

Artigo  
Original

## Respostas Agudas Hemodinâmicas Relacionadas ao Teste de Cooper em Militares

2

Acute Hemodynamic Responses Related to the Cooper Test Applied to Servicemen

Alex Souto Maior<sup>1,2</sup>, Luís Gustavo Machado Lima<sup>3</sup>

### Resumo

**Fundamentos:** Os fuzileiros navais (FN) e os fuzileiros navais pára-quedistas são tropas de elite, submetidos a rigorosos treinamentos físicos. Contudo, as variáveis hemodinâmicas mostram-se pouco significativas e exploradas como vias de marcação de comportamento cardiovascular em resposta ao treinamento físico militar (TFM).

**Objetivo:** Verificar o comportamento das variáveis hemodinâmicas pré e pós-teste de Cooper em militares lotados em organizações militares distintas (FN vs FNP).

**Métodos:** Foram estudados 20 indivíduos (FN=10 e FNP=10), voluntários, sexo masculino e aparentemente saudáveis (idade: 23,6±7 anos; peso corporal: 64,2±8,2kg; estatura: 168,6±10,3cm; IMC: 23,8±2,6kg/m<sup>2</sup>). Todos foram submetidos ao teste de Cooper de 12 minutos. Para as medidas da pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e frequência cardíaca (FC) foi utilizado o equipamento de monitorização ambulatorial de pressão arterial, sendo as medidas registradas em repouso (após 10 minutos), imediatamente pós-esforço, aos 6 minutos e aos 12 minutos pós-esforço. Foram calculadas a pressão arterial média (PAM), pressão arterial de pulso (PA pulso) e o duplo-produto (DP).

**Resultados:** Houve redução significativa intragrupos da PAS, PAM, DP e FC ao 12º minuto em relação ao 6º minuto nos FNP. Para os FN, essa redução foi verificada apenas para o DP e FC. Em relação à análise intergrupos, houve redução significativa ao 6º minuto para a PAS (10,3%), PA pulso (31,6%) e DP (14,4%) dos FNP em relação aos FN.

### Abstract

**Background:** As the elite troops of the Brazilian Armed Forces, Marines and Paratroopers must undergo tough physical training. However, hemodynamic variables are shown to be largely insignificant and unexplored as ways of marking cardiovascular behavior in response to military training.

**Objective:** To examine the behavior of hemodynamic variables among Brazilian servicemen in different military organizations (Marines and Paratroopers) before and after the Cooper test.

**Methods:** Twenty healthy male volunteers were selected: Marines (n=10; Paratroopers (n=10); age: 23.6±7 years; weight: 64.2±8.2kg; height: 168.6±10.3cm; BMI: 23.8±2.6kg/m<sup>2</sup>). All volunteers completed a twelve-minute Cooper test. Their systolic (SBP) and diastolic (DBP) blood pressures and heart rates (HR) were measured by equipment used to monitor blood pressure in out-patient clinics, with these measurements taken at rest (after 10 minutes), immediately after exercise, at six minutes and at twelve minutes after exercise. The median blood pressure (MBP) pulse blood pressure (PBP) and double-product blood pressure (DPBP) were calculated.

**Results:** There were significant intra-group decreases in the SBP, MBP, DPBP and HR at the twelfth minute compared to the sixth minute in the Paratrooper Group, with this reduction noted for DPBP and HR in the Marines Group. The inter-group analysis showed significant decreases at the sixth minute for the SBP (10.3%), PBP (31.6%) and DPBP (14.4%) among the Paratroopers, compared to the Marines.

<sup>1</sup> Departamento de Fisiologia do Exercício – Universidade Plínio Leite (LABFIEIX) - Niterói (RJ), Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação stricto sensu em Ciências Biológicas (Doutorado) - Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho – Universidade Federal do Rio de Janeiro (IBCCF/UFRJ) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil

<sup>3</sup> Departamento de Educação Física – Universidade Plínio Leite (UNIPLI) – Niterói (RJ), Brasil

**Conclusão:** Houve uma redução da sobrecarga cardiovascular nos FNP em relação aos FN no pós-esforço, sendo mais significativa a partir do 6º minuto para a PAS, PA pulso e DP.

**Palavras-chave:** Teste de Cooper, Militares, Respostas hemodinâmicas

**Conclusions:** There was a reduction in the post-exercise cardiovascular overload among the Paratroopers compared to the Marines, becoming more significant from the sixth minute onwards for the SBP, PBP and DPBP.

**Keywords:** Cooper test, Servicemen, Hemodynamic response

## Introdução

Os fuzileiros navais (FN) são uma tropa de elite da Marinha e das forças armadas brasileiras. São militares que apresentam condicionamento físico relevante; conseqüentemente, mostram maior resistência e força muscular para a realização dos treinamentos físicos militares (TFM) que visam à preparação para o combate. Os FN lotados no Batalhão de Operações Especiais têm a oportunidade de fazer o Curso de Formação de Pára-quedaistas do Exército Brasileiro, tornando-se fuzileiros navais pára-quedaistas (FNP). O fato de o curso de pára-quedaistas ser ministrado pelo Exército Brasileiro não significa que os fuzileiros que concluíram o curso passem a ser militares do Exército, ou seja, eles se tornam oficiais pára-quedaistas, porém, a serviço da Marinha do Brasil (MB)<sup>1</sup>.

O TFM visa a fortalecer a estrutura muscular global do indivíduo e selecionar aqueles que apresentam maior resistência muscular, força muscular e condições psicológicas<sup>1,2</sup>. O TFM engloba diversas modalidades, tais como: corrida, natação, movimentos de flexão e extensão de cotovelo em uma barra fixada paralela ao solo, exercícios de flexão do tronco, exercícios calistênicos, dentre outras. O método de treinamento utilizado durante a formação básica de pára-quedaista dá ênfase ao fortalecimento dos membros inferiores e abdômen, por serem os grupos musculares mais exigidos para suportar a carga transportada durante o salto e o impacto por ocasião da aterragem<sup>1-3</sup>.

Todos os FNP lotados no batalhão Toneleiro realizam, além das modalidades de TFM citadas, um treinamento específico que os diferencia do TFM realizado pelos FN lotados nas demais Organizações Militares (OMs). Assim, os FNP apresentam uma sobrecarga de treinamento mais significativa que os FN, no qual consiste em: treinamento de força em equipamentos e exercícios pliométricos específicos<sup>1-3</sup>.

Em todas as unidades militares, os principais objetivos do TFM são: a) proporcionar a manutenção preventiva da saúde do militar; b) desenvolver, manter ou recuperar a condição física total do militar; c) cooperar no desenvolvimento de suas qualidades morais e profissionais<sup>1-3</sup>. Contudo, as variáveis hemodinâmicas mostram-se pouco significativas e exploradas como

vias de marcação de comportamento cardiovascular em militares, em resposta ao TFM.

As respostas cardiovasculares agudas determinam o impacto do sistema cardiovascular submetido ao esforço (medidas realizadas durante a execução do exercício de forma isolada). Assim, proporcionam aumento da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial (PA) mediado pelo sistema nervoso simpático, cuja ação sobre a liberação de catecolaminas afeta a permeabilidade ao sódio e ao cálcio no músculo cardíaco e, conseqüentemente, alteram a resistência periférica vascular<sup>4-6</sup>. As variáveis hemodinâmicas mais significativas para analisar o impacto da atividade física nas respostas cardiovasculares são: frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e o duplo-produto (DP). Essa última variável é obtida através da multiplicação da FC pela PA sistólica (PAS)<sup>7,8</sup>.

A frequência cardíaca reflete o ritmo do coração, através da resposta autonômica, para satisfazer as demandas metabólicas quando iniciada a atividade física<sup>5,9</sup>. Durante o exercício, ela aumenta em proporção direta ao aumento da intensidade do exercício, em que apresenta um efeito cronotrópico positivo<sup>5,6</sup>. A musculatura ativa aumenta então a quantidade substancial de sangue para suprir a maior demanda de oxigênio da atividade<sup>5,6,9</sup>. A elevação da PAS durante a atividade física é regulada pelo sistema nervoso simpático, sendo influenciada pelos aumentos da frequência cardíaca, volume sanguíneo, volume de ejeção e aumento da resistência periférica<sup>10</sup>. Contudo, a pressão arterial diastólica (PAD) apresenta tendência à queda ou mantém-se inalterada<sup>5,10</sup>. O duplo-produto (DP) é considerado um importante marcador não-invasivo para se avaliar o trabalho do miocárdio durante o repouso ou esforço, sendo eficiente como indicador de sobrecarga cardíaca e do índice de consumo de oxigênio pelo miocárdio<sup>11</sup>. Contudo, a pressão arterial média revela o impacto da perfusão arterial, enquanto a pressão arterial de pulso é utilizada para verificação das oscilações rítmicas de volume que ocorrem nas artérias<sup>4,10</sup>. Em suma, o objetivo do presente estudo foi analisar e comparar o comportamento das variáveis hemodinâmicas pré e pós-teste de 12 minutos de corrida pelo protocolo de Cooper em militares lotados em OMs distintas.

## Metodologia

A população amostral foi composta por 20 indivíduos (fuzileiros navais (FN), n=10; fuzileiros navais pára-quedistas (FNP), n=10), voluntários, sexo masculino, aparentemente saudáveis e recrutados aleatoriamente entre sargentos, cabos e soldados do corpo de Fuzileiros Navais (CFN) da Marinha do Brasil (MB). Idade: 23,6±7 anos; peso corporal: 64,2±8,2kg; estatura: 168,6±10,3cm; IMC: 23,8±2,6kg/m<sup>2</sup>). Todos foram informados sobre os procedimentos de coleta de dados, responderam negativamente aos itens do questionário Par-Q e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de acordo com o Ministério da Saúde (Resolução n° 196/96).

Para as medidas antropométricas foram utilizados: uma balança calibrada em kilogramas (Filizola) e um estadiômetro calibrado em centímetros (Sanny). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela equação do *World Health Organization*, e a média da população amostral mostrou-se dentro dos padrões de normalidade.

Foram adotados os seguintes critérios de inclusão: 1) participantes normotensos; 2) experiência prévia de no mínimo seis meses em exercícios aeróbios, a fim de evitar o acometimento de dor muscular tardia, bem como fadiga precoce devido à falta de coordenação (intra e intermuscular) necessária para a execução dos exercícios.

Foram utilizados os seguintes critérios de exclusão: a) problemas osteomioarticulares ou metabólicos que limitassem ou contra-indicassem a prática dos exercícios programados; b) uso de substâncias ergogênicas; d) quadro de doença imunológica.

### Teste de Cooper e Monitoração Ambulatorial de Pressão Arterial (MAPA)

Todos os voluntários foram submetidos a dois testes de Cooper, em dias não-consecutivos (diferença de 72 horas), para melhor reprodutibilidade dos valores das variáveis hemodinâmicas através da média obtida nos dois testes. O teste de Cooper foi utilizado pela característica específica de determinar a função cardiorrespiratória a partir de uma análise não-invasiva<sup>12</sup>. Esse teste é aplicado através de corrida contínua, em pista livre, durante o período de 12 minutos. No presente estudo foi utilizada uma pista de 400 metros, com demarcação a cada 50 metros. É importante comentar que em ambos os grupos o grau de aptidão física foi classificada como excelente (FN - 2660±960 metros; FNP - 2830±920 metros). Assim, a partir da equação (VO<sup>2</sup> máximo = distância

(metros) - 466,3/45,7) foi obtido o VO<sup>2</sup> máximo estimado com valor relevante em relação ao condicionamento cardiorrespiratório dos militares (FN - 48,5±5,2ml/kg<sup>-1</sup>/min<sup>-1</sup>; FNP - 51,7±4,7ml/kg<sup>-1</sup>/min<sup>-1</sup>).

As medidas da pressão arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD) e frequência cardíaca (FC) ocorreram com a utilização do equipamento de MAPA (*Burdick 90217 Ultralite, EUA*) e foram registradas em repouso (após 10 minutos), imediatamente pós-esforço, aos 6 minutos e aos 12 minutos pós-esforço (respeitando-se os intervalos de medidas recomendado pelo fabricante). Todas as mensurações ocorreram com os indivíduos na posição sentada.

Para melhor aplicação e fidedignidade em relação às mensurações de pressão arterial, registradas pelo MAPA, foram adotados os seguintes parâmetros descritos pela Sociedade Brasileira de Cardiologia<sup>13</sup>: 1- Foi relatado o procedimento de registro aos indivíduos participantes do estudo; 2- Foi mensurada a pressão arterial na posição sentada após 10 minutos de repouso com esfigmomanômetro, em ambos os braços, antes da instalação do aparelho (MAPA); 3- O manguito foi instalado no braço não dominante, se a diferença da PAS fosse menor que 10mmHg. Quando a medida era ≥10mmHg, fixava-se o manguito no braço com maior PAS; 4- O manguito foi posicionado 2,5cm acima da fossa cubital, seguindo a orientação específica do equipamento em uso; 5- Após a fixação do equipamento, foi comparada a medida obtida pelo monitor de MAPA com a medida obtida previamente com esfigmomanômetro (vale ressaltar que todas as medidas foram realizadas por um avaliador experiente - ICC=0,95).

A partir dos registros do MAPA foi determinado o ponto de oscilação máxima que corresponde à pressão arterial média (PAM) e, por meio de algoritmos, a pressão arterial sistólica e diastólica. A diferença entre a PAS e a PAD foi realizada para determinar a pressão arterial de pulso (PA pulso). O DP foi calculado a partir da multiplicação da PAS pela FC.

### Análise estatística

Os resultados das variáveis analisadas foram apresentados como média±desvio-padrão (descrição da amostra). Para avaliar as respostas intragrupos foi utilizada a ANOVA para medidas repetidas, seguida pelo teste *post-hoc* de Bonferroni. Para análise intergrupos foi adotado o teste Mann-Whitney para medidas não-paramétricas. Para a verificação do coeficiente de correlação foi utilizada a correlação de

Pearson. Em toda análise foi adotado um nível de significância de 5% ( $\alpha=0,05$ ) e o software *Graph Pad Prisma 4*.

## Resultados

### Análise intragrupos e variáveis hemodinâmicas

Os resultados intragrupos revelaram diferença significativa ( $p<0,05$ ) na relação repouso e esforço, em ambos os grupos analisados (FN e FNP) quando verificadas todas as variáveis: PAS, PAD, PAM, PA pulso, FC e DP. Contudo, é importante comentar que o foco na verificação dos resultados foi direcionado para a relação de redução significativa ao 6° e ao 12° minuto em relação ao repouso.

Assim, a PAS no grupo FNP apresentou uma queda significativa ( $p<0,05$ ) ao 6° minuto (2%) e ao 12° minuto (5,8%) em relação ao repouso. Nessa mesma variável, quando envolvendo o 6° minuto e o 12° minuto, foi observada queda significativa de 6,8% (Figura 1). Em relação ao grupo FN, não foi verificada queda significativa ( $p>0,05$ ) ao 6° e ao 12° minuto em relação ao repouso (Figura 1).

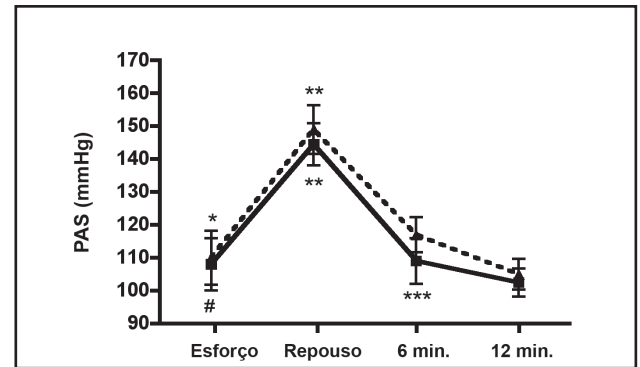
Na PAD não foi revelada redução significativa para ambos os grupos no pós-esforço (Figura 2). Os resultados referentes à PAM mostraram redução significativa do 6° minuto para o 12° minuto no grupo FNP (5,8%), porém sem mudanças ao 6° minuto e ao 12° minuto em relação ao repouso (Figura 3).

Em relação ao grupo FN, não foi verificada queda significativa ( $p>0,05$ ) ao 6° e ao 12° minuto em relação ao repouso na PAM. O comportamento da PA pulso revelou redução significativa ao 6° e ao 12° minuto (65,1% e 60,6%, respectivamente) em relação ao repouso para o grupo FNP, sem mudanças significativas para o grupo FN (Figura 4).

O comportamento do DP revelou redução significativa ( $p<0,05$ ) no grupo FN (51,2%) e FNP (42,4%) ao 6° minuto em relação ao 12° minuto (Figura 5). Os resultados da FC corroboraram os dados do DP, ou seja, revelou redução significativa ( $p<0,05$ ) no grupo FN (35,7%) e FNP (32,7%) ao 6° minuto em relação ao 12° minuto (Figura 6).

### Análise intergrupos e variáveis hemodinâmicas

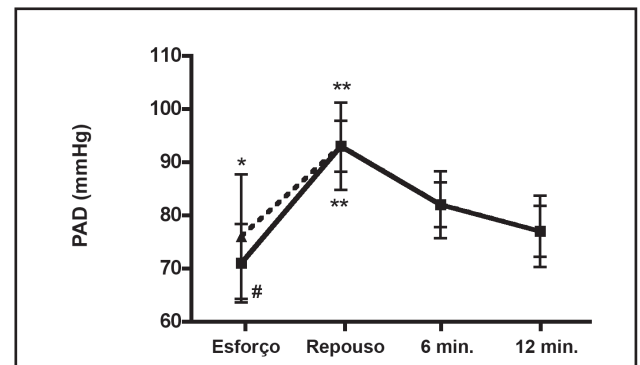
Os resultados observados intergrupos apresentaram diferenças significativas do FNP em relação ao FN. Assim, ao 6° minuto da PAS foram verificados 10,3% de redução significativa ( $p<0,05$ ) do FNP em



**Figura 1**

Comportamento da pressão arterial sistólica relatado em média e desvio-padrão a partir da análise intragrupos. Linha cheia – fuzileiros navais pára-quedistas (FNP); Linha pontilhada – fuzileiros navais (FN).

- \*  $p<0,05$  – diferença significativa em relação ao esforço e aos 6 minutos
- \*\*  $p<0,05$  – diferença significativa em relação ao repouso, aos 6 minutos e aos 12 minutos
- \*\*\*  $p<0,05$  – diferença significativa em relação aos 12 minutos
- #  $p<0,05$  – diferença significativa em relação aos 6 minutos e aos 12 minutos

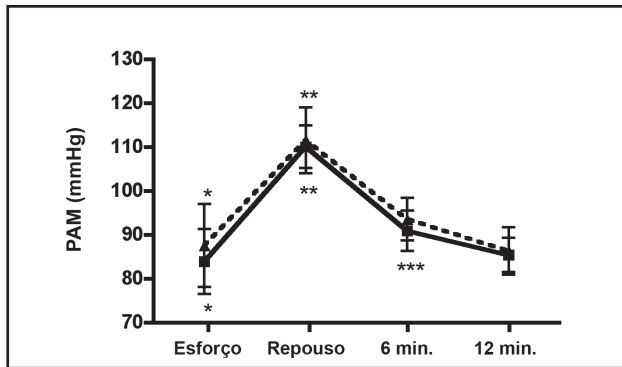


**Figura 2**

Comportamento da pressão arterial diastólica relatado em média e desvio-padrão a partir da análise intragrupos. Linha cheia – fuzileiros navais pára-quedistas (FNP); Linha pontilhada – fuzileiros navais (FN).

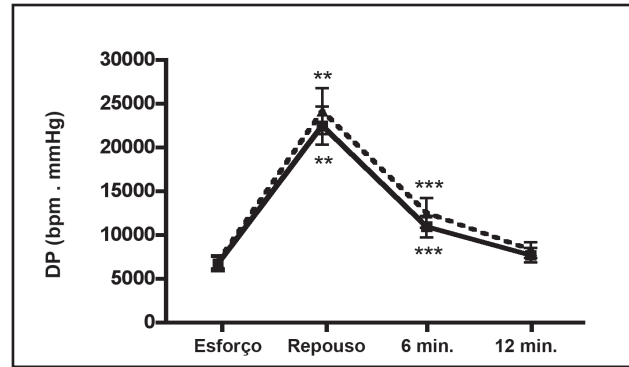
- \*  $p<0,05$  – diferença significativa em relação ao esforço e aos 6 minutos
- \*\*  $p<0,05$  – diferença significativa em relação ao repouso, aos 6 minutos e aos 12 minutos
- #  $p<0,05$  – diferença significativa em relação aos 6 minutos e aos 12 minutos

relação ao FN (Tabela 1). Quando os grupos foram comparados em relação às variáveis DP e PA pulso, o FNP revelou queda significativa de 14,4% e 31,6%, respectivamente, ao 6° minuto (Tabela 1). As variáveis PA pulso ( $r=0,97$ ;  $p<0,001$ ) e DP ( $r=0,91$ ;  $p<0,002$ ) apresentaram um alto coeficiente de correlação em relação à PAS.

**Figura 3**

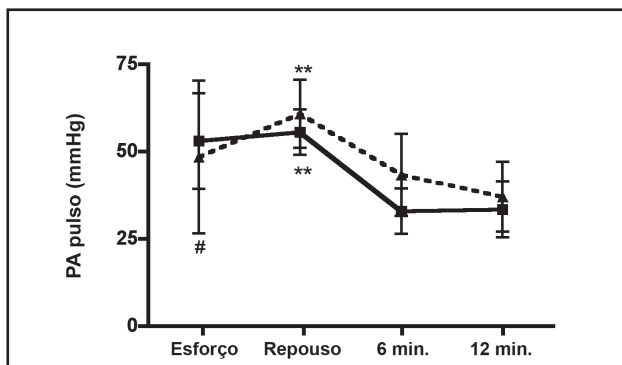
Comportamento da pressão arterial média relatado em média e desvio-padrão a partir da análise intragrupos. Linha cheia – fuzileiros navais pára-quedistas (FNP); Linha pontilhada – fuzileiros navais (FN).

- \*  $p < 0,05$  – diferença significativa em relação ao esforço e aos 6 minutos
- \*\*  $p < 0,05$  – diferença significativa em relação ao repouso, aos 6 minutos e aos 12 minutos
- \*\*\*  $p < 0,05$  – diferença significativa em relação aos 12 minutos

**Figura 5**

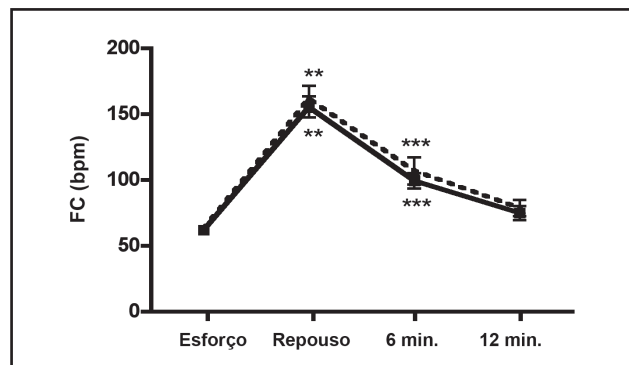
Comportamento do duplo-produto relatado em média e desvio-padrão a partir da análise intragrupos. Linha cheia – fuzileiros navais pára-quedistas (FNP); Linha pontilhada – fuzileiros navais (FN).

- \*\*  $p < 0,05$  – diferença significativa em relação ao repouso, aos 6 minutos e aos 12 minutos
- \*\*\*  $p < 0,05$  – diferença significativa em relação aos 12 minutos

**Figura 4**

Comportamento da pressão arterial de pulso relatado em média e desvio-padrão a partir da análise intragrupos. Linha cheia – fuzileiros navais pára-quedistas (FNP); Linha pontilhada – fuzileiros navais (FN).

- \*\*  $p < 0,05$  – diferença significativa em relação ao repouso, aos 6 minutos e aos 12 minutos
- #  $p < 0,05$  – diferença significativa em relação aos 6 minutos e aos 12 minutos

**Figura 6**

Comportamento da frequência cardíaca relatado em média e desvio-padrão a partir da análise intragrupos. Linha cheia – fuzileiros navais pára-quedistas (FNP); Linha pontilhada – fuzileiros navais (FN).

- \*\*  $p < 0,05$  – diferença significativa em relação ao repouso, aos 6 minutos e aos 12 minutos
- \*\*\*  $p < 0,05$  – diferença significativa em relação aos 12 minutos

**Tabela 1**  
**Comportamento das variáveis hemodinâmicas intergrupos (FN vs FNP)**

		Variáveis hemodinâmicas em relação ao teste de Cooper			
		Repouso	Pós-esforço	6 minutos	12 minutos
FC (bpm)	FN	62,9± 3,213	161,7±9,707	106,9±10,41	78,7±6,255
	FNP	61,9± 3,9	155,4±7,961	99,4±5,929	74,9±5,322
PAS (mmHg)	FN	110± 8,165	149±7,379	117±5,375	105±4,714
	FNP	108± 7,888	144,5±6,433	106±6,992**	102,5±4,249
PAD (mmHg)	FN	76± 11,74	93±8,233	82±6,325	77±6,749
	FNP	71± 7,379	93± 4,83	82±4,216	77± 4,83
DP (bpm/mmHg)	FN	6931± 739,3	24154± 2632	12544± 1697	8277±896,2
	FNP	6701± 811,5	22499± 2197	10960± 1226**	7692±818,9
PAM (mmHg)	FN	87,6± 9,4	111,6± 7,5	93,6± 4,8	86,3± 5,4
	FNP	83,9± 7,4	110,1± 4,8	90,9± 4,6	85,4± 3,9
PA pulso (mmHg)	FN	48,4± 21,2	60,8± 9,7	43,3± 11,7	37± 10,2
	FNP	53± 13,7	55,5± 6,5	32,9± 6,5**	33,4± 8,1

FN=fuzileiros navais; FNP=fuzileiros navais pára-quedistas; FC=frequência cardíaca; PAS=pressão arterial sistólica; PAD=pressão arterial diastólica; DP=duplo-produto; PAM=pressão arterial média; PA pulso=pressão arterial de pulso

\*\*p<0,001 - Diferença significativa intergrupos

## Discussão

Os resultados encontrados mostraram uma tendência à redução das variáveis hemodinâmicas analisadas no pós-esforço (aos 6 minutos e aos 12 minutos), em relação às respostas intragrupos em ambos os grupos. Mesmo não sendo o objetivo do estudo, os resultados encontrados relatam um significativo condicionamento cardiorrespiratório nos militares voluntários participantes. Estes resultados corroboram outros estudos previamente publicados que analisaram militares submetidos ao mesmo protocolo empregado no presente estudo, nos quais os resultados revelaram níveis de excelência na escala do teste de Cooper<sup>14,15</sup>.

Essas respostas hemodinâmicas positivas em relação ao condicionamento cardiorrespiratório dos militares possivelmente estejam associadas ao aumento do volume de ejeção, aumento da concentração de eritrócitos e hemoglobina no sangue, melhoria da vascularização periférica e vasodilatação endotélio-dependente<sup>16,17</sup>. Entretanto, imediatamente pós-esforço, foi observado que o grupo FN apresentou elevação, mesmo sem diferença significativa, da PAS e de suas variáveis dependentes (PAM, PA pulso e DP) em relação ao grupo FNP. Esse fato, possivelmente, está relacionado à ação dos quimiorreceptores por fadiga periférica, aumento da pressão mecânica da musculatura contraída sobre os vasos sanguíneos esqueléticos e maior liberação de noradrenalina nas terminações nervosas simpáticas que auxiliam na redução da atividade do peptídeo natriurético atrial<sup>6-8,18</sup>.

É importante comentar que as cargas de atividades físicas devem ser bem controladas, pelo fato de o treinamento militar, realizado com alta intensidade, proporcionar um risco significativo para morte súbita de origem cardíaca<sup>19</sup>. É possível que tais riscos citados no estudo de Eckart et al.<sup>19</sup> estejam relacionados à progressão inadequada do treinamento, aquecimento inadequado, carga de trabalho (volume e/ou intensidade) excessiva e lastro insuficiente de adaptação ao treinamento<sup>2</sup>.

Os resultados da análise intergrupos verificaram redução significativa do FNP em relação ao FN ao 6º minuto do teste de Cooper nas variáveis PAS, PA pulso e DP. Assim, foi verificado o menor impacto nas respostas hemodinâmicas e, possivelmente, menor sobrecarga cardiovascular nos militares FNP em relação aos FN. Contudo, é importante comentar que poucos estudos foram desenvolvidos relacionando a metodologia do presente estudo.

Os valores médios de PAS e PAD no repouso para ambos os grupos do estudo mostraram-se normais (FNP – PAS:108±7,8mmHg / PAD: 71±7,379mmHg; FN – PAS: 110±8,165mmHg / PAD: 76±11,74mmHg), sendo observada uma tendência à hipotensão arterial, por parte da PAS, a partir do 6º minuto no grupo FNP. Essa tendência se refletiu diretamente nas variáveis dependentes como a PA pulso e DP que apresentaram um alto índice de correlação com PAS (r=0,97 e r=0,91, respectivamente) em relação à PAD (para a PA pulso – r=0,58) e FC (para o DP – r=0,72).

Contrariamente aos resultados aqui encontrados, o estudo realizado por Martinez<sup>20</sup> que avaliou militares

do Exército Brasileiro com idade superior a 40 anos revelou níveis de hipertensão arterial em torno de 30,9% e baixos índices de consumo de oxigênio, embora a inatividade física tenha estado presente na minoria dos sujeitos avaliados.

No estudo de Wendel<sup>21</sup> que estudou 380 militares da Aeronáutica Brasileira, do sexo masculino, com idade entre 20 anos e 35 anos, concluiu um índice de hipertensão arterial de 6,8% em relação à totalidade da amostra. Os resultados de ambos os estudos citados diferem do presente estudo, possivelmente, pela diferença de faixa etária, nível de condicionamento físico e índice comportamental (usuários de tabaco, álcool e hábitos alimentares).

Os mecanismos responsáveis pela hipotensão pós-esforço não foram investigados no presente estudo, entretanto, sabe-se que a queda da PA durante o período de recuperação se deve à redução da resistência vascular periférica<sup>22,23</sup>. Hipoteticamente, o acúmulo de metabólitos musculares apresenta grande relevância para a instalação do comportamento vasodilatador arterial provocado pelo exercício (potássio, lactato e adenosina)<sup>18</sup>. O aumento inotrópico do coração treinado gera uma maior estimulação dos barorreceptores, incluindo os receptores do bulbo carotídeo e os pressorreceptores ventriculares esquerdos com conseqüente estimulação aferente vagal e incremento do tônus parassimpático<sup>24</sup>. Assim, o aumento acetilcolina interage diretamente com os receptores muscarínicos na membrana celular para inibir a adenilil-ciclase. A atividade da acetilcolina inibe as concentrações intracelulares do Ca<sup>2+</sup> pela redução da corrente de cálcio tipo L<sup>25</sup>. Este quadro é desencadeado pelo quadro de vagotonia proporcional ao aumento da atividade parassimpática no nódulo sinusal<sup>9</sup>. Assim, o treinamento físico militar diferenciado dos FNP em relação aos FN, possivelmente, proporciona remodelamento cardíaco induzido pelo treinamento de alto esforço.

É importante comentar que o aumento nos níveis de serotonina e hormônios vasodilatadores como o óxido nítrico, também são citados como possíveis fatores hipotensores<sup>25-27</sup>. Em relação ao óxido nítrico, sua atividade vasodilatadora apresenta grande relevância em relação à atividade física, pelo aumento de sua liberação a partir da força de cisalhamento (fluxo sanguíneo e endotélio), aumentando a síntese endotelial com associação à atividade da acetilcolina<sup>25-27</sup>.

Algumas limitações do presente estudo podem ter influenciado os resultados. Primeiro, a mensuração da PAS, PAD e FC através do método oscilométrico; a utilização do cateterismo intra-arterial seria a opção

padrão-ouro dessas medidas, porém apresentou-se inviável pelo seu processo invasivo e por seus altos riscos para os voluntários. Por isso, optou-se pelo método oscilométrico, mesmo reconhecendo suas limitações. Segundo, seria importante a utilização de uma análise bioquímica para possíveis marcações dos componentes vasodilatadores.

## Conclusão

Os resultados encontrados revelaram uma redução da sobrecarga cardiovascular nos indivíduos do grupo FNP em relação aos FN no pós-esforço, sendo mais significativa a partir do 6º minuto para a PAS, PA pulso e DP. Esse fato leva à interpretação hipotética de que exercícios realizados em ritmo contínuo e de intensidade moderada aumentam a estimulação da ação dos barorreceptores, ação dos neurotransmissores acetilcolina e maior força de cisalhamento que acarretam vasodilatação arterial. No entanto, mais estudos abordando os mecanismos e em diferentes metodologias de treinamento devem ser realizados.

## Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflitos de interesses pertinentes.

## Referências

1. Ministério do Exército. Manual de campanha: Treinamento físico militar. Brasília; 1990.
2. Maior AS, Souza MWBJ, Defilippo E, et al. Efeito do treinamento físico militar na potência dos membros inferiores e nos indicadores de composição corporal. Rev Ed Física. 2006;135(4):5-12.
3. Matiello Jr E, Gonçalves A. Avaliando relações entre saúde coletiva e atividade física: aspectos normativos e aplicados do treinamento físico militar. Rev Motriz. 1997;3(2):80-88.
4. Roltsch MH, Mendez T, Wilund KR, et al. Acute resistive exercise does not affect ambulatory blood pressure in young men and women. Med Sci Sports Exerc. 2001;33:881-86.
5. Nobrega AC. The subacute effects of exercise: concept, characteristics, and clinical implications. Exerc Sport Sci Rev. 2005;33(2):84-87.
6. Wray DW, Donato AJ, Nishiyama SK, et al. Acute sympathetic vasoconstriction at rest and during dynamic exercise in cyclists and sedentary humans. J Appl Physiol. 2007;102(2):704-12.
7. Maior AS, Azevedo M, Berton D, et al. Influência de distintas recuperações entre as séries no efeito hipotensivo após uma sessão de treinamento de força. Rev SOCERJ. 2007;20(6):416-22.

8. Maior AS, Alves Jr CL, Ferraz FM, et al. Efeito hipotensivo dos exercícios resistidos realizados em diferentes intervalos de recuperação. *Rev SOCERJ*. 2007;20(1):53-59.
9. Jouven X, Empana JP, Schwartz PJ, et al. Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. *N Engl J Med*. 2005;352(19):1951-958.
10. Fagard RH. Exercise is good for your blood pressure: effects of endurance training and resistance training. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2006;33(9):853-56.
11. Forjaz CL, Matsudaira Y, Rodrigues FB, et al. Post-exercise changes in blood pressure, heart rate and rate pressure product at different exercise intensities in normotensive humans. *Braz J Med Biol Res*. 1998;31(10):1247-255.
12. Cooper KH. O programa aeróbico para o bem-estar total. Rio de Janeiro: Nórdica; 1982.
13. Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC). IV Diretriz para uso da monitoração ambulatorial de pressão arterial/ II Diretriz para o uso da monitoração residencial de pressão arterial. *Arq Bras Cardiol*. 2005;85(supl II):1-20.
14. Florindo AA, Latorre MRDO. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. *Rev Bras Med Esporte*. 2003;9(3):121-28.
15. Pereira EF, Texeira CS. Proposta de valores normativos para avaliação da aptidão física em militares da aeronáutica. *Rev Bras Ed Física*. 2006;20(4):249-56.
16. Dinunno FA, Tanaka H, Monahan KD, et al. Regular endurance exercise induces expansive arterial remodeling in the trained limbs of men. *J Physiol*. 2001;534(1):287-95.
17. Tanaka H, Seals DR, Monahan KD, et al. Regular aerobic exercise and the age-related increase in carotid intima-media thickness in healthy men. *J Appl Physiol*. 2002;92:1458-464.
18. Carrington CA, White MJ. Exercise-induced muscle chemoreflex modulation of spontaneous baroreflex sensitivity in man. *J Physiol*. 2001;536(3):957-62.
19. Eckart RE, Scoville SL, Shry EA, et al. Causes of sudden death in young female military recruits. *Am J Cardiol*. 2006;97(12):1756-758.
20. Martinez EC. Fatores de risco de doenças ateroscleróticas coronarianas em militares da ativa do Exército Brasileiro com idade superior a 40 anos. [Dissertação de mestrado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública da Fundação Oswaldo Cruz; 2004.
21. Wenzel D. Hipertensão arterial em militares adultos jovens da Força Aérea Brasileira. [Dissertação de mestrado]. Rio de Janeiro: Universidade de São Paulo; 2003.
22. Whelton SP, Chin A, Xin X, et al. Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Ann Intern Med*. 2002;136:493-503.
23. Senitko AN, Charkoudian N, Halliwill JR. Influence of endurance exercise training status and gender on post exercise hypotension. *J Appl Physiol*. 2002;92(6):2368-374.
24. Ueno LM, Moritani T. Effects of long-term exercise training on cardiac autonomic nervous activities and baroreflex sensitivity. *Eur J Appl Physiol*. 2003;89(2):109-14.
25. Dedkova EN, Wang YG, Blatter LA, et al. Nitric oxide signaling by selective beta(2)-adrenoceptor stimulation prevents ACh-induced inhibition of beta(2)-stimulated Ca(2+) current in cat atrial myocytes. *J Physiol*. 2002;542(3):711-23.
26. Zago AS, Zaneso A. Óxido nítrico, doenças cardiovasculares e exercício físico. *Arq Bras Cardiol*. 2006;87(6):264-70.
27. Halliwill JR, Minson CT, Joyner MJ. Effect of systemic nitric oxide synthase inhibition on post exercise hypotension in humans. *J Appl Physiol*. 2000;89(1):1830-836.