

O efeito do exercício físico nos níveis de cortisol em idosos: uma revisão sistemática

The effect of physical exercise on cortisol levels in older adults: a systematic review

Helena Moraes^{1,2}

Andrea Deslandes²

Thais Cevada²

Ana Carolina F. Mendonça-de-Souza³

Jerson Laks¹

1. Laboratório de Neuropsiquiatria geriátrica – IPUB/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2. Laboratório de Neurociência do Exercício – UGF/UFRJ. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

3. Forebrain Neuromarketing Ltda. Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Resumo

O objetivo da presente revisão sistemática foi sintetizar os estudos randomizados e controlados que investigaram o efeito do exercício físico nos níveis de cortisol em idosos. Para a busca foram utilizadas as bases de dados PUBMED, ISI, SciELO, Scopus, BioMed central e Scirus, com as palavras *cortisol*, *exercise*, *aging* e o operador booleano [AND]. Os critérios de inclusão utilizados foram artigos randomizados e controlados ou ensaios clínicos, utilizando humanos e escritos em língua inglesa ou portuguesa. Foram excluídos artigos que utilizaram outras terapias, amostras com algum tipo de doença física ou neurológica, estudos com animais e que utilizaram suplementação alimentar ou hormonal. Foram encontrados 13 estudos, com qualidade classificada de moderada a alta. Dos estudos longitudinais, somente dois usando treinamento de força encontraram redução significativa nos níveis de cortisol e um com treino aeróbio observou redução nos níveis de cortisol para as mulheres e aumento para os homens. Dos estudos de efeito agudo somente três estudos encontraram resultados significantes, porém tanto para o grupo exercício quanto para o grupo controle. A maioria dos estudos mostrou redução significativa dos níveis de cortisol após a recuperação do exercício. Variáveis como tempo de sono, nível de atividade física e análises invasivas devem ser consideradas em futuros estudos. Não foi possível concluir se a prática de exercícios promove alterações significantes no cortisol em idosos, assim como a reatividade deste hormônio em relação ao estresse físico. Entretanto, os estudos mostraram que os idosos foram capazes de recuperar os níveis de cortisol após o exercício.

Palavras-chave: Envelhecimento; Exercício; cortisol.

Abstract

The aim of this systematic review was to synthesize randomized and controlled studies which have investigated the effect of physical exercise on cortisol levels in elderly. In this search were used the following data bases: PUBMED, ISI, SciELO, Scopus, BioMed central and Scirus, using words as *cortisol*, *exercise*, *aging* e the operator boolean [AND]. Inclusion criteria were randomized and controlled studies or clinical trials, using human ad write in english or portuguese language. It were excluded studies using others therapies, samples with physical or neurologic diseases, animals and food or hormonal supplementation. A total of 13 studies have met the inclusion criteria of the study and they were classified as moderate and high qualities. Regarding longitudinal studies, two using strength training, observed significant reduction on cortisol levels, while one study of aerobic training found reduction for women and increased for man. Only three studies of acute effect found reduction, however for both exercise and control conditions. Most studies showed significant reduction on cortisol levels after exercise recovery. Some variables as sleep time, fitness and invasive analysis should be considered in future studies. It was not possible conclude if exercise practices promotes significant changes on cortisol in elderly individuals and the cortisol reactivity of physical stress. However, studies showed that elderly individuals are able to recovery the cortisol levels after exercise.

Keywords: Aging; Exercise; Cortisol.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Helena Sales de Moraes

Rua João Lira, 157/306

Leblon

CEP 22430-210

Rio de Janeiro - RJ

email: helenasmoraes@gmail.com

• Recebido: 07/01/2012

• Re-submissão: 21/02/2012

25/05/2012

• Aceito: 28/05/2012

INTRODUÇÃO

O efeito da prática de exercícios físicos na saúde física e mental tem sido amplamente investigado na população idosa. Alterações neurofisiológicas e psicológicas promovidas pelo exercício conferem ao idoso um papel significativo na prevenção e no tratamento de doenças mentais¹. Paradoxalmente, o exercício representa uma condição de estresse, uma vez que promove alterações na homeostase², porém, sem apresentar indicadores psicológicos de ameaça ou medo³. Esta afirmação se consolida na teoria Hormese, a qual postula que o exercício, apesar de ser considerado um estímulo estressor, contribui para preparar o organismo para outros fatores estressores⁴.

Em resposta ao estresse, seja físico ou psicológico, o eixo Hipotálamo-Pituitária-Adrenal (HPA) é ativado e, consequentemente, ocorre a liberação de cortisol, hormônio responsável por ações fisiológicas de luta e fuga. Diversos estudos têm mostrado um aumento de cortisol logo após uma única sessão de exercício⁵⁻⁸. Por outro lado, a prática de exercícios de intensidade e duração moderada promove alterações neurofisiológicas no eixo HPA que podem atenuar a resposta e sensibilidade ao estresse^{3, 9}, devido ao aumento no número de receptores para cortisol no tecido alvo e melhora na sensibilidade destes receptores¹⁰. Assim, uma das hipóteses do benefício do exercício físico na saúde mental é a atenuação da atividade do eixo HPA, a qual está associada a menores sintomas de estresse e depressão^{1, 11}.

Apesar destas respostas conhecidas do eixo HPA ao exercício físico em modelos animais e em humanos, jovens e adultos, pouco se sabe sobre este efeito em idosos. Os estudos mostram que o próprio processo de envelhecimento pode causar alterações no eixo, promovidas pela exposição a estímulos estressores ao longo da vida e por alterações fisiológicas na capacidade de regulação da atividade do eixo HPA¹²⁻¹⁴. Cronicamente, níveis elevados de cortisol podem estar associados às doenças de alta prevalência no idoso, como depressão e Alzheimer⁵. Já que os estudos mostraram que a prática de exercícios pode promover alterações positivas no eixo HPA em jovens e adultos, torna-se, portanto, pertinente investigar as alterações nos níveis de cortisol em resposta ao exercício nos idosos.

Os estudos que investigaram o efeito do exercício nos níveis de cortisol em idosos têm apresentado diferentes resultados. Alguns estudos não encontraram diferenças significantes nos níveis de cortisol logo após o exercício de força¹⁵ e aeróbio¹⁶. Por outro lado, outros estudos encontraram significativa redução após o treinamento prolongado com exercícios (efeito crônico)¹⁷ e após uma única sessão de exercícios¹⁸. Estes resultados divergentes podem estar associados com as diferentes metodologias utilizadas na intervenção com exercícios, análises hormonais e características individuais das amostras utilizadas.

Considerando que uma das hipóteses dos estudos sobre efeito do exercício na saúde mental é a atenuação do eixo HPA em repouso e em reatividade ao estresse, é relevante observar se há evidências na literatura sobre este efeito em idosos. O presente estudo teve como objetivo fazer um levantamento na literatura sobre os artigos randomizados e controlados que investigaram as alterações nos níveis de cortisol em idosos após a intervenção com exercícios de forma aguda e crônica.

MÉTODOS

Critério de seleção dos resumos

Para examinar as alterações decorrentes do exercício nos

níveis do cortisol em idosos, foram revisados ensaios randomizados e controlados que investigaram o efeito agudo e crônico de diferentes tipos e intensidades de exercícios físicos. Toda a metodologia de busca foi realizada de acordo com as diretrizes do PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses*)¹⁹. Foram utilizadas as bases de dados PUBMED, ISI, SciELO, Scopus, BioMed central e Scirus para a busca e em cada uma delas foram utilizadas palavras-chave e limites específicos.

Estratégias de busca

Foram utilizados os termos *cortisol*, *exercise*, *aging* e o operador booleano [AND] para a busca. Especificamente na base PUBMED somente as palavras *cortisol* e *exercise* foram utilizadas já que a busca permite limitar a amostra da idade para maiores de 65 anos.

Seleção dos resumos

Os critérios de inclusão utilizados foram artigos randomizados e controlados ou ensaios clínicos, utilizando humanos e escritos em língua inglesa ou portuguesa. A primeira seleção dos resumos foi feita pelos títulos dos artigos, para avaliar os critérios de elegibilidade predeterminados. Em seguida, verificou-se, no corpo dos resumos, se os artigos apresentavam o objetivo de investigar o efeito do exercício nos níveis de cortisol.

Foram excluídos artigos que utilizaram outras terapias, como meditação, e não especificamente o exercício físico sistematizado, como também resumo nos quais foram utilizadas amostras com algum tipo de doença física ou neurológica, estudos com animais e que utilizaram suplementação alimentar ou hormonal.

Classificação dos estudos

Inicialmente, todos os resumos foram avaliados independentemente por dois avaliadores. Aqueles aprovados pelos dois eram incluídos no estudo. Os que apresentassem discordância eram submetidos a um terceiro avaliador.

Foram excluídos artigos em duplicata e que não apresentaram os resultados da amostra de idosos separadamente. Os estudos que cumpriram os critérios de inclusão foram avaliados quanto à qualidade metodológica com a escala *PE-Dro* (*Physical Therapy Evidence Database*)²⁰. Esta escala avalia as seguintes questões: 1) Critérios de elegibilidade; 2) Distribuição aleatória; 3) Distribuição cega; 4) Diferenças entre os grupos no *baseline*; 5) Participação cega; 6) Intervenção cega; 7) Avaliação cega; 8) Resultados com mais de 85% da amostra; 9) Situação controle; 10) Resultados intergrupos; 11) Medidas de precisão. O escore da escala varia de 0 a 10 pontos. Um ponto é concedido a cada um dos 11 critérios, se satisfeito. O primeiro item não é incluído no escore total. Os estudos randomizados e controlados de boa qualidade foram definidos com escores variando de seis a oito pontos, de qualidade moderada variando de quatro a cinco pontos e de qualidade pobre variando de três pontos ou menos na escala *PE-Dro*²¹.

RESULTADOS

A seleção dos estudos encontrados com os critérios utilizados para inclusão em cada estágio da análise está especificada no Fluxograma (Figura 1).

Os resultados da qualidade metodológica avaliada nos estudos incluídos apontaram que de um máximo de 10 pontos (não alcançado por nenhum estudo), os resultados apre-

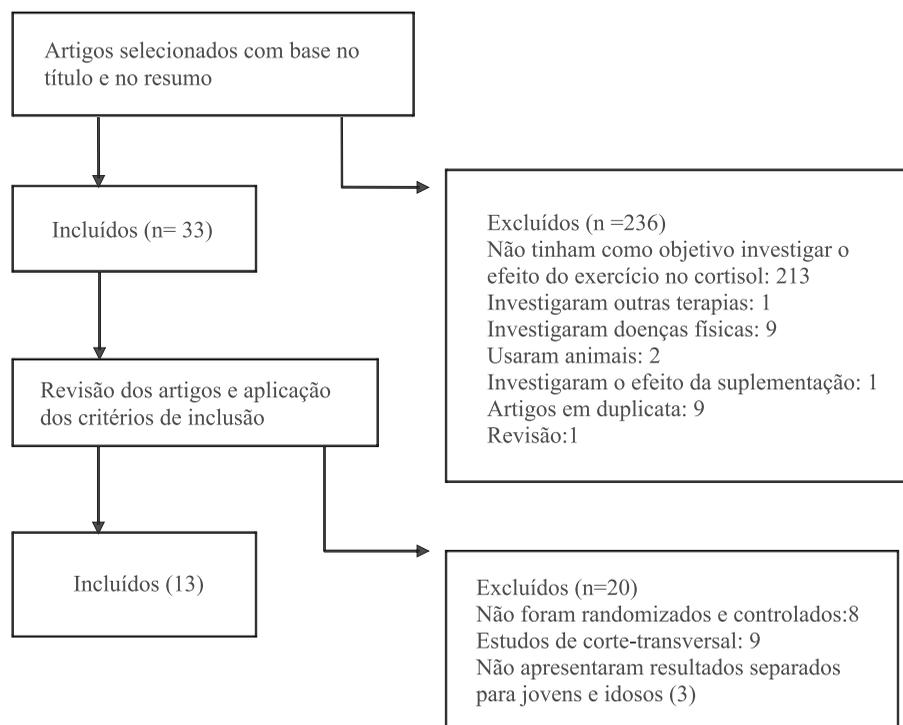


Figura 1 Fluxograma ilustrando a pesquisa e a seleção dos estudos.

sentaram uma variação entre cinco (três estudos) e oito pontos (dois estudos). De acordo com os critérios, dez estudos foram classificados como de boa qualidade e três estudos de qualidade moderada. As características de cada estudo estão apresentadas na Tabela 1. Foram incluídos treze estudos, seis de efeito crônico, cinco de efeito agudo e dois que avaliaram os dois efeitos. Os estudos apresentaram diferenças tanto na intensidade e duração do exercício quanto nos tipos de exercícios utilizados.

Nos estudos longitudinais foram usados treinamento de força, aeróbico e exercícios de relaxamento, sendo a maioria dos estudos de treinamento de força. Nestes foram usados exercícios, volume, duração e intensidade variados, com frequência de três vezes na semana, sendo que um estudo realizou duas vezes por semana. Os resultados significantes foram encontrados somente em dois estudos, os quais observaram redução nos níveis de cortisol em relação aos valores basais. Os valores de significância destes achados foram expostas sendo aceitos 95% de confiança estatística ($p < 0,05$), sem apresentar os valores específicos.

Foram encontrados somente dois estudos longitudinais que utilizaram o exercício aeróbico. Estes estudos usaram diferentes metodologias de treinamento, com volume e intensidade variados. Um estudo investigou o exercício aeróbico através de esteiras, bicicletas ou aparelhos elípticos e observou uma redução significativa nos níveis de cortisol para as mulheres ($p=0,05$) e aumento para os homens ($p=0,04$) em relação aos níveis basais. Enquanto outro estudo investigou o efeito de exercícios aeróbicos aquáticos, como corridas estacionárias e saltos, encontrando aumento nos níveis de cortisol, porém sem significância estatística.

Dos estudos de efeito agudo do exercício, somente um investigou o efeito agudo do exercício aeróbico, porém sem resultados significantes. Enquanto outros investigaram o exercí-

cio de força e em plataforma vibratória, com diferentes metodologias de treinamento. Somente três estudos encontraram resultados significantes ($p < 0,05$), entretanto estes resultados foram tanto para o grupo exercício quanto para o grupo controle. A maioria dos estudos mostrou redução significativa dos níveis de cortisol após a recuperação do exercício. Os estudos excluídos foram descritos na Tabela 2.

DISCUSSÃO

A presente revisão teve como objetivo analisar os artigos randomizados e controlados que investigaram o efeito do exercício físico nos níveis de cortisol em idosos. Os estudos analisados apresentaram diferentes metodologias e resultados, impossibilitando, portanto, responder a pergunta inicial, ou seja, se há efeitos significativos, agudos e crônicos, do exercício físico nos níveis de cortisol. Outras revisões de literatura publicadas anteriormente mostraram que há evidências significativas na literatura quanto ao efeito agudo e crônico do exercício físico em humanos e animais^{2, 3, 10, 22}. Entretanto, nenhuma revisão sistemática observando estes efeitos em idosos foi publicada até o presente momento. A análise das variáveis utilizadas nos artigos observados, bem como suas limitações, pode ser adequada para o delineamento de futuros estudos.

A maioria dos estudos longitudinais observados não encontrou resultados significantes nos níveis de cortisol, enquanto a maioria dos estudos de efeito agudo encontrou redução dos níveis de cortisol somente após a recuperação do exercício. Estes achados não estão de acordo com estudos anteriores investigados em jovens e adultos²³⁻²⁵, além dos estudos não randomizados e controlados realizados com idosos^{5, 6, 18, 26, 27}. De acordo com estes estudos, cronicamente, o exercício físico promove redução nos níveis de cortisol e aumento de forma aguda. Estes resultados divergentes podem ser explica-

Tabela 1

Características dos estudos de efeito crônico e agudo do exercício nos níveis de cortisol em idosos.

Estudos (PEDro)	Amostra	Desenho experimental	Metodologia do exercício	Cortisol (características da coleta)	Resultados principais
Baker et al, 2010 (8)	Aeróbio: M: n=10; 65,3 anos; H: n=09; 70,9 anos. Alongamento: M: n=5; 74,6 anos; H: n=5; 70,6 anos. TCL; sedentários	Longitudinal (24 semanas)	Aeróbio x Alongamento 4 dias/semanas 45 -60 minutos 75-85% FCr	Plasma Manhã/ Jejum 12h HSF / HSM Medicamentos	M : ↓ pós-Aeróbio x Alongamento H : ↑ pós-Aeróbio x Alongamento
Vale et al, 2009 (5)	Aquático: n=13 M; 68,7 anos Força: n=12 M; 66,1 anos; Controle: n=10; 68,8 anos. Sedentários	Longitudinal (24 semanas)	Aeróbio x Força x Controle 3 dias/semana 50 min; 75-85%1RM	Plasma Manhã/ Jejum 12h HSF Reposição hormonal	Sem diferença
Mc Comb et al, 2004 (5)	Relaxamento: n=9 M; 57,4 anos Controle: n=9 M; 64,1 anos HDC	Longitudinal (8 semanas) Agudo (Pré x Pós)	Relaxamento 1 dias/semana 20 minutos Bicicleta 24 minutos 50 watts	Plasma Manhã/ Jejum 12h	Sem diferença
Flynn et al, 1999 (6)	Força: n=15 M; 72,6 anos; Controle: n= 14 M; 72,9 anos Sedentários	Longitudinal (10 semanas) Agudo (Pré x Pós x Pós 2h)	Força x Controle 3 dias/semana 3 X 8 repetições 70 - 80% 1 RM	Plasma Manhã HSF / HSM Medicamentos	Longitudinal: sem ? Agudo: ↓pós e pós 2h x pré-exercício nos 2 grupos
Bermon et al, 1999 (6)	Força: n= 16; 70,1 anos Controle: n=16; 70,5 anos; Sedentários e ativos	Longitudinal (8 semanas)	Força x Controle 3 dias/semana 3 x 8 repetições 80% 1 RM	Plasma Manhã/ Jejum HS	↓pós X pré-exercício nos 2 grupos
Orsatti et al, 2008 (6)	Força: n= 21M; 57,1 anos; Controle: n=22 M; 59,3 anos Sedentários	Longitudinal (16 semanas)	Força x Controle 50-60 minutos 3 dias/semana 60-80% 1RM	Plasma Manhã/ Jejum 4h Reposição hormonal HSM	Sem diferença
Hakkinen et al, 2001 (6)	n=10 M; 64 anos Ativos	Longitudinal Auto-controlado (25 semanas)	Controle: 4 semanas Força: 21 semanas 2 dias/semana ↑ carga (40-80% RM)	Plasma Manhã/Jejum 10h HSF Medicamentos	Sem diferença
Kraemer et al, 1999 (5)	Jovens: n=8 H; 29,8 anos Idosos: n=9 h; 62 anos Ativos	Longitudinal Auto-controlado (13 semanas)	Força 3 dias/semana Periodização não-linear	Plasma Manhã e tarde Medicamentos HSF	↓ Após 3 e 10 semanas de exercícos para os idosos ↓ pós x pré-controle para os jovens
Hakkinen et al 1998 (6)	Jovens: n=10 H; 26,5 anos Idosos: n=10 H; 70 anos Ativos	Agudo Auto-controlado (Pré x Pós)	Controle: 4 semanas Força: exercício isométrico 5 segundos 4 x 10 repetições	Plasma Manhã/Jejum 10h HSF Medicamentos	↑ pós e ↓ pós
Cardinale et al, 2008 (8)	n=20 (11M); 70 anos Sedentários	Agudo (Pré x Pós x 1h x 2h)	Exercício em plataforma alta intensidade x baixa intensidade 5 minutos	Plasma Manhã/ Jejum 8h HSF	1 h e 2 h x pré nos grupos
Copeland et al, 2002 (6)	N=30 M; 19-69 anos Ativos	Agudo Auto-controlado (Pré x Pós x 30 min)	Aeróbio x Força x controle 40 min, 75%FCmáx 3 x 10 RM	Plasma Manhã/ Jejum 3h Reposição hormonal	↓ pós e pós 30 min para aeróbio e controle.

M= Mulheres; H= Homens; min= minutos; h: horas; TCL = Transtorno cognitivo leve; FCr= Frequência Cardíaca de reserva; FCmax = Frequência Cardíaca máxima; HSF= Histórico de Saúde Física; HSM= Histórico de Saúde Mental; HS = Histórico de saúde; EEP= Escala de Esforço Percebido; HDC = Histórico de Doença Cardíaca; RM = Repetição Máxima

Tabela 2

Características dos estudos excluídos da revisão.

Estudos	Amostra	Desenho experimental	Metodologia do exercício	Cortisol (características da coleta)	Resultados Principais/
Starkweather, 2007¹	Aeróbio: n=10 (7M); 75,5 anos Controle: n=10 (7M); 76,7 anos	Longitudinal (10 semanas)	Aeróbio x Controle 5 dias/semanas 30 minutos 60% FCmax	Plasma Manhã HSF; HSM Medicamento	Sem diferença
Izquierdo et al, 2003²	Adultos: n=11 H; 46 anos Idosos: n=11 H; 64 anos Ativos	Longitudinal (Pré x 8 sem x 16 sem)	Força 2 dias/semana 3-4 x 10-15 rep 50 – 80% 1RM	Plasma Manhã/Jejum 12h Medicamento HSF; Reposição hormonal	↓ para os idosos Sem diferença para os jovens
Traustadóttir et al, 2004²	Jovens: n=8 M; 27 anos; Idosos sedentários: n= 8 M; 64,6 anos; Idosos ativos: n=8; 66,3 anos sedentários e ativos	Agudo (Pré x Pós x 5 min x 15 x 25 x 40 x 55 x 75 min)	Aeróbio 15 minutos ↑ carga até 90% VO ₂ max	Plasma Manhã/Jejum Medicamento HSF Reposição hormonal	AURC: idosos ativos > jovens > sedentários
Izquierdo et al, 2001²	Adultos: n= 26 H; 42 anos Idosos: n=21H; 65 anos; Ativos	Agudo (Pré x pós x 1,5h)	Força 15-70% 1 RM Aeróbio ↑ carga	Plasma Manhã/Jejum 12 h HSF Medicamentos	Sem diferença
Kraemer et al, 1998²	Jovens: n=8 H; 29,8 anos; Idosos: n=9 H; 62anos Ativos	Agudo (Pré x pós x 5x 15 x 30 min)	Força Isométrico 100% RM 5 segundos	Plasma Manhã e tarde Jejum 2h Medicamentos	↑ pós e 5, 15 e 30 min em relação ao basal nos dois grupos
Struder et al, 1998²	Atletas: n=8 H; 68,9 anos Sedentários: N= 11 H; 69,1 anos	Agudo (Pré x Pós x 30 x 60 x 90 min)	Bicicleta 60% VO ₂ max 30 minutos	Plasma Manhã e tarde HSF Medicamentos	↑ Pós 30, 60 e 90 min x pós-exercício nos dois grupos
Dalbo et al, 2011²	Jovens: n=30 H; 21 anos; N= 9 H; 68 anos Sedentários	Agudo (Pré x 5 min x 24h)	Força 3 x 10 rep 80% RM	Plasma Manhã/ Jejum 2h HS	↑ pós 5 min para os dois grupos
Silverman et al, 1996²	<u>Atletas (H):</u> N= 8 (22,6±0,8) N=8 (43,6±1,1) N=8 (67,0±2,2) <u>Sedentários (H):</u> N=8 (22,9±1) N=8 (46,5±0,9) N=7 (63,9±1,8)	Agudo (Pré x durante 5 x 10 x 15 x 30 x 45 min)	Bicicleta Teste máximo Teste submáximo	Plasma Manhã/ jejum 12h Medicamentos HS	Máximo: ↑ para jovem e adultos treinados Submáximo: ↑ para todos os grupos

¹Não randomizado; ² Não randomizado e controlado; M: Mulheres; H: Homens; min: minutos; h: horas; sem: semana; rep: repetições; RM: Repetição máxima; VO₂max : consumo máximo de oxigênio; FCmax: Frequência Cardíaca máxima; AURC: *Area Under the Response Curve*; HSF: Histórico de Saúde Física; HSM: Histórico de Saúde Mental; HS: Histórico de Saúde

dos pelas diferentes metodologias utilizadas.

De acordo com a revisão de Viru & Viru (2004)²² é esperado um aumento nos níveis de cortisol em resposta ao exercício de intensidade moderada a alta, e posterior diminuição após 20 ou 30 minutos do término do exercício. Estas respostas agudas do cortisol podem estar associadas a uma reatividade do organismo em função do desequilíbrio da homeostase promovida pelo exercício. Somente um estudo dos observados na presente revisão encontrou aumento nos níveis de cortisol após exercício em plataforma vibratória de intensidade alta e moderada. Entretanto, outros estudos que não preencheram os critérios de validade da presente revisão, ou seja, não randomizados e não controlados, observaram significantes aumentos nos níveis de cortisol após o exercício^{5,6,18}.

Os diferentes resultados observados mostraram que há

uma grande variação interindividual nas respostas de cortisol ao exercício. Estudos anteriores observaram que a reatividade ao estresse físico e psicológico pode estar associada a diversos fatores, como resposta cardíaca, níveis de catecolaminas e traços de personalidade^{28,29}. Nenhum dos estudos avaliados investigou uma possível correlação entre a resposta de cortisol e estes fatores. De acordo com um estudo de meta análise³⁰, sintomas depressivos também podem estar relacionados a reatividade e recuperação do estresse. Dos estudos avaliados somente três relataram ter investigado a presença ou histórico de transtornos psiquiátrico ou neurológicos como critério de exclusão³¹⁻³³.

A recuperação do estresse é um importante marcador da adaptação ao estresse³⁴, bem como do mecanismo de *feedback* negativo do eixo HPA³⁵. Todos os estudos revisados mostra-

ram diminuição dos níveis de cortisol, após a recuperação do exercício, comparados aos níveis pré-exercício, após 30 minutos³⁶, uma hora³⁷, duas horas^{32, 37} e três horas^{38, 39} do término do exercício.

A adaptação ao estresse é outro mecanismo bastante investigado na literatura, resultando em menor resposta de cortisol ao exercício, ao estresse psicológico e em níveis baixos, em indivíduos treinados fisicamente ativos em relação aos não ativos^{3, 10}. A maioria dos artigos revisados utilizaram indivíduos sedentários na amostra, através de questionários subjetivos, impedindo, portanto, uma avaliação mais quantitativa. Já os estudos que compararam as respostas de atletas e indivíduos sedentários, observaram resultados semelhantes entre estes dois grupos após o exercício de intensidade moderada^{6, 16}.

Também há evidências na literatura que outras variáveis tanto da seleção amostral quanto da metodologia utilizada também influenciam nos divergentes resultados encontrados. Fatores como estilo de vida, especificamente dieta, tipos de alimentos consumidos e horas de sono promovem alterações nos níveis de cortisol⁴⁰. Além disso, as mulheres podem apresentar níveis diferentes de cortisol em repouso e em reatividade ao estresse comparado aos homens⁴¹. Dos estudos avaliados não foram reportados horários de sono e a maior parte deles usou jejum de 12, 10 e 8 horas. Quando os gêneros foram avaliados separadamente, um estudo revelou diferentes respostas ao exercício entre homens e mulheres³³.

Fenômenos cronobiológicos, com alterações de acordo com as estações de ano, e as variações diurnas naturais também afetam diretamente no cortisol, influenciando, portanto, tanto nos resultados dos estudos crônicos¹⁷ quanto em estudos agudos^{32, 37}. Especificamente para os estudos agudos, os altos valores de cortisol no momento pré-exercício podem ter sido gerados, sobretudo, pela análise plasmática invasiva (coleta de sangue). Esta hipótese se confirma pelos estudos que encontraram o mesmo resultado entre o grupo intervenção e o controle³⁶⁻³⁹. A análise salivar tem sido evidenciada como o método não invasivo de coleta de melhor vantagem sobre os outros métodos^{41, 42}.

Investigar o efeito do exercício físico nos níveis de cortisol em idosos é relevante para o entendimento de possíveis alterações fisiológicas associadas ao envelhecimento frente a um estressor físico. No entanto, a análise dos diferentes resultados dos estudos investigados não permite uma conclusão quanto ao efeito agudo e crônico do exercício em idosos. Apesar dos estudos revisados terem sido qualificados como de alta qualidade, as diferentes metodologias utilizadas não permitiram resultados mais conclusivos. Além disso, alguns estudos apresentaram um tamanho amostral pequeno e não apresentaram seus resultados quantitativos. Estes fatores contribuíram para limitações na presente revisão, já que não permitiram uma avaliação mais quantitativa e uma conclusão mais específica dos resultados.

Os resultados observados, no entanto, permitem concluir que os idosos são capazes de recuperar do estresse físico, através da redução dos níveis de cortisol, ao estresse como observado na literatura em indivíduos jovens e adultos. Entretanto, são necessários mais estudos que investiguem o efeito do exercício, controlando as variáveis intervenientes apontadas na presente revisão. Também é relevante estudar investigar as respostas ao estresse psicológico e o efeito do treinamento físico nestas respostas para o entendimento da reatividade e recuperação do estresse em idosos.

Financiamento

Os autores não receberam suporte financeiro para a realização do presente estudo

Contribuições dos autores

Helena Moraes – Avaliação dos artigos para revisão e elaboração do artigo. Andrea Deslandes – Avaliação dos artigos para revisão. Thais Cevada – Análise dos artigos incluídos na segunda revisão e elaboração da discussão dos mesmos. Ana Carolina F. Mendonça-de-Souza – Elaboração do artigo. Jeronson Laks – Revisão do artigo.

REFERÊNCIAS

1. Deslandes A, Moraes H, Ferreira C, et al. Exercise and mental health: many reasons to move. *Neuropsychobiology* 2009;59(4):191-8.
2. Mastorakos G, Pavlatou M, Diamanti-Kandarakis E, Chrousos GP. Exercise and the stress system. *Hormones (Athens)* 2005;4(2):73-89.
3. Stranahan AM, Lee K, Mattson MP. Central mechanisms of HPA axis regulation by voluntary exercise. *Neuromolecular Med* 2008;10(2):118-27.
4. Radak Z, Chung HY, Goto S. Exercise and hormesis: oxidative stress-related adaptation for successful aging. *Biogerontology* 2005;6(1):71-5.
5. Dalbo VJ, Roberts MD, Hassell SE, et al. Effects of age on serum hormone concentrations and intramuscular proteolytic signaling before and after a single bout of resistance training. *J Strength Cond Res* 2011;25(1):1-9.
6. Silverman HG, Mazzeo RS. Hormonal responses to maximal and submaximal exercise in trained and untrained men of various ages. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996;51(1):B30-7.
7. Gatti R, De Palo EF. An update: salivary hormones and physical exercise. *Scand J Med Sci Sports* 2011;21(2):157-69.
8. Goldstein DS, Kopin IJ. Adrenomedullary, adrenocortical, and sympathoneural responses to stressors: a meta-analysis. *Endocr Regul* 2008;42(4):111-9.
9. Tsatsoulis A, Fountoulakis S. The protective role of exercise on stress system dysregulation and comorbidities. *Ann N Y Acad Sci* 2006;1083:196-213.
10. Hackney AC. Exercise as a stressor to the human neuroendocrine system. *Medicina (Kaunas)* 2006;42(10):788-97.
11. Joca SR, Padovan CM, Guimarães FS. Stress, depression and the hippocampus. *Rev Bras Psiquiatr* 2003;25 Suppl 2:46-51.
12. Lupien SJ, McEwen BS, Gunnar MR, Heim C. Effects of stress throughout the lifespan on the brain, behaviour and cognition. *Nat Rev Neurosci* 2009;10(6):434-45.
13. Ferrari E, Cravello L, Muzzoni B, et al. Age-related changes of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis: pathophysiological correlates. *Eur J Endocrinol* 2001;144(4):319-29.
14. Heaney JL, Phillips AC, Carroll D. Ageing, depression, anxiety, social support and the diurnal rhythm and awakening response of salivary cortisol. *Int J Psychophysiol* 2010;78(3):201-8.
15. Häkkinen K, Pakarinen A, Kraemer WJ, et al. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *J Appl Physiol* 2001;91(2):569-80.
16. Strüder HK, Hollmann W, Platen P, et al. Hypothalamic-pituitary-adrenal and gonadal axis function after exercise in sedentary and endurance trained elderly males. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;77(3):285-8.
17. Bermon S, Philip P, Ferrari P, et al. Effects of a short-term strength training programme on lymphocyte subsets at rest in elderly humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1999;79(4):336-40.
18. Kraemer WJ, Häkkinen K, Newton RU, et al. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in younger and older men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;77(3):206-11.
19. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol* 2009;62(10):e1-34.
20. Sherrington C, Herbert RD, Maher CG, Moseley AM. PEDro. A database of randomized trials and systematic reviews in physiotherapy. *Man Ther* 2000;5(4):223-6.
21. Rand D, Miller WC, Yiu J, Eng JJ. Interventions for addressing low balance confidence in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Age Ageing* 2011;40(3):297-306.
22. Viru A, Viru M. Cortisol—essential adaptation hormone in exercise. *Int J Sports Med* 2004;25(6):461-4.
23. Uchida MC, Bacurau RFP, Navarro F, et al. Alteração da relação testosterona:cortisol induzida pelo treinamento de força em mulheres. *Rev Bras Med Esporte* 2004; 10:165-8.
24. Mazon J, Gastaldi A, Di Sacco T, et al. Effects of training periodization on cardiac autonomic modulation and endogenous stress markers in volleyball players. *Scand J Med Sci Sports* 2011.
25. Sousa e Silva T, Longui CA, Rocha MN, et al. Prolonged physical training decreases mRNA levels of glucocorticoid receptor and inflammatory genes. *Horm Res Paediatr* 2010;74(1):6-14.
26. Izquierdo M, Häkkinen K, Ibanez J, et al. Effects of strength training on sub-

- maximal and maximal endurance performance capacity in middle-aged and older men. *J Strength Cond Res* 2003;17(1):129-39.
27. Traustadóttir T, Bosch PR, Matt KS. The HPA axis response to stress in women: effects of aging and fitness. *Psychoneuroendocrinology* 2005;30(4):392-402.
 28. Negrão AB, Deuster PA, Gold PW, *et al.* Individual reactivity and physiology of the stress response. *Biomed Pharmacother* 2000;54(3):122-8.
 29. Kudielka BM, Hellhammer DH, Wüst S. Why do we respond so differently? Reviewing determinants of human salivary cortisol responses to challenge. *Psychoneuroendocrinology* 2009;34(1):2-18.
 30. Burke HM, Davis MC, Otte C, Mohr DC. Depression and cortisol responses to psychological stress: a meta-analysis. *Psychoneuroendocrinology* 2005;30(9):846-56.
 31. Orsatti FL, Nahas EA, Maesta N, *et al.* Plasma hormones, muscle mass and strength in resistance-trained postmenopausal women. *Maturitas* 2008;59(4):394-404.
 32. Flynn MG, Fahlman M, Braun WA, *et al.* Effects of resistance training on selected indexes of immune function in elderly women. *J Appl Physiol* 1999;86(6):1905-13.
 33. Baker LD, Frank LL, Foster-Schubert K, *et al.* Effects of aerobic exercise on mild cognitive impairment: a controlled trial. *Arch Neurol* 2010;67(1):71-9.
 34. García A, Armario A. Individual differences in the recovery of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis after termination of exposure to a severe stressor in outbred male Sprague-Dawley rats. *Psychoneuroendocrinology* 2001;26(4):363-74.
 35. Sapolsky RM, Krey LC, McEwen BS. Glucocorticoid-sensitive hippocampal neurons are involved in terminating the adrenocortical stress response. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1984;81(19):6174-7.
 36. Copeland JL, Chu SY, Tremblay MS. Aging, physical activity, and hormones in women—a review. *J Aging Phys Act* 2004;12(1):101-16.
 37. Cardinale M, Soiza RL, Leiper JB, *et al.* Hormonal responses to a single session of wholebody vibration exercise in older individuals. *Br J Sports Med* 2010;44(4):284-8.
 38. Oliveira RJD, Lima RM, Gentil P, *et al.* Respostas hormonais agudas a diferentes intensidades de exercícios resistidos em mulheres idosas. *Rev Bras Med Esporte* 2008; 14:367-71.
 39. Neves SaC, Lima RM, Simões HG, *et al.* Resistance exercise sessions do not provoke acute immunosuppression in older women. *J Strength Cond Res* 2009;23(1):259-65.
 40. Garde AH, Persson R, Hansen AM, *et al.* Effects of lifestyle factors on concentrations of salivary cortisol in healthy individuals. *Scand J Clin Lab Invest* 2009;69(2):242-50.
 41. King SL, Hegadoren KM. Stress hormones: how do they measure up? *Biol Res Nurs* 2002;4(2):92-103.
 42. Papacosta E, Nassis GP. Saliva as a tool for monitoring steroid, peptide and immune markers in sport and exercise science. *J Sci Med Sport* 2011;14(5):424-34.