

THAY ĐỔI MỘT SỐ CHỈ SỐ SIÊU ÂM DOPPLER ĐỘNG MẠCH
Ở HỌC VIÊN PHI CÔNG QUÂN SỰ KHI LUYỆN TẬP
TRÊN MÁY MÔ PHÒNG QUÁ TẢI BAY STATOERGOMETR

Đặng Quốc Huy^{1}, Blaginin Andrei Alexandrovich²
Lapshina Tatiana Alexandrovna², Anhienkov Oleg Alexandrovich²
Lê Văn Hương¹, Nguyễn Xuân Kiên¹*

Tóm tắt

Mục tiêu: Khảo sát sự biến đổi chỉ số vận tốc tâm thu tối đa (Vps) và chỉ số trở kháng thành mạch (RI) động mạch (ĐM) đùi nông và ĐM khoeo bên phải, ĐM cảnh chung trái trước, trong và sau khi tiến hành nghiệm pháp statoergometric ở học viên phi công quân sự. **Phương pháp nghiên cứu:** Phân tích sự thay đổi của các chỉ số Vps và RI ĐM đùi nông và ĐM khoeo bên phải, ĐM cảnh chung trái bằng phương pháp siêu âm Doppler khi tiến hành nghiệm pháp statoergometric trên 67 học viên phi công quân sự. **Kết quả:** Sức căng cơ tĩnh chi dưới đã dẫn đến co các ĐM: Ở ĐM đùi nông, chỉ số Vps giảm và RI tăng ($p < 0,01$); ở ĐM khoeo, Vps tăng ($p < 0,05$) và RI không đổi; ở ĐM cảnh chung, Vps và RI giảm ($p < 0,01$). Sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Sau khóa tập luyện, các chỉ số Vps mạch chi dưới đều giảm ($p < 0,05$) ở trạng thái gắng sức tối đa. **Kết luận:** Khi thực hiện bài kiểm tra trên máy statoergometr đã diễn ra sự co cơ chi dưới, dẫn đến hạn chế dòng máu đi xuống các chi và đẩy khối lượng máu lên não, giúp giảm nguy cơ mất ý thức khi gặp quá tải bay đầu - chậu (G+). Sau khóa tập luyện, cơ thể đã điều hòa và thích nghi tốt với trạng thái gắng sức như quá tải bay trên máy statoergometr.

Từ khóa: Máy mô phỏng quá tải bay statoergometr; Siêu âm Doppler động mạch; Khóa tập luyện; Học viên phi công quân sự

¹Học viện Quân y

²Khoa Y học hàng không Vũ trụ, Học viện Quân y SM Kirov Liên bang Nga

*Tác giả liên hệ: Đặng Quốc Huy (bsdangquochuy@vmmu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 11/01/2024

Ngày được chấp nhận đăng: 25/01/2024

<http://doi.org/10.56535/jmpm.v49i2.686>

**CHANGES IN SOME ARTERIAL DOPPLER ULTRASONIC INDICATORS
OF MILITARY PILOT CADETS WHEN TRAINING
ON THE G-FORCE SIMULATOR STATOERGOMETR**

Abstract

Objectives: To investigate changes of peak systolic velocity (Vps) and resistive index (RI) of the superficial femoral artery, right popliteal artery, and left common carotid artery with the test of tolerance of military pilot cadets to G-force on statoergometr. **Methods:** Analyzing changes of Vps and RI of the right superficial femoral artery, right popliteal artery, and left common carotid artery by Doppler ultrasound when tested on the G-force simulator statoergometr. **Results:** Lower limb static muscle tension led to a contraction of the lower limb arteries: in the superficial femoral artery, the Vps index decreased and RI increased ($p < 0.01$); in the popliteal artery, Vps increased ($p < 0.05$) and RI remained unchanged; in the common carotid artery, both Vps and RI decreased ($p < 0.01$). The differences were not statistically significant. After the training course, the lower limb pulse Vps indices decreased ($p < 0.05$) during maximum exertion. **Conclusion:** When performing the test on the statoergometr, lower limb muscle contraction occurred, leading to a restriction of blood flow to the limbs and pushing blood volume to the brain, helping to reduce the risk of loss of consciousness when experiencing head-pelvic overload G+. After the training course, military pilot cadets had conditioned and adapted well to the state of exertion when testing G-force overload on statoergometr.

Keywords: Overload G simulator statoergometr; Arterial Doppler ultrasound; Training course; Military pilot cadets

ĐẶT VẤN ĐỀ

Gia tốc và quá tải bay trong lĩnh vực y học hàng không đang là vấn đề được quan tâm rộng rãi trong thời gian gần đây nhờ các tiến bộ về khoa học công nghệ và kỹ thuật hàng không. Nhiều thế hệ máy bay quân sự có khả năng cơ động cao đã ra đời, có thể thực hiện các động tác bay phức tạp trong tập luyện và trong chiến đấu với tốc độ

thay đổi quá tải lên đến 7 đơn vị/giây, quá tải tới 10 đơn vị và kéo dài trong 30 giây hoặc dài hơn [1]. Ở Việt Nam, hiện nay vẫn chưa có hệ thống huấn luyện tâm sinh lý cho phi công chống lại quá tải bay mặc dù biên chế đã có nhiều máy bay thế hệ 4⁺⁺ hiện đại có khả năng cơ động cao, thực hiện các bài bay, động tác nhào lộn phức tạp gây ra quá tải bay lớn [2].

Huấn luyện phi công quân sự quen với các hoạt động của quá tải bay trong quá trình bay hoặc quay trên máy ly tâm, từ đó sẽ tiến hành các động tác cơ cơ và thở để chống lại tác động của quá tải bay. Mặc dù hiệu quả của các biện pháp này khá rõ ràng nhưng chúng lại ít có giá trị do khó thực hiện. Trong nhiều năm qua, đã có nhiều phương pháp thay thế được nghiên cứu và chỉ ra đặc điểm sinh lý quan trọng nhất ở phi công để tăng sức chịu đựng với quá tải bay là khả năng phi công thực hiện sức căng cơ tĩnh chi dưới và cơ bụng trong thời gian dài [3]. Mục đích của các động tác cơ cơ này làm hạn chế phân bố máu xuống chi dưới tại thời điểm chịu tác động của quá tải đầu - chấu (G+). Nhờ tác dụng này, lượng máu được cung cấp đủ lên não và không xảy ra mất ý thức hoặc bất tỉnh ở phi công quân sự. Các động tác cơ cơ chủ động này có tác dụng rất lớn và dễ áp dụng để có thể tăng sức chịu đựng với quá tải bay từ 2 - 4 đơn vị [4]. Để đạt hiệu quả tốt nhất với các động tác này, cần tập luyện trên máy mô phỏng quá tải bay statoergometr được SD Migachev và MN Khomenko phát minh và áp dụng vào những năm 1980 cho phi công các đơn vị không quân tiêm kích Liên bang Nga. Với thiết bị này, khi thực hiện nghiệm pháp statoergometric có thể đánh giá sức chịu đựng với quá tải bay lên tới 9 đơn

vị, đồng thời, có thể tiến hành tập luyện để nâng cao khả năng duy trì sức căng cơ tĩnh chi dưới và cơ bụng [4]. Vì vậy, chúng tôi tiến hành nghiên cứu này nhằm: *Khảo sát sự biến đổi chỉ số Vps và RI ĐM đùi nông và động mạch khoeo bên phải, ĐM cảnh chung trái ở học viên phi công quân sự Việt Nam và Liên bang Nga trước, trong và sau khi tiến hành nghiệm pháp statoergometr và quá trình tập luyện trên máy này.*

ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

* *Đối tượng nghiên cứu:* 67 học viên phi công từ độ tuổi 19 - 27 được chia thành 2 nhóm: Nhóm người Việt Nam (52 người) và nhóm người Nga (15 người).

* *Địa điểm và thời gian nghiên cứu:* Nghiên cứu được tiến hành tại Khoa Y học hàng không vũ trụ Học viện Quân y SM Kirov Liên bang Nga từ tháng 5/2021 - 12/2021.

2. Phương pháp nghiên cứu

* *Phương pháp nghiên cứu:* Phân tích và đánh giá vận tốc tâm thu tối đa Vps (cm/s) và trở kháng thành mạch RI ĐM đùi nông bên phải, ĐM khoeo bên phải và động mạch cảnh chung trái (các vị trí dễ thực hiện nhất) trong quá trình tiến hành nghiệm pháp

statoergometric ở học viên phi công quân sự Việt Nam và Liên bang Nga. Đồng thời, đánh giá thay đổi của các chỉ số siêu âm Doppler động mạch nói trên trước và sau quá trình tập luyện trên các đối tượng người Việt Nam.

Tiến hành đo các chỉ số Vps (cm/s) và RI bằng máy siêu âm Philip CX-50 Bothell USA bằng đầu dò Line. Các chỉ số Vps và RI được thu thập và đo tự động bằng máy siêu âm Doppler khi người thực hiện đang ở trạng thái từ nghỉ ngơi đến gắng sức và sau gắng sức theo các giai đoạn của nghiệm pháp statoergometric 5 cấp.

Nghiệm pháp statoergometric 5 cấp được tiến hành trên tổ hợp máy Statoergometr EU của công ty Konstel (Liên bang Nga) bằng cách thực hiện động tác đạp chân với lực tăng dần từ 120kg, 160kg, 200kg, 240kg, 280kg và giữ trong 30 giây [5]. Ngoài ra, nhóm Việt Nam còn tiến hành tập luyện, từng buổi gồm 3 lượt, mỗi lượt đạp chân với lực từ 120kg, 160kg, 200kg, 240kg và giữ trong 15 giây ở mỗi mức, có nghỉ 60 giây giữa mỗi lượt. Tổng số 10 buổi tập, 5 buổi đầu tập hàng ngày và 5 buổi cuối tập cách ngày.

* *Xử lý số liệu:* Bằng phần mềm statistica 12.0 và chương trình Excel-2010. Số liệu sau khi xử lý được trình bày dưới dạng giá trị trung bình (M) và sai số chuẩn (m). Phân phối T-student

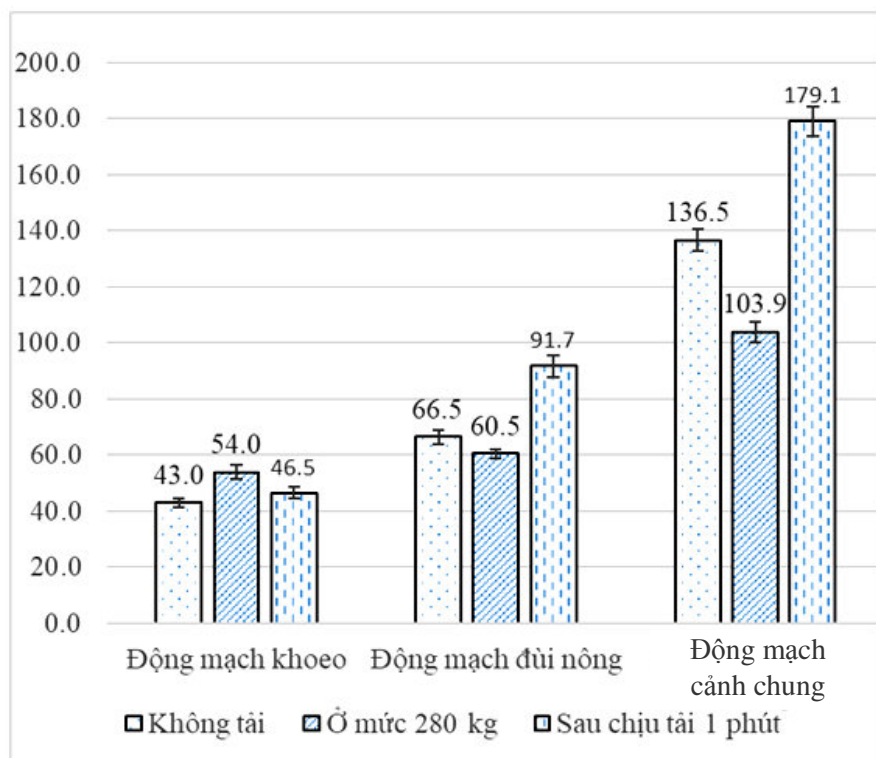
được sử dụng khi so sánh hai nhóm khác nhau, phân phối Wilcoxon được sử dụng để so sánh cùng nhóm và nhóm nhỏ.

3. Đạo đức trong nghiên cứu

Tất cả đối tượng tham gia đều tự nguyện và đã ký cam kết tiến hành nghiên cứu. Đề tài đã được thông qua Hội đồng Y đức Học viện Quân y SM Kirov Liên bang Nga số 250 ngày 25/5/2021.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ BÀN LUẬN

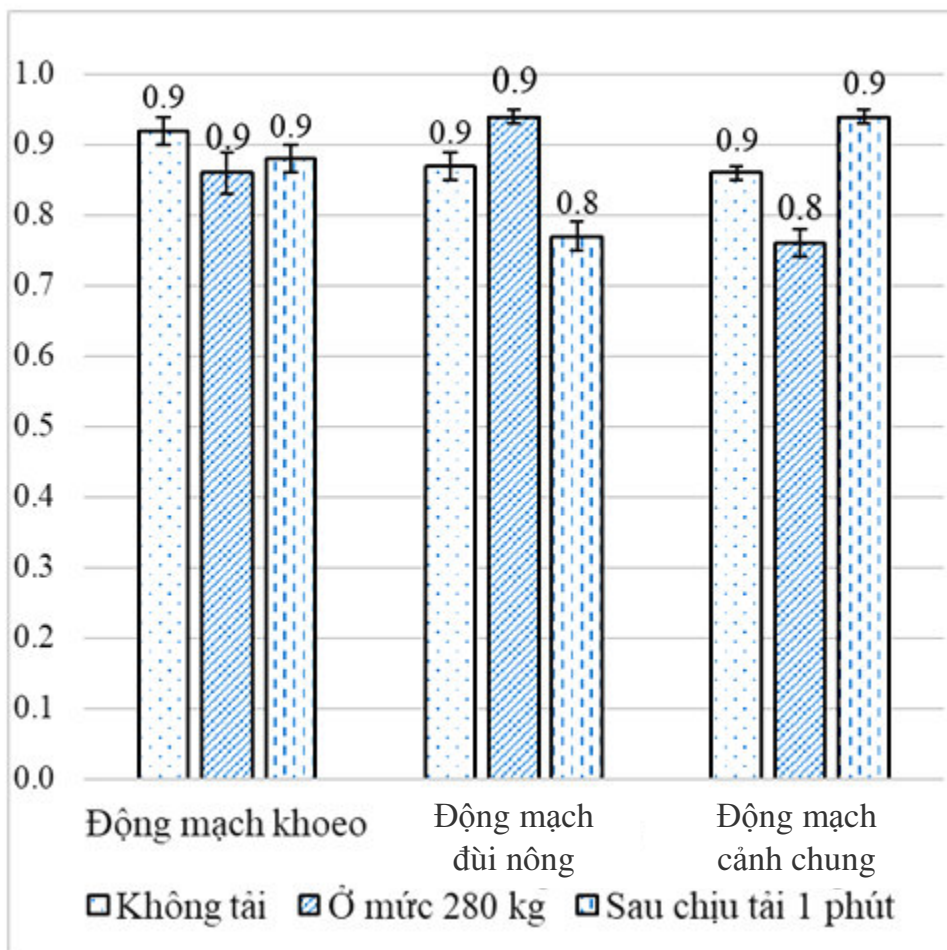
Với nhóm người Việt Nam, ở ĐM đùi nông, từ mức không chịu quá tải lên mức quá tải cao thấy chỉ số RI tăng và Vps giảm có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) (Hình 1). Thay đổi đặc điểm sinh lý mạch máu này trên siêu âm Doppler xảy ra giống với khi xuất hiện cục nghẽn trong lòng mạch khiến tăng vận tốc dòng máu tại và sau vị trí hẹp nhưng giảm ở trước chỗ hẹp của lòng mạch [6]. Do đó, sự co cơ tĩnh ở các mức quá tải cao trong lúc thực hiện nghiệm pháp statoergometric đã ép thành mạch đoạn trong các lớp cơ co khiến máu hạn chế di chuyển xuống phía dưới vùng bị chèn ép và sẽ quay lại phía trên đoạn bị ép. Biểu hiện rõ ràng giá trị Vps tăng có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) và RI thay đổi không đáng kể ở mức quá tải cao so với lúc không tải ở ĐM khoeo.



Hình 1. Thay đổi chỉ số Vps (cm/s) trong quá trình thực hiện nghiệm pháp statoergometric ở nhóm Việt Nam ($M \pm m$, $n = 52$).

Ở ĐM cảnh chung, so sánh các trạng thái không tải và quá tải cao, chỉ số Vps và RI đều giảm so với lúc không tải, thay đổi có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) (Hình 2). Khi tiến hành kiểm tra, không chỉ có những thay đổi về huyết động ở các ĐM chi dưới mà còn cả việc nén các tĩnh mạch do sự co cơ tĩnh, sự tăng áp lực ổ bụng và thay đổi nhịp thở đã dẫn đến giảm lượng máu tĩnh mạch và giảm khối lượng tuần hoàn đi qua tĩnh mạch. Từ đó, kích hoạt các cơ chế điều hòa cả trung tâm và ngoại vi của mạch máu não làm

giảm trương lực và tạo điều kiện cho máu lưu thông tốt hơn [7]. Ở phút thứ nhất, sau khi dừng nghiệm pháp statoergometric thấy các biến đổi ngược chiều mạnh mẽ ở tất cả các mạch máu so với trạng thái ở mức quá tải cao nhất, thay đổi có ý nghĩa thống kê ($p < 0,01$), trừ ở ĐM khỏe, có thể do vùng khỏe không có sự chèn ép mạch đủ lớn nên thay các đổi không rõ rệt ở tất cả các giai đoạn. Ở phút thứ 5, các chỉ số Vps và RI đã trở lại giá trị như trạng thái lúc ban đầu không có tải.



Hình 2. Thay đổi chỉ số RI trong quá trình thực hiện nghiệm pháp statoergometric ở nhóm Việt Nam, ($M \pm m$, $n = 52$).

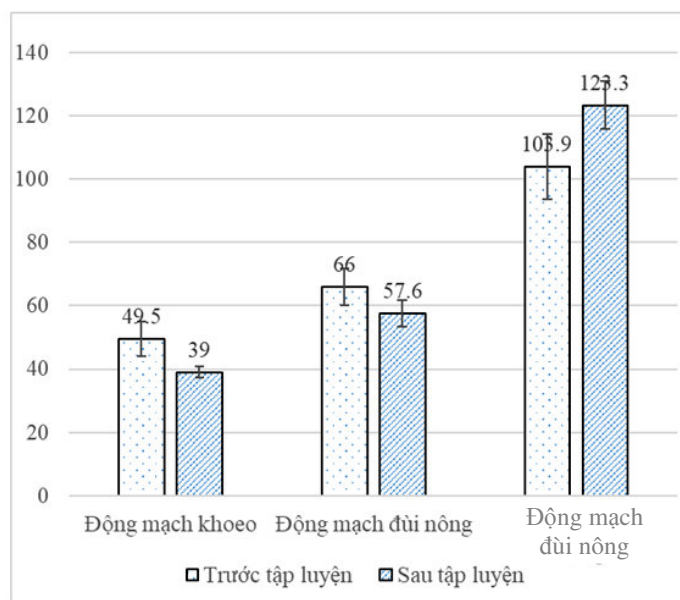
Với nhóm người Nga, khi tiến hành nghiệm pháp statoergometric trên máy mô phỏng quá tải bay statoergometr ở thời điểm cơ cơ tĩnh tối đa cũng thấy giảm khả năng cung cấp máu xuống chi dưới và khiến dòng chảy quay lên não nhiều hơn (Bảng 1) giống như ở nhóm Việt Nam. Tuy nhiên, so sánh các chỉ số Vps và RI giữa hai nhóm không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Có thể do tiêu chuẩn lựa chọn phi công của Việt Nam và Liên bang Nga có nhiều điểm tương đồng nhau về tiêu chuẩn thể chất và sinh lý [3]. Do đó, chúng tôi cũng như nhiều tác giả đã đề xuất các phương pháp sử dụng máy mô phỏng statoergometr để tập luyện sức cơ cơ tĩnh giống như khi chịu quá tải bay đầu - chẫu nhằm giúp cơ thể thích nghi với trạng thái quá tải bay [8, 9].

Bảng 1. Thay đổi Vps và RI trong quá trình thực hiện nghiệm pháp statoergometric ở nhóm người Nga ($M \pm m$, $n = 15$).

Động mạch	Chỉ số	Không tải	Ở mức 280kg	Phút thứ 1 sau chịu tải
Động mạch khoeo phải	Vps, cm/s	$38,2 \pm 1,7$	$40,3 \pm 4,0$	$50,4 \pm 3,4^*$
	RI	$0,95 \pm 0,02$	$0,97 \pm 0,04$	$0,75 \pm 0,03^{**}$
Động mạch đùi nông phải	Vps, cm/s	$68,8 \pm 5,2$	$60,3 \pm 3,8^*$	$91,1 \pm 8,9^*$
	RI	$0,90 \pm 0,02$	$0,98 \pm 0,01^{**}$	$0,73 \pm 0,01^{**}$
Động mạch cảnh chung trái	Vps, cm/s	$133,6 \pm 8,8$	$113,6 \pm 8,2^{**}$	$153,7 \pm 13,6$
	RI	$0,84 \pm 0,02$	$0,72 \pm 0,02^{***}$	$0,94 \pm 0,01^{**}$

(* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$)

Chúng tôi đã lựa chọn giá trị Vps và RI của 12 học viên phi công Việt Nam có thể trạng và có kết quả tập luyện trên máy statoergometr cao nhất để so sánh các thông số trước và sau khóa tập luyện do ở các học viên này có nhiều đặc điểm nổi bật hơn. Biến thiên chỉ số Vps và RI trước và sau đợt tập luyện được phân tích ở hình 3 và bảng 2.



Hình 3. Thay đổi Vps (cm/s) trong quá trình thực hiện nghiệm pháp statoergometric trước và sau khóa tập luyện ở nhóm Việt Nam ($M \pm m$, $n = 12$).

CHÀO MỪNG 75 NĂM NGÀY TRUYỀN THỐNG HỌC VIỆN QUÂN Y

Bảng 2. Thay đổi chỉ số RI trong quá trình thực hiện nghiệm pháp statoergometric trước và sau khóa tập luyện ở nhóm Việt Nam ($M \pm m$, $n = 12$).

Động mạch	Thời điểm	Không tải	Ở mức 280kg	Phút thứ 1 sau chịu tải
Động mạch khoeo phải	Trước tập luyện	$0,94 \pm 0,04$	$0,87 \pm 0,04$	$0,95 \pm 0,04$
	Sau tập luyện	$0,96 \pm 0,03$	$0,88 \pm 0,06$	$0,93 \pm 0,05$
Động mạch đùi nông phải	Trước tập luyện	$0,88 \pm 0,06$	$0,94 \pm 0,04$	$0,76 \pm 0,06$
	Sau tập luyện	$0,91 \pm 0,04$	$0,92 \pm 0,03$	$0,77 \pm 0,06$
Động mạch cảnh chung trái	Trước tập luyện	$0,87 \pm 0,04$	$0,73 \pm 0,05$	$0,92 \pm 0,04$
	Sau tập luyện	$0,85 \pm 0,03$	$0,70 \pm 0,04$	$0,94 \pm 0,02$

Sau đợt luyện tập trên máy statoergometr, trạng thái tinh thần và thể chất của người tập đã quen và thích nghi hài hòa với trạng thái gắng sức trong quá tải bay. Sức co cơ tĩnh và sự dẻo dai tăng, nhịp thở đều, không còn vội vàng, chứng tỏ trạng thái tinh thần ổn định hơn trước. Sự co cơ đè ép lên mạch máu nhịp nhàng theo từng cấp độ yêu cầu của bài tập. Với số lượng bài tập là 10 lượt và thời gian tiến hành từ 2 - 4 tuần đã cải thiện tinh thần và sức khỏe rõ rệt. Khi so sánh chỉ số RI trước trong và sau giai đoạn luyện tập thấy RI gần như không thay đổi. Trong khi đó, Vps ở ĐM đùi và khoeo ở các thời điểm trước, trong và sau khi làm nghiệm pháp statoergometric giảm

($p < 0,01$), Vps ĐM cảnh chung tăng hơn so với trước quá trình tập luyện ($p < 0,05$). Điều này có thể giải thích là do người tập đã có sự chuẩn bị về tinh thần và sử dụng lực đạp chân để co cơ chi dưới và cơ bụng vừa đủ để đáp ứng với yêu cầu của từng cấp độ dẫn đến không huy động dư thừa sức lực hay năng lượng dự trữ của cơ thể. Ngoài ra, thể có sự điều hòa của hệ thần kinh trung ương và ngoại vi đối với trương lực mạch máu nên tốc độ dòng chảy tâm thu tối đa giảm ở các ĐM chi dưới và tăng ở ĐM cảnh chung. Sự thích nghi đó đã được thấy rõ ở các thay đổi tốc độ dòng máu sau quá trình tập trên máy mô phỏng quá tải bay statoergometr.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu sử dụng phương pháp khảo sát bằng siêu âm Doppler các chỉ số Vps và RI ĐM chi dưới và ĐM cảnh khi tiến hành kiểm tra sức cơ cơ tĩnh tạo ra trong quá trình thực hiện nghiệm pháp statoergometric. Sự thay đổi Vps và RI ở từng vị trí (động mạch đùi: Vps giảm, RI tăng; động mạch khoeo: Vps tăng, RI không đổi; động mạch cánh chung: Vps, RI giảm) và ngay sau khi thực hiện nghiệm pháp, Vps và RI biến đổi lớn có ý nghĩa. Các biến đổi phản ánh sự tái phân bố dòng máu cơ thể thông qua giảm lưu lượng xuống chi dưới và tăng dòng chảy lên não giống như trạng thái phi công quân sự chống lại quá tải bay đầu - chấu. Từ đó, giúp phi công quân sự hạn chế nguy cơ bị mất ý thức trong khi bay. Chỉ số Vps và RI trước, trong và sau nghiệm pháp statoergometric ở nhóm người Việt và người Nga không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Sau khóa tập luyện, chỉ số Vps đều giảm ở các giai đoạn cho thấy khả năng thích nghi và điều hòa đã giúp việc sử dụng năng lượng dự trữ hiệu quả hơn trước.

Lời cảm ơn: Chúng tôi xin chân thành cảm ơn các đồng nghiệp tại Khoa Y học hàng không vũ trụ, Học viện Quân y SM Kirov Liên bang Nga

đã giúp chúng tôi thực hiện nghiên cứu này. Chúng tôi cam kết không có xung đột lợi ích trong nghiên cứu và không nhận bất cứ một sự tài trợ nào.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Borixov BM, Rumak VS, Ushakov VS, Bukhtiarov IB, Quách Văn Mích, Phạm Xuân Ninh, Hoàng Ánh Tuyết và CS. Nghiên cứu khả năng thích nghi của phi công quân sự Việt Nam với các loại máy bay hiện đại do Nga sản xuất. Đề xuất các biện pháp bảo vệ sức khỏe nhằm đảm bảo an toàn bay và kéo dài tuổi bay cho phi công. *Tạp chí Sinh thái và sức khỏe con người: Tài liệu hội thảo khoa học- Trung tâm nhiệt đới Việt - Nga. Hà Nội.* 2010; 173-186.

2. Phạm Xuân Ninh, Trần Thanh Tuấn, Lê Tiến Hải, Nguyễn Minh Hải. Nghiên cứu điều kiện lao động và một số chỉ số sinh lý của phi công quân sự Việt nam lái các loại máy bay hiện đại do Liên bang Nga sản xuất. *Tạp chí khoa học và công nghệ nhiệt đới. Số 08. 6/2015;* 72-80.

3. Quân chủng Phòng không Không quân - Viện y học Hàng không. *Giáo trình y học hàng không.* Nhà xuất bản Quân đội nhân dân. 2004; 352t; 48-60.

4. Хоменко М.Н., Вартбаронов Р.А., Вовкодав В.С. и др. Обоснование методики статоэргометрической пробы с целью прогнозирования

переносимости пилотажных перегрузок у летного состава высокоманевренных самолетов // Авиакосм. и экол. мед. 2019. Т. 53. № 7. С. 76-83.

5. Благинин А.А. Авиационная и космическая медицина с физиологией летного труда: Учебник ВМедА им. С.М. Кирова. СПб., 2017.

6. Шумилина М.В. Возможности ультразвуковой доплерографии и дуплексного сканирования в диагностике стенозирующих поражений сонных артерий: Дис. ... канд. мед. наук. М., 1998

7. Hoffman J. Physiological aspects of sport training and performance // Human Kinetics. 2002.

8. Засядько К.И. и др. Методика физической подготовки летного состава для формирования психофизиологической устойчивости к воздействию перегрузок маневрирования // Вопросы здравоохранения. 2016. № 2. С. 52-62.

9. Клишин Г.Ю. Тренировочные комплексы подготовки летного состава к воздействию пилотажных перегрузок // Вестник ТГУ. 2019. № 4 (55). С. 35-44.