

---

## Artigo original

---

# Análise da creatina quinase versus escalas de percepção subjetiva de dor para monitoramento do tempo de recuperação em idosos fisicamente ativos

## *Creatine kinase analysis versus rating of perceived exertion scale to determine time of recuperation in physically active elderly*

Cláudio Lauria Christovam\*, Márcia Baptista Veiga\*, Francisco Navarro\*\*

*\*Curso de pós-graduação de musculação e condicionamento físico, Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas - FMU, \*\*Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas - FMU*

### Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar os níveis de creatina quinase versus escala de percepção de dor, para determinar o tempo de recuperação de um programa proposto para idosos. A amostra foi composta por 7 mulheres, faixa etária de  $58,57 \pm 11,72$  (anos). Os exercícios foram constituídos por 4 séries de 12-6 reps. 60 a 90% (1RM) para os exercícios: press reto, press ombro, leg press 45°, cadeira extensora. As amostras sanguíneas foram coletadas, antes, após 24, 48, 72, e 96 h. Os resultados demonstram que o pico de dor relatado na escala não é coerente como o pico de dor apresentado pela creatina quinase. Comparando o período de 24 versus 48 horas, houve uma resposta similar entre a concentração de creatine quinase ( $724,4 \pm 281,8 / 703,0 \pm 113,6$ , queda de 3%) e a percepção da dor ( $4,57 / 4,14$ , queda de 9%). Entretanto, no pós-exercício versus 24 horas, observamos um aumento da concentração de creatine quinase ( $218,3 \pm 39,0 / 724,4 \pm 281,8$ , alta de 232%) e uma diminuição da percepção da dor ( $6,14 / 4,57$  queda de 26%). Nas 48 versus 72 horas, o grupo continuou exibindo queda da creatine quinase ( $703,0 \pm 113,6 / 550,9 \pm 229,8$  queda de 22%) e da percepção da dor ( $4,14 / 1,5$  queda de 64%). Contudo, no pós-exercício versus 48 horas a recuperação é semelhante entre os 2 parâmetros. Sendo assim, após 72 horas, observa-se um aumento, porém não significativo, da creatine quinase em relação à percepção da dor. A recuperação foi total em 96 horas, tanto na análise da creatina quinase como na escala de dor. Assim, podemos assumir que a escala de dor pode ser efetiva para monitorar o tempo de recuperação em idosos ativos.

**Palavras-chave:** envelhecimento, creatina quinase, exercícios com pesos.

### Abstract

The aim of this study was to analyze the rates of creatine kinase versus perceived exertion scale to determine the time of recuperation of a program proposed to elderly people. Sample was composed by 7 women, age group  $58.57 \pm 11.72$  (years). The exercises were divided in 4 sets of 12-6 reps. 60 to 90% 1RM for the exercises: bench press, shoulder press, leg press 45°, and knee extension. Blood samples were collected, before, after, 24, 48, 72, and 96 hours. The results showed that the peak pain reported in the scales is not coherent as the peak of pain showed by the creatine kinase. When the period of 24 versus 48 hours were compared, it was noticed a similar response between the concentration of creatine kinase ( $724.4 \pm 281.8$  to  $703.0 \pm 113.6$ , a decrease of 3%) and pain perception ( $4.57$  to  $4.14$ , a decrease of 9%). However, in the post-exercise period versus 24 hours period, was observed an increasing of creatine kinase ( $218.3 \pm 39.0 / 724.4 \pm 281.8$ , an increase of 232%) and a decreasing of pain perception ( $6.14 / 4.57$  a decrease of 26%). In the 48 versus 72 hours, the group still showed a decrease of creatine kinase ( $703.0 \pm 113.6 / 550.9 \pm 229.8$ , decrease of 22%) and pain perception ( $4.14 / 1.5$ , a decrease of 64%). However, in the post-exercise period versus 48 hours, the graphics exhibited a similar recuperation with the period previously mentioned. 72 hours after we can see an increase, but not so significant, of creatine kinase compared to pain perception. The recuperation was complete in 96 hours, both in the creatine kinase analysis and pain scale. According to it, we can assume that the pain scale can be effective to follow up the recovery time in elderly people.

**Key-words:** elderly, creatine kinase, weight exercises.

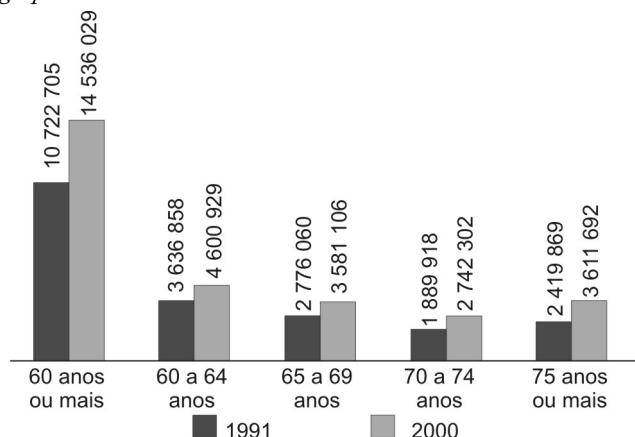
Recebido 18 de outubro de 2007; aceito em 20 de dezembro de 2007.

**Endereço para correspondência:** Cláudio Lauria Christovam, Rua Rui de Moraes Apocalipse, 326/124 Bl 11, 02842-260 São Paulo SP, Tel: (11) 3921-7956, E-mail: clauchris00@yahoo.com.br

## Introdução

É consenso na literatura que a prática da atividade física em idosos parece contribuir para prevenir ou minimizar as alterações provocadas pelo envelhecimento possibilitando ao idoso manter uma melhor qualidade de vida. Segundo dados do Censo 2000 [1], o crescimento absoluto e relativo da população idosa é um fenômeno mundial. Dados do instituto indicam que, em 1950, o número de idosos no mundo era de 204 milhões, quase cinco décadas depois, em 1998, este número alcançava 579 milhões de pessoas. Estima-se que em 2050 este número possa chegar a 1.900 milhões de pessoas. Seguindo as projeções, o número de idosos com 100 anos ou mais aumentará 15 vezes, de aproximadamente 145 000 pessoas em 1999 para 2,2 milhões em 2050. No Brasil, a população idosa de 60 anos ou mais era de 14.536.029 de pessoas, contra 10.722.705 em 1991 [1]. Neste período, o número de idosos aumentou para quase 4 milhões de pessoas.

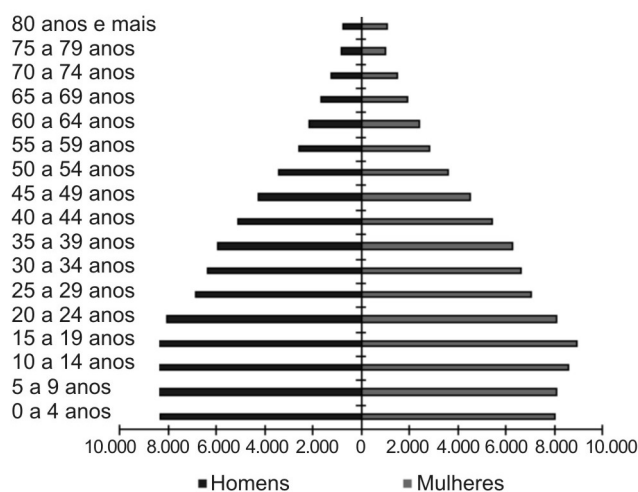
**Gráfico 1** - População residente de 60 anos ou mais de idade, por grupos de idade - Brasil - 1991/2000.



Fontes: Censo demográfico 1991: resultado do universo: micro dados.

Rio de Janeiro: IBGE, 2002.21

CD-ROM; IBGE, Censo Demográfico 2000.



Fonte: IBGE, Censo Demográfico 2000.

Entretanto, com relação ao sexo, este aumento é bastante diferenciado entre homens e mulheres idosas, sendo bem maior o número de mulheres. De acordo com o censo, as mulheres idosas, em 1991, correspondiam a 54% da população, passando para 55,1% em 2000. Tal diferença é explicada pelos diferenciais de expectativa de vida entre os sexos, haja vista que, em média, as mulheres vivem oito anos mais que os homens.

Contudo, este aumento na expectativa de vida pode ter pouca significância, a menos que esteja associado a uma expectativa de vida ativa e funcional [2,3]. Porém, observa-se também que o processo de envelhecimento é acompanhado de uma série de alterações fisiológicas e funcionais como:

- Alterações antropométricas - diminuição da estatura [4,5], com o transcorrer dos anos, alterações na composição corporal [6]. Segundo Okuma [7], estas alterações provocam um incremento do peso corporal, que está associado a um aumento de doenças crônico-degenerativas como: hipertensão, obesidade, doenças coronarianas, dislipidemias, diabetes mellitus tipo 2.
- Alterações cardiovasculares - redução na relação entre capilares e fibras musculares, diminuição na elasticidade e distensibilidade das artérias e principais vasos sanguíneos, conseqüentemente há um aumento da pressão sanguínea durante o esforço e no repouso, diminuição da potência aeróbica ( $VO_{2max}$ ) que, em média, declina 1% ao ano (10% por década) [5,8-10].
- Alterações articulares - diminuição do tecido colágeno, componente primário que forma os ligamentos e tendões, tornando-o rígido e reduzindo a capacidade de elasticidade [7,11-13].
- Alterações ósseas - diminuição da densidade mineral óssea em ambos os sexos, menor pico de massa óssea em mulheres, ocasionando assim o surgimento da osteoporose [14-16].
- Alterações musculares - com perda progressiva de unidades motoras tipo II, redução na velocidade de condução nervosa [17] e diminuição da massa corporal magra (sarcopenia) [6], devido à redução no número e tamanho das fibras musculares [18-20], diminuição da produção de força e velocidade contrátil [21,22], e capacidade de geração de potência com a idade [23] e, o mais importante, diminuição na quantidade de exercícios físicos [3, 12,13,16, 24-29].

Porém, tenta-se cada vez mais procurar soluções para tentar minimizar e até evitar estas alterações ocasionadas pelo processo de envelhecimento. Desta forma, alguns autores [2,3,6,12, 13,19] ressaltam que a atividade física regular mantém os níveis de aptidão física desta população, diminuindo a taxa de mortalidade e morbidade. De acordo com Nóbrega [9], a capacidade de adaptação ao exercício no idoso, ou seja, a treinabilidade não difere da capacidade de um indivíduo jovem-adulto. Contudo, verifica-se, nos últimos anos, um crescente aumento de evidências científicas mostrando que a atividade física sistematizada,

mais precisamente exercícios contra-resistidos, pode produzir inúmeros benefícios mesmo em idosos.

O profissional da área de Educação Física deve ter conhecimento das características da população que irá trabalhar, para prescrever de forma adequada o programa de exercício físico para esta população, respeitando um dos princípios do treinamento, que é a individualidade biológica dos seus alunos. Para Weineck e Monteiro [30,31], a prescrição e o controle do programa de exercício baseiam-se na relação entre a intensidade do esforço aplicado, duração e período de recuperação.

Dentre os indicadores fisiológicos mais utilizados por profissionais de Educação Física, para o monitoramento e controle da intensidade do esforço, estão a frequência cardíaca e a percepção subjetiva de esforço, sendo o último o mais aplicado em exercícios contra-resistidos [35-39], respeitando, assim, o período de recuperação adequado para que ocorra a adaptação biopositiva (super-compensação) e aumento da capacidade física geral.

Alguns estudos recentes [32,33] têm utilizado marcadores bioquímicos para detectar danos na estrutura muscular como, por exemplo, aumento no número circulante de leucócitos e citosinas, níveis elevados de fator- $\alpha$  de necrose tumoral (TNF- $\alpha$ ), interleucina-6 (IL-6), IL-6 mRNA, contagem plasmática de granulócitos, aumento na concentração sanguínea de creatina quinase (CK), proteína C reativa (PCR), ou aumento na concentração de prostaglandina (PGE2). Dentre as citadas, a creatina quinase (CK) é considerada um dos melhores indicadores de lesão da célula muscular, uma vez que esta substância é encontrada no tecido muscular esquelético e cardíaco [10].

Devemos considerando as necessidades e dificuldades decorrentes destes métodos, que nem sempre podemos realizar, para monitoramento e controle do programa de exercício, devido ao seu alto custo, dificuldade na coleta de dados, sendo inacessível para a grande maioria destes profissionais. Observa-se, nos últimos anos, o surgimento de alguns trabalhos na literatura [34-39], sugerindo o uso da Escala de Percepção Subjetiva de Dor e Esforço para monitoramento da intensidade do esforço na musculação, criada por Borg & Dahlstron no final da década de 50. Considerando a Percepção Subjetiva de Dor e Esforço um indicador para a obtenção do grau de esforço físico, ela se torna um método confiável, eficiente e importante para prever o grau de esforço que o indivíduo está realizando em determinada atividade física, sendo um indicador útil, na prescrição e monitoramento da atividade física com baixo custo, fácil aplicabilidade, pouco conhecimento específico e facilidade na rapidez da coleta de dados. No entanto, o presente estudo assumirá a hipótese de analisar o comportamento de um método bioquímico direto [creatina quinase (CK)], versus um método indireto [escala de percepção subjetiva de dor e esforço] como forma de prever o tempo de recuperação adequado em idosos fisicamente ativos.

## Objetivo

Este estudo tem como objetivo verificar a validade de um método bioquímico direto utilizado para detectar danos na estrutura muscular (CK), versus um método indireto (Escala de Percepção Subjetiva de Dor e Esforço), para a determinação do tempo de recuperação do programa de treinamento proposto para idosos fisicamente ativos.

## Justificativa

Este trabalho foi motivado pela observação de que a prática da atividade física no idoso parece contribuir para a prevenção e aumento da expectativa de vida, e que grande porcentagem de pessoas idosas possui alguma dificuldade em realizar atividades do cotidiano, decorrente das alterações fisiológicas ocorridas com o passar dos anos, levando à incapacidade em realizar as atividades mais específicas da vida diária. Nesta população, o treinamento contra-resistido, mais especificamente o treinamento de força, tem um papel fundamental para a melhora da capacidade física geral, sendo uma das principais variáveis da aptidão física relacionada com a saúde, segundo o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM). Espera-se com o presente estudo contribuir com a área de Educação Física, por considerar de fundamental importância que o professor tenha parâmetros válidos, confiáveis, eficientes e de fácil aplicabilidade na prescrição e controle da intensidade do esforço, para o monitoramento e predição do grau de esforço físico que este idoso está realizando em determinada atividade física, respeitando, assim, o período adequado de recuperação e evitando a adaptação bionegativa. Este período destinado à recuperação é muito prolongado, não havendo melhora da aptidão física ou o período de recuperação é insuficiente, ocorrendo o supertreinamento. É tema, portanto, de importante aplicação para futuros profissionais interessados em realizar trabalhos voltados para esta população.

## Material e método

Os critérios utilizados para selecionar a amostra foram: ser saudável, ou seja, não apresentar nenhum tipo de limitação neuromotora ou doença crônico-degenerativa como, por exemplo, doença cardíaca, diabetes mellitus insulino-dependente, hipertensão arterial, osteoporose entre outras condições crônicas. Todas as voluntárias assinaram um termo de Consentimento Livre e Esclarecido para utilização dos dados levantados durante o estudo. As normas a serem seguidas pela pesquisa foram aprovadas pelo Comitê de Ética institucional. Todas foram informadas dos objetivos deste estudo assim como os benefícios e possíveis riscos da pesquisa à saúde e que poderiam desistir a qualquer momento do experimento.

A amostra foi constituída por 07 mulheres idosas saudáveis e fisicamente ativas, com faixa etária de 47 a 73 anos,

matriculadas no Instituto Márcia Veiga, residentes no bairro de Santana, estado de São Paulo.

Os equipamentos utilizados para a obtenção de dados foram: balança marca Welmy, modelo 110 n° 62085, ano de fabricação 2003, peso mínimo 2 kg, peso máximo 150 kg (com precisão de 100 gr). Fita métrica modelo Sanny, campo de uso 2 m, resolução em milímetros, tolerância  $\pm 0,10$  mm em 1 m. Estadiômetro modelo Sanny, campo de uso de 0,80 até 2,20 m, resolução em milímetros, tolerância:  $\pm 2$  mm em 2,20 m afixado à parede. Adipômetro científico marca Cescorf precisão de 0,1 mm, dimensões 286 mm x 165 mm, peso 290 gr, para a determinação da espessura do tecido subcutâneo das seguintes dobras: peitoral, bíceps, tríceps, axilar média, supra-iliaca, abdômen, subescapular, coxa, panturrilha.

As características do grupo eram: idade  $58,57 \pm 11,72$  anos; altura  $154,91 \pm 3,68$  cm; peso  $59,64 \pm 5,85$  kg; índice de massa corporal  $25,03 \pm 3,10$  (IMC kg/m<sup>2</sup>); (%) de gordura  $31,05\% \pm 0,032$ .

As medidas de 1RM foram conduzidas usando o equipamento de máquinas de alavancas convergentes da *Gervasports fitness equipment*. Máquina de alavanca press reto 1RM  $32 \pm 3,83$  kg; máquina de alavanca press ombro 1RM  $24 \pm 3,44$  kg; cadeira extensora disco convergentes 1RM  $40 \pm 6,45$  kg; leg press 45° disco convergentes 1RM  $121 \pm 28,93$  kg. Sendo as mesmas máquinas usadas para a intervenção do treinamento.

A amostra foi composta de indivíduos ativos, sendo adotado como critério de treinamento os indivíduos que estivessem praticando treinamento resistido por pelo menos duas (2) vezes por semana por um período de seis (6) meses sem interrupção.

O grupo foi instruído a não participar de nenhum outro tipo de exercício físico intenso prévio à coleta por 24 horas, e nas próximas 96 horas após o teste. Segundo Picarelli *et al.* [40], cada integrante recebeu uma lista com as seguintes recomendações: não ingerir caféina, nicotina, álcool, anfotericina B, ampicilina, anticoagulantes, aspirina, colchicina, captopril, ácido aminocaprício, clofibrato, codeína, dexametasona, digoxina, furosemida, glutetimida, guanetidina, halotano, heroína, imipramina, carbonato de lítio, lovastatina, lidocaína, meperidina, morfina, propranolol, fenobarbital e succinilcolina por no mínimo 24 horas antes do teste, e injeções intramusculares até uma hora antes da coleta podendo elevar os níveis de CPK.

Não alterarem seus hábitos cotidianos, durante a realização do estudo. Todos os integrantes do grupo realizaram o protocolo de treinamento no mesmo período do dia, ou seja, das 8:00 às 9:00 horas da manhã e as amostras sanguíneas foram coletadas em cinco (5) dias, ou seja, uma antes e uma após o esforço, e 24 horas, 48 horas 72 horas e 96 horas depois, o horário da coleta foi definido entre 9:00 e 10:00 horas da manhã.

## Protocolo de treinamento

O protocolo de exercícios foi constituído de um programa agudo de exercícios com pesos livres, com duração de 60 minutos, no qual o grupo realizou exercícios de contrações isotônicas (excêntricas/concêntricas) constituídos da técnica de regressão de repetições, ou seja, quatro (4) séries de 12, 10, 8 e 6 repetições com uma sobrecarga equivalente a 60, 70, 80 e 90% 1RM para os exercícios: press reto, press ombro, leg press 45°, cadeira extensora com repouso passivo de 120 segundos interséries.

Antes da sessão o grupo realizou, como forma de aquecimento, exercícios de alongamento para os grupos musculares específicos e, imediatamente após, 1 série de 10 repetições com intensidade de 40% 1RM. Foi recomendado ao grupo que realizasse a inspiração antes de realizar o movimento; a expiração durante a fase positiva do movimento e novamente a inspiração ao retornar o peso à posição inicial, evitando com isto a manobra de Valsalva.

O teste de 1RM foi empregado como medida não invasiva de força muscular, sendo constituído de exercícios de alongamento específicos para os grupos musculares envolvidos. Após alongamento, foi realizada uma série de 10 repetições a 40% de 1RM para os respectivos grupos musculares como forma de aquecimento. Em seguida ao teste iniciado, foi aumentada gradativamente a sobrecarga, nunca superior a 10%, até que os indivíduos conseguissem alcançar uma repetição com o máximo de peso possível. Também foi respeitado um período mínimo de recuperação de 3 a 5 minutos entre as tentativas, mas o número de tentativas para alcançar 1RM não poderia ultrapassar 3 a 5 tentativas.

## Resultados

O Gráfico 1-A lista, separadamente, os resultados do desvio padrão, obtidos através da concentração plasmática de creatina quinase e os Gráficos 1-B e 1-E listam os dados das escalas de percepção subjetiva de dor e esforço, do grupo experimental, através do percentual de diminuição entre os períodos. As correlações (*r*) neste período variaram entre 0,56 a 0,96.

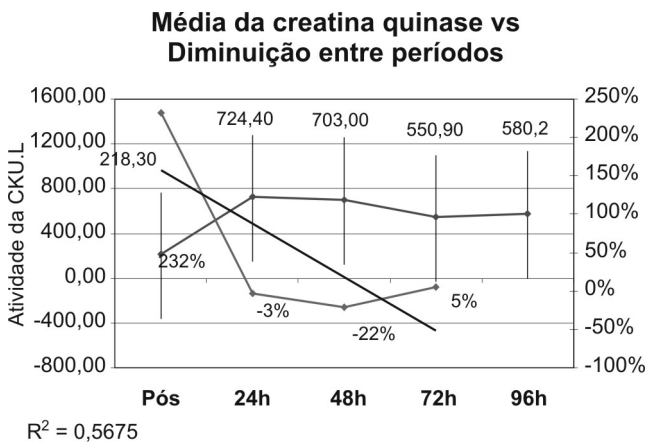
Em especial, ao analisarmos o gráfico da concentração plasmática de creatina quinase com os gráficos das escalas de percepção subjetiva de dor e esforço percebemos que o maior pico de dor relatado pelo grupo experimental no Gráfico 1-A foi 24 horas após o exercício. Diferente do pico de dor, relatado pelo grupo apresentado nos Gráficos 1-B e 1-E que foi logo após o exercício. Contudo, isto é explicado pelas alterações decorrentes do processo de envelhecimento [8,25,41]; fadiga muscular localizada [42] e o mecanismo de retro-alimentação positiva *feedback-feedforward* [43].

No entanto, ao analisarmos somente o período de 24 versus 48 horas notamos que os Gráficos 1-A e 1-B apresentaram resultados significativamente similares de recuperação: Gráfico

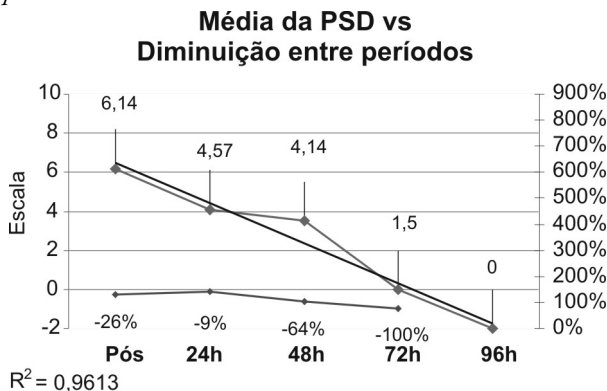
1-A (724,4 ± 281,8 / 703,0 ± 113,6, queda de 3%), Gráfico 1-B (média da PSD 4,57 / 4,14, queda de 9%). Notamos que o Gráfico 1-E foi o único a relatar um percentual diferente de recuperação (média da PSE 5,14 / 5,86, alta de 14%) em relação aos demais gráficos no mesmo período de tempo.

Por outro lado, analisando o período de 48 versus 72 horas, o grupo experimental apresentou uma recuperação mais acentuada. Sendo esta, exposta pelo Gráfico 1-A (703,0 ± 113,6 / 550,9 ± 229,8, queda de 22%); Gráfico 1-B (média da PSD 4,14 / 1,5, queda de 64%); e Gráfico 1-E, (média da PSE 5,86 / 2,00, queda de 66%). Já ao analisarmos o período de 72 horas, observamos um ligeiro aumento, porém não significativo da concentração plasmática de creatina quinase de (550,9 ± 229,8 / 580,2 ± 275,1, alta de 5%). Para Toft [44] este aumento pode estar relacionado com mecanismos de reparo prejudicados para o dano muscular induzido pelo exercício, já que o processo de envelhecimento apresenta também níveis aumentados de marcadores bioquímicos de lesão muscular em repouso.

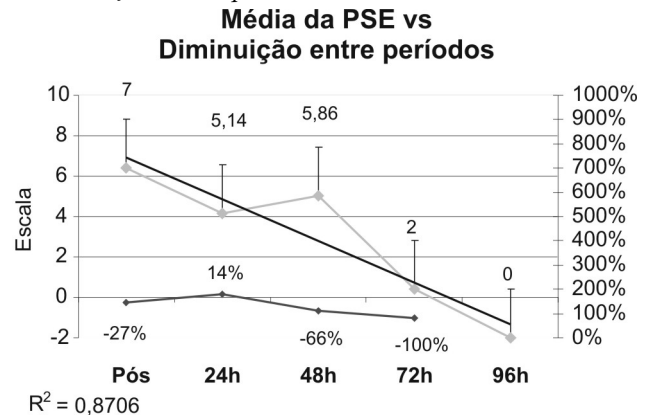
**Gráfico 1-A -** Concentração plasmática de creatina quinase (CK) apresentada pelo grupo vs. diminuição entre períodos. Barra azul atividade plasmática da creatina quinase. Barra vermelha percentual de diminuição entre os períodos.



**Gráfico 1-B -** Média da PSD relatada pelo grupo vs. diminuição entre período. Conforme a escala de percepção de dor (category-ratio-CR10) de Borg [34]. Barra vermelha atividade da escala de percepção de dor. Barra azul percentual de diminuição entre os períodos.



**Gráfico 1-E -** Média da PSE apresentada pelo grupo vs. diminuição entre período. Conforme a escala de percepção de esforço (OMNI - Resistance Exercise Scale) Robertson et al. [36]. Barra amarela atividade da escala de percepção de esforço. Barra azul percentual de diminuição entre os períodos.



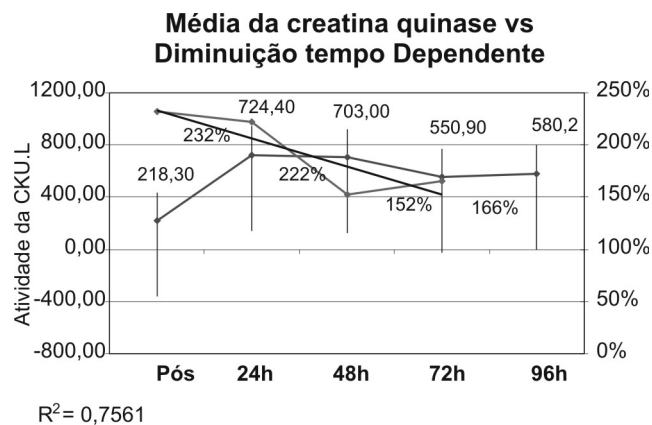
Desta forma, ao observarmos as correlações (r) neste período, elas variaram entre 0,75 a 0,96. Como já era esperado que neste período o valor de (r) tivesse uma correlação maior, comparado com o período anterior.

Contudo, ao examinarmos o percentual de diminuição tempo dependente no gráfico 2-A versus os gráficos 2-B e 2-E, verificamos que o gráfico 2-A relata um aumento no pós-exercício versus 24 horas de (218,3 ± 39,0/724,4 ± 281,8, alta de 232%), sendo divergente dos dados apresentados nos demais gráficos que mostram uma tendência à recuperação do grupo experimental. Gráfico 2-B (média da PSD 6,14/4,57, queda de 26%), gráfico 2-E, (média da PSE 7,00/5,14, queda de 27%). Nota-se um dado relevante entre os gráficos 2-B e 2-E que apresentam um percentual de queda similar.

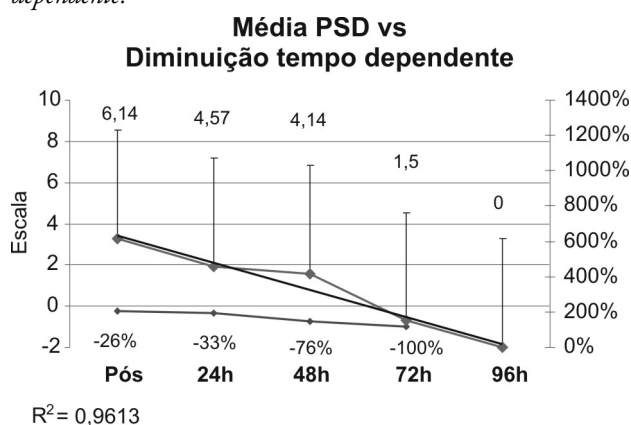
No entanto, ao examinarmos os valores do pós-exercício versus 48 horas, os gráficos apresentaram diferentes percentuais de queda, onde o grupo experimental apresentou no gráfico 2-A (218,3 ± 39,0/703,0 ± 113,6, queda de 222%), gráfico 2-B (média da PSD 6,14/4,14, queda de 33%), gráfico 2-E (média da PSE 7,00/5,86, queda de 16%).

Entretanto, após as 48 horas, alguns gráficos relatam um comportamento semelhante de recuperação, onde o gráfico 2-A apresenta (218,3 ± 39,0/550,9 ± 229,8, queda de 152%), gráfico 2-B (média da PSD 6,14/1,5, queda de 76%), gráfico 2-E, (média da PSE 7,00/2,00, queda de 71%). Mostrando com isto uma total recuperação do grupo experimental através das escalas testadas, de 100% após 96 horas. Das análises feitas direta e indiretamente, observamos que houve uma tendência à recuperação do grupo em todas as escalas testadas.

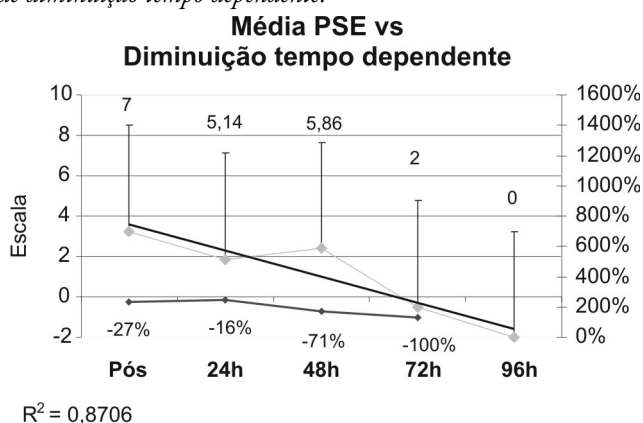
**Gráfico 2-A** - Concentração plasmática de creatina quinase (CK) apresentada pelo grupo vs. diminuição tempo dependente. Barra azul atividade plasmática da creatina quinase. Barra vermelha percentual de diminuição tempo dependente.



**Gráfico 2-B** - Média da PSD relatada pelo grupo vs. diminuição tempo dependente, conforme a escala de percepção de dor (category-ratio-CR10) de Borg [34]. Barra vermelha atividade da escala de percepção de dor. Barra azul percentual de diminuição tempo dependente.



**Gráfico 2-E** - Média da PSE apresentada pelo grupo vs. diminuição tempo dependente, conforme a escala de percepção de esforço (OMNI - Resistance Exercise Scale) Robertson et al. [36]. Barra amarela atividade da escala de percepção de esforço. Barra azul percentual de diminuição tempo dependente.



## Discussão

Os resultados deste estudo demonstram que o maior pico de dor relatado pelo grupo experimental, através da análise da escala de percepção de dor, não é coerente como o pico de dor relatado pela escala da creatina quinase (CK). Entretanto, é importante notar que houve uma recuperação do grupo experimental tanto na escala de dor e esforço testada como na análise da creatina quinase (CK).

Baseado nas informações citadas acima, observa-se que o processo de envelhecimento é acompanhado por uma série de declínios ao longo dos anos, e que estes declínios ocorrem em todos os indivíduos, porém nem todas as variáveis declinam em um mesmo ritmo.

Conforme relatado por Heath, Nóbrega e McArdle [8,9,41], à medida que envelhecemos há um menor fluxo sanguíneo aos músculos ativos e uma redução na relação entre capilares e fibras musculares, o qual limita o transporte de oxigênio e nutrientes aos músculos em atividade, causando um aumento da resistência vascular periférica. Sherphar [25] acrescenta que a diminuição no transporte de oxigênio pode não preencher a demanda muscular durante um trabalho muscular: “Se a oferta de oxigênio é insuficiente para preencher a demanda metabólica, o trabalho deverá ser realizado anaerobicamente e o indivíduo entrará em fadiga”.

Podemos verificar em estudo realizado por Frontera *et al.* [20] uma diferença entre as fibras, onde as fibras do tipo II sofrem alterações na área de secção transversa e as fibras do tipo I sofrem uma redução na capilarização, comprometendo, assim, a resistência do músculo. Sabe-se que as fibras do tipo I têm uma elevada relação capilar/fibra muscular quando comparadas com as fibras do tipo II.

Com isto, podemos supor que mesmo o grupo experimental sendo recreacionalmente treinado, associado às alterações decorrente do processo de envelhecimento, possa ter confundido o pico de dor relatado, logo após o treinamento, com a fadiga muscular localizada ou dor muscular aguda do treinamento, que pode ter sido causada por: depleção das reservas de ATP-CP, depleção das reservas de glicogênio muscular pelo acúmulo de ácido lático, influência dos íons de cálcio ou hipóxia tecidual (falta de oxigenação da musculatura) e não a dor muscular crônica do treinamento, ou seja, a dor muscular tardia.

A hipótese da fadiga muscular localizada é confirmada por Pincivero *et al.* [42] que ressalta que a influência da fadiga muscular pode fornecer um escore maior do esforço percebido em dado nível de força com contrações musculares mais prolongadas. Natal *et al.* [45] confirmam este dado, pois, segundo os autores, a fadiga pode alterar o bom funcionamento muscular.

Uma outra hipótese a ser considerada seria o mecanismo de retro-alimentação positiva *feedback-feedforward* proposto por Cafarelli [43]. Segundo o autor, uma cópia do comando

gerado no córtex motor é transmitido simultaneamente do córtex somatosensório fornecendo uma origem central do esforço percebido. Entretanto, a influência da fadiga muscular pode ter fornecido uma falha no nervo motor na junção neuromuscular, onde este pode apresentar um escore significativamente maior de esforço percebido.

Com relação a este dado, sabemos também que o processo de envelhecimento é acompanhado por alterações no processo neurogênico. Segundo Lexel *et al.* [17], após os 60 anos, os músculos passam por um processo contínuo de desnervação e reinervação devido a uma redução no funcionamento das unidades motoras e perda de neurônios motores alfa da medula espinhal.

No entanto, a literatura apresenta poucos estudos com relação aos mecanismos de reparo muscular e envelhecimento. Dos estudos analisados na literatura consultada, nota-se que não foram encontradas diferenças significativas em resposta ao aumento no número de leucócitos e citosinas circulantes em idosos e jovens, isto é, constatado através de um estudo realizado por Toft [44], em 10 indivíduos jovens e 10 indivíduos idosos, fisicamente ativos, com idade média de 24 e 69 anos respectivamente, que foram submetidos a um protocolo de treinamento excêntrico de 60 min em ciclo ergômetro. Foram obtidas amostras sanguíneas de IL-6, TNF- $\alpha$ , sTNF-R1, IL-1ra, TGF-b1 e creatina quinase (CK), imediatamente após o exercício e a cada hora seguindo 4 horas e 1, 2 e 5 dias após o exercício. Das amostras realizadas pelo estudo, somente analisamos a creatina quinase (CK). O estudo mostrou um aumento da creatina quinase (CK) para ambos os grupos, chegando a um pico 5 dias após o exercício, entretanto o aumento mais pronunciado foi nos jovens.

Por outro lado, Stupka *et al.* [32] estudaram os efeitos do exercício excêntrico em 8 homens e 8 mulheres utilizando exercícios de leg press e extensão de joelho unilateral. As amostras sanguíneas foram coletadas pré-exercício 24, 48 horas e 6 dias após o treinamento e uma biópsia muscular no músculo vasto lateral da perna exercício versus controle após 48 horas para avaliar o dano muscular. Os marcadores bioquímicos utilizados neste estudo foram contagem plasmática de granulócitos pré e 48 horas após o exercício e atividade da creatina quinase (CK). Os autores constataram que a contagem plasmática de granulócitos aumentou para os homens, e não mudou para as mulheres em 48 após o exercício. A atividade da creatina quinase (CK) aumentou para ambos os grupos em 48 horas e 6 dias, porém as mulheres apresentaram valores mais baixos comparados com os homens. Não houve diferenças significativas na área de desordem nos danos miofibrilares focal e extensivo entre os grupos através da biópsia muscular. Com base nestes dados, os autores destacaram que esta resposta apresentada pelas mulheres poderia estar relacionada com as propriedades antioxidantes do hormônio 17 $\beta$ -estradiol.

Baseado nas informações citadas acima, nota-se que o pico de creatina quinase (CK) apresentado nos estudos de Toft [44]

foi 5 dias após o exercício, e no trabalho de Stupka *et al.* [32] foi 6 dias após o exercício. Divergente do pico alcançado no presente estudo que ocorreu 24 horas após o exercício. Além disso, Toft [44] cita, em seu estudo, que a idade pode estar associada com mecanismos de reparo prejudicados para o dano muscular induzido pelo exercício; que o processo de envelhecimento apresenta níveis aumentados de marcadores bioquímicos de lesão muscular aumentados em repouso como, por exemplo, IL-6, TNF e sTNF-R1, concentração de neutrófilos mais alta e que as células mononucleares nos idosos têm uma capacidade prejudicada em produzir citosinas pró-inflamatórias.

Em contrapartida, observa-se que o exercício intenso comparado ao exercício moderado induz a um aumento nos níveis de citocina e interleucina, e não apenas estes marcadores bioquímicos. Segundo Pedersen [46], as concentrações de TNF- $\alpha$ , IL-6, IL-1 e IL-1ra aumentam em resposta ao exercício vigoroso. Desta forma, o autor menciona que o treinamento regular promove uma resistência às infecções do aparelho respiratório superior. De acordo com a teoria imune é esperado que o exercício moderado aumente a resistência às infecções, ao passo que o exercício vigoroso está ligado ao aumento de infecções de vias aéreas superiores, enfraquecimento do sistema imune e inflamação aumentada.

## **Conclusão**

Concluimos que houve uma tendência à recuperação do grupo tanto na análise da creatina quinase (CK) como nas respectivas escalas testadas. Assim, podemos assumir que as escalas testadas podem ser usadas como uma ferramenta válida para prescrever o tempo de recuperação em idosos fisicamente ativos.

Consideramos de vital importância, a participação de idosos em programas regulares de atividade física, principalmente em exercícios com peso, reduzindo, assim, a progressão de doenças crônico-degenerativas evitando o sedentarismo.

Entretanto, de acordo com a teoria imune, é esperado que os exercícios realizados, de forma moderada, aumentem não só a resistência às infecções do aparelho respiratório superior, mas tentem minimizar e até evitar estas alterações ocasionadas pelo processo de envelhecimento.

## **Referências**

1. IBGE. Perfil dos idosos responsáveis pelos domicílios no Brasil. Resultados do universo do Censo Demográfico 2000. Rio de Janeiro: IBGE; 2000.
2. Okuma SS. O significado da atividade física para o idoso: um estudo fenomenológico [tese]. São Paulo: Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo; 1997. 380p.
3. Matsudo SM, Matsudo VHR, Netto TSB. Efeitos benéficos da atividade Física na aptidão física e saúde mental durante o processo de envelhecimento. Rev Bras Ativ Fís Saúde 2000b;5(2):60-75.

4. Fiatarone MA. Body composition and weight control in older adults. In: Lamb DR, Murray R, eds. Perspectives in exercise science and sports medicine: exercise, nutrition and weight control. Carmel: Cooper; 1998. p. 243-88.
5. Matsudo VKR. Vida ativa para o novo milênio. *Revista Oxidologia* 1999;18-24.
6. Evans WJ. Functional and metabolic consequences of sarcopenia: Symposium: Sarcopenia: Diagnosis and mechanisms. *J Nutr* 1997;127: 998S-1003S.
7. Okuma SS. O idoso e a atividade física. Campinas: Papirus; 2002.
8. Heath GW. Programação de exercícios para idosos. In: Blair SN. Prova de esforço e prescrição de exercício. Rio de Janeiro: Revinter; 1994. p. 310-15.
9. Nobrega ACL, Freitas EV, Oliveira MAB, Leitão MB, Lazzoli JK, Nahas RM. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia; Atividade Física e Saúde no Idoso. *Rev Bras Med Esporte* 1999;5(6):207-11.
10. Wilmore JH, Costill DL. Fisiologia do esporte e do exercício. 2ª ed. São Paulo: Manole; 1999.
11. Moffatt RJ Considerações para a prescrição de exercícios. In: Blair SN. Prova de esforço e prescrição de exercício. Rio de Janeiro: Revinter; 1994. p 256-63.
12. Mazzeo RS, Cavanagh P, Evans WJ, Fiatarone MA, Hagberg J, McAuley E. Exercício e Atividade Física para Pessoas Idosas. Posicionamento oficial do Colégio Americano de Medicina do Esporte. Traduzido por: Raso W & Matsudo S. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 1998;3 (1):48-78.
13. Matsudo SM, Matsudo VHR, Netto TSB. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Rev Bras Ciênc Mov* 2000a;8(4):21-32.
14. Matsudo SM, Matsudo VHR. Osteoporose e atividade física. *Rev Bras Ciênc Movimento* 1991;5(3):33-60.
15. American College of Sports Medicine. Posicionamento oficial: osteoporose e exercício. *Rev Bras Med Esporte* 1998b;4(6):208-13.
16. Hurley BF, Roth SM. Strength training in the elderly – effects on risk factors for age-related diseases. *Sports Med* 2000;30(4):249-68.
17. Lexell J, Taylor CC, Sjöström M. What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size, and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci* 1988;84:275-94.
18. Frontera WR, Meredith CN, O'Reilly KP, Knuitgen HG, Evans WJ. Strength conditioning in older men skeletal muscle: hypertrophy and improved function. *J Appl Physiol* 1988;64(3): 1038-44.
19. Fiatarone MA, Marks EC, Ryan ND, Meredith CN, Lipsitz LA, Evans WJ. High-intensity strength training in nonagenarians effects on skeletal muscle. *JAMA* 1990;263:3029-34.
20. Frontera WR, Hughes VA, Fielding RA, Fiatarone MA, Evans WJ, Roubenoff R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J Appl Physiol* 2000;88:1321-26.
21. Fleck SJ. Treinamento de resistência e envelhecimento. *Rev Bras Ciênc Mov* 1993;7(2):68-72.
22. Booth FW, Weeden SH, Tseng BS. Effect of aging on human skeletal muscle and motor function. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:556-60.
23. Fielding RA, Lebrasseur NK, Cuoco A, Bean J, Mizer K, Fiatarone MA. High velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *J Am Geriatr Soc* 2002;50:655-62.
24. Frontera WR, Meredith CN. Strength training in the elderly. Scientific and medical research physical activity. *Aging and Sports* 1989;1:319-31.
25. Shephard RJ. Exercício e envelhecimento. *Rev Bras Ciênc Mov* 1991; 5(4):49-56.
26. Pollock ML, Wilmore JH. Exercício na saúde e na doença. Avaliação e prescrição para prevenção e reabilitação. 2ª ed. Rio de Janeiro: Medsi; 1993.
27. Raso V, Andrade EL, Matsudo SM, Matsudo VHR. Exercícios com peso para mulheres idosas. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 1997;2(4):17-26.
28. Raso V, Matsudo SM, Matsudo VHR. A força muscular de mulheres idosas decresce principalmente após oito semanas de interrupção de um programa de exercícios com pesos livres. *Rev Bras Med Esporte*;2001;7(6):177-86.
29. Raso V. Adiposidade corporal e a idade prejudicam a capacidade funcional para realizar as atividades da vida diária de mulheres acima de 47 anos. *Rev Bras Med Esporte* 2002;8(6): 225-34.
30. Weineck J. Treinamento ideal. 9ª ed. São Paulo: Manole; 1999.
31. Monteiro AG. Treinamento personalizado - uma abordagem didática metodológica. 2ª ed. São Paulo: Phorte; 2002.
32. Stupka N, Lowther S, Chorneyko K, Bourgeois JM, Hogben C, Tarnopolsky MA. Gender differences in muscle inflammation after eccentric exercise. *J Appl Physiol* 2000;89:2325-32.
33. Tricoli V. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. *Rev Bras Ciênc Mov* 2001;9(2):39-44.
34. Borg G. Escalas de Borg para dor e o esforço percebido. São Paulo: Manole; 2000.
35. Raso V, Matsudo SM, Matsudo VHR. Determinação da sobrecarga de trabalho em exercícios de musculação através da percepção subjetiva de esforço de mulheres idosas – estudo piloto. *Rev Bras Ciênc Mov* 2000;8(1): 27-33.
36. Robertson RJ, Goss FL, Rutkowski J, Lenz B, Dixon C, Timmer J. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2002;35(2): 333-41.
37. Moura JAR, Peripolli J, Zinn JL. Comportamento da percepção subjetiva de esforço em função da força dinâmica submáxima em exercícios resistidos com pesos. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício* 2003;2(2):110-22.
38. Leite TC, Farinatti PTV. Estudo da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em exercícios resistidos diversos para grupamentos musculares semelhantes. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício* 2003;2(1):68-88.
39. Polito MD, Simão R, Viveiros LE. Tempo de tensão, percentual de carga e esforço percebido em testes de força envolvendo diferentes repetições máximas. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício* 2003;2(3):290-96.
40. Picarelli MM, Kaiser G, Mühlen CAV. Dosagem laboratorial de enzimas musculares e diagnóstico equivocado de polimiosite juvenil: problemas na avaliação clínica e na fase pré-analítica. *Rev Bras Reumatol* 2004;44(3):224-6.



41. McArdle WD, Katch FIE, Katch VL. Fisiologia do exercício. Nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
  42. Pincivero DM, Coelho AJ, Erikson WH. Perceived exertion during isometric quadriceps contraction a comparison between men and women. *J Sports Med Phys Fitness* 2000;40:319-26.
  43. Cafarelli E. Peripheral contributions to the perception of effort. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14:382-89.
  44. Toft AD, Jensen LB, Bruunsgaard H, Ibfelt T, Kristensen JH, Febbraio M, et al. Cytokine response to eccentric exercise in young and elderly humans. *Am J Physiol Cell Physiol* 2002; 283:289-295.
  45. Natal MRM, Clebis NK. Lesões musculares provocadas por exercícios excêntricos. *Rev Bras Ciênc Mov* 2001;9(4):47-53.
  46. Pedersen BK, Toft AD. Effects of exercise on lymphocytes and cytokines. *J Sports Med* 2000;34:246-51.
-