AUTORES:

Rogério Wagner da Silva
 Eduardo Resende Sousa e Silva
 Laura Viana Lima
 Sylvia Christina Sarkis Lima
 Esther Agnes P Lanna da Costa
 Fábio Antônio Tenório de Melo
 Nanci Maria de França

<https://doi.org/10.5628/rpcd.17.S4A.138>

Avaliação de um protocolo de exercício em plataforma vibratória sobre as alterações hematológicas em jovens sedentárias

PALAVRAS CHAVE:

Vibração. Exercício.
 Células sanguíneas.

RESUMO

Este estudo avaliou as alterações hematológicas resultantes de sessões de treinamento e do destreinamento após o exercício físico realizado em plataforma vibratória e bicicleta ergométrica. A amostra final foi de 26 mulheres jovens e sedentárias que depois foram divididas em dois grupos: grupo vibração (GV) idade 20.77 ± 2.86 anos e índice de massa corporal (IMC) 22.72 ± 3.67 e grupo ergometria (GE) idade 20.62 ± 4.35 anos e (IMC) 21.31 ± 4.18 . Ambos os grupos realizaram dois programas distintos de treinamento, com seis semanas de exercícios e seis semanas de destreinamento. Foi realizada a avaliação corporal e o hemograma completo em três momentos pré-determinados para avaliar as alterações nos parâmetros hematológicos que pudessem ser resultantes do treinamento realizado. Após a compilação e análise dos dados, não foram observadas alterações significativas na composição corporal, nem mesmo na série branca do hemograma. Respostas significantes ($p < .05$) nos tempos de coleta foram identificadas em ambos os grupos para as variáveis hemoglobina e HCM; também observamos forte tendência para CHCM. Estes resultados sugerem adaptação fisiológica ao treinamento e ao destreinamento independente do tipo de exercício físico realizado.

Evaluation of a whole body vibration exercise protocol on hematological changes in sedentary young

ABSTRACT

This study evaluated the hematologic changes resulting from training sessions and detraining after physical exercise in a vibrating platform and a stationary bike. The final sample consisted of 26 young sedentary women who were divided into two groups: vibration group (VG) age 20.77 ± 2.86 years and body mass index (BMI) 22.72 ± 3.67 and ergometry group (EG) aged 20.62 ± 4.35 years and BMI 21.31 ± 4.18 . Both groups performed two distinct training programs with six weeks of exercise and six weeks of detraining. Body assessment was performed and the full CBC in three predetermined moments to assess changes in hematological parameters that could be the result of the training. After the compilation and analysis of data, no significant changes were observed in body composition, not even in the white series of the CBC. Significant responses ($p < .05$) regarding the time of collection have been identified in both groups for the variables hemoglobin and MCH; we also noticed a strong tendency towards CHCM. These results suggest a physiological adaptation to training and detraining regardless of the type of exercise performed.

KEYWORDS:

Whole body vibration.
 Exercise. Blood cells.

INTRODUÇÃO

Os primeiros relatos de alterações hematológicas relacionadas com o exercício físico foram apresentados à comunidade científica há pouco mais de 120 anos (Nieman & Nehlsen-Cannarella, 1994). Tais alterações no volume sanguíneo são frequentemente atribuídas como adaptação do organismo as necessidades impostas ao agente estressor, tal como a ação dos exercícios físicos que estimulam a síntese dos eritrócitos, que possuem como função principal a perfusão sanguínea tecidual e respectiva troca gasosa, permitindo assim melhoras na oxigenação celular (Constanzo, 2014; Sawka, Convertino, Eichner, Sch-nieder, & Young, 2000; Schumacher, Jankovits, Bültermann, Schmid, & Berg, 2002).

Alguns trabalhos em populações com anemia e hipoxia (Cossio-Bolanos, et al. 2015; Hu & Lin, 2012; Pinheiro et al., 2008; Sawka et al., 2000), bem como outros em populações com indivíduos fisicamente ativos e atletas (Calbet, Lundby, Koskolou, & Boushel, 2006; Ferreira et al. 2016; Novosadova, 1977; Rocca, Tirapegui, Melo, & Ribeiro, 2008; Schuma-cher et al., 2002; Teixeira et al., 2014; Theodorou et al., 2015), têm ressaltado a relação po-sitiva da prática regular de exercícios com elevações dos níveis plasmáticos de eritrócitos e hemoglobina, relacionando-os como indicadores na melhora do transporte de oxigênio e melhoria do VO_{2max} . Este segundo é um preditor confiável para avaliação da capacidade respiratória e referência da condição aeróbia em indivíduos fisicamente ativos ou não.

Exercícios físicos prolongados e extenuantes corroboraram para o aumento da hemoglo-bina, do número de plaquetas e elevação dos índices hematimétricos, tais como hemoglo-bina corpuscular média (HCM), concentração de hemoglobina corpuscular Média (CHCM), além do aumento da variação da distribuição eritrocitária (RDW) e alteram a distribuição das hemácias, promovendo diminuição do hematócrito e do volume corpuscular médio (VCM). Diante disso, notou-se que esses exercícios provocaram hemólise que, ao ser com-pensada, apresentou aumento na dosagem de hemoglobina e do HCM nos eritrócitos jovens (Kratz, et al., 2002; Schumacher et al., 2002).

A diminuição da série vermelha tem sido relacionada não só a um mecanismo hemolítico, mas também a uma expansão do volume plasmático, sendo que esta é mediada por uma retenção de fluido. Essa retenção causa uma redução do hematócrito e de hemoglobina em maratonistas e ciclistas em provas de longa duração. A destruição das hemácias é indu-zida pelo exercício a fim de contribuir para um menor grau de perda de hemoglobina e hematócrito (Davidson, Robertson, Galea, & Maughan, 1987; Maron, Horvath, & Wilkerson, 1975; Passaglia et al., 2013; Schumacher et al., 2002).

Posto isto e como não se conhece o comportamento hematológico relacionado com o exercício na plataforma vibratória, por não ser um exercício extenuante nem prologando, nossa hipótese é que não provoque redução nos valores da série vermelha.

Informações na literatura, apesar de indicarem a ocorrência das alterações, ainda apre-sentam limitações sobre a magnitude destas mudanças relacionadas ao tempo de estímu-lo necessário para que as adaptações agudas promovam os ajustes crônicos necessários na manutenção dos volumes vasculares previamente alterados pela ação do exercício. Somente o estudo realizado por Theodorou et al (2015) apresenta o acompanhamento crônico das variáveis hematimétricas utilizando-se de exercícios em plataforma vibratória. Contudo, ainda não encontramos trabalhos que acompanhassem o destreino a fim de avaliar o que ocorre quando é retirado o estresse imposto pelo exercício físico.

No presente estudo buscamos avaliar as alterações do hemograma em indivíduos se-dentários que foram divididos em dois grupos com atividades físicas distintas, a fim de ve-rificar se o tipo de atividade física executada poderia promover alterações nos parâmetros hematológicos de acordo com a estimulação física realizada.

MÉTODO

AMOSTRA

Este estudo clínico randomizado foi realizado com adultos jovens e saudáveis, que decidi-ram participar voluntariamente, tendo sido convidados através de mensagem enviada para todos os alunos pela intranet da universidade. Critérios de inclusão: ser maior de 18 anos de idade, ser sedentários (sem prática de atividade física regular por no mínimo 60 dias antes do início do procedimento de intervenção) e assinar o Termo de Livre Consentimen-to Esclarecido (TLCE). Critérios de exclusão: apresentar condições que pudessem sugerir limitações as sessões de intervenção em plataforma vibratória, tais como: incapacidade física temporária; gestantes ou lactantes, existência de traumas osteoarticulares e/ou au-sência superior a 25% nas sessões de treinamento. O estudo foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Católica de Brasília – UCB, teve parecer com aprovação favorável em 12/05/2015 sob número 020386/2015 em consonância com a resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) que normatiza as pesquisas com seres humanos no Brasil. Inicialmente 45 voluntários foram selecionados, realizadas as orientações iniciais e familiarização com os protocolos e equipamentos de treinamento. A coleta dos dados ocorreu entre Setembro de 2015 e Dezembro de 2015.

INSTRUMENTOS

Avaliação da composição corporal

Foi utilizado absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), marca Lunar, modelo DPX-IQ, (software versão 4,7e) no modo médio (velocidade de amostragem 5mm/s e corrente da

ampola de RX 750mA); a temperatura da sala de avaliação durante as medidas foi mantida entre 18º e 25º; todos os ajustes em conformidade com as orientações contidas no manual do equipamento. O peso corporal total (kg) e altura (m) foram medidos descalços e com roupas adequadas usando balança eletrônica (Filizola®) para a medição de peso corporal e um estadiômetro (SECA® 214, EUA) foi utilizado para medir a altura. O valor do índice de massa corporal (IMC) foi calculado a partir da proporção de peso do corpo em quilogramas pelo quadrado da altura em metros obtida (kg/m^2). A massa livre de gordura e massa gorda foi determinada pelo DXA, um padrão moderno e preciso para determinação nas avaliações de composição corporal. Foi seguido o protocolo de avaliação semelhante ao descrito em estudos anteriores que usaram o mesmo equipamento (Nascimento et al., 2016; Rocca et al., 2008).

Avaliação Hematológica

A coleta de sangue foi realizada após higienização local por punção venosa na região antecubital, os 05 ml das amostras foram armazenados em tubo esteril com EDTA, com o código de identificação dos voluntários e enviadas imediatamente para análise do hemograma. A contagem das células sanguíneas presentes no hemograma foi realizada por Citometria de fluxo fluorescente e impedância utilizando o "XE2100-Sysmex" a computação e tipificação celular foi totalmente automatizada com alto padrão de qualidade adotado.

Esse método de coleta tem sido empregado e descrito sistematicamente por diversos autores em seus trabalhos, ao longo dos anos, com poucas variações que normalmente se diferem na descrição do equipamento utilizado para contagem das células (Cengiz & Çinar, 2014; Cossio-Bolanos et al., 2015; Davidson et al., 1987; Ferreira et al., 2016; Maron et al., 1975; Novosadova, 1977; Passaglia et al., 2013; Pinheiro et al., 2008; Rocca et al., 2008; Schumacher et al., 2002; Silva, Ribeiro, Thomé, & de Souza, 2014; Theodorou et al., 2015).

Bicicletas Ergométricas

Foram utilizadas duas bicicletas da marca/modelo *AeroBike – R6 total exercise*, que estimulam simultaneamente os membros superiores e inferiores, o treino era iniciado com carga de treino na Posição 02, que aplica 10,31 Kg para os membros superiores e 9,31 kgf para os membros inferiores.

Plataformas Vibratórias

Foram utilizadas duas plataformas vibratórias modelo *Power Plate® Pro6 Air* e um goniômetro da marca *Cardiomed®*, para ajustar o ângulo correto da flexão dos joelhos.

PROCEDIMENTOS

Protocolo de Treinamento

Os participantes foram separados aleatoriamente em dois grupos: grupo plataforma vibratória (GV) e grupo ergometria (GE). Antes do início dos programas de treinamento, os participantes realizaram procedimento de familiarização nos equipamentos utilizados durante o estudo.

O GE foi submetido a sessões de atividade aeróbia em ciclo ergômetro durante 20 minutos, com 01 sessão diária 03 vezes por semana, durante 06 semanas. Durante as sessões de treino a carga nas bicicletas era ajustada continuamente de acordo com a percepção subjetiva de esforço relatada na escala de *Borg* adaptada (Nakamura, Moreira, & Aoki, 2010). Para garantir que a intensidade estivesse sempre na faixa pretendida para realizar o treinamento os pesquisadores apresentavam aos voluntários a escala e eles indicavam sua sensação de esforço a cada dois minutos, se a percepção relatada fosse inferior a classificação 03 a carga da ergometria era aumentada, se o relato fosse superior a classificação 06 a carga era reduzida.

O GV foi submetido a sessões de estimulação em plataforma vibratória, de acordo com o programa de treinamento elaborado que era constituído por 15 minutos, com 01 sessão diária 03 vezes por semana, durante 06 semanas. Durante o estudo as frequências utilizadas nas plataformas foram alteradas a cada duas semanas (30Hz, 35Hz e 40Hz) e a amplitude utilizada era alternada semanalmente (2mm e 4mm) a descrição detalhada da periodização do treinamento realizada pode ser observada no Anexo 01. Como durante o treinamento vibratório a frequência e amplitude não eram alteradas durante a sessão de treino o questionamento sobre a percepção subjetiva de esforço somente era apresentada imediatamente após o término do treino (Nakamura et al., 2010).

Antes do início da sessão de treino cada indivíduo realizou um aquecimento prévio de cinco minutos, em bicicleta estacionária e sem resistência. Foi adotada uma postura inicial estática durante as sessões de vibração, os participantes permaneceram em pé sobre a plataforma com os joelhos semi-flexionados, para assegurar maior ativação muscular foi adotada uma angulação de 30º graus na articulação do joelho (Santos-Lozano, Santin-Medeiros, Marín, Hernández-Sánchez, & Vallejo, 2011).

A posição de estimulação foi padronizada, colocando o plano sagital do corpo sobre o ponto marcado no centro da base da plataforma vibratória e alinhando os pés à mesma distância dos ombros, descalços ou utilizando somente meias, com os membros superiores estendidos ao longo do tronco segurando em alças laterais que transmitem a vibração também para os membros superiores. Enquanto o posicionamento dinâmico se iniciava partindo do posicionamento estático e realizando os movimentos previstos no programa de treinamento.

O volume de trabalho de ambos os grupos durante o período de intervenção foi de 18 sessões de treinamento totalizando 6 horas de treinamento, foi adotado intervalo mínimo de 24 horas e máximo de 72 horas, entre as sessões de treinamento. As sessões de treinamento foram agendadas e realizadas sempre no mesmo horário, com intuito de atenuar os vieses hormonais advindos das variações circadianas. O acompanhamento das sessões de treinamento foi monitorado sempre pelos mesmos professores de educação física a fim de garantir o cumprimento do protocolo de intervenção e assegurar a segurança e a integridade física dos participantes do grupo GV e GE. Não houve nenhuma intervenção na rotina nutricional.

Após o período de intervenção, todos os indivíduos continuaram sendo acompanhados por igual período, mas nesta segunda fase sem a estimulação física para avaliação dos efeitos do destreinamento. Todos voluntários foram monitorados semanalmente através de um aplicativo de celular para assegurar que tinham voltado a sua rotina anterior de sedentarismo e que não realizassem nenhuma atividade física nesta fase e retornassem a sua rotina anterior.

Análise estatística

Após uma verificação exploratória, com as medidas descritivas de média e desvio padrão. As análises foram realizadas no *software* SPSS versão 23.0. Com a finalidade de testar a normalidade na distribuição dos dados, foi aplicado o teste de *Kolmogorov Smirnov* e *Shapiro Wilks*. Para verificar alterações intragrupo e intergrupos (GV e GE) e a análise dos dados adotando os momentos de coleta definidos em 03 tempos (T1, T2 e T3), foi utilizada análise de variância (*Anova Split Plot*). O índice de variância – covariância dos grupos foi realizada através do teste *Wilk's Lambda*. Para avaliar os efeitos intrasujeitos nas variáveis dependentes, anteriormente descritas, considerando a análise isolada com relação ao tempo, intensidade, e combinada tempo/intensidade, foi usado o teste de esfericidade *Greenhouse-Geisser*. O ajustamento das múltiplas comparações foi feito através do teste de *Bonferroni*. Em todas as análises foi adotado o nível de significância $p \leq .05$.

RESULTADOS

Mesmo após a realização do protocolo de familiarização, os integrantes do GV relataram desconforto durante as sessões dinâmicas mesmo com uma percepção subjetiva de esforço menor quando comparada ao GE. Somente uma voluntária do GV relatou dores lombares ao final do treinamento. A organização do estudo é ilustrada no fluxograma 1, descrevendo os procedimentos de seleção, alocação, design e perda amostral total.

FIGURA 1. Fluxograma descritivo dos procedimentos do estudo.

Durante as análises exploratórias o teste de *Shapiro Wilk* identificou 08 voluntários *borderlines*, que alteravam a normalidade na distribuição dos dados, 05 no GV e 03 no GE, que se somaram a perda amostral total.

O quadro 1 apresenta as características gerais da amostra nos dois grupos. Os resultados são apresentados com média e desvio padrão para cada uma das informações apresentadas. Estatisticamente os grupos são normais e não apresentam diferenças significantes nas medidas descritivas entre eles.

QUADRO 1. Composição corporal e antropométrica de voluntários

CARACTERÍSTICA	GV	GE
Idade (anos)	20.77 ± 2.86	20.62 ± 4.35
Peso (kg)	58.77 ± 9.16	57.73 ± 13.84
Altura (m)	1.61 ± 0.05	1.64 ± 0.06
Índice de Massa Corporal (kg.m ⁻²)	22.72 ± 3,67	21.31 ± 4.18
Massa Magra (kg)	40.37 ± 3.31	40.26 ± 5.78
Massa Gorda (kg)	18.36 ± 7.16	17.47 ± 8.69

Estatisticamente os grupos apresentam distribuição normal e não diferem significativamente entre eles ($p > .05$)

O quadro 2 apresenta informações organizadas para comparação entre os grupos (GV x GE) e entre os tempos determinados para coleta do hemograma. Os resultados encontrados não demonstraram nenhuma alteração importante entre os grupos que pudesse ser imposta as diferenças do tipo treinamento realizado. Contudo foram identificadas alterações com relevância estatística no hemograma entre os tempos para os dois grupos nas variáveis: Hemoglobina e HCM; contudo, também observamos forte tendência para CHCM da série vermelha. Nas séries, branca e plaquetária nenhuma resposta metabólica pode ser observada e numericamente atribuída ao protocolo de treinamento.

QUADRO 2. Hemograma x Grupos x Tempos

	GRUPOS		TEMPOS		
	GV	GE	T1	T2	T3
SÉRIE VERMELHA – ERITROGRAMA					
Hemácias (milhões/mm ³)	4.52 ± 0.1	4.61 ± 0.1	4.57 ± 0.4	4.59 ± 0.4	4.54 ± 0.3
Hemoglobina (g/dL)	13.40 ± 0.2	13.22 ± 0.2	13.35 ± 0.6	13.41 ± 0.7*	13.16 ± 0.8*
Hematócrito (%)	39.39 ± 0.5	39.04 ± 0.5	39.22 ± 1.8	39.40 ± 2.1	39.03 ± 2.2
VCM (fL)	87.23 ± 1.2	85.03 ± 1.2	86.14 ± 4.7	86.15 ± 4.9	86.10 ± 4.0
HCM (pg)	29.69 ± 0.5	28.83 ± 0.5	29.37 ± 2.2**	29.34 ± 2.0#	29.07 ± 1.8**#
CHCM (g/dL)	34.04 ± 0.3	33.85 ± 0.3	34.05 ± 1.1	34.05 ± 0.9	33.74 ± 1.0
RDW (%)	13.05 ± 0.4	13.67 ± 0.4	13.46 ± 1.5	13.31 ± 1.3	13.32 ± 1.5
SÉRIE BRANCA – LEUCOGRAMA					
Leucócitos (mm ³)	6908 ± 359	7518 ± 359	7031 ± 1558	7450 ± 2165	7158 ± 1354
Segmentados (mm ³)	3730 ± 293	4084 ± 293	3737 ± 1226	4125 ± 1752	3859 ± 1181
Eosinófilos (mm ³)	166 ± 35	205 ± 35	180 ± 126	179 ± 136	198 ± 135
Basófilos (mm ³)	16 ± 6.6	25 ± 6.6	20 ± 32	26 ± 40	17 ± 31
Linfócitos (mm ³)	2394 ± 142	2592 ± 142	2500 ± 575	2491 ± 664	2488 ± 566
Monócitos (mm ³)	583 ± 43	611 ± 43	594 ± 180	601 ± 225	595 ± 175
SÉRIE PLAQUETÁRIA					
Plaquetas (10 ³ xmm ³)	267 ± 17	287 ± 17	277 ± 68	280 ± 56	274 ± 63

Para Hemoglobina *p = .046 entre T2–T3; Para HCM **p = .031 entre T1–T3 e #p = .014 entre T2–T3.

DISCUSSÃO

De acordo com Rosa e Vaisberg (2002) e Nieman e Nehlsen-Cannarella (1994), alterações hematológicas têm sido relatadas ao longo de muitos anos, e ainda continuam apresentando interesse dos pesquisadores, tanto em exercícios aeróbios quanto em exercícios com maior predominância anaeróbia, estes relatos na literatura ocorrem com maior frequência em estudos com sessões agudas, (Calbet et al., 2006; Davidson et al., 1987; Ferreira et al., 2016; Maron et al., 1975; Nieman and Nehlsen-Cannarella, 1994; Passaglia et al., 2013; Rosa & Vaisberg 2002; Silva et al., 2014; Teixeira et al., 2014). No entanto, é conhecido que a prática recorrente e sistemática de atividade física promove ajustes crônicos na fisiologia e trabalhos que monitorem os efeitos cumulativos são menos frequentes (Cengiz & Çinar, 2014; Cossio-Bolanos et al., 2015; Eastwood, Bourdon, Withers, & Gore, 2009; Rocca et al., 2008; Rosa & Vaisberg 2002; Theodorou et al., 2015).

Neste estudo, a hemoglobina e o HCM não apresentaram alterações significativas entre as medidas iniciais é após a realização dos protocolos de treinamento (T1– T2). Corroborando com nosso resultados, num estudo recente realizado por Theodorou et al. (2015), e muito semelhante metodologicamente (i.e., realizado também utilizando plataforma vibratória), mulheres jovens sedentárias que realizaram treinamento 03 sessões/ semana, durante 08 semanas, utilizando frequências mais baixas (25–30 Hz) e amplitudes maiores (6–8 mm), também não mostrou alteração significativa entre o pré e o pós-treino.

Entretanto, em nosso estudo, continuamos as análises para averiguar o que ocorreria quando suspendêssemos o treinamento e nesta fase observou-se que tanto a hemoglobina quanto o HCM na medida proposta para avaliar o destreinaemnto (T3) apresentaram respostas significativas estatisticamente comparadas a T1. A avaliação do T3 demonstrou queda dos níveis de Hemoglobina e HCM, que atribuímos possivelmente a uma menor exigência fisiológica dos tecidos musculares por oxigenação o que não justificaria ao organismo manter elevada a síntese de Hemoglobina se o estresse do exercício físico foi retirado da rotina dos participantes do estudo.

Corroborando com nossos achados, outro trabalho recente realizado por Cengiz e Çinar, (2014) avaliou os efeitos de 08 semanas de treinamento do Core sobre os parâmetros hematológicos em mulheres sedentárias que realizavam 30 minutos de exercício, 03 vezes por semana, e também não relataram alterações no hemograma que pudessem ser atribuídas ao programa de exercícios, concluindo que não provoveram estresse suficiente no treinamento a fim de provocar alteração metabólica.

O índice hematimétrico CHCM apesar de não apresentar resultados estatisticamente significativos entre os grupos avaliados apresentou $p = 0.053$ na interação grupo x tempo para T1–T3 e T2–T3, tanto para o GV quanto no GE, sinalizando uma tendência a alterações que poderiam estar relacionadas ao treinamento realizado. Esse fenômeno seria plenamente

compreendido, pois trabalhos realizados com maratonistas e ultramaratonistas (Davidson et al., 1987; Kratz et al., 2002; Schumacher et al., 2002) apresentaram resultados significativos para CHCM, o que indica que um aumento nessa variável pode decorrer de uma perda intracelular de água devido a diminuição da osmolaridade extracelular (Maron et al., 1975). Ademais, esse aumento também se deve a uma hemólise que é compensada com hemácias novas com uma concentração elevada de hemoglobina (Davidson et al., 1987; Kratz et al., 2002; Maron et al., 1975; Schumacher et al., 2002).

Diante disso, entendemos que para o CHCM o estímulo atribuído pelos treinamentos realizados foi subliminar, não provocando alterações que pudessemos afirmar significativamente terem sido promovidas por nossa intervenção; contudo, consideramos que a tendência apresentada é um indicativo que ajustes metabólicos estão presentes e respondendo positivamente aos exercícios físicos.

Com relação à série branca – leucograma – no hemograma não revelou nenhuma alteração significativa que pudesse ser atribuída aos protocolos de exercícios realizados pelos dois grupos em nosso estudo. É conhecido que as alterações imunes ao exercício são mais pronunciadas nos subtipos das células imunológicas, tais como macrófagos (M1 e M2), linfócitos (T e B), nas citocinas pró e anti-inflamatórias, e não podem ser identificadas através do hemograma simples, necessitando de kits com reagentes específicos, apresentamos aqui a primeira limitação deste estudo e nos contivemos nas alterações hematimétricas que por ventura pudessem indicar adaptação imunológica crônica ao exercício com foco quantitativo e não qualitativo.

As associações do exercício com o sistema imunológico devem ser observadas com bastante atenção devido às generalizações que frequentemente atribuem ao exercício como alternativa para melhoria deste sistema (Nieman & Nehlsen-Cannarella, 1994). Tais alterações imunológicas ocorrem principalmente devido a intensidade do treinamento realizado ocasionando alterações agudas que proporcionam reparo das lesões musculares e alterações crônicas que sugerem melhor eficiência de todo o conjunto celular da série branca (Rosa & Vaisberg 2002).

Diferentemente dos dados encontrados neste estudo, pois não foram detectadas alterações no leucograma nem na série plaquetária, O estudo realizado por Passaglia et al., (2013) com 35 voluntários jovens do sexo masculino e IMC abaixo de 30kg/m², verificou alterações hematológicas mediante a realização de uma sessão intensa de exercícios resistidos constatou um aumento nos eritrócitos (6%), plaquetas (20%), leucócitos totais (25%), monócitos (44%), linfócitos (17%) e citocinas (15%). Foi observada uma diminuição de 7,5% no plasma. Todos os valores voltaram aos níveis basais após a correção do plasma. Essas alterações desapareceram após cerca de meia hora depois do fim dos exercícios.

Segundo estudo de revisão organizado por Rosa e Vaisberg (2002) sobre as alterações imunes provocadas através do exercício físico, os autores, relatam tanto respostas agudas

quanto crônicas. Em relação à questão aguda, os leucócitos possuem duas fases. A primeira ocorre logo após o exercício, na qual se verifica um aumento de 50 a 100% do número de leucócitos. Cerca de 30 minutos depois, observa-se uma queda de 30 a 50% em relação ao nível de leucócitos basais (pré-exercício). Na resposta crônica, são observadas também alterações na resposta imune, em razão da menor incidência de infecções e neoplasias em indivíduos ativos.

Contrariamente ao quantitativo de estudos encontrados sobre as alterações hematológicas no exercício de maneira aguda e crônica, em diferentes modalidades de treinamento, os dados sobre o comportamento hematológico no destreinamento ainda são uma lacuna a ser compreendida, como esse tipo de dados correlacionados são precários na literatura poucos estudos específicos foram cabíveis na comparação de resultados o que de certa maneira é outra limitação deste estudo.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo demonstram que as alterações hematológicas observadas são claramente adaptações fisiológicas quando o corpo humano é submetido ao estresse provocado por exercícios físicos e ao alívio do destreinamento quando o exercício é retirado da rotina. Nessas conclusões levam a entender que independe do tipo de exercício realizado para provocar tais adaptações fisiológicas, e, portanto mais importante é se conservar fisicamente ativo para manter as alterações positivas no metabolismo e aproveitar as vantagens dessas adaptações para prática regular dos exercícios físicos. Contudo ressaltamos que a especificidade da amostra constituída somente por mulheres limita de certa forma a generalização destes resultados e, assim sendo sugerimos a continuidade das investigações com outras populações.

AGRADECIMENTOS

Aos representantes da Power Plate Brasil; a colaboração técnica dos funcionários nos laboratórios da Universidade Católica de Brasília (UCB): Laboratório de Avaliação Física e Treinamento (LAFIT); Laboratório de Análises Clínicas (LAC); Laboratório de Práticas de Enfermagem (LPE) e o Laboratório SABIN.

FONTES DE FINANCIAMENTO

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq / processo nº 446400/2014-9.

REFERÊNCIAS

- Calbet, J. A., Lundby, C., Koskolou, M., & Boushel, R. (2006). Importance of hemoglobin concentration to exercise: Acute manipulations. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 151(2), 132-140.
- Cengiz, Ş. Ş., & Çinar, V. (2014). The effect of 8-week core exercises on some hematological parameters in sedentary females. *Turkish Journal of Scientific Research*, 1(1), 1-5.
- Constanzo, L. S. (2014). *Fisiologia* (5ª Ed.). Rio de Janeiro: Elsevier.
- Cossio-Bolanos, M., Gómez-Campos, R., Lee, C., Lazari, C. L. R., de Arruda, M., & Fisica, E. (2015). Hemoglobin concentration and resilience of professional soccer players residing at sea level and moderate altitude regions. *Journal of Exercise Physiology Online*, 18(1), 76-85.
- Davidson, R. J. L., Robertson, J. D., Galea, G., & Maughan, R. J. (1987). Hematological changes associated with marathon running. *International Journal of Sports Medicine*, 8(01), 19-25.
- Eastwood, A., Bourdon, P. C., Withers, R. T., & Gore, C. J. (2009). Longitudinal changes in haemoglobin mass and VO2max in adolescents. *European Journal of Applied Physiology*, 105(5), 715-721.
- Ferreira, B. E., Morel, E. A., Tsalikis, J., Costa, C. H., Muller, P. T., & Pontes, E. R. (2016). Resposta hematológica de ciclistas após competição. *Medicina (Rio de Janeiro Preto. Online)*, 49(2), 103-108.
- Hu, M., & Lin, W. (2012). Effects of exercise training on red blood cell production: implications for anemia. *Acta Haematologica*, 127(3), 156-164.
- Kratz, A., Lewandrowski, K. B., Siegel, A. J., Chun, K. Y., Flood, J. G., Van Cott, E. M., & Lee-Lewandrowski, E. (2002). Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. *American Journal of Clinical Pathology*, 118(6), 856-863.
- Maron, M. B., Horvath, S. M., & Wilkerson, J. E. (1975). Acute blood biochemical alterations in response to marathon running. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 34(1), 173-181.
- Nakamura, F. Y., Moreira, A., & Aoki, M. S. (2010). Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável? *Journal of Physical Education*, 21(1), 1-11. doi:10.4025/reveducfis.v21i1.6713.
- Nascimento, E. F., Souza, M. K., Rosa, T. S., Melo, G. L. R., Soares, B. R. A., Sousa, F. E. V., ... Moraes, M. R., (2016). Predictive equation for fat percentage based on body mass index for adolescents with Down syndrome. *Journal of Exercise Physiology Online*, 19(4), 77-84.
- Nieman, D. C., & Nehlsen-Cannarella, S. L. (1994). The immune response to exercise. *Seminars in Hematology*, 31(2), 166-79.
- Novosadova, J. (1977). The changes in hematocrit, hemoglobin, plasma volume and proteins during and after different types of exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 36(3), 223-230.
- Passaglia, D. G., Emed, L. G. M., Barberato, S. H., Guerios, S. T., Moser, A. I., Silva, M. M. F., ... Faria-Neto, J. R. (2013). Efeitos agudos do exercício físico prolongado: Avaliação após ultramaratona de 24 horas. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 100(1), 21-28.
- Pinheiro, F. G., Santos, S. L., Cagliari, M. P., Paiva, A. A., Queiroz, M. D. S. R., Cunha, M. A. L., & Janebro, D. I. (2008). Avaliação da anemia em crianças da cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, 30(6), 457-462.
- Rocca, S. V. D. S., Tirapegui, J., Melo, C. M. D., & Ribeiro, S. M. L. (2008). Efeito do exercício físico nos fatores de risco de doenças crônicas em mulheres obesas. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, 44(2), 185-192.
- Rosa, L. F. P. B. C., & Vaisberg, M. W. (2002). Influências do exercício na resposta imune. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 8(4), 167-172. doi:10.1590/S1517-86922002000400006
- Santos-Lozano, A., Santin-Medeiros, F., Marín, P. J., Hernández-Sánchez, S., & Vallejo, N. G. (2011). Comparación entre la respuesta de la actividad muscular lumbar en plataforma vibratoria y en ejercicio clásico de squat isométrico en 30º y 60º. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 8(27), 31-43. doi: 10.5232/ricyde
- Sawka, M. N., Convertino, V. A., Eichner, E. R., Schnieder, S. M., & Young, A. J. (2000). Blood volume: Importance and adaptations to exercise training, environmental stresses and trauma sickness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 332-348.
- Schumacher, Y. O., Jankovits, R., Bültermann, D., Schmid, A., & Berg, A. L. O. Y. S. (2002). Hematological indices in elite cyclists. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 12(5), 301-308.
- Silva, P. A., Ribeiro, E. S., Thomé, M. P. M., & de Souza, Á. D. (2014). Índices de hematócrito e eritropoetina em ciclistas e sedentários. *Perspectivas Online*, 4(13), 2-12.
- Teixeira, A. O., Franco, O. S., Moraes, M., da Rosa, E., Silva Paulitsch, F., Perez, W., ... Santa Maria, S. M. (2014). The importance of adjustments for changes in plasma volume in the interpretation of hematological and inflammatory responses after resistance exercise. *Journal of Exercise Physiology Online*, 17(4), 72-84.
- Theodorou, A. A., Gerodimos, V., Karatrantou, K., Paschalis, V., Chanou, K., Jamurtas, A. Z., & Nikolaidis, M. G. (2015). Acute and chronic whole-body vibration exercise does not induce health-promoting effects on the blood profile. *Journal of Human Kinetics*, 46(1), 107-118.