecido a atenção de pesquisadores. Entretanto, até o presente momento, o único efeito diretamente associado à suplementação de creatina e confirmado pela literatura tem sido o incremento da massa corporal¹⁰³⁻¹⁰⁵.

Na população idosa, os resultados apresentados até o momento relativos a administração de suplementos de creatina são bastante conflitantes. Entretanto, considerando que existe redução das concentrações intramusculares de creatina de aproximadamente 25% com o envelhecimento^{106,107} e redução da taxa de ressíntese de creatina após a prática de exercícios físicos na ordem de 8%, em média, por década, após os 30 anos¹⁰⁸, a utilização da suplementação de creatina em tese poderia contribuir, pelo menos em parte, para a reversão desse quadro.

Todavia, parece que indivíduos idosos e jovens, quando nivelados com relação ao nível de atividade física habitual, não apresentam diferenças significantes nas concentrações de CP¹⁰⁹. Desse modo, a redução nas concentrações intramusculares de creatina pode estar muito mais relacionada à inatividade física do que ao envelhecimento *per se*¹¹⁰.

Nesse sentido, Wiroth et al.¹¹¹, ao examinarem o efeito da suplementação de creatina em jovens e idosos, sedentários e treinados, no desempenho em cicloergômetro (5 *sprints* de 10 s com 60 s de intervalo), verificaram aumento da potência máxima apenas nos indivíduos jovens e

idosos sedentários. Portanto, esses resultados suportam a hipótese de que a concentração de creatina em idosos pode ser modulada pelo nível de atividade física habitual.

Acredita-se que os efeitos observados com a utilização de suplementação de creatina, podem estar relacionados, também, com redução do catabolismo protéico

Adicionalmente, acredita-se que os efeitos observados com a utilização de suplementação de creatina, podem estar relacionados com redução do catabolismo protéico¹¹², redução do estresse oxidativo¹¹³, aumento da função mitocondrial¹¹⁴ ou redução da apoptose¹¹⁴.

Uma das manifestações bastante evidentes da utilização de suplementação de creatina é o impacto sobre a composição corporal, sobretudo sobre a massa livre de gordura¹¹⁵. Entretanto, poucos estudos têm procurado investigar, de forma consistente, o potencial dessa substância em indivíduos idosos¹¹⁶.

3.5 Impacto do TP e da suplementação de creatina sobre a composição corporal de indivíduos idosos

Uma importante estratégia para tentar reverter ou minimizar a perda de massa muscular em idosos é a prática regular do TP, uma vez que o estímulo associado a esse tipo de treinamento pode resultar em aumento da força muscular e vir acompanhado de melhorias na composição corporal⁶⁹. Vale ressaltar que a atrofia muscular é observada até mesmo em idosos que participam regularmente de programas de TP¹¹⁷.

Com o aumento do número de investigações na área do TP, cada vez mais tem sido demonstrado os possíveis benefícios desse modelo de treinamento associado à suplementação de creatina na tentativa de atenuar algumas das conseqüências do processo de envelhecimento. Dessa forma, observa-se que a suplementação de creatina pode aumentar o conteúdo de creatina intramuscular em idosos⁶⁶ proporcionando aumento no volume e na intensidade do treinamento.

Portanto, acredita-se que o uso da suplementação de creatina associada ao TP, possa maximizar os efeitos desse tipo de treinamento. Os

indicativos de que a suplementação de creatina pode promover efeito adicional ao TP tem sido relatados em indivíduos jovens^{118,119}. Em idosos essa hipótese merece ser testada de forma mais rigorosa, com o controle dos hábitos nutricionais e da intensidade e volume do TP.

Entretanto, tem sido sugerido que indivíduos idosos poderiam responder melhor à suplementação, tendo em vista possuírem, em geral, menores concentrações de creatina na musculatura esquelética¹²⁰, embora tais concentrações sejam bastante variáveis e possam ser influenciadas por diferentes fatores, dentre os quais destacam-se o tipo de alimentação habitual e o nível de aptidão física¹²¹.

Nesse sentido, Rawson et al.¹²² encontraram em indivíduos idosos um aumento relativamente menor (7%) na CP quando comparados aos jovens (35%), após a suplementação de 20 g de creatina por cinco dias. Vale ressaltar que os idosos no referido estudo apresentaram quantidades iniciais de creatina muscular mais elevada do que os jovens, o que possivelmente não possibilitou aumento de maior magnitude nas respostas dos indivíduos idosos.

Grande parte dos estudos sugere que indivíduos jovens e idosos respondem diferentemente à suplementação de creatina¹²³, especialmente devido às diferenças nas concentrações iniciais de creatina e CP. Os mecanismos pelos quais os indivíduos idosos apresentam essas respostas diferenciadas ainda permanecem obscuros¹⁰⁵. Entretanto, parece haver certa dificuldade dos idosos em aumentar a concentração de creatina plasmática, bem como armazenar seus estoques na musculatura esquelética¹²².

Desse modo, os resultados dos estudos disponíveis na literatura envolvendo suplementação de creatina em idosos são ainda inconclusivos, com algumas investigações indicando resultados positivos^{66,124} enquanto outros não^{122,125}.

Gotshalk et al.¹¹⁶ mostraram que sete dias de suplementação de creatina monohidratada (3 g/kg massa corporal) foram suficientes para produzir um aumento significativo na massa corporal (~1,9 kg) e massa livre de gordura (~2,2 kg) em homens de 59 a 72 anos, avaliados por pesagem hidrostática, sem a identificação de efeitos colaterais que pudessem ser atribuídos ao uso dessa substância. Embora esses resultados sejam

relativamente semelhantes aos encontrados em indivíduos jovens¹²⁶, tais informações não foram confirmadas em outros estudos com idosos^{127,128}.

Rawson e Clarkson¹²³, por sua vez, verificaram um aumento discreto (~0,5 kg), contudo significativo, na massa corporal após cinco dias de suplementação de creatina (5 g de creatina + 1 g de sacarose, quatro vezes ao dia) em homens idosos (60 a 78 anos), sem que ocorressem modificações nas variáveis de desempenho muscular.

Provavelmente, o aumento da massa corporal associado a curtos períodos de uso de suplementos de creatina, esteja muito mais relacionado ao aumento de água corporal do que ao aumento da massa muscular e da síntese protéica⁹¹. A creatina, por ser uma substância osmoticamente ativa e a maior parte dos estoques corporais (95%) serem armazenados na musculatura esquelética, proporciona um influxo de água para o compartimento intracelular, acarretando hiperhidratação por período indeterminado¹²⁹. Assim, estudos têm relatado incrementos bastante variáveis na massa corporal (0,47-3,92 kg) após diferentes períodos de suplementação com creatina^{130,104}.

Powers et al.¹³⁰ examinaram o efeito da suplementação de creatina (25 g por sete dias e 5 g por 21 dias) na massa corporal, água corporal total e suas frações extra e intracelular, em 32 indivíduos de ambos os sexos. Os indivíduos suplementados com creatina apresentaram aumento significativo ($P < 0,05$) na massa corporal (~1,3 kg), bem como na água corporal total (~3 l), contudo, a proporção da distribuição de fluidos não foi modificada.

O aumento no volume celular parece ser um possível mecanismo anabólico de multiplicação das células, que pode ser considerado o primeiro passo para a síntese protéica¹³¹. Entretanto, o aumento de massa corporal induzido pelo aumento de água corporal total, bastante comum em jovens suplementados com creatina, não tem sido confirmado em indivíduos idosos¹⁰⁴, principalmente em mulheres.

Canete et al.²⁴ identificaram melhoria significativa da capacidade funcional de mulheres idosas submetidas a um curto período (sete dias) de suplementação de creatina (0,3 g/kg massa corporal/dia), sem modificação na massa corporal. Em contrapartida, Gotshalk et al.¹³², adotando o mesmo período e dosagem de suplementação de creatina em 30 mulheres

idosas, sem qualquer tipo de treinamento, encontraram aumento significativo da massa livre de gordura e da massa corporal, sem qualquer efeito colateral associado.

Eijnde et al.¹²⁵ não identificaram modificação na massa muscular após acompanharem homens de 55 a 75 anos durante um ano de treinamento físico associado ao uso de 5 g de creatina/dia. Vale ressaltar que o programa de treinamento utilizado apresentava características voltadas para o desenvolvimento da resistência muscular, o que pode ter comprometido os ganhos de massa muscular. Além disso, os participantes possuíam uma quantidade inicial de creatina na musculatura esquelética relativamente elevada, o que os tornaria menos responsivos à suplementação.

Por outro lado, alguns estudos mostram que a combinação da suplementação de creatina e TP em indivíduos idosos pode aumentar, o tecido magro^{66,116}, e o tamanho das fibras musculares, sobretudo das fibras do tipo II que possuem maiores quantidades de CP¹¹⁵. Além disso, benefícios adicionais têm sido relatados, tais como: aumento da concentração de CP total e de sua ressíntese pós-exercício¹³³.

As principais informações publicadas acerca dos efeitos da suplementação de creatina sobre a composição corporal de indivíduos idosos envolve amostras do sexo masculino e são apresentadas na tabela 1.

TABELA 1 - Efeitos da suplementação de creatina monohidratada sobre a composição corporal de indivíduos idosos

Investigadores	n/sexo	Idade (anos)	Duração (dias)	Dose de creatina (g/dia)	Técnica	MC (kg)	MCM ou MLG (kg)	MG (kg)	ACT (L)
Bermon et al. ¹²⁷	8 M e 8 F	67 - 80	5 + 47	20 + 3	EDC	NS	NS	NS	—
Brose et al. ⁶⁶	8 M e 6 F	68,7 ± 4,8 M 70,8 ± 6,1F	98	5	DEXA	+ 1,2	+ 1,7	NS	—
Candow et al. ¹³⁴	13 M	59 - 77	70	0,1 g/kg (apenas 3 x/semana)	PLETS	+ 0,6	+ 2,1	—	—
Canete et al. ²⁴	10 F	67 ± 6	7	0,3 g/kg	ANT	NS	—	—	—
Chilibeck et al. ¹³⁵	16 M	70,8 ± 6,6	5+79	03 g/kg + 0,07 g/kg	DEXA	+ 2,2	+ 2,4	NS	NS
Chrusch et al. ¹³⁶	16 M	70,4 ± 1,6	5 + 77	0,3 g/kg + 0,07 g/kg	DEXA	+ 3,0	+ 3,3	- 1,2	—
Eijnde et al. ¹²⁵	23 M	63,9 ± 1,1	365	5	PH	—	NS	NS	—
Gotshalk et al. ¹¹⁶	10 M	65,4 ± 1,5	7	0,3 g/kg	PH	+ 1,86	+ 2,2	NS	—
Gotshalk et al. ¹³²	15 F	63,3 ± 1,2	7	0,3 g/kg	EDC	+ 0,49	+ 0,52	NS	—

TABELA 1 - Efeitos da suplementação de creatina monoidratada sobre a composição corporal de indivíduos idosos (continuação).

Investigadores	n/sexo	Idade (anos)	Duração (dias)	Dose de creatina (g/dia)	Técnica	MC (kg)	MCM ou MLG (kg)	MG (kg)	ACT (L)
Jakobi et al. ¹³⁷	7 M	72 ± 2,0	5	20	ANT	+ 1,0	—	—	—
Moreira et al. ¹³⁸	2 M e 6 F	56 - 78	5	20	EDC	+ 0,2	+ 0,9	—	—
Rawson et al. ¹²⁸	10 M	66,7 ± 1,9	10 + 20	20 + 4	PH	+ 0,78	NS	NS	—
Rawson et al. ¹²²	7 M	70 ± 2,9	5	20	ANT	+ 0,8	—	—	—
Rawson e Clarkson ¹²³	9M	65,0 ± 2,1	5	20	EDC BIA 2C	+ 0,5	NS	NS	NS
Rogers et al. ¹³⁹	15 M e F	55 - 84	84	3	DEXA	+ 2,0	+ 1,7	NS	—
Tarnopolsky et al. ¹⁴⁰	11 M e 10 F	71,8 ± 5,2 (M) 69,5 ± 3,8 (F)	168	5 + CLA	DEXA	NS	+ 2,1	- 1,9	—

Nota. n = número de indivíduos suplementados com creatina; M = masculino; F = feminino; ANT= medidas antropométricas; DEXA = absorptometria radiológica de dupla energia; EDC = espessura de dobras cutâneas; PH = pesagem hidrostática; PLETS= pletismografia; BIA 1C = bioimpedância para um compartimento; BIA 2C = bioimpedância por dois compartimentos; MC = massa corporal; MCM = massa corporal magra; MLG = massa livre de gordura; ACT = água corporal total; NS = não-significante; CLA = ácido linoléico conjugado.

4 MÉTODOS

4.1 Sujeitos

A amostra investigada foi composta por mulheres com idade superior a 60 anos. O recrutamento das voluntárias foi realizado por meio de propagandas em jornais e rádios e distribuição de panfletos em residências na área central e nos bairros próximos ao local onde seria executado o treinamento físico na cidade de Londrina, Paraná. Após cerca de 200 voluntárias se inscreverem para participar do projeto, a seleção da amostra foi estabelecida mediante entrevista individual e anamnese clínica (anexo 1). Do universo de voluntárias interessadas foram selecionadas 50 voluntárias das quais 45 finalizaram o estudo e, portanto, puderam ser incluídas em todas as análises. Os motivos das desistências foram falta de adesão ao programa, problemas de saúde, abandono sem fornecer motivo e dificuldade para ingerir as cápsulas utilizadas para a suplementação.

Como critérios de inclusão, as idosas deveriam ser aparentemente saudáveis, não vegetarianas, não ter feito o uso de suplementação de creatina nos últimos seis meses, além de não estarem envolvidas com a prática sistematizada de atividade física superior a uma vez por semana, ao longo dos últimos seis meses precedentes ao início do estudo. As voluntárias deveriam, ainda, apresentar atestado médico informando que estavam aptas para a prática de exercícios físicos.

Após receberem informações sobre a finalidade do estudo e os procedimentos aos quais seriam submetidas, todas as voluntárias assinaram termo de consentimento livre e esclarecido (anexo 2). Subseqüentemente, a amostra foi dividida em dois grupos: grupo treinamento (GT), a ser submetido a um programa padronizado de TP, e grupo controle (GC), a ser submetido a um programa padronizado de exercícios de alongamento. Após 12 semanas de treinamento, as voluntárias foram novamente subdivididas, dentro do próprio grupo (GT e GC), aleatoriamente, para receberem suplementação de creatina ou placebo. Sendo assim, foram formados quatro grupos denominados de CRT (TP + suplementação de creatina), CRC (controle + suplementação de

creatina), PLT (TP + suplementação com placebo) e PLC (controle + suplementação com placebo). Os quatro grupos deram continuidade ao treinamento associado à suplementação por mais 12 semanas.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina de acordo com as normas da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos.

4.2 Antropometria

A massa corporal foi mensurada em balança de leitura digital, da marca Filizola, modelo ID 110, com precisão de 0,1 kg, ao passo que a estatura foi determinada em um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1 cm, de acordo com os procedimentos descritos por Gordon et al.¹⁴¹. A partir dessas medidas, foi calculado o índice de massa corporal (IMC), por meio da relação entre a massa corporal e o quadrado da estatura, sendo a massa corporal expressa em quilogramas (kg) e a estatura em metros (m).

4.3 Composição corporal

Absortometria radiológica de dupla energia (DEXA) foi utilizada para avaliação da composição corporal. As medidas de DEXA foram realizadas em um equipamento da marca Lunar (modelo G.E. PRODIGY – LNR 41.990), mediante escaneamento de corpo inteiro, para a determinação da gordura corporal relativa, massa de gordura, massa livre de gordura e massa óssea.

Para tanto, as participantes foram posicionadas na área de escaneamento do equipamento, de modo que a linha sagital demarcada nessa área passasse sob o centro de alguns pontos anatômicos como o crânio, a coluna vertebral, a pélvis e as pernas. As voluntárias permaneceram deitadas em decúbito dorsal sobre a mesa do equipamento, com os pés unidos e os braços levemente afastados do tronco, à lateral do corpo, completamente imóveis, até a finalização do exame. Vale destacar que as avaliadas trajavam apenas roupas leves, sem o uso de qualquer objeto de metal que pudesse interferir nas medidas.

Tanto a calibragem quanto as análises foram realizadas por um técnico do laboratório, com experiência nesse tipo de exame. A calibragem do equipamento seguiu as recomendações do fabricante. No software, os membros foram separados do tronco e da cabeça por linhas padrões geradas pelo próprio equipamento. Estas linhas foram ajustadas pelo mesmo técnico, por meio de pontos anatômicos específicos, determinados pelo fabricante. Desta forma, foi calculada a massa do tecido magro apendicular (TMA) pela somatória do tecido magro de membros superiores e inferiores direito e esquerdo. O valor de TMA foi utilizado na equação de predição da massa muscular desenvolvida e validada em amostra similar à deste estudo¹⁴², a saber:

$$\text{MM (kg)} = 1,19 \times \text{TMA} - 1,65$$

Nota. MM = massa muscular; TMA = massa do tecido magro apendicular; $R^2 = 0,962$; EPE (erro padrão de estimativa) = 1,46 kg (desenvolvimento); $R^2 = 0,98$ (validação).

Medidas de bioimpedância (BIA) foram utilizadas para a determinação da quantidade de água corporal total (*Biodynamic Body Composition Analyzer*, modelo 310, *Biodynamics Corporation, Seattle, USA*). As voluntárias posicionaram-se em decúbito dorsal, deitadas em maca isolada de condutores elétricos, na posição supinada com as pernas abduzidas num ângulo de 45°. Após a limpeza da pele com álcool, quatro eletrodos foram colocados na superfície da mão e do pé direito, de acordo com os procedimentos descritos por Sardinha et al.¹⁴³. Na tentativa de minimizar possíveis erros de estimativa, as voluntárias foram orientadas a urinar cerca de quatro horas antes da realização das medidas, abster-se da ingestão de alimentos ou bebidas nas últimas quatro horas, evitar a prática de exercícios físicos vigorosos por pelo menos 24 horas, abster-se do consumo de álcool e bebidas cafeinadas por no mínimo 48 horas, evitar o uso de diuréticos ao longo dos últimos sete dias. As medidas foram realizadas na primeira hora pós despertar.

4.4 Ingestão alimentar

As participantes foram orientadas por nutricionistas previamente treinadas para o preenchimento de recordatórios alimentares de três dias (anexo 3) durante os diferentes momentos do estudo. Medidas caseiras padronizadas foram utilizadas para a estimativa da quantidade de alimentos e bebidas consumidas. O consumo energético total, a quantidade e as proporções de macronutrientes foram determinados por meio do programa para avaliação nutricional Avanutri, versão 3.1.4. As idosas foram orientadas, ainda, para manterem seus hábitos alimentares ao longo do estudo. A ingestão de água foi *ad libitum*.

4.5 Suplementação de creatina monoidratada

As participantes foram separadas aleatoriamente por meio de um delineamento duplo cego para receberem uma dose de 5 g/dia de creatina ou placebo (maltodextrina) durante 12 semanas. Os suplementos foram oferecidos em forma de cápsulas com cor e textura semelhantes. As participantes foram orientadas para associar 250 ml de bebidas carboidratadas a cada dose de suplementação ingerida. Foi recomendada a interrupção do consumo de produtos cafeinados durante o período de suplementação.

4.6 Protocolos de treinamento

4.6.1 Programa de treinamento com pesos

As participantes que compuseram o GT foram submetidas, inicialmente, a seis sessões de familiarização aos aparelhos e aos exercícios, e posteriormente a um protocolo de TP com duração de 12 semanas. O protocolo de treinamento teve como finalidade equiparação do nível de aptidão física individual, e envolveu uma única programação de TP executada em três sessões semanais, em dias alternados.

O programa de treinamento foi estruturado a partir de uma montagem alternada por segmento, sendo composto por oito exercícios

(ANEXO D) que foram executados na seguinte ordem: supino vertical, mesa extensora, puxada à frente, mesa flexora, rosca *scott*, panturrilha sentada, tríceps no *pulley* e flexão abdominal.

Cada exercício foi executado em duas séries de 10 a 15 repetições máximas (RM), sendo adotado o método de cargas fixas. As únicas exceções foram os exercícios para os grupamentos musculares da panturrilha (15 a 20-RM) e do abdômen (20 a 30 repetições, sem sobrecarga adicional).

As cargas utilizadas foram compatíveis ao intervalo de repetições estipulado para cada exercício. As voluntárias foram acompanhadas por profissionais ou graduandos do curso de Educação Física que receberam orientação para que as cargas de treinamento fossem reajustadas, de acordo com os procedimentos propostos pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte¹⁴⁴ na tentativa de que a intensidade inicial fosse preservada.

Vale ressaltar que o intervalo de recuperação estabelecido entre as séries, em cada exercício, foi de 60 a 90 segundos, e entre os exercícios de dois a três minutos.

O programa de treinamento (anexo 5) que foi executado durante as 12 semanas de suplementação foi estruturado de acordo com uma montagem localizada por articulação, sendo composto por oito exercícios que foram executados na seguinte ordem: supino vertical, remada convergente, rosca *scott*, tríceps no *pulley*, mesa extensora, mesa flexora, adução de coxa e flexão abdominal.

O intervalo de recuperação estabelecido entre as séries e exercícios foi o mesmo da etapa anterior. Ao final de cada sessão de treinamento, em ambas as etapas, aproximadamente cinco minutos foram destinados à realização de exercícios de alongamento para os grupamentos musculares envolvidos na sessão de TP.

As participantes foram orientadas para não realizar nenhum outro tipo de atividade física regular e sistematizada durante o período de duração do estudo, de modo que o impacto do TP pudesse ser avaliado de forma isolada.

4.6.2 Programa de exercícios de alongamento

As idosas do GC foram submetidas a um programa de exercícios de alongamento, em grupo, durante 12 semanas, composto por duas sessões semanais, com duração de 30 minutos cada. As sessões eram ministradas por profissionais e acompanhadas por estagiários de Educação Física.

Três exercícios de alongamento para cada um dos principais grupamentos musculares (peitoral, costas, bíceps, tríceps, coxas, pernas) foram executados de forma ativa. Cada exercício foi realizado em uma única série, com duração de aproximadamente 20 segundos, sendo adotado o intervalo de cerca de 10 segundos entre os exercícios.

As participantes de ambos os grupos foram, ainda, orientadas para que não realizassem nenhum outro tipo de atividade física regular e sistematizada durante o período de duração do estudo.

4.7 Parâmetros bioquímicos

Amostras de sangue foram coletadas da veia antecubital entre 7 h e 9 h da manhã, após um jejum de 12 hs. Posteriormente à coleta de sangue, o soro foi imediatamente separado por centrifugação. Em seguida, as amostras foram inseridas no analisador bioquímico automatizado ADVIA 1650, Bayer® e foram dosadas uréia (método cinético – ultravioleta automatizado), creatinina (método picrato alcalino) e transaminases do fígado: aspartato aminotransferase (TGO) e alanina aminotransferase (TGP), pelo método cinético ultravioleta automatizado, e gama glutamil transferase (GGT), pelo método cinético colorimétrico.

4.8 Delineamento experimental

As voluntárias foram, inicialmente, divididas em dois grupos (GT e GC). A partir daí, todas foram submetidas, antes do início do experimento (M1), às avaliações antropométricas, nutricionais. Na seqüência, o GT foi submetido a um programa de TP e o grupo controle, a um programa de

alongamento, durante 12 semanas (etapa 1). Posteriormente, as participantes foram novamente subdivididas, dentro do próprio grupo (treinamento e controle), aleatoriamente, para receberem suplementação de creatina ou placebo. Sendo assim, foram formados quatro grupos denominados de CRT (TP + suplementação de creatina), CRC (controle + suplementação de creatina), PLT (TP + suplementação com placebo) e PLC (controle + suplementação com placebo). Além disso, realizaram avaliações antropométricas, nutricionais, de composição corporal e análise bioquímica. (M2). Os quatro grupos continuaram o treinamento associado à suplementação e por mais 12 semanas (etapa 2). Após esse período, foram realizadas as avaliações finais (M3).

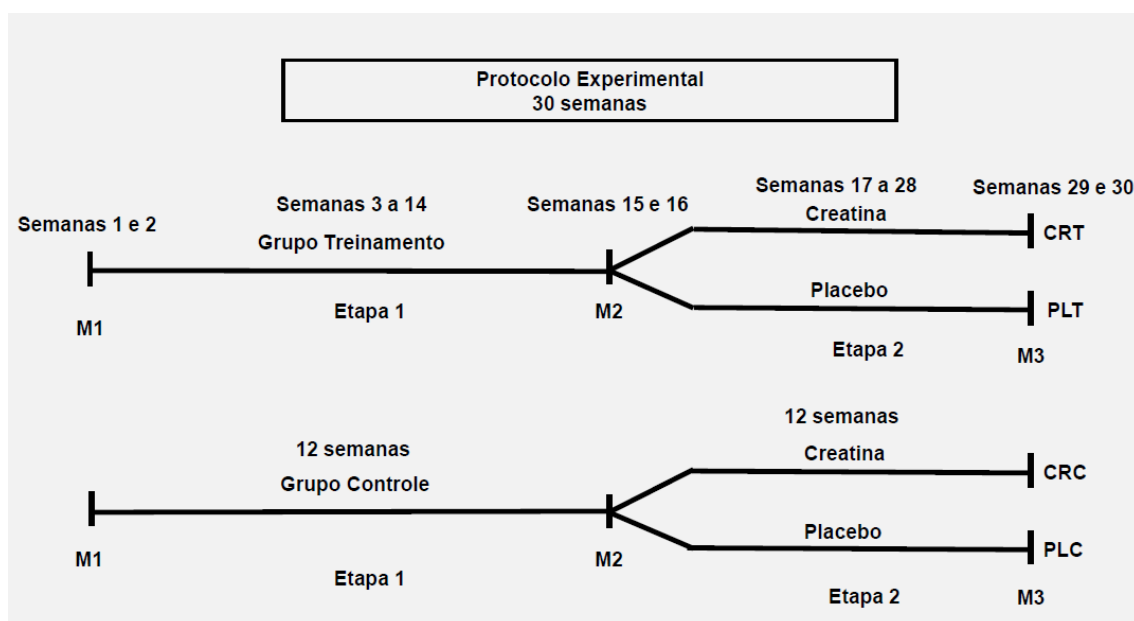


Figura 1. Delineamento experimental do estudo.

4.9 Tratamento estatístico

Inicialmente, o teste de Shapiro Wilk foi utilizado para a análise da distribuição dos dados. Posteriormente, as variáveis foram expressas em valores de média e desvio-padrão. Foi realizado o teste de esfericidade (Mauchly's). Quando a esfericidade foi assumida, a análise de variância para medidas repetidas (ANOVA *two-way*) foi realizada para avaliar as possíveis diferenças intra e inter-grupos nos momentos M1 e M2. O *post hoc* de Tukey foi empregado para a identificação das diferenças específicas nas variáveis em que os valores de F encontrados foram superiores ao critério de significância estatística estabelecido. Após esse período, para a análise das possíveis modificações acarretadas pelo TP e/ou pela suplementação de creatina, a ANOVA fatorial 2 X 2 X 2 para medidas repetidas foi empregada para as comparações entre os grupos (treinamento e controle) e os tratamentos (creatina e placebo) nos diferentes períodos de tempo (M2 e M3). As modificações no componente hídrico foram associadas com as mudanças na massa corporal, massa livre de gordura e massa muscular por meio do coeficiente de correlação linear de Pearson. O critério de significância estabelecido para todas as análises foi de $P < 0,05$. Os dados foram processados no pacote estatístico SPSS, versão 17.0.

5 RESULTADOS

5.1 Período pré-suplementação

5.1.1 Características gerais

As características gerais das participantes do estudo, antes e após 12 semanas de intervenção, são apresentadas na tabela 2. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas intra e inter-grupos em nenhuma das variáveis analisadas ($P < 0,05$).

Tabela 2. Características gerais da amostra (média \pm desvio padrão) antes (M1) e após (M2) as 12 semanas iniciais do estudo

	GT (n = 22)		GC (n = 23)	
	M1	M2	M1	M2
Idade (anos)	66,3 \pm 4,8	66,5 \pm 4,8	66,0 \pm 3,9	66,2 \pm 3,9
Massa corporal (kg)	58,4 \pm 8,7	58,3 \pm 8,8	61,0 \pm 8,0	61,1 \pm 7,9
Estatura (cm)	156,1 \pm 5,9	155,7 \pm 5,8	156,0 \pm 5,7	156,0 \pm 5,7
IMC (kg/m ²)	23,9 \pm 3,1	24,0 \pm 3,1	25,1 \pm 2,8	25,2 \pm 2,9
MLG (kg)	35,1 \pm 3,8	35,5 \pm 4,2	35,1 \pm 3,9	35,4 \pm 4,2
MG (kg)	23,3 \pm 3,1	22,7 \pm 5,5	25,9 \pm 6,5	25,7 \pm 6,5
%GORD	39,9 \pm 6,5	39,0 \pm 6,6	42,5 \pm 6,5	42,0 \pm 6,6

Nota. IMC = índice de massa corporal; MLG = massa livre de gordura; MG = massa gorda; %GORD = gordura corporal relativa. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada nas comparações inter e intra-grupos ($P > 0,05$).

5.2 Período de suplementação

Nenhuma diferença estatisticamente significativa inter-grupos foi encontrada no consumo energético e na quantidade total de macronutrientes ingeridos na primeira semana de intervenção. De forma

semelhante não foram identificadas diferenças intra ou inter-grupos ao longo do período de suplementação ($P > 0,05$), exceto no grupo PLC onde verificou-se redução ($P < 0,05$) no consumo de carboidratos (tabela 3).

Tabela 3. Consumo alimentar (média \pm desvio padrão) na primeira e na última das 12 semanas de suplementação nos quatro grupos experimentais.

Grupos	Energia (kcal)	Carboidratos (g)	Proteínas (g)	Lipídios (g)
CTR (n = 11)				
Semana 1	1.458,1 \pm 166,5	209,4 \pm 36,7	61,3 \pm 15,7	40,1 \pm 6,5
Semana 12	1.475,6 \pm 170,7	201,8 \pm 42,5	62,6 \pm 12,0	41,0 \pm 7,9
Δ	+17,5	-7,6	+1,3	+0,9
PLT (n = 11)				
Semana 1	1.295,8 \pm 195,7	178,9 \pm 18,9	52,6 \pm 19,8	41,0 \pm 13,3
Semana 12	1.303,1 \pm 204,1	181,3 \pm 21,6	55,4 \pm 19,9	41,5 \pm 13,9
Δ	+7,3	+2,4	+2,8	+0,5
CRC (n = 11)				
Semana 1	1.394,1 \pm 193,1	196,5 \pm 25,4	59,9 \pm 12,3	45,6 \pm 6,3
Semana 12	1.392,3 \pm 171,9	188,2 \pm 23,8	60,4 \pm 9,6	48,1 \pm 6,6
Δ	-1,8	-8,3	+0,5	+2,5
PLC (n = 12)				
Semana 1	1.396,8 \pm 156,9	198,3 \pm 25,1	56,9 \pm 10,2	41,9 \pm 7,3
Semana 12	1.375,7 \pm 158,1	177,6 \pm 29,8*	55,1 \pm 11,2	43,5 \pm 7,4
Semana 1	-21,1	-20,7	-1,8	+1,6
GR	NS	NS	NS	NS
SUP	NS	NS	NS	NS
T	NS	8,11*	NS	NS
GR X SUP	NS	NS	NS	NS
GR X T	NS	NS	NS	NS
SUP X T	NS	NS	NS	NS
GR X T X SUP	NS	NS	NS	NS

Nota. CRT = TP + suplementação de creatina; CRC = controle + suplementação de creatina; PLT = TP + suplementação com placebo; PLC = controle + suplementação com placebo; GR = grupo; SUP = suplementação; T = tempo; NS = não-significante ($P > 0,05$). * $P < 0,05$.

As proporções de macronutrientes consumidos pelos quatro grupos, nas semanas 1 e 12, bem como os valores relativos a massa corporal (carboidratos e proteínas) são apresentados na tabela 4. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significantes ($P > 0,05$) nas proporções de macronutrientes ingeridos pelos grupos, na primeira semana. O efeito isolado do tempo foi verificado no percentual ingerido de carboidratos e lipídios, bem

como no consumo total de carboidratos corrigido pela massa corporal ($P < 0,05$). A única modificação nas comparações intra e inter-grupos foi identificada no grupo PLC onde a contribuição percentual de carboidratos na dieta foi reduzida significativamente (-9,3%; $P < 0,05$).

Tabela 4. Proporções de macronutrientes na dieta e os valores relativos a massa corporal (média \pm desvio padrão) na primeira e na última das 12 semanas de suplementação nos quatro grupos experimentais.

Grupos	Carboidratos (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Proteínas (g/kg)	Carboidratos (g/kg)
CTR (n = 11)					
Semana 1	57,2 \pm 6,0	16,9 \pm 4,4	24,9 \pm 3,7	1,1 \pm 0,3	3,7 \pm 1,1
Semana 12	54,8 \pm 9,4	17,0 \pm 3,1	25,1 \pm 4,8	1,1 \pm 0,3	3,5 \pm 1,1
Δ	-2,4	+0,1	+0,2	0	-0,2
PLT (n = 11)					
Semana 1	56,0 \pm 7,9	15,9 \pm 4,4	27,7 \pm 6,4	0,9 \pm 0,3	3,2 \pm 0,7
Semana 12	56,3 \pm 7,5	16,7 \pm 4,1	28,1 \pm 7,1	1,0 \pm 0,3	3,2 \pm 0,7
Δ	+0,3	+0,8	+0,4	+0,1	0
CRC (n = 11)					
Semana 1	56,9 \pm 7,0	17,2 \pm 2,9	29,8 \pm 5,3	0,9 \pm 0,2	3,1 \pm 0,5
Semana 12	54,4 \pm 6,5	17,4 \pm 2,4	31,3 \pm 3,8	0,9 \pm 0,2	2,9 \pm 0,5
Δ	-2,5	+0,2	+1,5	0	-0,2
PLC (n = 12)					
Semana 1	56,9 \pm 4,4	16,3 \pm 2,3	27,0 \pm 3,1	1,0 \pm 0,3	3,5 \pm 0,7
Semana 12	51,6 \pm 7,2*	16,0 \pm 2,7	28,4 \pm 3,5	1,0 \pm 0,3	3,2 \pm 0,8
Δ	-5,3	-0,3	+1,4	0	-0,3
GR	NS	NS	NS	NS	NS
SUP	NS	NS	NS	NS	NS
T	9,38*	NS	NS	NS	7,54*
GR X SUP	NS	NS	4,65*	NS	NS
GR X T	NS	NS	NS	NS	NS
SUP X T	NS	NS	NS	NS	NS
GR X T X SUP	NS	NS	NS	NS	NS

Nota. CRT = TP + suplementação de creatina; CRC = controle + suplementação de creatina; PLT = TP + suplementação com placebo; PLC = controle + suplementação com placebo; GR = grupo; SUP = suplementação; T = tempo; NS = não-significante ($P > 0,05$). * $P < 0,05$.

As informações sobre o comportamento dos diferentes componentes da composição corporal, nos momentos pré- e pós-suplementação (M2 e M3), são apresentadas na tabela 5. Interação significativa foi identificada entre

suplementação X tempo na massa corporal ($P < 0,05$), em virtude dos acréscimos observados nos grupos suplementados com creatina. O incremento da massa livre de gordura nos grupos submetidos ao TP resultou em interação significativa grupo X tempo ($P < 0,05$), embora um aumento em valores absolutos tenha sido verificado no grupo CRC. A massa gorda, entretanto, permaneceu relativamente estável ao longo do período experimental em todos os grupos ($P > 0,05$).

Tabela 5. Comportamento de componentes da composição corporal (média \pm desvio padrão) nos momentos pré (M2) e pós (M3) 12 semanas de suplementação nos quatro grupos experimentais.

Grupos	Massa corporal (kg)	Gordura relativa (%)	MLG (kg)	MG (kg)
CRT (n = 11)				
Pré	58,5 \pm 8,7	39,0 \pm 7,7	35,2 \pm 1,8	23,4 \pm 7,8
Pós	59,1 \pm 9,0	38,1 \pm 7,1	36,1 \pm 2,0*	23,1 \pm 7,6
Δ	+0,6	-0,9	+0,9	-0,3
PLT (n = 11)				
Pré	58,1 \pm 9,4	39,1 \pm 5,8	35,3 \pm 5,8	22,8 \pm 5,7
Pós	58,3 \pm 9,2	38,5 \pm 6,3	35,7 \pm 5,6	22,6 \pm 5,9
Δ	+0,2	-0,6	+0,4	-0,2
CRC (n = 11)				
Pré	64,5 \pm 6,8	42,4 \pm 6,9	36,9 \pm 4,0	27,6 \pm 6,5
Pós	64,9 \pm 7,6	42,4 \pm 6,3	37,1 \pm 3,9	27,8 \pm 6,5
Δ	+0,4	0	+0,2	+0,2
PLC (n = 12)				
Pré	58,0 \pm 7,7	41,5 \pm 6,6	33,7 \pm 3,9	24,3 \pm 6,4
Pós	57,6 \pm 7,8	41,3 \pm 6,8	33,5 \pm 3,6	24,1 \pm 6,5
Δ	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2
GR	NS	NS	NS	NS
SUP	NS	NS	NS	NS
T	NS	4,74*	6,35	NS
GR X SUP	NS	NS	NS	NS
GR X T	NS	NS	5,58*	NS
SUP X T	4,22*	NS	NS	NS
GR X T X SUP	NS	NS	NS	NS

Nota. MLG = massa livre de gordura; MG = massa gorda; CRT = TP + suplementação de creatina; CRC = controle + suplementação de creatina; PLT = TP + suplementação com placebo; PLC = controle + suplementação com placebo; GR = grupo; SUP = suplementação; T = tempo; NS = não-significante ($P > 0,05$). * $P < 0,05$.

A tabela 6 apresenta o comportamento das variáveis índice de massa muscular (IMM), massa muscular e massa óssea nos momentos pré e pós 12 semanas de suplementação nos quatro grupos experimentais. Interação grupo X tempo foi identificada tanto para o IMM quanto para a massa muscular ($P < 0,05$), em virtude, principalmente, do aumento significativo da massa muscular identificado no grupo CRT ($P < 0,05$). Nenhum efeito que pudesse ser atribuído ao TP ou a suplementação de creatina foi encontrada para a massa óssea ($P > 0,05$).

Tabela 6. Índice de massa muscular (IMM), massa muscular e massa óssea (média \pm desvio padrão) nos momentos pré (M2) e pós (M3) 12 semanas de suplementação nos quatro grupos experimentais.

Grupos	IMM	Massa muscular (kg)	Massa óssea (kg)
CRT (n = 11)			
Pré	6,2 \pm 0,5	15,3 \pm 1,0	1,92 \pm 0,3
Pós	6,5 \pm 0,5*	15,9 \pm 1,0*	1,93 \pm 0,3
Δ	+0,3	+0,6	+0,01
PLT (n = 11)			
Pré	6,7 \pm 1,2	16,2 \pm 3,5	1,98 \pm 0,3
Pós	6,8 \pm 1,2	16,5 \pm 3,5	1,98 \pm 0,3
Δ	+0,1	+0,3	0
CRC (n = 11)			
Pré	6,9 \pm 0,8	17,4 \pm 2,8	2,00 \pm 0,2
Pós	6,9 \pm 0,9	17,4 \pm 2,7	2,01 \pm 0,2
Δ	0	0	+0,01
PLC (n = 12)			
Pré	6,4 \pm 0,5	15,1 \pm 1,8	2,03 \pm 0,3
Pós	6,3 \pm 0,6	15,0 \pm 1,8	2,05 \pm 0,3
Δ	-0,1	-0,1	+0,02
GR	NS	NS	NS
SUP	NS	NS	NS
T	8,22*	9,59*	NS
GR X SUP	NS	4,40*	NS
GR X T	8,42*	11,56*	NS
SUP X T	NS	NS	NS
GR X T X SUP	NS	NS	NS

Nota. CRT = TP + suplementação de creatina; CRC = controle + suplementação de creatina; PLT = TP + suplementação com placebo; PLC = controle + suplementação com placebo; GR = grupo; SUP = suplementação; T = tempo; NS = não-significante ($P > 0,05$). * $P < 0,05$.

Embora nenhuma modificação significativa fosse encontrada na quantidade de ACT nas comparações pré e pós-suplementação nos quatro grupos experimentais, uma interação grupo X suplementação foi identificada ($P < 0,05$), com a elevação da hidratação sendo produto tanto do TP quanto da suplementação de creatina (figura 2).

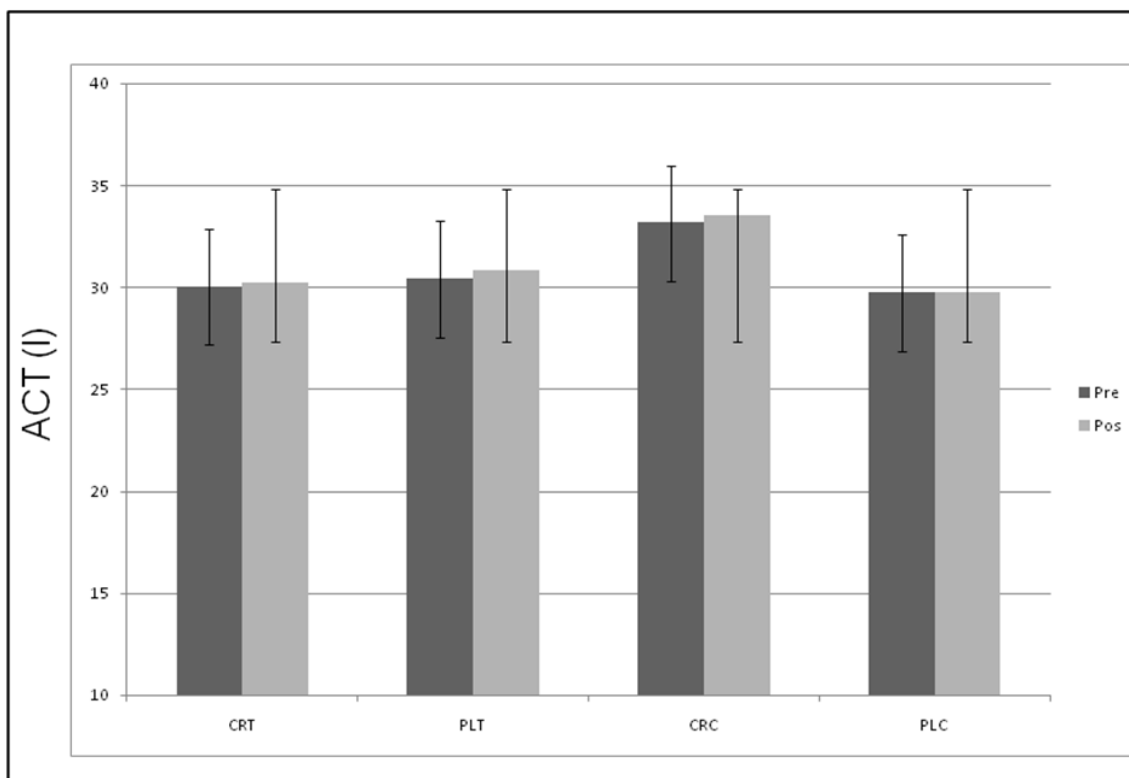


FIGURA 2 - Modificações na água corporal total (ACT) (média \pm desvio padrão) nos momentos pré (M2) e pós (M3) 12 semanas de suplementação nos quatro grupos experimentais.

Nota. Efeito significativo da interação suplementação X grupo ($F = 4,55$; $P < 0,05$).

Quando a variação da ACT, observada entre os momentos pré- e pós-suplementação, foi associada com a variação da massa corporal, massa livre de gordura e massa muscular (tabela 7), de acordo com o comportamento verificado nos diferentes grupos, correlações elevadas e estatisticamente significantes ($P < 0,05$) foram verificadas somente nos grupos CRT e CRC com relação a massa corporal ($r = 0,73$ e $0,92$, respectivamente); a massa livre de

gordura ($r = 0,72$ e $0,88$, respectivamente) e a massa muscular ($r = 0,70$ e $0,79$, respectivamente).

TABELA 7. Coeficientes de correlação simples entre a variação na água corporal total (ACT) e a variação na massa corporal, na massa livre de gordura e na massa muscular do período pré- ao pós-suplementação de creatina ou placebo (M2 e M3).

	Massa corporal	Massa livre de gordura	Massa muscular
CRT (n =11)	0,73*	0,72*	0,70*
PLT (n =11)	0,40	0,29	0,52
CRC (n =11)	0,92*	0,88*	0,79*
PLC (n =12)	0,42	0,41	-0,40

Nota. CRT = TP + suplementação de creatina; CRC = controle + suplementação de creatina; PLT = TP + suplementação com placebo; PLC = controle + suplementação com placebo; GR = grupo. * $P < 0,05$.

Os parâmetros bioquímicos analisados nos momentos pré- (M2) e pós-suplementação (M3), são apresentadas na tabela 8. Nenhum efeito isolado ou combinado do grupo e da suplementação de creatina nas concentrações de uréia, GGT, TGO, TGP, foi identificado ao longo do tempo ($P > 0,05$). Por outro lado, as concentrações de creatinina plasmática aumentaram significativamente após o período de intervenção somente nos grupos suplementados com creatina (CRT e CRC; $P < 0,05$), o que resultou em interações significantes entre grupo X suplementação e suplementação X tempo ($P < 0,05$).

Tabela 8. Parâmetros bioquímicos nos quatro grupos antes (M2) e após as 12 semanas de intervenção + suplementação (M3) (média \pm desvio padrão).

Grupos	Uréia (mg/dl)	Creatinina (mg/dl)	GGT (U/L)	TGO (U/L)	TGP (U/L)
CRT (n = 11)					
Pré	29,2 \pm 7,2	0,80 \pm 0,08	16,2 \pm 8,9	24,0 \pm 6,9	31,7 \pm 10,1
Pós	32,0 \pm 7,3	0,92 \pm 0,08*	15,0 \pm 6,1	28,8 \pm 6,3	29,4 \pm 9,4
$\Delta\%$	+9,6	+15,0	-7,4	+20,0	-7,3
PLT (n = 11)					
Pré	31,6 \pm 7,3	0,88 \pm 0,14	18,9 \pm 20,1	26,6 \pm 7,4	36,5 \pm 11,7
Pós	34,5 \pm 6,4	0,85 \pm 0,13	18,0 \pm 16,8	29,5 \pm 6,5	28,8 \pm 7,0
$\Delta\%$	+9,2	-3,4	-4,8	+10,9	-21,1
CRC (n = 11)					
Pré	31,6 \pm 5,3	0,89 \pm 0,10	16,0 \pm 8,4	22,5 \pm 7,1	28,8 \pm 7,12
Pós	33,6 \pm 7,8	0,98 \pm 0,08*	23,9 \pm 30,0	35,7 \pm 18,3	30,0 \pm 22,4
$\Delta\%$	+6,3	+10,1	+49,4	+58,7	+4,2
PLC (n = 12)					
Pré	28,2 \pm 7,2	0,79 \pm 0,07	18,3 \pm 8,1	22,4 \pm 9,1	34,8 \pm 12,3
Pós	28,8 \pm 9,2	0,81 \pm 0,09	19,6 \pm 10,1	26,6 \pm 8,9	29,6 \pm 14,8
$\Delta\%$	+2,1	+2,5	+7,1	+18,8	-14,9
GR	NS	NS	NS	NS	NS
SUP	NS	5,44*	NS	NS	NS
T	NS	20,56*	NS	13,03*	NS
GR X SUP	NS	6,81*	NS	NS	NS
GR X T	NS	NS	NS	NS	NS
SUP X T	NS	24,47*	NS	NS	NS
GR X T X SUP	NS	NS	NS	NS	NS

Nota. CRT = TP + suplementação de creatina; CRC = controle + suplementação de creatina; PLT = TP + suplementação com placebo; PLC = controle + suplementação com placebo; GR = grupo; SUP = suplementação; T = tempo; TGO = aspartato aminotransferase; TGP = alanina aminotransferase; GGT = gama glutamil transferase; NS = não-significante ($P > 0,05$). * $P < 0,05$.

6 DISCUSSÃO

O presente estudo faz parte de um projeto mais amplo que procurou investigar o impacto do TP em indicadores morfológicos, hemodinâmicos, neuromusculares e funcionais em mulheres idosas.

A iniciativa surgiu em virtude da necessidade evidente de serem criadas estratégias não farmacológicas de intervenção que favoreçam um envelhecimento mais saudável e com melhor qualidade de vida. Nesse sentido, os possíveis efeitos da prática regular de TP associado ou não ao uso de suplementação de creatina sobre componentes da composição corporal foi analisado a partir de um estudo experimental, com delineamento longitudinal.

A escolha do TP como modalidade de exercício físico a ser investigada se pautou nas principais respostas associadas à prática de exercícios com pesos e evidenciadas pela literatura em diferentes populações, tais como: ganhos de força, potência, resistência e massa muscular. Considerando que o processo de envelhecimento compromete, em grande parte, o comportamento dessas variáveis, acredita-se que o TP possa contribuir pelo menos para a atenuação das perdas naturais provocadas pelo avançar da idade.

Por outro lado, o interesse em associar o TP com a suplementação de creatina teve a clara finalidade de estudar possíveis efeitos adicionais que essa substância poderia acarretar, sobretudo, no componente muscular, estimulado pelo treinamento com sobrecargas progressivas.

Para tanto, a combinação de dois métodos (DXA e BIA) de avaliação da composição corporal proporcionou análises mais amplas e detalhadas sobre o comportamento de outros importantes componentes como água corporal, conteúdo mineral ósseo, gordura corporal e massa livre de gordura. Vale destacar que apesar das conhecidas limitações o uso da DXA vem sendo defendido por importantes pesquisadores como método de referência para avaliação da composição corporal de idosos, por suas várias vantagens¹⁴² e a BIA possibilita importantes informações inclusive para o acompanhamento nutricional, aspecto bastante relevante, em particular, para essa população especificamente.

Entre as inúmeras dificuldades para se operacionalizar um experimento da natureza do presente estudo, algumas merecem um destaque especial. Em primeiro lugar, o estabelecimento de critérios de inclusão rigorosos dificulta a execução de estudos experimentais e com delineamento transversal, em particular em idosos, uma vez que o processo de envelhecimento desencadeia uma série de disfunções metabólicas, fisiológicas, morfológicas e neuromusculares importantes que limitam ou impedem o controle de algumas ações de intervenção, como aquelas que podem ser identificadas com a prática regular de exercícios físicos, em grande parte dessa população.

Portanto, para que pudesse ser selecionada a quantidade necessária de sujeitos que atendessem na totalidade os critérios de inclusão predeterminados para este estudo houve uma ampla divulgação do projeto. Apesar disso, somente 25% dos interessados puderam ser selecionados para participar do presente estudo.

Em segundo lugar, impedir os sujeitos que se candidataram voluntariamente e que atenderam os critérios de inclusão estabelecidos para o estudo de terem acesso a uma intervenção que lhes poderia ser favorável, tendo plena consciência disso, iria de encontro as normas éticas em pesquisa com seres humanos. Assim, a formação de um grupo controle puro, isento de qualquer tipo de intervenção, acabou sendo inviabilizada, além do que o risco de mortalidade amostral poderia crescer sobremaneira.

Desse modo, optou-se pela adoção de um programa regular sistematizado de exercícios de alongamento para os sujeitos do grupo controle. O pressuposto assumido é que esse tipo de exercício físico teria pouco ou nenhum impacto sobre as variáveis a serem investigadas, mas proporcionaria aos sujeitos desse grupo um estímulo importante para o componente flexibilidade que, também, ocupa papel de destaque na qualidade de vida de idosos. Além disso, essa prática permitiria um processo de socialização e integração bastante relevante e que poderia contribuir para a manutenção da aderência dos sujeitos no estudo.

Nessa direção, um terceiro aspecto importante seria proporcionar motivação suficiente e segurança para que os sujeitos valorizassem a experiência e mantivessem a aderência aos programas de

exercícios físicos aos quais seriam submetidos (TP ou alongamento). Para tanto, as sessões de TP foram supervisionadas individualmente e as sessões de exercícios de alongamento foram supervisionadas coletivamente. Com isso a perda amostral foi bastante reduzida nas 12 semanas de suplementação e treinamento (~10%).

Para participação no estudo, foram selecionadas inicialmente 50 voluntárias. Entretanto, ao longo de todo o experimento houve uma perda de cinco voluntárias que compunham os diferentes grupos (problemas de saúde, abandono sem fornecer motivo, não inclusão nas análises por falta de dados e dificuldades de ingerir a suplementação oferecida em cápsulas, cada uma contendo 0,556 g de creatina ou placebo). As voluntárias ingeriram diariamente nove cápsulas, para totalizar as 5 g/dia, em uma única dose diária. O protocolo de suplementação de 5 g/dia de creatina, por vários dias ou semanas, tem demonstrado ser uma estratégia eficiente para a melhoria dos componentes da composição corporal em indivíduos de diferentes faixas etárias^{66,140,145}.

De acordo com as informações disponíveis na literatura até o momento, este é o primeiro estudo que procurou controlar os níveis de aptidão física bem como, os hábitos alimentares dos sujeitos a serem suplementados com creatina, em estudos compostos exclusivamente por mulheres idosas.

A proposta de controlar os níveis prévios de aptidão física das voluntárias investigadas se baseou na hipótese de que o estímulo provocado pelo TP parece ter melhor resposta nas fases iniciais de prática. Isso poderia afetar os resultados encontrados durante o uso da suplementação de creatina, principalmente, em indivíduos com diferentes níveis de treinabilidade.

Por outro lado, o controle dos hábitos alimentares é de fundamental importância para estudos dessa natureza, visto que uma grande ingestão diária de proteínas, sobretudo de origem animal, pode minimizar as respostas a esse tipo de suplementação. Por outro lado, a inclusão de indivíduos tipicamente vegetarianos na amostra poderia comprometer os resultados, uma vez que tais sujeitos, via de regra, possuem menores reservas de creatina intramuscular, bem como de CP quando comparados a omnívoros¹²¹.

No presente estudo, não foram encontradas diferenças significativas no consumo protéico entre os quatro grupos, mesmo quando analisados em valores relativos à massa corporal em nenhum dos momentos investigados. Entretanto, o consumo relativo de proteína, talvez possa ter sido insuficiente para maximizar os benefícios esperados com o respectivo treinamento, visto que o TP promove aumento do catabolismo protéico e o processo de regeneração e construção de tecidos exige uma maior oferta de proteína na dieta¹⁴⁶.

Considerando que as necessidades diárias de ingestão protéica para indivíduos submetidos a TP parecem ser de 1,0-1,3 g/kg de massa corporal/dia¹⁴⁷, os resultados encontrados nos quatro grupos experimentais foram bastante aquém desses valores (0,9 a 1,1 g/kg de massa corporal/dia). Os valores encontrados apesar de estarem dentro das recomendações atuais para adultos jovens sedentários (RDA), não favorecem a hipertrofia muscular em pessoas idosas submetidas ao TP⁸⁵.

Vale destacar, que a estruturação do programa de treinamento com pesos utilizado (número de exercícios, séries e repetições; intervalos de recuperação entre as séries e os exercícios; frequência semanal; escolha e ordem dos exercícios) foi baseada nas recomendações vigentes de TP para idosos⁷.

No presente estudo, a massa corporal não apresentou incrementos significantes, tanto nos grupos submetidos ao TP quanto naqueles que receberam suplementação de creatina. Esse fato pode ser explicado, pelo menos em parte, pelo baixo aporte energético verificado nos registros alimentares preenchidos pelos sujeitos no início e no final do período de suplementação. Aparentemente, a suplementação de creatina *per si* não parece suficiente para induzir ganhos de massa corporal significantes quando a ingestão energética é negligente.

Provavelmente esses achados expliquem parte das diferentes respostas observadas por diversos pesquisadores no comportamento da massa corporal de idosos após suplementação de creatina^{24,66,116,123,128,132,134-137,139,140}. Entretanto, não se pode desprezar a hipótese de que a suplementação de creatina possa acarretar modificações de menor magnitude em indivíduos idosos quando comparados aos jovens, em virtude de uma

menor absorção de creatina pelo intestino, transporte deficiente na corrente sanguínea ou captação reduzida na musculatura esquelética por parte dos idosos¹²².

Acredita-se que possíveis modificações na massa corporal induzidas pela suplementação de creatina se devam, em grande parte, a maior retenção hídrica desencadeada pelo aumento da captação de creatina na musculatura esquelética^{91,129,148}. Essa hipótese aparentemente foi confirmada pelo presente estudo, visto que as correlações encontradas entre o aumento da hidratação e da massa corporal nos grupos suplementados foram de elevada magnitude e significantes estatisticamente.

A elevação da ACT pode ser uma modificação importante para indivíduos idosos, visto que o declínio na massa livre de gordura, evidenciado com o envelhecimento, acarreta mudanças hídricas associadas ao desequilíbrio de fluidos corporais, fatores determinantes para o estado de hipohidratação, frequentemente observado nessa população¹⁴⁹.

Por outro lado, alguns pesquisadores advogam que a suplementação de creatina, pode promover aumento da síntese de proteína miofibrilar^{150,151}. Os resultados deste estudo parecem confirmar tal hipótese, de acordo com as modificações observadas, principalmente, na massa muscular e nas correlações encontradas entre o aumento da hidratação e da massa muscular nos grupos CRT e PLT.

O aumento da massa livre de gordura e massa muscular verificado no grupo CRT neste estudo indica que a associação entre o TP e a suplementação de creatina pode ser utilizada como uma importante estratégia não-farmacológica para o controle da sarcopenia em idosos sem comprometimento para os depósitos de gordura corporal.

Vale destacar que medidas profiláticas para aumento da massa muscular no envelhecimento têm importante implicação funcional⁶⁶. Nesse sentido, alguns estudos anteriores indicaram que a prática de exercícios com pesos, de modo isolado, poderia ser efetiva para o incremento da massa muscular em idosos, de ambos os sexos¹⁵²⁻¹⁵⁵, assim como o efeito do TP poderia ser maximizado pela administração de suplementação de creatina^{66,136}, conforme foi constatado pela presente investigação.

No presente estudo, as concentrações de creatinina plasmática aumentaram significativamente após o período de suplementação apenas nos grupos suplementados com creatina. Entretanto, o aumento das concentrações de creatinina plasmática do presente estudo, não pode ser relacionado a prejuízos renais, tendo em vista que outros fatores podem contribuir para esse comportamento tal qual o aumento da oferta de creatina ao organismo, como observado nesta investigação.

Vários estudos clínicos e epidemiológicos têm usado a medida de creatinina sérica como indicador de função renal. A creatinina é filtrada pelos glomérulos por isso, sua concentração plasmática é usada como medida indireta de filtração glomerular. Adicionalmente, a creatinina é derivada da musculatura esquelética, o que limita a habilidade de considerar suas concentrações plasmáticas alteradas como prejuízos à função renal. Essa limitação é ainda maior em indivíduos idosos, uma vez que a incidência de doenças crônicas associadas à perda da massa muscular é maior nessa população¹⁵⁶.

Uma limitação do presente estudo seria a falta de controle da creatinina urinária, que pode fornecer um indicativo da quantidade de creatina que pode ser aproveitada pelo organismo. Em condições normais, a creatina é degradada em creatinina dentro da célula muscular e então, a creatinina é excretada na urina. Durante período de suplementação, a creatina não captada pela musculatura é excretada na urina e a diferença (creatina ingerida - recuperada na urina) pode ser usada como medida de armazenamento da creatina no organismo.

Os possíveis efeitos colaterais da suplementação de creatina sobre a função renal e hepática não vêm sendo confirmados pela literatura, embora alguns pesquisadores se posicionam de maneira bastante cautelosa frente à sua utilização^{157,158}.

O comportamento verificado nas concentrações das transaminases hepáticas (GGT, TGO, TGP) neste estudo mostrou que os valores após a suplementação se mantiveram dentro dos limites de normalidade, indicando ausência de efeitos colaterais da suplementação de creatina na função hepática.

Além disso, nenhum desconforto gastrointestinal ou outros problemas de saúde que pudessem ser atribuídos ao uso da suplementação de creatina foi relatado pelos participantes durante o período de suplementação. De forma semelhante, nenhum problema foi relatado durante o período de treinamento no presente estudo, sugerindo que o TP pode ser utilizado de maneira bastante segura e satisfatória em mulheres idosas.

7 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo sugerem que em mulheres idosas:

- a) 12 semanas de treinamento com pesos pode promover ganhos de massa livre de gordura e massa muscular;
- b) a suplementação de creatina pode maximizar os ganhos de massa muscular acarretados pelo TP;
- c) a gordura corporal relativa, a massa de gordura e a massa óssea não parecem ser afetadas por 12 semanas de TP e/ou suplementação de creatina;
- d) tanto o TP quanto a suplementação de creatina podem resultar em aumento da quantidade de água corporal;
- e) as elevadas associações entre os aumentos de ACT e massa livre de gordura/massa muscular sugerem que a suplementação de creatina pode resultar tanto em hipertrofia sarcoplasmática quanto miofibrilar;
- f) a suplementação de creatina parece não proporcionar efeitos negativos na função hepática.

REFERÊNCIAS

6 REFERÊNCIAS

1. Levinger I, Goodman C, Hare DL, Jerums G, Selig S. The effect of resistance training on functional capacity and quality of life in individuals with high and low numbers of metabolic risk factors. *Diabetes Care*.2007;30(9):2205-10.
2. Schultz A. Muscle function and mobility mechanics in the elderly: an overview of some recent research. *J Gerontol A Biol Sci*.2003;1995:60-3.
3. Zamboni M, Zoico E, Scartezzini T, Mazzali G, Tosoni P, Zivelonghi A et al. Body composition changes in stable-weight elderly subjects: the effect of sex. *Aging Clin Exp Res*.2003;15(4):321-7.
4. Visser M, Pahor M, Tylavsky F, Kritchevsky SB, Cauley JA, Newman AB et al. One and two year change in body composition as measured by DXA in a population-based cohort of older men and women. *J Appl Physiol*.2003;94(6):2398-74.
5. Zamboni M, Mazzali G, Zoico E, Harris TB, Meigs JB, Di Francesco V et al. Health consequences of obesity in the elderly: a review of four unresolved questions. *Int J Obes*.2005;29(9):1011-29.
6. Atlantis E, Martin SA, Haren MT, Taylor AW, Wittert GA. Lifestyle factors associated with age-related differences in body composition: the Florey Adelaide Male Aging Study. *Am J Clin Nutr*.2008;88(1):95-104.
7. American College of Sports Medicine. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*.1998;30(6):992-1008.

8. Keysor JJ. Does late-life physical activity or exercise prevent or minimize disablement? A critical review of the scientific evidence. *Am J Prev Med.*2003;25(3 Suppl 2):129-36.
9. Mänty M, Heinonen A, Leinonen R, Tormakangas T, Hirvensalo M, Kallinen M et al. Long-term effect of physical activity counseling on mobility limitation among older people: a randomized controlled study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*2009;64(1):83-9.
10. Walsh MC, Hunter GR, Livingstone MB. Sarcopenia in premenopausal and postmenopausal women with osteopenia, osteoporosis and normal bone mineral density. *Osteoporos Int.*2006;17(1):61-7.
11. Sillanpää E, Häkkinen A, Nyman K, Mattila M, Cheng S, Karavirta L et al. Body composition and fitness during strength and/or endurance training in older men. *Med Sci Sports Exerc.*2008;40(5):950-8.
12. Binder EF, Yarasheski KE, Steger-May K, Sinacore DR, Brown M, Schechtman KB et al. Effects of progressive resistance training on body composition in frail older adults: Results of a Randomized, Controlled Trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*2005;60(11):1425-31.
13. Korpelainen R, Kiukaanniemi SK, Keikkinen J, Väänänen K, Korpelainen J. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int.*2006;17(1):109-18.
14. Hunter GR, McCarthy JP, Bamman MM. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med.*2004;34(5):329-48.
15. Wleser M, Haber P. The effects of systematic resistance training in the elderly. *Int J Sports Med.*2007;28(1):59-65.

16. Galvão DA, Taaffe DR. Resistance training for the older adult: manipulating training variables to enhance muscle strength. *J Strength Cond Res.*2005;27(3):48-54.
17. Vale RGS, Barreto ACG, Novaes JS, Dantas EHM. Efeitos do treinamento resistido na força máxima, na flexibilidade e na autonomia funcional de mulheres idosas. *Rev Bras Med Esporte.*2006;8(4):52-8.
18. Candow DG, Chilibeck PD. Differences in size, strength, and power of upper and lower body muscle groups in young and older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*2005;60(2):148-56 .
19. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamental of resistance training progression and exercise prescription. *Med Sci Sports.*2004;36(4):674-88.
20. Kraemer WJ, Adams K, Cafarelli E, Dudley GA, Dooly C, Feigenbaum MS et al. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.*2002;34(2):364-80.
21. Roberts SB, Rosenberg I. Nutrition and Aging: Changes in the regulation of energy metabolism with aging. *Physiol Rev.*2006;86(2):651-67.
22. Glaister M, Lockey RA, Abraham CS, Staerck A, Goodwin JE, McInnes G. Creatine supplementation and multiple sprint running performance. *J Strength Cond Res.*2006;20(2):273-7.
23. Candow DG, Little JP, Chilibeck PD, Abeysekara S, Zello GA, Kazachkov M et al. Low-dose creatine combined with protein during resistance training in older men. *Med Sci Sports Exerc.*2008;40(9):1645-52.

24. Canete S, San Juan AF, Perez M, Gomez-Gallego F, Lopez-Mojares LM, Earnest CP, et al. Does creatine supplementation improve functional capacity in elderly women. *J Strength Cond Res.*2006;20(1):22-8.
25. Bemben MG, Lamont HS. Creatine Supplementation and Exercise Performance. *Sports Med.*2005;35(2):107-25.
26. Buford TW, Kreider RB, Stout JR, Greenwood M, Campbell B, Spano M et al. International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *J Int Soc Sports Nutr.*2007;4:6.
27. WHO Statistical Information System (www3.who.int/whosis/).2003.
28. Freitas EV, Py L, Néri AL, Cançado FAX, Gorzoni ML, Rocha SM: Tratado de Geriatria e Gerontologia, Guanabara-Koogan, 2002.
29. Nasri F. O envelhecimento populacional no Brasil - Demografia e epidemiologia do envelhecimento. *Einstein.*2008;6(Supl 1):S4-S6.
30. Camarano AA. O envelhecimento da população brasileira: uma contribuição demográfica. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa e Estatística Aplicada, 2002: 1-97.
31. Ramos, LR. Fatores determinantes do envelhecimento saudável em idosos residentes em centro urbano: Projeto Epidoso, São Paulo. *Cad. Saúde Pública.*2003;19(3):793-7.
32. Penninx BW, Nicklas BJ, Newman AB, Harris TB, Goodpaster BH, Satterfield S et al. Metabolic syndrome and physical decline in older persons: results from the Health, Aging and Body Composition Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*2009;64(1):96-102.
33. Hruda KV, Hicks AL, McCartney N. Training for muscle power in older adults: effects on functional abilities. *Can J Appl Physiol.*2003;28(2):178-89.

34. Newman AB, Haggerty CL, Goodpaster B, et al. Strength and muscle quality in a well-functioning cohort of older adults: the Health, Aging and Body Composition study. *J Am Geriatr Soc.*2003;51(3):323-30.
35. Doherty TJ. Invited review: Aging and sarcopenia. *J Appl Physiol.*2003;95(4):1717-27.
36. Sahlin K, Söderlund K, Tonkonogi M, et al. Phosphocreatine content in single fibers of human muscle after sustained submaximal exercise. *Am J Physiol.*1997;273:C172-178.
37. Rosenberg IH. Summary comments. *Am J Clin Nutr.*1989;50:1231–3.
38. Evans WJ. Protein nutrition, exercise and aging. *J Am Coll Nutr.*2004;23(6 Suppl):601S-609S.
39. LaStayo PC, Ewy GA, Pierotti DD, Johns RK, Lindstedt S. The positive effects of negative work: increased muscle strength and decreased fall risk in a frail elderly population. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*2003;58(5):M419-24.
40. Gianni P, Jan KJ, Douglas MJ, Stuart PM, Tarnopolsky MA. Oxidative stress and the mitochondrial theory of aging in human skeletal muscle. *Exp Gerontol.*2004;39(9):1391-400.
41. Greenlund LJS, Nair KS. Sarcopenia—consequences, mechanisms, and potential therapies. *Mechanisms of Ageing and Development*2003;124(3):287-99.
42. Macaluso A, De Vito G. Muscle strength, power and adaptations to resistance training in older people. *Eur J Appl Physiol.*2004;91(4):450-72.
43. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults:

the health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(10):1059-64.

44. Attaix D, Mosoni L, Dardevet D, Combaret L, Mirand PP, Grizard J. Altered responses in skeletal muscle protein turnover during aging in anabolic and catabolic periods. *Int J Biochem Cell Biol*.2005;37(10):1962-73.

45. Larsson L, Yu F, Höök P, Ramamurthy B, Marx JO, Pircher P. Effects of aging on regulation of muscle contraction at the motor unit, muscle cell, and molecular levels. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*.2001;11(Suppl):28-43.

46. Deschenes MR, Effects of Aging on Muscle Fibre Type and Size. *Sports Med*.2004;34(12):809-24.

47. Combaret L, Dardevet D, Béchet D, Taillandier D, Mosoni L, Attaix D. Skeletal muscle proteolysis in aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*.2009;12(1):37-41.

48. Schaap LA, Pluijm SM, Deeg DJ, Visser M. Inflammatory markers and loss of muscle mass (sarcopenia) and strength. *Am J Med*.2006;119(6):526.e9-17.

49. Hughes VA, Frontera WR, Roubenoff R, Evans WJ, Fiatarone-Singh MA. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am J Clin Nutr*.2002;76(2):473-81.

50. Taaffe DR. Sarcopenia--exercise as a treatment strategy. *Aust Fam Physician*.2006;35(3):130-4.

51. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, Garry PJ, Lindeman RD. Epidemiology of Sarcopenia among the Elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol*.1998;147(8):755-763.

52. Dreyer HC, Blanco CE, Sattler FR, Schroeder ET, Wiswell RA. Satellite cell numbers in young and older men 24 hours after eccentric exercise. *Muscle Nerve*.2006;33(2):242-53.
53. Mauro A. Satellite cell of skeletal muscle fibers. *J Biophys Biochem Cytol*.1961;9:493-5.
54. Kadi F, Charifi N, Denis C, Lexell J, Andersen JL, Schjerling P et al. The behaviour of satellite cells in response to exercise: what have we learned from human studies? *Pflugers Arch*.2005;451(2):319-27.
55. Olsen S, Aagaard P, Kadi F, Tufekovic G, Verney J, Olesen JL et al. Creatine supplementation augments the increase in satellite cell and myonuclei number in human skeletal muscle induced by strength training. *J Physiol*.2006;573(Pt 2):525-34.
56. Kadi F, Charifi N, Denis C, Lexell J. Satellite cells and myonuclei in young and elderly women and men. *Muscle Nerve*.2004;29(1):120-7.
57. Verdijk LB, Koopman R, Schaart G, Meijer K, Savelberg HH, van Loon LJ. Satellite cell content is specifically reduced in type II skeletal muscle fibers in the elderly. *Am J Physiol Endocrinol Metab*.2007;292(1):E151-7.
58. Kadi F, Thornell LE. Concomitant increases in myonuclear and satellite cell content in female trapezius muscle following strength training. *Histochem Cell Biol*.2000;113(2):99-103.
59. Roth SM, Martel GF, Ivey FM, Lemmer JT, Tracy BL, Metter EJ et al. Skeletal muscle satellite cell characteristics in young and older men and women after heavy resistance strength training. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*.2001;56(6):B240-7.

60. Mackey AL, Esmarck B, Kadi F, Koskinen SO, Kongsgaard M, Sylvestersen A et al. Enhanced satellite cell proliferation with resistance training in elderly men and women. *Scand J Med Sci Sports*.2007;17(1):34-42.
61. NATIONAL BLUEPRINT. Increasing physical activity among adults age 50 and older. *J Aging Physical Activity*.2001;9(Suppl.):S1–S28.
62. Brown DR, Yore MM, Ham SA, Macera CA. Physical activity among adults ≥ 50 yr with and without disabilities, BRFSS 2001. *Med Sci Sports Exerc*.2005;37(4):620-9.
63. Gregg EW, Gerzoff RB, Caspersen CJ, Williamson DF, Narayan KM. Relationship of walking to mortality among US adults with diabetes. *Arch Intern Med*.2003;163(12):1440-7.
64. Mian OL, Baltzopoulos V, Minetti AE, Narici MV. The impact of physical training on locomotor function in older people. *Sports Med*.2007;37(8): 683-701.
65. Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39(8):1435-45.
66. Brose A, Parise G, Tarnopolsky MA. Creatine supplementation enhances isometric strength and body composition improvements following strength exercise training in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*.2003;58(1):11-9.
67. Chin A Paw MJ, van Uffelen JG, Riphagen I, van Mechelen W. The functional effects of physical exercise training in frail older people : a systematic review. *Sports Med*.2008;38(9):781-93.

68. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuttgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men: skeletal muscle hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol.*1988;64(3):1038-44.
69. Kryger AI, Andersen JL. Resistance training in the oldest old: consequences for muscle strength, fiber types, fiber size and MHC isoforms. *Scand J Med Sci Sports.*2007;17(4):422-30.
70. Elmadfa I, Meyer AL. Body Composition, changing physiological functions and nutrient requirements of the elderly. *Ann Nutr Metab.*2008;52(suppl 1):2-5.
71. Holviala JH, Sallinen JM, Kraemer WJ, Alen MJ, Häkkinen KK. Effects of strength training on muscle characteristics, functional capabilities, and balance in middle-aged and older women. *J Strength Cond Res.*2006;20(2):336-44.
72. Katula JA, Rejeski WJ, Marsh AP. Enhancing quality of life in older adults: a comparison of muscular strength and power training. *Health Qual Life Outcomes.* 2008;6:45.
73. Ettinger VD, Burns R, Messier SP, Applegate W, Rejeski J, Morgan T, Shumaker S, Berry MJ, O'Toole M, Monu J, i Craven T. A Randomized Trial Comparing Aerobic Exercise and Resistance Exercise With a Health Education Program in Older Adults With Knee Osteoarthritis: The Fitness Arthritis and Seniors Trial (FAST) *JAMA.*1997;277:25 – 31.
74. Ades PA, Savage PD, Cress ME, Brochu M, Lee NM, Poehlman ET. Resistance training on physical performance in disabled older female cardiac patients. *Med Sci Sports Exerc.*2003;35(8):1265-70.
75. Ibanez J, Izquierdo M, Arguelles I, Forga L, Larrion JL, Garcia-Unciti M, Idoate F, Gorostiaga EM. Twice-weekly progressive resistance training

decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes. *Diabetes Care*.2005;28 662–667.

76. Singh NA, Stavrinou TM, Scarbek Y, Galambos G, Liber C, Fiatarone Singh MA. A randomized controlled trial of high versus low intensity weight training versus general practitioner care for clinical depression in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*.2005;60(6):768-76.

77. Milne AC, Avenell A, Potter J. Meta-analysis: protein and energy supplementation in older people. *Ann Intern Med*.2006;144(1):37-48.

78. Morley JE. Anorexia, body composition, and aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*.2001;4:9-13.

79. Morley JE. Anorexia, sarcopenia, and aging. *Nutrition*.2001,17:660–663.

80. Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R, Mayer J, Nair KS. Sarcopenia. *J Lab Clin Med*.2001;137:231-43.

81. Groot CPGM, Staveren WA, Graaf C. Determinants of macronutrient intake in elderly people. *Eur J Clin Nutr*. 2000;54(3):S70±S76

82. Paddon-Jones D, Short KR, Campbell WW, Volpi E, Wolfe RR. Role of dietary protein in the sarcopenia of aging. *Am. J. Clin. Nutr*.2008;87(5):1562S-1566S.

83. Thalacker-Mercer AE, Fleet JC, Craig BA, Carnell NS, Campbell WW. Inadequate protein intake affects skeletal muscle transcript profiles in older humans. *Am J Clin Nutr*.2007;85(5):1344-52.

84. Baier S, Johannsen D, Abumrad N, Rathmacher JA, Nissen S, Flakoll P. Year-long changes in protein metabolism in elderly men and women supplemented with a nutrition cocktail of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate

(HMB), L-arginine, and L-lysine. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.*2009;33(1):71-82.

85. Houston DK, Nicklas BJ, Ding J, Harris TB, Tylavsky FA, Newman AB et al. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: the Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. *Am J Clin Nutr.*2008;87:150-55.

86. Roubenoff R, Hughes VA. Sarcopenia: current concepts. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*2000;55:M716–M724.

87. Walker JB. Creatine: biosynthesis, regulation, and function. *Advances in Enzymology and Related Areas of Molecular Biology.* New York, 1979;50:177-242.

88. Balsom PD, Söderlund K, Ekblom B. Creatine in humans with special reference to creatine supplementation. *Sports Medicine.*1994;18(4):268-80.

89. Greenhaff PL. The nutritional biochemistry of creatine. *J Nut Biochem.*1997;8(11):610-8.

90. Watt KK, Garnham AP, Snow RJ. Skeletal muscle total creatine content and creatine transporter gene expression in vegetarians prior to and following creatine supplementation. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*2004;14(5):517-31.

91. Hultman E, Söderlund K, Timmons JA, Cederblad G, Greenhaff PL. Muscle creatine loading in men. *J Appl Physiol.*1996;8(1):232-37.

92. Clark JF. Creatine and phosphocreatine: a review of their use in exercise and sport. *Journal of Athletic Training, Dallas.*1997;32:45-50.

93. Terjung RL, Clarkson P, Eichner ER, Greenhaff PI, Hespel PJ, Israel RG et al. American College of Sports Medicine Roundtable. The physiological and

health effects of oral creatine supplementation. *Med Sci Sports Exerc.*2000; 32(3):706-17.

94. Branch JD. Effect of creatine supplementation on body composition and performance: a meta analysis. *Int J Sport Nutr Exerc Metabol.*2003;13(2):198-226.

95. Harris RC, Söderlund K, Hultman E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin Sci (Lond).*1992;83(3):367-74.

96. Deldicque L, Louis M, Theisen D, Nielens H, Dehoux M, Thissen JP, Rennie MJ, Francaux M. Increased IGF mRNA in Human Skeletal Muscle after Creatine Supplementation. *Med Sci Sports Exerc.*2005;37:731-736.

97. Klivenyi P, Ferrante RJ, Matthews RT, Bogdanov MB, Klein AM, Andreassen OA et al. Neuroprotective effects of creatine in a transgenic animal model of amyotrophic lateral sclerosis. *Nat Med.*1999;5(3):347-50.

98. Wyss M, Kaddurah Daouk R. Creatine and creatinine metabolism. *Physiol Rev.*2000; 80(3):1107-213.

99. Chanutin A. The fate of creatine when administered to man. *J Biol Chem.* 1926; 67(?): 29–41.

100. Youri EC, Taes, Delanghe JR, Wuyts B, Voorde JV , Lameire NH. Creatine supplementation does not affect kidney function in an animal model with pre-existing renal failure. *Nephrol Dial Transplant.*2003;18(?):258-64.

101. Francaux M, Poortmans JR. Side effects of creatine supplementation in athletes. *Int J Sports Physiol Perform.*2006;1(4):311-23.

102. Gualano B, Ugrinowitsch C, Seguro AC, Lancha Junior AH. A suplementação de creatina prejudica a função renal? *Rev Bras Med Esporte*.2008;14(1):68-73.
103. Becque MD, Lochmann JD, Melrose DR. Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition. *Med Sci Sports Exerc*.2000;32(1):654-8.
104. Bembien MG, Bembien DA, Loftiss DD, Knehans AW. Creatine supplementation during resistance training in college football athletes. *Med Sci Sports Exerc*.2001;33(10):1667-73.
105. Tarnopolsky MA, Safdar A. The potential benefits of creatine and conjugated linoleic acid as adjuncts to resistance training in older adults. *Appl Physiol Nutr Metab*.2008;33(1):213-27.
106. Smith SA, Montain SJ, Matott RP, Zientara GP, Jolesz FA, Sawka MN. Creatine supplementation and age influence muscle metabolism during exercise. *J Appl Physiol*.1998;85(4):1349-56.
107. Campbell WW, Barton ML Jr, Cyr-Campbell D, Davey SL, Beard JL, Parise G et al. Effects of an omnivorous diet compared with a lactoovovegetarian diet on resistancetraining-induced changes in body composition and skeletal muscle in older men. *Am J Clin Nutr*.1999;70(6):1032-9.
108. Mccully K, Posner J. Measuring exercise-induced adaptations and injury with magnetic resonance spectroscopy. *Int J Sports Med*. 1992;13(suppl 1):S147-9.
109. Kent-Braun JA, Ng AV. Skeletal muscle oxidative capacity in young and older women and men. *J Appl Physiol*.2000;89:1072-1078.

110. Op 't Eijnde B, Urso B, Richter EA, et al. Effect of oral creatine supplementation on human muscle GLUT4 protein content after immobilization. *Diabetes*.2001;50:18-23.
111. Wiroth JB, Bermon S, Andrei S, et al. Effects of oral creatine supplementation on maximal pedalling performance in older adults. *Eur J Appl Physiol*.2001;84:533-39.
112. Parise G, Mihic S, MacLennan D, Yarasheski KE, Tarnopolsky MA. Effects of acute creatine monohydrate supplementation on leucine kinetics and mixed-muscle protein synthesis. *J Appl Physiol*.2001;91(3):1041-7.
113. Lawler JM, Barnes WS, Wu G, Song W, Demaree S. Direct antioxidant properties of creatine. *Biochem Biophys Res Commun*.2002;290(1):47-52.
114. Passaquin AC, Renard M, Kay L, Challet C, Mokhtarian A, Wallimann T et al. Creatine supplementation reduces skeletal muscle degeneration and enhances mitochondrial function in mdx mice. *Neuromuscul Disord*.2002;12(2):174-82.
115. van Loon LJ, Oosterlaar AM, Hartgens F, Hesselink MK, Snow RJ, Wagenmakers AJ. Effects of creatine loading and prolonged creatine supplementation on body composition, fuel selection, sprint and endurance performance in humans. *Clin Sci*.2003;104(2):153-62.
116. Gotshalk LA, Volek JS, Staron RS, Denegar CR, Hagerman FC, Kraemer WJ. Creatine supplementation improves muscular performance in older men. *Med Sci Sports Exerc*.2002;34(3):537-43.
117. Hameed M, Harridge SD, Goldspink G. Sarcopenia and hypertrophy: a role for insulin-like growth factor-1 in aged muscle? *Exerc Sport Sci Rev*. 2002;30(1):15-9.

118. Rawson ES, Volek JS. Effects of creatine supplementation and resistance training on muscle strength and weightlifting performance. *J Strength Cond Res.* 2003;17(4):822-31.
119. Volek JS, Ratamess NA, Rubin MR, Gómez AL, French DN, McGuigan MM et al. The effects of creatine supplementation on muscular performance and body composition responses to short-term resistance training overreaching. *Eur J Appl Physiol.*2004;91(5-6):628-37.
120. Tarnopolsky MA, MacLennan DP. Creatine monohydrate supplementation enhances high-intensity exercise performance in males and females. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*2000;10(4):452–63.
121. Burke DG, Chilibeck PD, Parise G, Candow DG, Mahoney D, Tarnopolsky M. Effect of Creatine and Weight Training on Muscle Creatine and Performance in Vegetarians. *Med. Sci. Sports Exerc.*2003;35(11):1946-55.
122. Rawson ES, Clarkson PM, Price TB, Miles MP. Differential response of muscle phosphocreatine to creatine supplementation in young and old subjects. *Acta Physiol Scand.*2002;174(1):57-65.
123. Rawson ES, Clarkson PM. Acute creatine supplementation in older men. *Int J Sports Med.* 2000;21(1):71-5.
124. Candow DG, Chilibeck PD, Chad KE, Chrusch MJ, Davison KS, Burke DG. Effect of ceasing creatine supplementation while maintaining resistance training in older men. *J Aging Phys Act.* 2004;12(3):219-31.
125. Eijnde BO, Leemputte MV, Goris M, Labarque V, Taes Y, Verbessem P et al. Effects of creatine supplementation and exercise training on fitness in men 55–75 yr old. *J Appl Physiol.*2003;95(2):818-28.

126. Volek JS, Duncan ND, Mazzetti SA, et al. Performance and muscle fiber adaptations to creatine supplementation and heavy resistance training. *Med. Sci. Sports Exerc.*1999;31:1147-1156.
127. Bermont et al. Effects of creatine monohydrate ingestion in sedentary and weight-trained older adults. *Acta Physiol Scand.*1998;164(2):147-55.
128. Rawson ES, Wehnert ML, Clarkson PM. Effects of 30 days of creatine ingestion in older men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.*1999;80(2):139-44.
129. Ziegenfuss TN, Lowery LM, Lemon PWR. Acute fluid volume changes in men during three days of creatine supplementation. *J Exerc Physiol.*1998;1(3):1-9.
130. Powers ME, Arnold BL, Weltman AL, Perrin DH, Mistry D, Kahler DM, et al. Creatine Supplementation Increases Total Body Water Without Altering Fluid Distribution. *Journal of Athletic Training.*2003;38(1):44-50.
131. Haussinger D. The role of cell hydration in the regulation of cell function. *Biochem J.*1996;313(3):697-710.
132. Gotshalk LA, Kraemer WJ, Mendonca MAG, Vingren JL, Kenny AM, Spiering BA, et al. Creatine supplementation improves muscular performance in older women. *Eur J Appl Physiol.*2008;102(2):223–31.
133. Mesa JLM, Ruiz JR, Gonzá lez-gross MM, Guite´ rrezsa´ inz A, Castillo garzo´ n MJ. Oral creatine supplementation and skeletal muscle metabolism in physical exercise. *Sports Med.*2002;32(14):903-44.
134. Candow DG, Little JP, Chilibeck PD, Abeysekara S, Zello GA, Kazachkov M et al. Low-dose creatine combined with protein during resistance training in older men. *Med Sci Sports Exerc.*2008 (no prelo)

135. Chilibeck PD, Chrusch MJ, Chad KE, Shawn-Davison KS, Burke DG. Creatine monohydrate and resistance training increase bone mineral content and density in older men. *J Nutr Health Aging*. 2005;9(5):352-55.
136. Chrusch MJ, Chilibeck PD, Chad KE, Davison KS, Burk DG . Creatine supplementation combined with resistance training in older men. *Med Sci Sports Exerc*.2001;33(12):2111-7.
137. Jakobi JM, Rice CL. Voluntary muscle activation varies with age and muscle group. *J Appl Physiol*. 2002;93(2):457–62.
138. Moreira DS, Knifis F, Machado M. Suplementação de creatina e exercício alteram a composição corporal e índices da síndrome metabólica em idosos. *Movimento e Percepção*.2007;7(10):26-44.
139. Rogers ME, Bohlken RM, Beets MW, Hammer SB, Ziegenfuss TN, Sarabon N. Effects of creatine, ginseng and astragalus supplementation on strength, body composition, mood, and blood lipids during strength-training in older adults. *Sports Med*.2006;5(1):60-9.
140. Tarnopolsky M, Zimmer A, Paikin J, Safdar A, Aboud A, Pearce E, Roy B, Doherty T. Creatine Monohydrate and Conjugated Linoleic Acid Improve Strength and Body Composition Following Resistance Exercise in Older Adults. *PLoS ONE*.2007;2(10): e991.
141. Gordon CC, Chumlea WC, Roche AF. Stature, recumbent length, and weight. In: Lohman TG, Roche AF, Martorell R, editors. *Anthropometric standardizing reference manual*. Champaign: Human Kinetics Books, 1988;3-8.
142. Kim J, Heshka S, Gallagher D, Kotler DP, Mayer L, Albu J, Shen W, Freda PU, Heymsfield SB. Intermuscular adipose tissue-free skeletal muscle mass:

estimation by dual-energy X-ray absorptiometry in adults. *J Appl Physiol.*2004;97(2):655-60.

143. Sardinha LB, Lohman TG, Teixeira PJ, Guedes DP, Going AB. Comparison of air displacement plethysmography with dual-energy X-ray absorptiometry and 3 field methods for estimating body composition in middle-aged men. *Am J Clin Nutr.*1998;68(4):786-93.

144. American College of Sports Medicine. Position stand: progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.*2009;41(3):687-708.

145. Greenhaff PL, Bodin K, Söderlund K, Hultman E. Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis. *Am J Physiol.* 1994; 266:E725-30.

146. Wilborn CD, Willoughby DS. The Role of Dietary Protein Intake and Resistance Training on Myosin Heavy Chain Expression. *J Int Soc Sports Nutr.* 2004;1(2): 27–34.

147. Lucas M, Heiss CJ. Protein needs of older adults engaged in resistance training: a review. *J Aging Phys Act.*2005;13:223-36.

148. Kilduff LP, Georgiades E, James N, Minnion RH, Mitchell M, Kingsmore D et al. The effects of creatine supplementation on cardiovascular, metabolic, and thermoregulatory responses during exercise in the heat in endurance trained humans. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.*2004;14(4):443-60.

149. Ferry M. Strategies for ensuring good hydration in the elderly. *Nutrition Reviews.*2005;63(s1):S22- S29.

150. Kreider RB, Ferreira M, Wilson M, Grindstaff P, Plisk S, Reinardy J, Cantler E, Almada AL. Effects of creatine supplementation on body

composition, strength, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(1):73-82.

151. Volek JS, Kraemer WJ. Creatine supplementation: its effect on human muscular performance and body composition. *J Strength Cond Res.*1996;10(3):200-10.

152. Fiatarone MA, Evans WJ. The etiology and reversibility of muscle dysfunction in the aged. *J Gerontol.*1993;48:77-83.

153. Fiatarone MA, O'Neill EF, Ryan ND, Clements KM, Solares GR, Nelson ME et al. Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people. *N Engl J Med.*1994;330(25):1769-75.

154. Treuth MS, Ryan AS, Pratley RE, Rubin MA, Miller JP, Nicklas BJ et al. Effects of strength training on total and regional body composition in older men. *J Appl Physiol.*1994;77:614-20.

155. Schulte JN, Yarasheski KE. Effects of resistance training on the rate of muscle protein synthesis in frail elderly people. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.*2001,11:111-18.

156. Lamb EJ , O ' Riordan SE , Delaney MP . Kidney function in older people: pathology, assessment and management . *Clin Chim Acta.*2003;334:25-40.

157. Pritchard NR and Kalra PA. Renal dysfunction accompanying oral creatine supplements. *Lancet.*1998;351:1252-3.

158. Kuehl K, Goldberg L and Elliot D. Renal insufficiency after creatine supplementation in a college football athlete. *Med Sci Sports Exerc.*1998;30:S235.

ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE INSCRIÇÃO – PROJETO DOS IDOSOS – 2008

Nome: _____ Idade: _____

Endereço: _____

Telefone: _____ Outro contato: _____

Estado civil: _____ Profissão: _____

1- Qual a sua ocupação, seus hábitos (anotar detalhes)?

2- É portador de alguma disfunção metabólica ou ósteo-muscular?

3- Já fez alguma cirurgia? Se sim, qual? _____

4- Durante esse ano, você tem alguma cirurgia marcada? Se sim, qual?

5- O médico já disse que você tem pressão alta? Toma medicamento para controle? Qual? _____

6- Toma algum outro remédio? Qual? _____

7- Você faz reposição hormonal? _____

8- Você faz uso de alguma suplementação alimentar? _____

9- Você frequenta o consultório médico frequentemente? Quando foi a última vez que foi? Qual médico? _____

10- Você frequenta o cardiologista com freqüência? Quando foi a última vez que foi? Nome do médico? _____

11- Você é vegetariano? _____

12- Você costuma beber café? Qual frequência e quantidade? _____

13- Se precisasse ficar sem tomar café por um período, você suportaria?

14- Você costuma consumir bebida alcoólica? Qual a frequência, quantidade e tipo? _____

15- Você é fumante? _____

16- Pratica algum tipo de atividade física? Qual? Quantas vezes por semana?

17. Tem preferência por alongamento ou musculação? _____

18. Se não for possível atender a sua preferência, você ainda assim participará do projeto? _____

19- Quantos dias da semana você tem disponibilidade para treinar? _____

20- Qual o turno de sua preferência: manhã (das 7 às 9 ou das 9 às 12) ou tarde (das 13 às 15 ou das 15 às 18)? _____

21- Já praticou musculação alguma vez na vida? Se sim, por quanto tempo?



ANEXO 2: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

INFORMAÇÕES SOBRE O ESTUDO

Título: *Impacto do treinamento com pesos e da suplementação de creatina sobre a composição corporal de mulheres idosas*

Coordenador: Prof. Dr. Arli Ramos de Oliveira (DEF/CEFE/UEL)

Prezados Senhores,

Este estudo é um projeto de pesquisa a ser desenvolvido, visando compreender o da suplementação de creatina associada ao treinamento com pesos.

Para o desenvolvimento do projeto será aplicado um programa de treinamento com pesos, a ser realizado na Sala de Musculação da Academia Quality, na cidade de Londrina – Paraná, localizada na Rua Pará, nº 1814 e um programa de alongamento, a ser realizado em sala de ginástica na mesma academia. As sessões de treinamento com pesos serão às 2^a, 4^a, e 6^a feiras, das 06h às 12h e de alongamento às 3^a e 5^a feiras das 9h às 10h.

A suplementação será oferecida em nove cápsulas diárias para serem ingeridas em uma só dose, juntamente com bebida contendo açúcar. É importante lembrar que a creatina, é encontrada naturalmente nos alimentos ricos em proteínas, particularmente nas carnes vermelhas e nos peixes.

O único efeito colateral relatado em pesquisas clínicas envolvendo dosagens de creatina que anos em indivíduos destreinados, treinados, atletas e portadores de doenças tem sido o ganho de peso corporal. Nenhum estudo disponível na literatura mostrou possíveis efeitos colaterais da suplementação de creatina em indivíduos saudáveis.

O procedimento: Inicialmente, será realizada uma anamnese e solicitado exame médico prévio para participação no estudo. Logo após, algumas semanas serão destinadas às avaliações e à adaptação ao treinamento, sendo analisados os níveis iniciais das variáveis citadas anteriormente.

Justificativa: O treinamento com pesos tem propiciado melhora na força muscular, prevenindo lesões, reduzindo a incidência de doenças crônico-degenerativas e melhorando a realização das atividades da vida diária. A suplementação de creatina pode proporcionar resultados ainda mais consistentes. Em consequência, existe necessidade de serem investigados os efeitos gerados por esse tipo de exercício sobre os componentes da composição corporal.

Riscos: Cada indivíduo será monitorado individualmente por um profissional em Educação Física, sendo mensurada a pressão arterial antes, durante e após o treinamento.

O sigilo: A identidade dos participantes será preservada, embora os resultados da pesquisa possam ser divulgados em eventos científicos e publicações. Será garantido ao participante o direito de se retirar do estudo quando melhor lhe convier.

Agradecemos a sua participação no estudo, a qual será de grande importância para melhor compreendermos o dos diferentes componentes da composição corporal em mulheres acima de 60 anos com o treinamento com pesos e suplementação de creatina.

Colocamo-nos à disposição para qualquer esclarecimento que se fizer necessário para o estudo.

Atenciosamente

Prof. Dr. Arli Ramos de Oliveira
Coordenador



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Pelo presente instrumento, que atende às exigências legais, a senhora _____, portadora da Cédula de Identidade RG. nº _____, após leitura minuciosa do Termo de Consentimento Esclarecido, referente ao Projeto de Pesquisa “*Impacto do treinamento com pesos e da suplementação de creatina sobre a composição corporal de mulheres idosas*”, devidamente explicado pelo profissional em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu consentimento livre e esclarecido em concordância em participar da pesquisa proposta no que lhe é cabível.

Fica claro que a participante pode a qualquer momento retirar seu consentimento e deixar de participar do estudo alvo de pesquisa e ciente de que todo trabalho realizado torna-se informação confidencial.

Por estarem entendidos e conformados, assinam o presente termo.

Londrina, _____ de _____ de 2008.

Assinatura do participante

Prof. Dr. Arli Ramos de Oliveira
Coordenador

ANEXO 3: RECORDATÓRIO DE HÁBITOS ALIMENTARES

RECORDATÓRIO DE HÁBITOS ALIMENTARES		
Refeição	Alimento	Medida caseira
Café da Manhã		
Colação		
Almoço		
Lanche		
Jantar		
Ceia		
Intervalos das refeições		
Observações:		

ANEXO 4: FICHA DE TREINAMENTO COM PESOS ETAPA 1

NOME: _____
PROJETO 2008
TREINAMENTO COM PESOS

ORDEM EXERCÍCIO	SÉRIES/REPETIÇÕES	PA=			PA=			PA=		
		CARGA	REP.		CARGA	REP.		CARGA	REP.	
Supino Vertical	2 X 10-15 RM									
Mesa extensora	2 X 10-15 RM									
Puxada à Frente	2 X 10-15 RM									
Rosca Bíceps Scott	2 X 10-15 RM									
Panturrilha sentada	2 X 10-15 RM									
Tríceps Pulley	2 X 10-15 RM									
Abdominais	2 X 10-15 RM									

FREQUÊNCIA AO TREINAMENTO (DIA E MÊS)

OBSERVAÇÕES:

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)