

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM VITAMINA D SOBRE PARÂMETROS DE ESTRESSE OXIDATIVO EM ADULTOS OBESOS HIPERTENSOS SUBMETIDOS A EXERCÍCIOS FÍSICOS.

Anelise Bavaresco¹, Jessié Martins Gutierrez², Maria Amélia Roth¹.

¹ – Programa de Pós-Graduação em Atividade Física Desempenho Motor e Saúde – CEFD/UFSM

² – Programa de Pós-Graduação em Bioquímica Toxicológica do Departamento de Química – CCNE/UFSM

Resumo

Objetivo: Analisar o efeito da suplementação com vitamina D₃ sobre os parâmetros de estresse oxidativo em adultos hipertensos, submetidos a uma única sessão de treinamento resistido e ao teste aeróbio intermitente de caminhada em esteira.

Métodos: Os sujeitos foram submetidos à suplementação com 800 mg/dia de Vitamina D₃ durante 11 dias. No sétimo dia realizaram o treinamento resistido e no décimo primeiro realizaram o teste aeróbio intermitente de caminhada em esteira. A pressão arterial (PA) e a frequência cardíaca (FC) foram aferidas antes, durante e após os exercícios e foram coletadas amostras de sangue para análise dos parâmetros bioquímicos antes e após as sessões de exercício.

Resultados: Os sujeitos foram classificados como adultos em fase de envelhecimento, obesos, hipertensos e com risco cardíaco aumentado. Os níveis de vitamina C não sofreram alteração, enquanto os níveis de vitamina E e proteína carbonil mostraram efeitos antioxidantes.

Conclusão: A vitamina D₃ mostrou-se redutora *per se* dos níveis de proteína carbonil demonstrando assim que a mesma possui efeito antioxidante e também atenua os efeitos da sarcopenia através do favorecimento do aumento da massa muscular.

Palavras Chave: Hipertensão; Exercício Físico; Vitamina D₃; Estresse Oxidativo.

Abstract

Objective: To analyse the effect of vitamin D₃ supplementation on oxidative stress parameters in hypertensive subjects after a single session of resistance training and aerobic intermittent treadmill walking test. **Methods:** The subjects underwent supplementation with 800 mg/day of vitamin D₃ for 11 days. On seventh day underwent resistance training and on eleventh day conducted intermittent aerobic treadmill walking test. The blood pressure (BP) and heart rate (HR) were measured before, during and after exercise and blood samples were collected for analysis of biochemical parameters before and after the sessions of exercise. **Results:** Subjects were classified as aging adults, obese, hypertensive and with increased cardiac risk. The vitamin C levels did not change, while the levels of vitamin E and protein carbonyl showed antioxidants effects. **Conclusion:** Vitamin D₃ is shown reducing *per se* the levels of carbonyl protein thus demonstrating that it has an antioxidant effect and attenuating sarcopenia by the increase in muscle mass.

Key words: Hypertension; Physical Exercise; Vitamin D₃; Oxidative Stress.

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento biológico do ser humano é um fenômeno que está associado a mudanças na atividade das células, tecidos e órgãos e com a redução da eficácia de um conjunto de processos fisiológicos. Neste contexto, uma das patologias que acompanha o aumento da idade é a hipertensão, que afeta mais de 1 bilhão de adultos em todo o mundo (LLOYD-JONES et al., 2009) e é fator de risco independente para acidente vascular cerebral, infarto do miocárdio, insuficiência cardíaca, e tem sido a principal causa de insuficiência renal crônica, tornando-se, dessa forma, um grande problema para o sistema de saúde pública (LANE; INGRAM; ROTH, 2002).

Um dos principais fatores de risco para doenças cardiovasculares é o aumento do estresse oxidativo (DHALLA; TEMSAH; NETTICADAN, 2000) e da inflamação (ROSS, 1999). Além disso, a disfunção vascular é um prévio marcador de uma saúde cardiovascular deficiente (COHN, 1999), que pode ocorrer como resultado de um número de fatores que se alteram com o envelhecimento, visto que já é bem caracterizado que o estresse oxidativo, a inflamação e a função vascular são alteradas nessa fase da vida (SINGH; NEWMAN, 2011). A redução da biodisponibilidade de óxido nítrico e/ou expressão do óxido nítrico sintase endotelial reduzem significativamente a dilatação do endotélio, resultando em numerosos processos que com o passar do tempo podem progressivamente danificar a função vascular e desencadear complicações cardiovasculares (SANDOO et al., 2010).

O exercício físico destaca-se como uma intervenção poderosa na prevenção e no tratamento destes danos (ROTH; FERRELL; HURLEY, 2000) e, utilizado de forma progressiva, poderá influenciar positivamente as respostas do sistema neuromuscular da composição corporal, nas taxas metabólicas e de síntese de proteína. Segundo o American College of Sports Medicine – ACSM (2000) e Carspensen, Pereira e Curran (2000), o treinamento de força deve ser incluído no programa de exercícios físicos, especialmente em indivíduos com mais de 40 anos de idade, com o objetivo de minimizar ou impedir o desenvolvimento destes fatores.

Além destes benefícios, é reconhecido que a prática regular de exercícios físicos tem o poder de fortalecer a capacidade antioxidante do organismo, pois as EROs geradas durante o exercício atuam como sinais para o aumento na concentração de antioxidantes endógenos, bem como na atividade enzimática antioxidante relativas à adaptação das células musculares ao treinamento e no aumento da permeabilidade do Cálcio, fator importante para a ocorrência da contração muscular (GOMEZ-CABRERA et al., 2008).

Estudos inovadores sugerem uma ligação entre a insuficiência de VD₃ e o fator patogênico potencial envolvido na iniciação e desenvolvimento de danos aterogênicos e outras comorbidades associadas com a obesidade (CODONER-FRANCH et al., 2012). Recentemente foi revelado que a insuficiência de VD₃ possui relação com o excesso de peso corporal (LAGUNOVA et al., 2011) e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (HOUGHTON et al., 2010). O mais significativo e inovador achado do estudo de Codoñer-Franch et al. (2012) é que níveis insuficientes de VD₃ foram detectados em obesos graves com aumento dos marcadores do estresse oxidativo, inflamação e ativação endotelial, todos associados com comorbidade de patologias. Sabendo-se que na fase de envelhecimento a hipertrofia e o aumento da força muscular encontram-se bastante dificultados, a VD₃ atua como um potencializador das atividades celulares ligadas a este propósito (DAM; VON MUHLEN; BARRETT-CONNOR, 2009).

Polidori et al., (2000) divulgaram teorias baseadas nos danos induzidos pelo estresse oxidativo, o qual é produzido tanto por excesso de radicais livres como por ineficácia dos sistemas de defesa antioxidante (MCARDLE; KATCH; KATCH, 1998). Desde então, tem sido coletadas evidências que atribuem o envelhecimento a acumulação paulatina de alterações estruturais e funcionais nas macromoléculas e membranas celulares, causadas pelos efeitos deletérios dos radicais livres (HARMAN, 2001; MECOCCI et al., 1999), os quais se formam espontaneamente na mitocôndria como consequência do metabolismo oxidativo.

A carbonilação proteica e o aumento da peroxidação lipídica parecem ser fenômenos comuns durante a oxidação e sua quantificação pode ser usada para medir a extensão da modificação oxidativa (JOHNSTON; DE LISIO; PARISE, 2008). Entretanto, o organismo possui vários sistemas de defesa antioxidante que atuam na detoxificação das EROs de formas diferenciadas, muitas delas produzidas durante o exercício físico. Enzimas antioxidantes como a catalase (CAT) e a superóxido dismutase (SOD) podem proteger contra EROs que são produzidas em excesso (ALVAREZ; BOVERIS, 1997). O balanço entre a atividade destas duas enzimas nas células é de fundamental importância na determinação do equilíbrio dos níveis de radicais superóxido e peróxido de hidrogênio (Johnston et al., 2008).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi analisar o efeito da suplementação com VD₃ sobre os parâmetros de estresse oxidativo em adultos obesos e hipertensos submetidos a uma sessão de treinamento resistido e a uma sessão de treinamento aeróbico intermitente.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Sujeitos

Participaram deste estudo 11 sujeitos hipertensos, sendo 4 homens e 7 mulheres, com idades entre 52 e 68 anos. Todos os sujeitos eram participantes do Projeto “Cinquentão em Ação” do Centro de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Santa Maria, praticantes de treinamento resistido (musculação) e caminhada há mais de 12 meses.

Para o diagnóstico de ocorrência do sobrepeso ou obesidade foi utilizado o Índice de Massa Corporal (IMC) (WHO, 2012).

Os sujeitos receberam informações a respeito dos riscos e objetivos da pesquisa conforme especificado na resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e puderam aderir livremente à pesquisa por meio do termo de consentimento. As coletadas de dados foram realizadas somente após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos participantes, bem como a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), mediante o parecer N.º 0121.0.243.000-09. Os dados coletados ficaram sob responsabilidade da pesquisadora e os mesmos foram utilizados apenas para fins científicos, garantindo o anonimato dos sujeitos.

2.2 Desenho Experimental

O estudo foi composto por um único grupo, submetido ao protocolo experimental mostrado na figura 1 que consistiu de:

Dia 1 - Início da suplementação com VD₃. Foram aferidos peso, estatura, circunferência abdominal, pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC) de repouso. Os indivíduos foram orientados a não realizarem qualquer exercício físico até o dia 7.

Dia 7 – Sessão única de treinamento resistido com 9 exercícios, distribuídos entre os principais grupos musculares e compostos por 3 séries de 15 repetições, sendo eles: desenvolvimento com alteres, panturrilha unilateral, voador, leg press, puxada frontal, mesa flexora, cadeira extensora, bíceps e tríceps. Foram aferidas a PA e FC de repouso e a FC após o término de cada exercício e o tempo de descanso entre as séries foi de 1 minuto.

Dia 11 – Sessão única de treinamento aeróbio através do teste aeróbio intermitente de caminhada em esteira, que consistiu em cinco estágios, cada um composto por quatro minutos de caminhada em velocidade de 4-6 km/h e um minuto de caminhada lenta com velocidade de 2-3 km/h, precedidos de dois minutos de aquecimento. Foram aferidas a PA e FC de repouso. Ao final de cada estágio foi aferida a FC e os participantes foram submetidos ao teste de

percepção subjetiva de esforço através da Escala de Borg (BORG, 2000). Foram aferidas a PA e FC imediatamente após o esforço e após 1, 2 e 3 minutos do final do teste. O 11º dia também foi o último dia da suplementação.

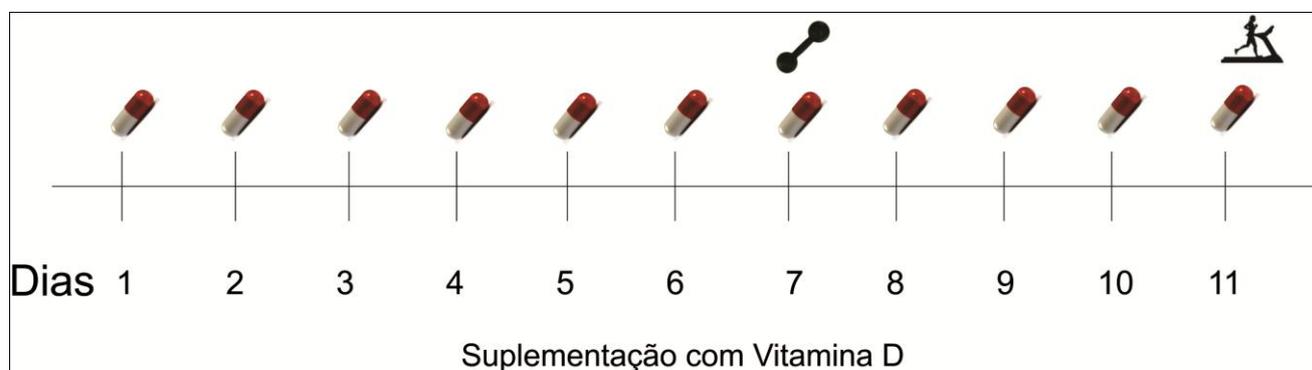


Figura 1: Representação esquemática do desenho experimental empregado no protocolo de pesquisa.

2.3 Suplementação com Vitamina D

Através da busca em outros estudos que sugerem uma suplementação com quantidades de VD₃ em torno de 700 mg/dia a 1000 mg/ dia e com base nos estudos de Muir e Montero-odasso (2011) que utilizaram doses de 800 mg/dia a 1000 mg/dia em adultos idosos bem como no estudo de Uusi-Rasi *et al.*, (2012) que utilizaram as mesmas quantidades da VD₃ durante dois anos os sujeitos deste estudo receberam doses de 800 mg/dia como suplementação diária deste componente para verificação da sua função antioxidante combinada com o exercício físico.

Todos os sujeitos foram instruídos a manter a sua alimentação usual durante os dias da suplementação.

2.4 Monitoramento de fatores cardiológicos e hemodinâmicos

Durante as sessões de exercício os participantes foram supervisionados para assegurar-se de que o volume e a intensidade do treinamento estavam apropriados à sua condição e que completariam todas as séries estabelecidas. Foram monitoradas a FC de repouso dos sujeitos utilizando-se frequencímetro cardíaco da marca Polar – FS1 e a PA pelo método auscultatório, utilizando-se um esfignomamômetro aneróide e estetoscópio da marca Premium, logo após a medição da FC, na posição sentada com o braço direito apoiado na guarda de uma cadeira.

2.5 Análises bioquímicas

2.5.1 Coleta do material biológico

As amostras de sangue dos participantes selecionados foram coletadas em tubo vacutainer, contendo ou não anticoagulante. Foram coletados 16 mL de sangue por punção venosa, antes e depois de cada sessão de treinamento. O desconforto ocorrido se deu somente à inserção da agulha.

2.5.2 Avaliação dos indicadores do estresse oxidativo

Foram procedidas as seguintes análises para avaliação dos indicadores de estresse oxidativo através da coleta das amostras de sangue:

- Proteína carbonil: A carbonilação proteica foi determinada em amostras de soro segundo o método de Levine *et al.*, (1990). Este método envolve a reação da proteína carbonil com a 2,4 dinitrofenilidrazina (DNPH) seguida da quantificação espectrofotométrica do produto formado dinitrofenilhidrazona a 370 nm.
- Vitamina C: o conteúdo de ácido ascórbico foi determinado de acordo com a técnica de Jacques-Silva *et al.*, (2001).
- Vitamina E: a concentração de vitamina E foi determinada no soro segundo Baker *et al.*, (1980).

2.6 Tratamento estatístico

Foi realizada a análise descritiva dos dados, análise de variância, através dos testes de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e teste de homogeneidade (teste de Hartley) para os grupos pesquisados. A seguir foi utilizado o teste adequado, considerando $p < 0,05$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média de idade dos sujeitos deste estudo que foi de 61,54 anos classifica-os, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) como adultos em fase de envelhecimento (WHO, 2012), idade em que as perdas musculares são progressivas, sendo de 8% por década entre os 40 e os 70 anos, quando esta perda se duplica (DEMLING, 2009; JANSSEN *et al.*, 2000).

A figura 2 mostra as características antropométricas dos participantes através das médias de idade, massa corporal, altura, índice de massa corporal e circunferência abdominal.

<i>Características Antropométricas dos participantes (n=11)</i>	
	<i>Média</i>
Idade (anos)	61,54
Massa Corporal (kg)	85,63
Estatura (cm)	164
IMC (kg/m²)	31,71
Circ. Abdominal (cm)	95,63

Figura 2: Média das medidas antropométricas dos sujeitos participantes do estudo.

A média do Índice de Massa Corporal (IMC) dos sujeitos participantes foi $IMC \geq 30$, classificando-os como obesos. A obesidade central é conhecida por ter efeitos adversos na síndrome metabólica, doenças cardiovasculares, diabetes tipo 2 e hipertensão, possivelmente agindo via processos inflamatórios e de disfunção (ZAMORA et al., 2013).

Há alguns anos a associação da perda de massa muscular com o excesso de peso deu origem a um novo conceito. O termo *obesidade sarcopênica* é um modelo alternativo de obesidade caracterizado pela perda de massa muscular e um aumento concomitante da massa gorda (ROUBENOFF, 2000), comportamento típico da composição corporal com o passar dos anos. Infelizmente não existe um fenótipo universal para a obesidade sarcopênica. Em geral, é frequentemente vista em pacientes sedentários ou naqueles que já apresentaram descondicionamento, causado, por exemplo, por fadiga, baixa tolerância ao exercício ou fraqueza.

O modelo de obesidade sarcopênica é consistente com as mudanças na composição corporal relacionadas à idade verificadas nos sujeitos participantes do estudo. Enquanto homens e mulheres exibem uma diminuição na massa magra durante a meia idade, seu peso corporal permanece relativamente estável ou aumentado, refletindo um aumento compensatório na gordura corporal (BENTON; WHYTE; DYAL, 2011). De fato, dados do Estudo do Processo de Envelhecimento e do Levantamento de Saúde do Idoso do Novo México demonstram que a sarcopenia ocorre mesmo quando as quantidades absolutas de gordura corporal permanecem constantes através do tempo (BAUMGARTNER, 2000). Como resultado disso, apesar da redução global no peso corporal, a quantidade de gordura aumenta em comparação ao tecido magro, um passo típico no desenvolvimento da obesidade sarcopênica.

Em relação à circunferência da cintura (CC), a média das medidas dos sujeitos participantes foi de 95,63 cm. A CC tem sido amplamente utilizada na prática clínica como um

simples indicador de obesidade central, sendo que, em diversos países, esta medida é um critério diagnóstico para a síndrome metabólica e tem sido incorporada aos guias de prática clínica como tratamento do sobrepeso e obesidade (MASON; KATZMARZYK, 2009). Segundo Veloso e Silva (2010), o acúmulo de adiposidade na região abdominal é fator de risco para doenças endócrinas, metabólicas e cardiovasculares, mesmo quando o IMC está dentro dos limites da normalidade.

Segundo os estudos de Lean e colaboradores (1995) e, confirmando o que outros estudos já vinham apontando, a simples medida da CC representa risco para doença crônica. Estes autores propuseram pontos de corte de 80 e 88 cm para mulheres e 94 e 102 cm para homens, caracterizando risco (nível 1) e risco aumentado (nível 2). Desta forma, a média das medidas da CC dos sujeitos participantes deste estudo está acima dos níveis considerados normais, mostrando que estes sujeitos podem desenvolver e/ou apresentar doenças cardiovasculares, o que já caracterizaria uma população de risco, uma vez que todos os participantes do estudo são hipertensos.

Em nosso estudo, após onze dias de suplementação com VD₃, os sujeitos foram submetidos ao teste aeróbio intermitente de caminhada em esteira, e tiveram a PA aferida antes, ao final e 1, 2 e 3 minutos após o final do teste (Tabela 2). Ao final do teste foi verificado um aumento nos valores da PA, porém, estes não permaneceram elevados, sendo que, em todos os sujeitos os valores após 3 minutos do final do teste foram menores que os anteriores ao teste.

Como é possível verificar na figura 3, a PA de adultos hipertensos praticantes de treinamento concorrente não sofreu elevação significativa quando submetidos a teste de esforço, mostrando que o exercício físico possui efeito hipotensivo.

	Antes	Após	Após 1 minuto	Após 2 minutos	Após 3 minutos
Sujeito 1	140 X 110	130 X 90	120 X 80	120 X 80	120 X 80
Sujeito 2	120 X 90	140 X 80	120 X 90	100 X 70	100 X 70
Sujeito 3	140 X 90	150 X 90	140 X 80	130 X 80	130 X 80
Sujeito 4	110 X 80	140 X 80	130 X 80	110 X 70	110 X 70
Sujeito 5	150 X 80	170 X 90	150 X 80	140 X 80	150 X 80
Sujeito 6	150 X 90	150 X 70	150 X 90	140 X 80	130 X 80
Sujeito 7	160 X 90	160 X 90	160 X 80	150 X 70	140 X 80

Figura 3: Valores de PA dos sujeitos participantes do Teste aeróbio intermitente de caminhada em esteira, antes, após e 1, 2 e 3 minutos após o teste.

A figura 4 mostra a evolução e as alterações da PA sistólica e diastólica nos sujeitos participantes do Teste aeróbio intermitente de caminhada em esteira nos tempos antes, após e 1, 2 e 3 minutos após o teste.

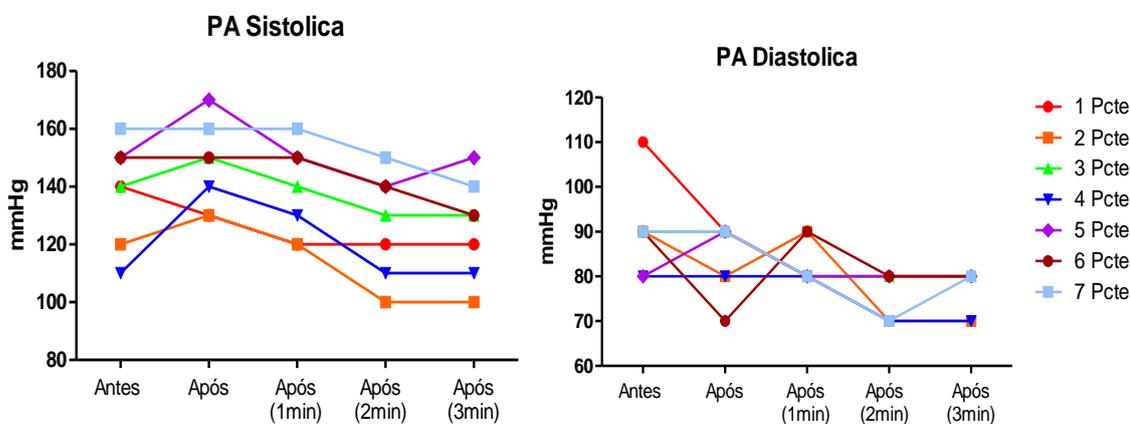


Figura 4: Valores de PA sistólica e diastólica dos sujeitos analisados no teste aeróbio intermitente de caminhada em esteira nos tempos antes, após e 1, 2 e 3 minutos após o teste.

Alterações muito significativas da PA nessa faixa etária podem estar ligadas com a deficiência de VD_3 no organismo. Esse composto é capaz de exercer efeitos significativamente redutores da pressão arterial sistólica, conforme pode ser visto no estudo de Wu, Ho et al., (2010) no qual pacientes normotensos e hipertensos suplementados com VD_3 apresentam esta melhora quando comparados com os que receberam cálcio ou placebo. Os mesmos achados também têm sido relatados com suplementação de VD_3 em pacientes hipertensos após 3 meses. Contudo, no estudo de Margolis, Ray et al. (2008) com mulheres no período pós-menopausa, que receberam 1000 mg de cálcio mais 400 IU de VD_3 não mostraram efeitos significativos na pressão sanguínea ou risco de desenvolver hipertensão.

Em nosso estudo, onze indivíduos hipertensos voluntários foram submetidos a dois protocolos de exercícios seguidos da suplementação com VD_3 por sete e onze dias. A figura 5 mostra os níveis de VD_3 antes do início da suplementação, pré e pós-exercício resistido e pré e pós exercício aeróbico intermitente. Foi observado um aumento significativo nos níveis de VD_3 nos protocolos pré e pós- exercício resistido por sete dias e pré e pós-exercício aeróbico em onze dias de suplementação.

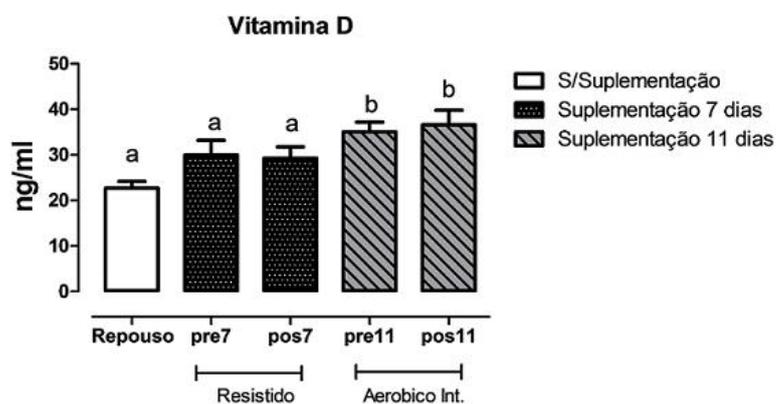


Figura 5: Níveis de vitamina D₃ em repouso, pré e pós-exercício resistido e pré e pós-exercício aeróbico.

A VD₃ tem um papel crítico na diminuição da expressão do gene renina, na regulação do sistema renina-angiotensina (GOEL; LAL, 2011; LI et al., 2004), e inibição da proliferação das células lisas vasculares (SCHUCH; GARCIA; MARTINI, 2009). Além disso, a VD₃, através do aumento da absorção de cálcio, pode afetar a regulação da pressão sanguínea pela alteração das concentrações celulares dos íons de sódio e cálcio (GOEL; LAL, 2011). Alguns estudos observacionais tem mostrado uma significativa correlação inversa entre pressão sanguínea e atividade renina-angiotensina (GRANDI; BREITLING; BRENNER, 2010; KIM et al., 2010). Um estudo observacional na Coreia também encontrou uma forte associação inversa entre VD₃ e hipertensão (VON HURST; STONEHOUSE; COAD, 2010).

O estudo de Caro, Negrón et al (2012) não encontrou relação entre o status da VD₃ e a classificação da pressão sanguínea, diferentemente de outros (FORMAN et al., 2007; SCRAGG; SOWERS; BELL, 2007), que demonstraram que um nível relativamente alto de VD₃ resulta em uma média mais baixa da pressão, reduzindo a prevalência da hipertensão. Ainda, um estudo prospectivo de 51,529 mulheres nos Estados Unidos e 121,700 enfermeiras mostrou que indivíduos com deficiência de VD₃ têm 2-3 vezes mais riscos de hipertensão comparados com indivíduos nos quais os níveis de VD₃ são ótimos (FORMAN et al., 2007). Com estas novas descobertas, a deficiência de VD₃ pode ser considerada como um novo fator de risco modificável para as doenças cardiometabólicas.

Na atualidade faz-se referência à ação dos suplementos também sobre o sistema musculoesquelético e sua combinação com o exercício físico, para reduzir o impacto da osteoporose, da sarcopenia e do envelhecimento em geral, visto que estes representam um problema de saúde pública quando associados ao aumento da expectativa de vida e o surgimento das incapacidades (VASQUEZ-MORALES; WANDEN-BERGHE; SANZ-VALERO, 2013). Alguns estudos indicam que nenhum agente farmacológico tem sido tão

eficaz no tratamento da sarcopenia como o exercício físico, principalmente exercícios de resistência, em combinação com a intervenção nutricional com suplementos vitamínicos ou proteicos (ROLLAND et al., 2011). Esta suplementação melhora a qualidade de vida, a força muscular, reduz os sintomas depressivos e facilita as atividades de vida diária (RONDANELLI et al., 2011).

Neste âmbito, um dos suplementos que tem sido amplamente administrado conjuntamente com o treinamento de resistência é também a VD_3 , que segundo Bunout, Barrera et al. (2006), favorece o aumento da força muscular, melhora a velocidade e o equilíbrio, embora deva-se levar em conta os efeitos da obesidade (GOMEZ-CABELLO et al., 2012). Segundo Muir e Monteiro-Odasso (2011), para que estes benefícios possam ser vistos, a suplementação desta vitamina deve ser de 800 a 1000 UI diários, o que está em conformidade com este estudo.

O exercício físico é benéfico para a saúde e é conhecido por melhorar a função cardiovascular, a aptidão física e a saúde psicossocial (METSIOS et al., 2008). Além disso, é associado com uma redução em múltiplos fatores de risco cardiovasculares como correção do perfil lipídico e diminuição da massa gorda e da pressão arterial (SHEPHARD; BALADY, 1999). Associado a esses fatores a redução do estresse oxidativo é um processo também visto como resultado do exercício físico (DONATO et al., 2010). Para numerosos estudos recentes utilizando suplementação antioxidante, o papel essencial dos radicais livres e das citocinas inflamatórias tem sido delineado nas adaptações corporais ao exercício e, além disso, o exercício regular tem se mostrado atenuante de múltiplos fatores associados com a disfunção vascular relacionada à idade, independente das mudanças no perfil cardiovascular tradicional (GREEN et al., 2003).

A figura 6 representa o status oxidativo em indivíduos hipertensos suplementados com VD_3 por 7 e 11 dias. A análise estatística para o teste não paramétrico ANOVA de uma via não mostrou diferença significativa para o conteúdo de vitamina C entre os grupos testados (Fig 2.A). Entretanto, quando mensurados os níveis de vitamina E foi observado um aumento significativo no treinamento resistido pós-exercício com suplementação de 7 dias (pos7-TR) comparados com o basal (repouso), pré treinamento resistido (pre7-TR), pré treinamento aeróbico intermitente por 11 dias (pre11-TAI) e pós treinamento aeróbico intermitente por 11 dias (post11-TAI). A análise estatística também revelou que o grupo pos11-TAI mostrou uma diminuição significativa nos níveis de vitamina E em relação a todos os outros grupos (Fig 2.B). Além disso, foram mensurados os níveis de carbonilação de proteínas (Fig 2.C), no qual foi observado uma diminuição significativa no grupo pos7TR em relação ao basal e demais

grupos, indicando que a dose utilizada de VD₃ foi responsável por diminuir *per se* os níveis de proteína carbonil.

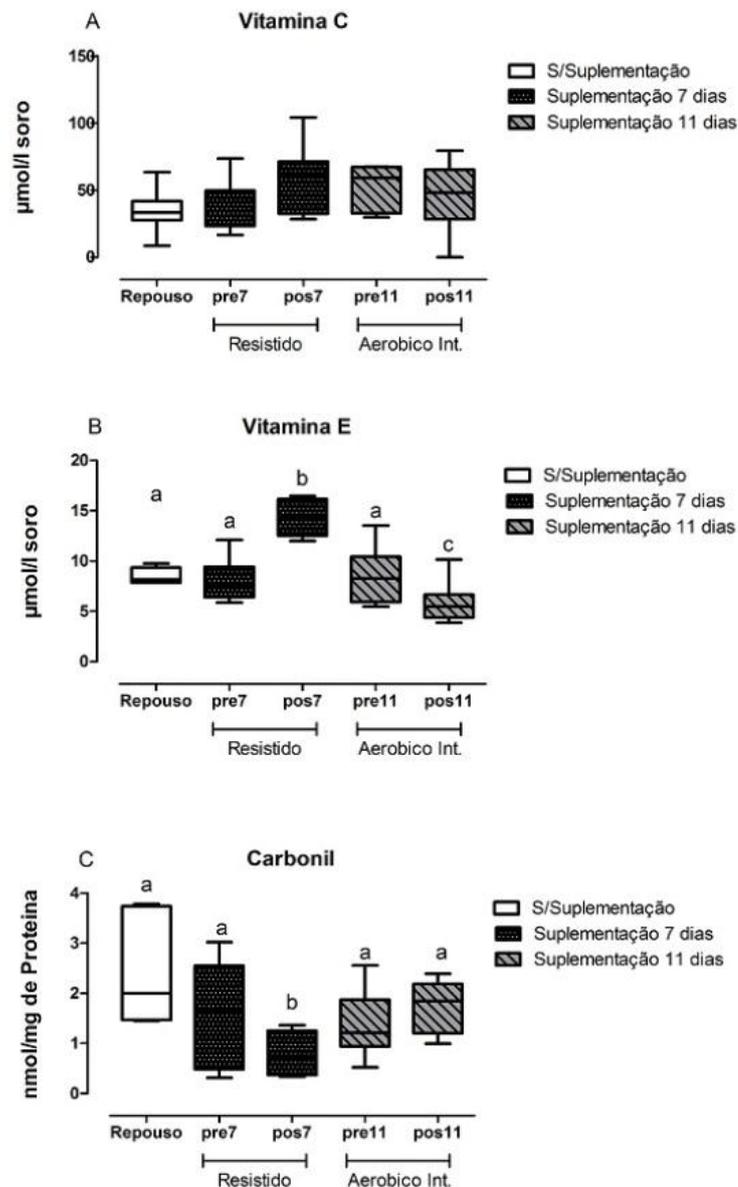


Figura 6: Status oxidativo dos participantes em repouso, pré e pós exercício resistido e pré e pós- exercício aeróbico.

Para atenuar alguns danos causados pelo estresse oxidativo diferentes estratégias têm sido sugeridas, dentre elas a suplementação com antioxidantes (POSTON et al., 2011). Recentemente, alguns estudos têm mostrado que a suplementação com VD₃ pode diminuir a inflamação, os biomarcadores de estresse oxidativo e os perfis metabólicos (BO; PISU, 2008), através da redução da peroxidação lipídica e melhora da função endotelial vascular pela modulação da expressão da geração de radicais e enzimas de eliminação (ASEMI et al., 2010).

Os efeitos adversos da deficiência de VD₃ podem ser mediados através da influência na inflamação e no estresse oxidativo.

Os exatos mecanismos pelos quais a suplementação com VD₃ pode afetar o balanço antioxidante são desconhecidos. A maioria dos estudos reportam que a VD₃ pode reduzir a peroxidação lipídica (HAMDEN et al., 2009; WISEMAN, 1993) e assim aumentar as concentrações de GSH. Além disso, a VD₃ tem sido mostrada como melhoradora da função vascular endotelial pela modulação da expressão da geração de radicais e enzimas antioxidantes (SALUM et al., 2013). Ainda, a VD₃ pode contribuir para a estabilização da membrana plasmática contra a peroxidação lipídica ou regulação positiva dos sistemas antioxidantes via receptores nucleares (GARCION et al., 1999; HAMDEN et al., 2009). Juntos, esses fatores mostram que a VD₃ pode ser considerada como um potente fator fortalecedor do sistema corporal antioxidante.

4 CONCLUSÃO

Em conclusão, a suplementação por 11 dias com VD₃ combinada com exercício físico agudo em adultos em fase de envelhecimento, obesos e hipertensos exerce efeito hipotensivo pós exercício aeróbico intermitente. Em relação ao estresse oxidativo os níveis de vitamina C não sofreram alteração enquanto os níveis de vitamina E mostraram aumento significativo. A VD₃ mostrou-se redutora *per se* dos níveis de proteína carbonil demonstrando assim que a mesma possui efeito antioxidante e atenuante da sarcopenia através do favorecimento do aumento da massa muscular.

5 REFERÊNCIAS

ACSM – AMERICAN COLLEGE OF SPORT MEDICINE. Position Stand on Osteoporosis and Exercise. Med. Sci. Sports Exerc., v. 27, p. 1 – 7, 2000

ALVAREZ, S.; BOVERIS, A. Antioxidant adaptive response in human blood mononuclear cells exposed to UVB. **J Photochem Photobiol B**, v. 38, n. 2-3, p. 152-7, Apr 1997.

ASEMI, Z. et al. Assessment of the relationship of vitamin D with serum antioxidant vitamins E and A and their deficiencies in Iranian pregnant women. **Saudi Med J**, v. 31, n. 10, p. 1119-23, Oct 2010.

BAKER, H. et al. Plasma tocopherol in man at various times after ingesting free or acetylated tocopherol. . **Nutrition Reports International** v. 21, p. 531-536., 1980.

BAUMGARTNER, R. N. Body composition in healthy aging. **Ann N Y Acad Sci**, v. 904, p. 437-48, May 2000.

BENTON, M. J.; WHYTE, M. D.; DYAL, B. W. Sarcopenic obesity: strategies for management. **Am J Nurs**, v. 111, n. 12, p. 38-44; quiz 45-6, Dec 2011.

BO, S.; PISU, E. Role of dietary magnesium in cardiovascular disease prevention, insulin sensitivity and diabetes. **Curr Opin Lipidol**, v. 19, n. 1, p. 50-6, Feb 2008.

BORG, G. **Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido**. São Paulo: 2000.

BUNOUT, D. et al. Effects of vitamin D supplementation and exercise training on physical performance in Chilean vitamin D deficient elderly subjects. **Exp Gerontol**, v. 41, n. 8, p. 746-52, Aug 2006.

CARO, Y.; NEGRON, V.; PALACIOS, C. Association between vitamin D levels and blood pressure in a group of Puerto Ricans. **P R Health Sci J**, v. 31, n. 3, p. 123-9, Sep 2012.

CARSPENSEN, C.; PEREIRA, M. A.; CURRAN, K. M. Changes in psysical activity patterns in the United States, by sex and cross-sectional age. **Med. Sci. Sports Exerc**, v. 32, p. 1601-9, 2000.

CODONER-FRANCH, P. et al. Vitamin D status is linked to biomarkers of oxidative stress, inflammation, and endothelial activation in obese children. **J Pediatr**, v. 161, n. 5, p. 848-54, Nov 2012.

COHN, J. N. Vascular wall function as a risk marker for cardiovascular disease. **J Hypertens Suppl**, v. 17, n. 5, p. S41-4, Dec 1999.

DAM, T. T.; VON MUHLEN, D.; BARRETT-CONNOR, E. L. Sex-specific association of serum vitamin D levels with physical function in older adults. **Osteoporos Int**, v. 20, n. 5, p. 751-60, May 2009.

DEMLING, R. H. Nutrition, anabolism, and the wound healing process: an overview. **Eplasty**, v. 9, p. e9, 2009.

DHALLA, N. S.; TEMSAH, R. M.; NETTICADAN, T. Role of oxidative stress in cardiovascular diseases. **J Hypertens**, v. 18, n. 6, p. 655-73, Jun 2000.

DONATO, A. J. et al. Exercise-induced brachial artery vasodilation: effects of antioxidants and exercise training in elderly men. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 298, n. 2, p. H671-8, Feb 2010.

FORMAN, J. P. et al. Plasma 25-hydroxyvitamin D levels and risk of incident hypertension. **Hypertension**, v. 49, n. 5, p. 1063-9, May 2007.

GARCION, E. et al. 1,25-dihydroxyvitamin D3 regulates the synthesis of gamma-glutamyl transpeptidase and glutathione levels in rat primary astrocytes. **J Neurochem**, v. 73, n. 2, p. 859-66, Aug 1999.

GOEL, R. K.; LAL, H. Role of vitamin d supplementation in hypertension. **Indian J Clin Biochem**, v. 26, n. 1, p. 88-90, Jan 2011.

GOMEZ-CABELLO, A. et al. [Aging and body composition: the sarcopenic obesity in Spain]. **Nutr Hosp**, v. 27, n. 1, p. 22-30, Jan-Feb 2012.

GOMEZ-CABRERA, M. C. et al. Decreasing xanthine oxidase-mediated oxidative stress prevents useful cellular adaptations to exercise in rats. **J. Physiol.** , p. 113-120, 2008.

GRANDI, N. C.; BREITLING, L. P.; BRENNER, H. Vitamin D and cardiovascular disease: systematic review and meta-analysis of prospective studies. **Prev Med**, v. 51, n. 3-4, p. 228-33, Sep-Oct 2010.

GREEN, D. J. et al. Exercise-induced improvement in endothelial dysfunction is not mediated by changes in CV risk factors: pooled analysis of diverse patient populations. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 285, n. 6, p. H2679-87, Dec 2003.

HAMDEN, K. et al. 1 α ,25 dihydroxyvitamin D₃: therapeutic and preventive effects against oxidative stress, hepatic, pancreatic and renal injury in alloxan-induced diabetes in rats. **J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)**, v. 55, n. 3, p. 215-22, Jun 2009.

HARMAN, D. Aging: overview. **Ann N Y Acad Sci**, v. 928, p. 1-21, Apr 2001.

HOUGHTON, L. A. et al. Predictors of vitamin D status and its association with parathyroid hormone in young New Zealand children. **Am J Clin Nutr**, v. 92, n. 1, p. 69-76, Jul 2010.

JACQUES-SILVA, M. C. et al. Diphenyl diselenide and ascorbic acid changes deposition of selenium and ascorbic acid in liver and brain of mice. **Pharmacol Toxicol**, v. 88, n. 3, p. 119-25, Mar 2001.

JANSSEN, I. et al. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. **J Appl Physiol (1985)**, v. 89, n. 1, p. 81-8, Jul 2000.

JOHNSTON, A. P.; DE LISIO, M.; PARISE, G. Resistance training, sarcopenia, and the mitochondrial theory of aging. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 33, n. 1, p. 191-9, Feb 2008.

KIM, M. K. et al. The association of serum vitamin D level with presence of metabolic syndrome and hypertension in middle-aged Korean subjects. **Clin Endocrinol (Oxf)**, v. 73, n. 3, p. 330-8, Sep 2010.

LAGUNOVA, Z. et al. Vitamin D status in Norwegian children and adolescents with excess body weight. **Pediatr Diabetes**, v. 12, n. 2, p. 120-6, Mar 2011.

LANE, M. A.; INGRAM, D. K.; ROTH, G. S. The serious search for an anti-aging pill. **Sci Am**, v. 287, n. 2, p. 36-41, Aug 2002.

LEAN, M. E.; HAN, T. S.; MORRISON, C. E. Waist circumference as a measure for indicating need for weight management. **BMJ**, v. 311, n. 6998, p. 158-61, Jul 15 1995.

LEVINE, R. L. et al. Determination of carbonyl content in oxidatively modified proteins. **Methods Enzymol**, v. 186, p. 464-78, 1990.

LI, Y. C. et al. Vitamin D: a negative endocrine regulator of the renin-angiotensin system and blood pressure. **J Steroid Biochem Mol Biol**, v. 89-90, n. 1-5, p. 387-92, May 2004.

LLOYD-JONES, D. et al. Heart disease and stroke statistics--2009 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. **Circulation**, v. 119, n. 3, p. 480-6, Jan 27 2009.

MARGOLIS, K. L. et al. Effect of calcium and vitamin D supplementation on blood pressure: the Women's Health Initiative Randomized Trial. **Hypertension**, v. 52, n. 5, p. 847-55, Nov 2008.

MASON, C.; KATZMARZYK, P. T. Variability in waist circumference measurements according to anatomic measurement site. **Obesity (Silver Spring)**, v. 17, n. 9, p. 1789-95, Sep 2009.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do Exercício, Energia, Nutrição e Desempenho Humano. Avaliação da Composição Corporal**. 1998.

MECOCCI, P. et al. Age-dependent increases in oxidative damage to DNA, lipids, and proteins in human skeletal muscle. **Free Radic Biol Med**, v. 26, n. 3-4, p. 303-8, Feb 1999.

METSIOS, G. S. et al. Rheumatoid arthritis, cardiovascular disease and physical exercise: a systematic review. **Rheumatology (Oxford)**, v. 47, n. 3, p. 239-48, Mar 2008.

MUIR, S. W.; MONTERO-ODASSO, M. Effect of vitamin D supplementation on muscle strength, gait and balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. **J Am Geriatr Soc**, v. 59, n. 12, p. 2291-300, Dec 2011.

POLIDORI, M. C. et al. Physical activity and oxidative stress during aging. **Int J Sports Med**, v. 21, n. 3, p. 154-7, Apr 2000.

POSTON, L. et al. Role of oxidative stress and antioxidant supplementation in pregnancy disorders. **Am J Clin Nutr**, v. 94, n. 6 Suppl, p. 1980S-1985S, Dec 2011.

ROLLAND, Y. et al. Current and future pharmacologic treatment of sarcopenia. **Clin Geriatr Med**, v. 27, n. 3, p. 423-47, Aug 2011.

RONDANELLI, M. et al. Effect of essential amino acid supplementation on quality of life, amino acid profile and strength in institutionalized elderly patients. **Clin Nutr**, v. 30, n. 5, p. 571-7, Oct 2011.

ROSS, R. Atherosclerosis--an inflammatory disease. **N Engl J Med**, v. 340, n. 2, p. 115-26, Jan 14 1999.

ROTH, S. M.; FERRELL, R. F.; HURLEY, B. F. Strength training for the prevention and treatment of sarcopenia. **J Nutr Health Aging**, v. 4, n. 3, p. 143-55, 2000.

ROUBENOFF, R. Sarcopenic obesity: does muscle loss cause fat gain? Lessons from rheumatoid arthritis and osteoarthritis. **Ann N Y Acad Sci**, v. 904, p. 553-7, May 2000.

SALUM, E. et al. Vitamin D reduces deposition of advanced glycation end-products in the aortic wall and systemic oxidative stress in diabetic rats. **Diabetes Res Clin Pract**, v. 100, n. 2, p. 243-9, May 2013.

SANDOO, A. et al. The endothelium and its role in regulating vascular tone. **Open Cardiovasc Med J**, v. 4, p. 302-12, 2010.

SCHUCH, N. J.; GARCIA, V. C.; MARTINI, L. A. [Vitamin D and endocrine diseases]. **Arq Bras Endocrinol Metabol**, v. 53, n. 5, p. 625-33, Jul 2009.

SCRAGG, R.; SOWERS, M.; BELL, C. Serum 25-hydroxyvitamin D, ethnicity, and blood pressure in the Third National Health and Nutrition Examination Survey. **Am J Hypertens**, v. 20, n. 7, p. 713-9, Jul 2007.

SHEPHARD, R. J.; BALADY, G. J. Exercise as cardiovascular therapy. **Circulation**, v. 99, n. 7, p. 963-72, Feb 23 1999.

SINGH, T.; NEWMAN, A. B. Inflammatory markers in population studies of aging. **Ageing Res Rev**, v. 10, n. 3, p. 319-29, Jul 2011.

UUSI-RASI, K. et al. Study protocol for prevention of falls: a randomized controlled trial of effects of vitamin D and exercise on falls prevention. **BMC Geriatr**, v. 12, p. 12, 2012.

VASQUEZ-MORALES, A.; WANDEN-BERGHE, C.; SANZ-VALERO, J. [Exercise and nutritional supplements; effects of combined use in people over 65 years; a systematic review]. **Nutr Hosp**, v. 28, n. 4, p. 1077-84, Jul-Aug 2013.

VELOSO, H. J.; DA SILVA, A. A. [Prevalence and factors associated with abdominal obesity and excess weight among adults from Maranhao, Brazil]. **Rev Bras Epidemiol**, v. 13, n. 3, p. 400-12, Sep 2010.

VON HURST, P. R.; STONEHOUSE, W.; COAD, J. Vitamin D supplementation reduces insulin resistance in South Asian women living in New Zealand who are insulin resistant and vitamin D deficient - a randomised, placebo-controlled trial. **Br J Nutr**, v. 103, n. 4, p. 549-55, Feb 2010.

WISEMAN, H. Vitamin D is a membrane antioxidant. Ability to inhibit iron-dependent lipid peroxidation in liposomes compared to cholesterol, ergosterol and tamoxifen and relevance to anticancer action. **FEBS Lett**, v. 326, n. 1-3, p. 285-8, Jul 12 1993.

WU, S. H.; HO, S. C.; ZHONG, L. Effects of vitamin D supplementation on blood pressure. **South Med J**, v. 103, n. 8, p. 729-37, Aug 2010.

ZAMORA, E. et al. The obesity paradox in heart failure: is etiology a key factor? **Int J Cardiol**, v. 166, n. 3, p. 601-5, Jul 1 2013.

World Health Organization. Preventing and management the global epidemic. Geneva: WHO, (WHO – Technical Report series), 2012.