

Fotogrametria na identificação de assimetrias posturais em cadetes e pilotos da academia da força aérea brasileira

Photogrammetry on the identification of postural asymmetries in cadets and pilots of the Brazilian air force academy

Rodrigo V. Figueiredo¹, Artur C. Amaral², Antônio C. Shimano¹

Resumo

Objetivo: Identificar se a atividade de treino de voo pode desencadear alterações posturais em cadetes e pilotos da Academia da Força Aérea Brasileira (AFA). **Métodos:** Os sujeitos foram avaliados por meio de registro fotográfico em vista anterior e lateral direita, tendo como casuística 80 cadetes da AFA, divididos em quatro grupos, 20 em cada, e 15 pilotos do Esquadrão de Demonstração Aérea (EDA), formando o quinto grupo. As fotos foram transferidas para o Software de Avaliação Postural (SAPO), sendo traçados ângulos relacionados ao alinhamento vertical da cabeça (AVC), alinhamento horizontal da cabeça (AHC), alinhamento horizontal dos acrômios (AHA) e alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores (AHE). **Resultados:** Os resultados mostraram que, após comparação das médias das assimetrias posturais entre os grupos, não houve diferença estatisticamente significativa em relação aos ângulos AVC, AHC e AHA. No entanto, na variável AHE, observou-se que o grupo de pilotos apresentou valores significativamente menores que os dos cadetes, sugerindo maior estabilidade postural em relação a essa variável. **Conclusão:** O AHE foi a única medida que apresentou diferença estatisticamente significate na comparação entre os pilotos e cadetes dos diferentes anos. Quanto aos demais alinhamentos, não houve diferença, podendo atribuir esse fato aos critérios exigentes de ingresso dos cadetes na AFA e a eficiência do treinamento físico realizado periodicamente.

Palavras-chave: fotogrametria; assimetria postural; atividade aérea; movimento.

Abstract

Objective: To identify whether flight training activities cause postural changes in cadets and pilots of the Brazilian Air Force Academy (AFA). **Methods:** Eighty subjects were assessed through photographic images in anterior and right side views. Four groups of cadets (n=20 per group) divided according to the year since enlistment and a fifth group of fifteen pilots from the Air Demonstration Squadron (ADS) were included. Pictures were analyzed using the Postural Analysis Program (SAPO) and angles related to head vertical alignment (HVA), head horizontal alignment (HHA), acromion horizontal alignment (AHA) and anterior-superior iliac spine horizontal alignment (HAS) were plotted. **Results:** We did not find statistical significant differences in the angles: HVA, HHA and AHA. However, a significant difference was found for the HAS angle with pilots having lower values than cadets, suggesting greater postural stability for this variable in pilots. **Conclusion:** The horizontal alignment of the anterior-superior iliac spine was the only measure that showed significant difference in the comparison between pilots and cadets. The remaining alignments were not different, possibility because of the strict criteria used for admission of cadets at the AFA and the efficiency of the physical training that is performed periodically.

Keywords: photogrammetry; postural asymmetry; air activity; movement.

Recebido: 31/05/2011 – **Revisado:** 21/08/2011 – **Aceito:** 22/09/2011

¹ Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil

² Departamento de Fisioterapia, Centro Universitário de Araraquara (UNIARA), Araraquara, SP, Brasil

Correspondência para: Rodrigo Velludo Figueiredo, Avenida Geraldo de Campos Barros nº 60, Bloco 2, Apto 207, Centro, CEP 14801-375, Araraquara, SP, Brasil, e-mail: rfigueiredo82@gmail.com

Introdução

A postura é um composto das posições de todas as articulações do corpo em um dado momento¹. A boa postura define-se como sendo o alinhamento do corpo com eficiências fisiológica e biomecânica máximas, o que minimiza o estresse e a sobrecarga sofrida pelo sistema de apoio devido aos efeitos da gravidade².

Para Kendall, McCreary e Provance¹, a postura padrão ou ideal é representada pelo bom alinhamento dos segmentos corporais na posição ortostática e, para verificar esse alinhamento, os autores sugerem utilizar o teste do fio de prumo. Quando os pontos de referência anatômica que estiverem sendo analisados passar sobre o fio de prumo, há um equilíbrio do peso corporal, no qual se verifica a estabilidade de cada articulação com uma mínima atividade muscular. Para Smith, Weiss e Lehmkuhl³, a postura vertical não é natural, pois há necessidade de haver solicitação, o que determina um esforço consciente e aumento da atividade muscular. Os autores sugerem que uma postura ereta normal deve ter o relaxamento e o conforto corporal em vez de um modelo ideal predeterminado de alinhamento corporal. De modo geral, a postura normal pode ser definida como sendo a capacidade de manter e movimentar cada uma das partes do corpo coordenadamente e confortavelmente, sem haver a perda da mobilidade, sem sobrecarregar as estruturas anatômicas e sem gerar tensões prejudiciais nas várias situações do dia a dia^{4,5}.

A má postura, que se refere a uma postura fora do alinhamento normal, mas sem alterações estruturais, normalmente é resposta a uma algia ou fadiga causada por sobrecarga mecânica⁶⁻¹¹. No entanto, o aumento da força gravitacional sobre o corpo humano durante a atividade aérea, por tempo prolongado, pode causar desequilíbrios musculoesqueléticos e até mesmo degeneração articular prematura^{12,13}. Esses desequilíbrios musculoesqueléticos, que na maioria das vezes levam a um desalinhamento da coluna vertebral como também dos segmentos corporais, proporcionam um padrão postural assimétrico comum pela adaptação muscular^{9,14}. Então, quando há uma alteração postural ocasionada por forças externas, o organismo se organiza em cadeias de compensação, procurando uma resposta adaptativa a essa desarmonia^{15,16}.

A avaliação qualitativa da postura proposta por Kendall, McCreary e Provance¹ é muito utilizada na clínica, porém, no meio científico, apresenta grande subjetividade, o que pode comprometer sua indicação em pesquisas¹⁷⁻¹⁹. O exame radiológico pode ser outro recurso utilizado para realizar a avaliação da postura, contudo os riscos da exposição periódica à radiação, o alto custo para execução do procedimento e a variabilidade de mensuração dos ângulos da coluna, em alguns casos, podem dificultar a sua utilização em pesquisas²⁰. Na clínica, os exames radiológicos são considerados o padrão-ouro²¹⁻²³.

Um dos métodos não-invasivos de mensuração é a fotogrametria, ferramenta de avaliação quantitativa que apresenta vantagens e efetivação na aplicação clínica, como baixo custo no sistema de obtenção de imagens, facilidade de foto-interpretção, alta precisão e reprodutibilidade dos resultados²⁴⁻²⁸.

Dentre os programas computadorizados de análise postural quantitativa, pode-se citar o Software de Avaliação Postural (SAPO). O SAPO é um programa que respeita questões de ordem metodológica e clínica⁵. A calibração da imagem, por exemplo, é uma funcionalidade do programa que ajuda a corrigir eventuais erros que tenham ocorrido na obtenção das fotografias. Desenvolvido em 2003 por meio do projeto de pesquisa financiado pelo Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPQ), Brasília, DF, Brasil, e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), São Paulo, SP, Brasil, está disponível gratuitamente no site: www.sapo.incubadora.fapesp.br^{5,29}.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar e analisar se as atividades de voo podem desencadear alterações posturais em cadetes e pilotos da Academia da Força Aérea Brasileira (AFA), utilizando o programa SAPO.

Materiais e métodos

O estudo realizado com os cadetes e pilotos da AFA de Pirassununga, SP, Brasil, foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto, SP, Brasil (Parecer nº 6426/2008), e todos os participantes da pesquisa assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

A análise foi composta por cinco grupos, sendo todos os sujeitos do sexo masculino, o que caracterizou um dos fatores de inclusão. O grupo 1 foi formado por vinte cadetes do 1º ano de academia; o grupo 2, por vinte cadetes do 2º ano de academia; o grupo 3, por vinte cadetes do 3º ano de academia; o grupo 4, por vinte cadetes do 4º ano de academia, e o grupo 5, pelos 15 pilotos do Esquadrão de Demonstração Aérea (EDA), conhecido como Esquadrilha da Fumaça.

A escolha dos cadetes do 1º ano de academia foi realizada levando em consideração o fato de eles ainda não realizarem treino de voo. Os cadetes do 2º, 3º e 4º ano foram selecionados por já possuírem algum treino de voo. Por ano, em torno de 100 cadetes ingressam na AFA; nos anos seguintes, há uma diminuição desse número, mas ficando ainda em torno de 80 cadetes por ano. Ao final do segundo ano, há uma definição de cada cadete quanto à capacidade de voo e, devido a isso, muitos são reprovados ou desistem da carreira. De maneira aleatória, foram sorteados os 20 cadetes de cada período participantes da pesquisa. Os 15 pilotos do EDA do ano de 2007 foram todos participantes da pesquisa. Esses pilotos são altamente expostos a essa prática ocupacional.

A diferença na medida real dos membros inferiores⁵, sendo a assimetria maior que 1 cm, serviu como critério de exclusão. As medidas do peso e da altura foram realizadas para calcular o índice de massa corporal (IMC) dos sujeitos, a fim de verificar a homogeneidade entre os participantes dos grupos analisados.

Neste estudo, utilizou-se uma câmera fotográfica digital de 4.1 megapixels da marca Kodak; um tripé simples para fixação da câmera; fio de prumo; duas bolas de isopor com 10 cm de diâmetro; seis bolas de isopor de 1,5 cm de diâmetro; fita dupla-face; fita métrica; piso de borracha antiderrapante (50 x 50 cm) com um desenho da impressão plantar servindo como base de suporte e fundo preto para melhor definição da imagem. O programa SAPO foi utilizado em um computador Pentium III.

As medidas foram realizadas em uma sala preparada com fundo escuro, e o fio de prumo foi fixado ao teto, que serviu como referência para calibração das imagens obtidas das medidas dos alinhamentos dos membros. Nesse fio, foram utilizadas duas bolas de isopor com 10 cm de diâmetro distanciadas de 1 m. A câmera fotográfica sempre foi posicionada a uma distância de 3 m do piso de borracha sobre um tripé a uma altura de 1,10 m.

Antes das fotografias com os sujeitos em traje sumário, os seguintes pontos anatômicos foram localizados por meio da palpação e demarcados com as bolas de isopor: tragos direito e

esquerdo; acrômios direito e esquerdo; espinhas ilíacas ântero-superiores (ELAS) direita e esquerda. Essas marcações foram realizadas uma única vez em cada sujeito, sempre por um mesmo avaliador, utilizando o tutorial proposto pelo programa SAPO (Figura 1).

Os sujeitos foram posicionados na frente da câmera fotográfica para obtenção das fotos em vista anterior e, após, solicitou-se que eles permanecessem em postura neutra e relaxada, com o olhar fixado no horizonte, e não realizassem qualquer movimento em tronco, membros superiores e inferiores. Solicitou-se, também que realizassem inspiração e, ao término da expiração, a primeira foto era obtida. Esses mesmos procedimentos foram repetidos com os sujeitos posicionados em vista lateral direita (Figura 2).

No estudo, foram selecionadas para análises as seguintes variáveis posturais: no plano frontal, analisou-se o alinhamento horizontal da cabeça (AHC), para identificar a inclinação da cabeça; o alinhamento horizontal dos acrômios (AHA), para identificar a elevação dos ombros, e o alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores (AHE), para identificar a inclinação pélvica. No plano sagital, analisou-se o alinhamento vertical da cabeça (AVC), para verificar se a cabeça estava em posição neutra, anterior ou posterior.

As fotografias digitalizadas foram analisadas com o programa SAPO, utilizando o mouse para marcar os pontos sobre os marcadores, uma única vez, pelo mesmo avaliador

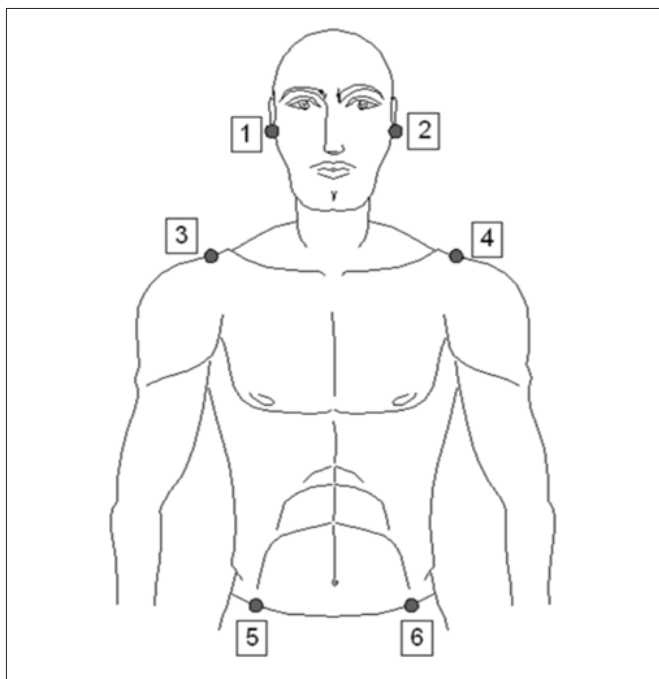


Figura 1. Pontos anatômicos utilizados para as análises posturais, em que: 1- trago direito; 2- trago esquerdo; 3- acrômio direito; 4- acrômio esquerdo; 5- espinha ilíaca ântero-superior direita; 6- espinha ilíaca ântero-superior esquerda. Protocolo SAPO (Fonte: Software de Análise Postural – SAPO).

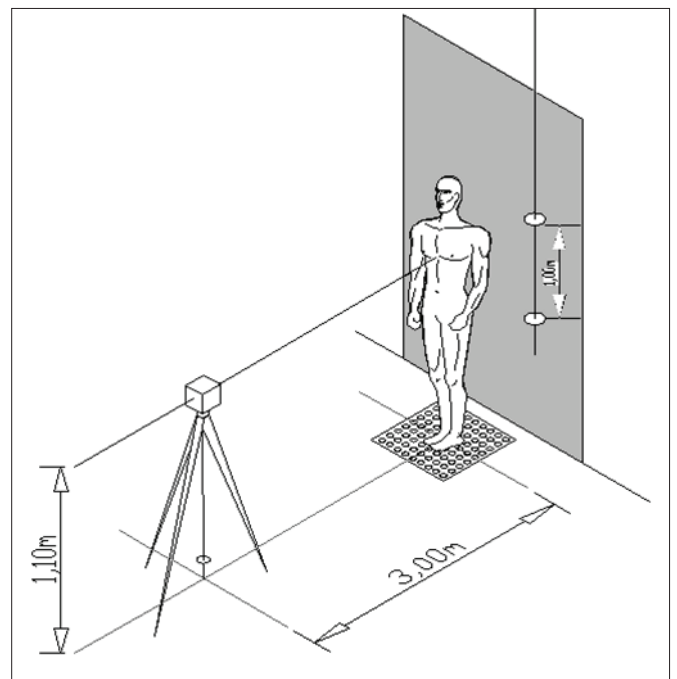


Figura 2. Posicionamento do sujeito frente à máquina, em que, no fio, foram utilizadas duas bolas de isopor com 10 cm de diâmetro distanciadas 1 m. A câmera fotográfica sempre foi posicionada a uma distância de 3 m do centro do piso de borracha, a uma altura de 1,10 m.

Tabela 1. Valores médios e desvios-padrão dos cinco grupos analisados em relação às variáveis: AHC, AHA, AHE, AVC e IMC. Os alinhamentos são medidos em graus.

Grupos	N=95	AHC	AHA	AHE	AVC	IMC
		Média/DP	Média/DP	Média/DP	Média/DP	Média/DP
Cadetes do 1º ano	20	1,86±1,32	1,17±0,81	1,60±1,25	19,99±5,86	24,24±1,72
Cadetes do 2º ano	20	1,37±1,28	1,11±0,93	2,17±1,60	19,92±6,96	24,14±2,75
Cadetes do 3º ano	20	1,91±1,48	1,49±0,92	1,37±1,47	20,08±10,03	24,60±1,90
Cadetes do 4º ano	20	1,58±1,62	1,16±1,00	2,02±1,39	22,33±6,94	23,92±1,54
Pilotos	15	1,42±1,06	0,97±0,65	0,65±0,56	20,27±9,09	24,89±2,20
p-valor		0,66	0,48	0,01	0,85	0,65

AHC=alinhamento horizontal da cabeça; AHA=alinhamento horizontal dos acrômios; AHE=alinhamento horizontal das espinhas ilíacas ântero-superiores; AVC=alinhamento vertical da cabeça; IMC=índice de massa corporal.

que havia realizado as marcações dos pontos cutâneos antes das fotos. Um relatório com as informações sobre as medidas de distâncias e ângulos era gerado para cada fotografia. Portanto, para cada sujeito, foram obtidos dois relatórios, um para cada vista.

As médias dos ângulos analisados em relação ao AVC, AHC, AHA e AHE foram comparadas entre os diferentes grupos de sujeitos. Tal comparação teve como objetivo identificar diferenças ou semelhanças entre os grupos estudados. Para isso, realizou-se a análise de variância (ANOVA) e posteriormente, quando houve diferença estatística significativa, utilizou-se o teste *post hoc* de Bonferroni. O nível de significância utilizado em todas as comparações foi de 5% ($p \leq 0,05$).

Resultados

Na análise do comprimento real dos membros inferiores de cada sujeito, não se observou diferença maior que 1 cm; sendo assim, não houve exclusão de sujeitos.

As médias das medidas do IMC dos sujeitos dos grupos do 1º, 2º, 3º e 4º ano e pilotos do EDA foram, respectivamente, 24,24±1,72; 24,14±2,75; 24,60±1,90; 23,92±1,54 e 24,89±2,20. A comparação entre as medidas do IMC não apresentou diferenças estatisticamente significantes ($p=0,65$) (Tabela 1).

As médias das medidas do AHC dos sujeitos dos grupos do 1º, 2º, 3º e 4º ano e pilotos do EDA foram, respectivamente, 1,86±1,32°; 1,37±1,28°; 1,91±1,48°; 1,58±1,62° e 1,42±1,06°. A comparação entre as medidas não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p=0,66$). Em relação ao AHA, as médias das medidas foram 1,17±0,81°; 1,11±0,93°; 1,49±0,92°; 1,16±1,00° e 0,97±0,65°. A comparação entre as medidas de AHA não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p=0,48$). Quanto às medidas do AVC, as médias observadas foram 19,99±5,86°; 19,92±6,96°; 20,08±10,03°; 22,33±6,94° e 20,27±9,09°. A comparação entre as medidas não apresentou diferença estatisticamente significativa ($p=0,85$) (Tabela 1).

As médias das medidas do AHE dos grupos de cadetes do 1º, 2º, 3º e 4º ano e pilotos do EDA foram, respectivamente, 1,60±1,25°; 2,17±1,60°; 1,37±1,47°; 2,02±1,39° e 0,65±0,56°. Na comparação dessa medida entre os grupos, observou-se que houve diferença estatisticamente significativa ($p=0,01$) (Tabela 1).

Discussão

A ação do aumento da força da gravidade nos pilotos, juntamente com seu posto de trabalho, que não é considerado ergonômico, faz com que esses profissionais adotem determinadas posturas durante os voos³⁰. Essa atividade faz com que os músculos dos membros superiores dos pilotos sejam solicitados com grande frequência, o que pode ocasionar dores¹³.

Segundo Xia et al.³¹, as forças externas sobre os membros superiores afetam assimetricamente os músculos paravertebrais. No estudo de Vallejo et al.¹³, durante as atividades aéreas em que os pilotos de helicóptero utilizaram o membro superior direito para controle da aeronave, observou-se por meio da eletromiografia, que a atividade muscular na região lombar foi maior do lado direito em 91% dos pilotos estudados. Concluíram também que, durante o voo, os pilotos não mantêm uma postura simétrica devido à maior contração muscular do lado utilizado para controle manual.

Amaral³² explica em seu estudo que a inclinação da cabeça para um dos lados, identificada em pilotos do EDA, pode ocorrer juntamente com a elevação do acrômio do mesmo lado, possivelmente pela tensão aumentada dos músculos elevadores do ombro. Sabendo que esses mesmos músculos possuem também a função de inclinação da cabeça para o mesmo lado, essa ação pode ter ocorrido pela retração desses músculos.

Para McLean³³, os indivíduos que apresentam uma anteriorização da cabeça quando se encontram sentados têm uma maior ativação dos músculos trapézio superior e elevador da escápula, ambos os elevadores de ombro e flexores laterais da cabeça.

No presente estudo, não se encontraram, na análise das variáveis AHC, AHA e AVC, diferenças significativas entre as médias dos cinco grupos estudados. Esse resultado pode se dever à eficiência do treinamento físico realizado com o intuito de manter ou até mesmo superar metas no Teste de Avaliação do Condicionamento Físico (TACF). O TACF, que é realizado semestralmente na AFA, é composto dos seguintes exercícios: flexão e extensão dos cotovelos com apoio no solo até exaustão; flexão e extensão do quadril durante 1 minuto e corrida de 2400 metros, sendo avaliadas, respectivamente, a resistência muscular dos membros superiores, a resistência muscular abdominal e a potência aeróbia³⁴.

Segundo Chandler, Duncan e Studenski³⁵, o treinamento físico torna mais eficiente a ação motora e, por consequência, as respostas posturais. Sendo assim, o equilíbrio adequado para o desempenho motor na realização de atividades físicas é reflexo de sinergias musculares apropriadas, que produzem respostas motoras efetivas capazes de minimizar e até mesmo restaurar os deslocamentos do centro de gravidade.

Campello, Nordin e Weiser³⁶ relataram que os exercícios produzem efeitos secundários, melhorando a capacidade de suportar carga estática e repetitiva o equilíbrio e a aquisição de habilidades. Granito et al.³⁷, por meio de um programa de atividade física executada três vezes por semana, com sessões de uma hora, durante 12 semanas, composto por exercícios de alongamentos gerais; correção postural; fortalecimento de extensores de tronco e paravertebrais e 20 minutos de caminhada, concluíram que o treinamento proposto foi eficaz na redução do grau de hiperlordose torácica e dorsalgia.

Neto Júnior, Pastre e Monteiro³⁸ realizaram um estudo cujo objetivo foi analisar a atividade dos músculos estabilizadores de tronco em indivíduos praticantes de diferentes modalidades de exercícios físicos. Observou-se que o corredor apresentou maior atividade dos eretores lombares, enquanto o praticante de musculação apresentou maior atividade muscular nos oblíquos internos e externos e retoabdominal. No entanto, não se notou diferença significativa entre os lados direito e esquerdo em ambas as atividades, sugerindo que, em ambas as atividades, isso ocorre devido à simetria exigida durante a execução adequada dos exercícios.

No exercício de flexão e extensão de cotovelo, também realizado simetricamente, acredita-se que haja um maior recrutamento bilateral de unidades motoras nos músculos estabilizadores da cintura escapular e também nos paravertebrais e eretores de tronco. Com isso, a atividade muscular gerada durante esse exercício pode prevenir um desequilíbrio musculoesquelético na cintura escapular e na coluna vertebral causado pela atividade aérea.

Para Rangel, Bastos e Jorge³⁹, exercícios realizados na postura de base aberta (pés paralelos) apresentam um recrutamento muscular equilibrado bilateralmente, promovendo maior

estabilidade na coluna vertebral. Nesse mesmo estudo, foi possível observar que independentemente da postura em que o exercício de flexão do cotovelo é realizado, há maior recrutamento dos músculos paravertebrais do que dos abdominais.

Outro fator que pode ter contribuído para uma diferença postural insignificante entre os grupos de cadetes e de pilotos é o critério de seleção realizado para os candidatos aprovados para cursarem a AFA. Além de ser aprovado no vestibular, o candidato deve satisfazer algumas exigências antropométricas e passar por teste de aptidão física. O IMC medido de todos os sujeitos da pesquisa dos diferentes grupos, inclusive do 1º ano, não apresentou diferenças estatísticas significativas, o que mostra uma padronização dos sujeitos avaliados. Essa padronização antropométrica e os exercícios regulares realizados pelos sujeitos provavelmente favoreceram o fato de os resultados das medidas dos ângulos também não apresentarem diferenças estatísticas significativas.

Para Arruda⁴⁰, o aumento do IMC, por inatividade física, em escolares diagnosticados como pré-obesos e obesos, resulta em maior prevalência de assimetria sugerindo escoliose, hiperlordose lombar e hiperlordose torácica. Para De Vitta, Neri e Padovani⁴¹, o sedentarismo é um importante fator de risco relacionado aos desconfortos musculoesqueléticos.

Na variável AHA, embora não se tenha encontrado diferença significativa entre os resultados das médias dos cinco grupos analisados, observou-se que no grupo 5, representado pelos pilotos do EDA, em valor absoluto, foi menor que a dos grupos de cadetes. Isso pode ter ocorrido devido ao seu maior controle postural e à maior experiência nessa atividade.

Em relação à variável AVC, observou-se que todos os sujeitos apresentaram anteriorização da cabeça, sem diferença estatística significativa entre os grupos avaliados. Janik et al.⁴² estudaram as alterações na posição da cabeça de estudantes universitários. Os resultados mostraram que anteriorização da cabeça pode estar associada a longas horas que esses indivíduos permanecem estudando.

Na AFA, os cadetes aviadores iniciam a instrução aérea no 1º semestre do 2º ano, voando em Aeronave Neiva Universal (T-25), avião de instrução primária básica. Nessa aeronave, voam em média 75 horas. No 4º ano, os cadetes realizam a sua instrução na aeronave Embraer Tucano (T-27), turbo-hélice de instrução avançada, na qual voam 125 horas, atingindo assim um total de 200 horas de voo em sua formação^{43,44}. Durante a atividade de voo, quatro movimentos são descritos juntamente com as forças aplicadas sobre o manche. O movimento de Cabrar, que se executa puxando o manche para trás e, ao movimentar o manche para frente, realiza-se o movimento de Picar. Nos movimentos de Rolamento, o manche é deslocado para os lados direito e esquerdo⁴⁴. Os cadetes iniciantes e os do 3º ano não realizam as atividades de treino de voo. Para os pilotos do EDA, o voo é seu

objetivo. Portanto, parece que a atividade aérea não contribuiu para os resultados das medidas de AVC encontrados, independente da experiência em atividades de voo.

Como os cadetes do 1º ano ainda não passaram por treinamento de voo e, mesmo assim, apresentam valores similares aos dos cadetes do 2º, 3º e 4º ano em relação à assimetria pélvica, é provável que isso ocorra devido às longas horas de estudo, comum entre os cadetes. Dessa forma, foi possível constatar que os valores assimétricos encontrados nos grupos de cadetes, em relação ao AHE, não estão relacionados à atividade aérea. Na cintura pélvica, as alterações geralmente são secundárias, sendo associadas a mecanismos de compensação nos processos de estabilização da coluna lombar³⁸. McLean³³ concluiu em seu estudo que a ativação muscular, decorrente de forças externas, exerce grande efeito sobre a postura de um determinado segmento corporal. No entanto, neste trabalho, na análise da variável AHE, observou-se que os pilotos apresentaram valores estatísticos significativamente inferiores aos dos grupos de cadetes. Provavelmente, isso indica uma maior estabilidade postural pélvica dos pilotos nas atividades de voo devido à sua habilidade adquirida no controle e coordenação dos movimentos, proporcionando o controle postural com alinhamento segmentar. Para ser um piloto do EDA, o sujeito deve ser um instrutor da AFA com o mínimo de 800 horas, deve possuir um total de 1500 horas de voo e ser aprovado no conselho anual do Esquadrão⁴³.

De acordo com Yoshitomi et al.⁴⁵, sujeitos treinados em uma determinada atividade apresentam maior controle postural quando comparados com sujeitos não-treinados. O desempenho em uma tarefa específica apresentada ao sujeito é influenciado por um sistema de referência baseado em experiências prévias^{46,47}.

Embora tenham sido identificadas diferenças estatisticamente significantes nas medidas do AHE entre os pilotos e os grupos de cadetes, sugere-se que a magnitude em graus não seja clinicamente relevante.

Conclusão

O AHE foi a única medida que apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação entre os pilotos e os cadetes dos diferentes anos. Isso se deve provavelmente ao maior e melhor controle da postura dos experientes pilotos do EDA durante o voo.

Quanto aos demais alinhamentos, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, podendo atribuir esse fato aos critérios exigentes de ingresso dos cadetes na AFA e à eficiência do treinamento físico realizado periodicamente para se obter bom desempenho no TACF. Dessa forma, conclui-se que a atividade de voo não é um fator que predispõe os cadetes e pilotos da AFA a alterações posturais.

Referências

- Kendall FP, McCreary FK, Provance PG. Músculos: provas e funções - Com postura e dor. São Paulo, SP: Manole; 1995.
- Palmer ML, Apler ME. Fundamentos das técnicas de avaliação musculoesqueléticas. 2ª Ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan; 2000.
- Smith LK, Weiss EL, Lehmkuhl LD. Cinesiologia Clínica de Brunnstrom. 5ª ed. São Paulo, SP: Manole; 1997.
- Comerlato T. Avaliação da postura corporal estática no plano frontal a partir de imagem digital [dissertação]. Porto Alegre-RS: Ciências do Movimento Humano; 2007.
- Ferreira EA. Postura e controle postural: desenvolvimento e aplicação de método quantitativo de avaliação postural [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2005.
- Singi G. Fisiologia dinâmica. São Paulo, SP: Ateneu; 2001.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. 4ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan; 1998.
- Guyton MD. Fisiologia humana. 6ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan; 1988.
- Kisner C. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas. 3ª ed. São Paulo, SP: Manole; 1992.
- Hebert S. Ortopedia e traumatologia: princípios e prática. 3ª ed. Porto Alegre, RS: Artmed; 2003.
- Polito E, Bergamashi EC. Ginástica laboral: teoria e prática. 2ª ed. Rio de Janeiro, RJ: Sprint; 2003.
- Hendriksen IJ, Holeywijn M. Degenerative changes of the spine of pilots of the RNLA. Paper presented at the RTO HFM Symposium on "Operational Issues of Aging Crewmembers", held in Toulon, France, 11-14 October 1999, and published in RTO MP-33.
- Vallejo P, Lopez J, Rios-Tejada F, Azofia J, Del Valle J, Velasco C, et al. Low back pain in helicopter pilots. Paper presented at the RTO HFM Symposium on "Current Aeromedical Issues in Rotary Wing Operations", held in San Diego, USA, 19-21 October 1998, and published in RTO MP-19.
- Bertolla F, Baroniz BM, Leal Júnior ECP, Oltramari JD. Efeito de um programa de treinamento utilizando o método Pilates® na flexibilidade de atletas juvenis de futsal. Rev Bras Med Esporte. 2007;13(4):222-6.
- Marques AP. Cadeias Musculares – Um programa para ensinar avaliação fisioterapêutica global. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2005.
- Teodori RM, Moreno MA, Fiore Júnior JF, Oliveira ACS. Alongamento da musculatura inspiratória por intermédio da Reeducação Postural Global (RPG). Rev Bras Fisioter. 2003;7(1):25-30.
- Bryan JM, Mosner E, Shippee R, Stull MA. Investigation of the validity of postural evaluation skills in assessing lumbar lordosis using photographs of clothed subjects. J Orthop Sports Phys Ther. 1990;12(1):24-9.
- Clark S, Rose DJ, Fujimoto K. Generalizability of the limits of stability test in the evaluation of dynamic balance among older adults. Arch Phys Med Rehabil. 1997;78(10):1078-84.
- Fedorak C, Ashworth N, Marshall J, Paull H. Reliability of de visual assessment of cervical and lumbar lordosis: how good are we? Spine (Phila Pa 1976). 2003;28(16):1857-9.
- Shea KG, Stevens PM, Nelson M, Smith JT, Masters KS, Yandow S. A comparison of manual versus computer-assisted radiographic measurement. Intraobserver measurement variability for Cobb angles. Spine (Phila Pa 1976). 1998;23(5):551-5
- Ferreira DMA, Defino HLA. Avaliação quantitativa da escoliose idiopática: concordância das mensurações da gibosidade e correlações com medidas radiológicas. Rev Bras Fisioter. 2001;5(2):73-86.

22. Gardocki RJ, Watkins RG, Williams LA. Measurements of lumbopelvic lordosis using the pelvic radius technique as it correlates with sagittal spinal balance and sacral translation. *Spine J*. 2002;2(6):421-9.
23. Giglio CA, Volpon JB. Development and evaluation of thoracic kyphosis and lumbar lordosis during growth. *J Child Orthop*. 2007;1(3):187-93.
24. Tommaselli AM, Silva JFC, Hasegawa JK, Galo MD, Dal Poz AP. Fotogrametria: aplicações à curta distância. *FTC 40 anos. Perfil Científico Educacional*. 1999;147-59.
25. Sato TO, Vieira ER, Gil Coury HJC. Análise da confiabilidade de técnicas fotométricas para medir a flexão anterior do tronco. *Rev Bras Fisioter*. 2003;7(1):53-9.
26. Iunes DH, Castro FA, Salgado HS, Moura IC, Oliveira AS, Bevilacqua-Grossi D. Confiabilidade intra e interexaminadores e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria. *Rev Bras Fisioter*. 2005;9(3):327-34.
27. Sacco ICN, Alibert S, Queiroz BWC, Pripas D, Kieling I, Kimura AA, et al. Confiabilidade da fotogrametria em relação à goniometria para avaliação postural de membros inferiores. *Rev Bras Fisioter*. 2007;11(5):411-7.
28. Watson AW, Mac Donncha C. A reliable technique for the assessment of posture: assessment criteria for aspects of posture. *J Sports Med Phys Fitness*. 2000;40(3):260-70.
29. Omkar SN, Manoj Kumar M, Dheevatsa Mudigere BE. Postural assessment of arbitrarily taken portrait and profile photographs using image. *J Bodywork Mov Ther*. 2007;11(3):231-7.
30. Guérin F, Laville A, Daniellou F, Duraffourg J, Kerguelen A. Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia. São Paulo, SP: Edgard Blucher Ltda; 2001.
31. Xia T, Ankrum JA, Spratt KF, Wilder DG. Seated human response to simple and complex impacts: Paraspinal muscle activity. *Intern J Indust Ergon*. 2008;38(9-10):767-74.
32. Amaral AC. Perfil postural de pilotos e instrutores de voo da Academia da Força Aérea Brasileira [dissertação]. Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 2008.
33. McLean L. The effect of postural correction on muscle activation amplitudes recorded from the cervicobrachial region. *J Electromyogr Kinesiol*. 2005;15(6):527-35.
34. Lopes DCF. Estudo da aptidão física de cadetes em formação da Academia da Força Aérea Brasileira dos Esquadrões ingressantes no Período de 1999 a 2001. *Motriz Rev Educ Fis (Impr.)*. 2007;13(4):326.
35. Chandler JM, Duncan PW, Studenski SA. Balance performance on the postural stress test: comparison of young adults, healthy elderly, and fallers. *Phys Ther*. 1990;70(7):410-5.
36. Campello M, Nordin M, Weiser S. Physical exercise and low back pain. *Scand J Med Sci Sports*. 1996;6(2):63-72.
37. Granito RN, Rennó ACM, Aveiro MC, Navega MT, Driusso P, Oishi J. Efeitos de um programa de atividade física na postura hipercifótica torácica, na dorsalgia e na qualidade de vida de mulheres com osteoporose. *Rev Bras Fisioter*. 2004;8(3):231-7.
38. Neto Júnior J, Pastre CM, Monteiro HL. Alterações posturais em atletas brasileiros do sexo masculino que participaram de provas de potência muscular em competições internacionais. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10(3):195-201.
39. Rangel RF, Bastos VC, Jorge FS. Análise eletromiográfica dos músculos paravertebrais lombares e abdominais durante a execução do exercício tipo rosca direta de bíceps em diferentes posturas. *Perspectivasonline*. 2010;4(16).
40. Arruda MF. Análise postural computadorizada de alterações musculoesqueléticas decorrentes do sobrepeso em escolares. *Motriz Rev Educ Fis (Impr.)*. 2009;15(1):143-50.
41. De Vitta A, Neri AL, Padovani CR. Nível de atividade física e desconfortos músculo-esqueléticos percebidos em homens e mulheres, adultos e idosos. *Rev Bras Fisioter*. 2003;7(1):45-52.
42. Janik TJ, Harrison DE, Cailliet R, Harrison DD, Normand MC, Perron DL. Validity of a computer postural analysis to estimate 3-dimensional rotations and translations of the head from three 2-dimensional digital images. *J Manipulative Physiol Ther*. 2007;30(2):124-9.
43. Corte LCD, Barion R, Tamashiro RY. O Processo de formação do piloto militar: uma análise comparativa. Rio de Janeiro. *Revista da Universidade da Força Aérea*. 2006;18(21):28-34.
44. Comando da Aeronáutica. Departamento de Aviação. Anuário Estatístico, Jan. 2001.
45. Yoshitomi SK, Tanaka C, Duarte M, Lima F, Morya E, Hazime F. Respostas posturais à perturbação externa inesperada em judocas de diferentes níveis de habilidade. *Rev Bras Med Esporte*. 2006;12(3):159-63.
46. Robert G, Gueguen N, Avogadro P, Mouchnino L. Anticipatory balance control is affected by loadless training experiences. *Hum Mov Sci*. 2004;23(2):169-83.
47. Perrin P, Deviterne D, Hugel F, Perrot C. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait Posture*. 2002;15(2):187-94.