

## ĐẶC ĐIỂM CHỈ SỐ GIA TĂNG CỦA SÓNG ĐỘNG MẠCH Ở PHI CÔNG QUÂN SỰ VIỆT NAM

Nguyễn Hải Đăng<sup>1,\*</sup>, Lại Hùng Cường<sup>1</sup>, Nguyễn Oanh Oanh<sup>2</sup>

### TÓM TẮT

**Mục tiêu:** xác định chỉ số gia tăng sóng động mạch ở phi công quân sự Việt Nam. **Phương pháp:** nghiên cứu mô tả cắt ngang trên 123 phi công quân sự Việt Nam. Các chỉ số khảo sát gồm chỉ số Alp, Alp75. **Kết quả:** Chỉ số gia tăng sóng động mạch ở PCQS: Alp trung bình:  $-0,73 \pm 16,55$  (%); Alp75 trung bình:  $-0,61 \pm 14,74$  (%); Giá trị Alp, Alp75 tương quan thuận có ý nghĩa thống kê mức độ vừa đến chặt chẽ với tuổi (Alp:  $r = 0,539$  với  $p < 0,01$ ; Alp75:  $r = 0,612$  với  $p < 0,01$ ); tương quan thuận mức độ yếu đến vừa với số đo huyết áp tâm thu và tâm trương (Tương quan với HATT: Alp:  $r = 0,183$  với  $p < 0,05$ ; Alp75:  $r = 0,327$  với  $p < 0,01$ . Tương quan với HATT: Alp:  $r = 0,298$ ;  $p < 0,01$ ; Alp75:  $r = 0,462$  với  $p < 0,01$ ). Alp và Alp75 tăng ở PCQS số giờ bay tích lũy lớn hơn và không thấy liên quan với tình trạng BMI, rối loạn lipid máu ( $p > 0,05$ ). **Kết luận:** có sự gia tăng và tương quan một số chỉ số gia tăng sóng động mạch với tuổi, huyết áp và giờ bay ở phi công quân sự Việt Nam

**Từ khóa:** Phi công quân sự, sóng động mạch.

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hệ động mạch với chức năng chính là ống dẫn đưa máu giàu oxy và chất dinh dưỡng từ tim đến nuôi các tạng trong cơ thể. Tuy nhiên, các nghiên cứu về sinh bệnh lý mạch máu đã cho thấy tình trạng của động mạch liên quan trực tiếp đến bệnh tim mạch như nhồi máu cơ tim, bệnh động mạch ngoại vi và đột quỵ. Trong đó, cứng động mạch (arterial stiffness) được coi là yếu tố nguy cơ mới đối với bệnh tim mạch, là hậu quả của sự biến đổi chức năng và cấu trúc hệ thống động mạch [1]

Tim co bóp là động lực tạo ra sóng động mạch trên thành mạch, cùng với áp lực mạch, lan truyền theo đường đi của động mạch chủ đến động mạch ngoại vi và một phần sóng động mạch được phản xạ trở về tim. Động mạch chủ đoạn ngực được ví như một bộ đệm để tiếp thu áp lực tổng máu thất trái

trong thì tâm thu. Khi độ cứng động mạch tăng, tốc độ sóng mạch tăng, sóng phản xạ đến sớm hơn trong thì tâm thu, làm giảm tưới máu động mạch vành, tăng nhu cầu oxy cơ tim và tăng co bóp cơ tim để đáp ứng với các biến đổi tăng hậu gánh [1], [2].

Chỉ số gia tăng (Agmentation index – Alp), là đại lượng xác định mức độ chênh lệch giữa sóng thứ nhất và sóng thứ hai trong thì tâm thu. Chỉ số gia tăng là chỉ số tin cậy đối với đối tượng dưới 60 tuổi. Chỉ số gia tăng ở nhịp tim 75 nhịp/phút (Alp75) có vai trò tương tự, được dùng để so sánh giữa các đối tượng riêng lẻ được đo ghi Alp, loại trừ ảnh hưởng của nhịp tim đến giá trị đo được [3], [4].

Phi công quân sự (PCQS) là đối tượng lao động trong môi trường riêng biệt, chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố bất lợi tác động lên chức năng cơ thể như thiếu oxy, giảm áp, quá tải gia tốc, tiếng ồn, rung xóc và căng thẳng thần kinh tâm lý... Trạng thái sức khỏe của phi công nói chung, hệ tim mạch nói riêng có liên quan trực tiếp đến khả năng chịu đựng với các yếu tố bất lợi trong hoạt động bay, khả năng hoàn thành nhiệm vụ và đảm bảo an toàn bay [5].

Nghiên cứu được tiến hành với mục tiêu: xác định chỉ số gia tăng sóng động mạch ở

<sup>1</sup> Viện Y học Phòng không-Không quân

<sup>2</sup> Bệnh viện Quân y 103

\* Tác giả thực hiện chính và chịu trách nhiệm khoa học

Nguyễn Hải Đăng

Email: med.avi2020@gmail.com

Ngày tiếp nhận: 22/10/2019

Ngày phản biện: 25/10/2019

Ngày chấp nhận đăng: 18/12/2019

PCQS Việt Nam và tìm hiểu mối liên quan chỉ số gia tăng sóng động mạch với tuổi, số giờ bay, số đo huyết áp, BMI và rối loạn lipid máu ở đối tượng nghiên cứu.

## 2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

**2.1. Đối tượng nghiên cứu:** 123 nam PCQS giám định sức khỏe tại Viện Y học Phòng không – Không quân (PKKQ)/Quân chủng PK-KQ, thời gian từ tháng 10/2017 đến tháng 8/2018.

\* **Tiêu chuẩn chọn đối tượng nghiên cứu:** PCQS Việt Nam, đang thực hiện nhiệm vụ bay thường xuyên. Tự nguyện tham gia nghiên cứu.

\* **Tiêu chuẩn loại trừ:** Đối tượng mắc các bệnh cấp tính hoặc không chấp nhận tham gia nghiên cứu.

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

\* **Thiết kế nghiên cứu:** mô tả cắt ngang.

\* **Các chỉ số nghiên cứu:**

- Chỉ số gia tăng (Augmentation Index – Alp,

%); Chỉ số gia tăng ở mức nhịp tim 75 nhịp/phút (Alp75, %).

- Các chỉ tiêu lâm sàng: Tuổi, chiều cao, cân nặng, BMI, huyết áp, nhịp tim.

- Các chỉ tiêu cận lâm sàng: nồng độ cholesterol, triglycerid, HDL-cholesterol và LDL-cholesterol máu.

\* **Phương pháp xác định các chỉ số nghiên cứu**

- Chỉ số gia tăng sóng động mạch: sử dụng máy đo đánh giá chức năng động mạch không xâm nhập *AngioScan-01* (Hãng *AngioScan-Electronic – LB Nga*), phương pháp đo thể tích mạch đầu ngón tay (Digital volume Pulse – DVP), đầu đo sử dụng bước sóng cận hồng ngoại 960nm, tính toán các chỉ số cứng động mạch trên cơ sở đo đường viền sóng mạch.

Đối tượng nghỉ ngơi trước đo 10 phút, ngồi tĩnh tại trên ghế, bộ cảm biến kẹp ở đầu ngón trỏ bàn tay phải, tư thế tay phải ngang với tim phải. Đối tượng không cử động trong quá trình đo (hình 2.1).



Hình 2.1. Máy đo chức năng động mạch không xâm nhập

Bảng 2.1. Phân loại huyết áp

| Phân loại       | Huyết áp tâm thu | /       | Huyết áp tâm trương |
|-----------------|------------------|---------|---------------------|
| Tối ưu          | <120mmHg         | Và      | <80mmHg             |
| Bình thường     | 120-129 mmHg     | Và/hoặc | 80-84 mmHg          |
| Bình thường cao | 130-139 mmHg     | Và/hoặc | 85-89 mmHg          |
| Tăng HA độ I    | 140-159 mmHg     | Và/hoặc | 90-99 mmHg          |
| Tăng HA độ II   | 160-179 mmHg     | Và/hoặc | 100-109 mmHg        |
| Tăng HA độ III  | ≥180mmHg         | Và hoặc | ≥110 mmHg           |

- Các chỉ tiêu lâm sàng và cận lâm sàng: Quy trình giám định PCQS mô tả tại Điều lệ Giám định Y khoa Không quân (2014). Huyết áp động mạch được đo bằng phương pháp Korotkoff; nhịp tim, chiều cao và cân nặng đo theo phương pháp chuẩn. Xét nghiệm các chỉ số lipid máu trên máy Sysmex BX-4000, theo phương pháp enzyme so màu.

+ Chỉ số BMI được đánh giá theo tiêu chuẩn WHO (2002) dành cho người châu Á-TBD: Bình thường: từ 19 đến 22,9 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ); dư cân: từ 23 đến 24,9 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ); béo phì: Từ 25 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) trở lên.

+ Huyết áp (HA) động mạch được đánh giá theo khuyến cáo của Hội Tim mạch Việt Nam (2015) (bảng 2.1)

- Rối loạn lipid máu được đánh giá theo khuyến cáo của Hội Tim mạch Việt Nam (2008), khi có một trong các yếu tố: Cholesterol tăng  $> 5,2 \text{ mmol/l}$ ; Triglycerid tăng  $> 1,7 \text{ mmol/l}$ ; HDL - Cholesterol giảm  $< 1 \text{ mmol/l}$ ; LDL - Cholesterol tăng  $> 3,4 \text{ mmol/l}$ .

**2.3. Xử lý số liệu:** Số liệu nghiên cứu được xử lý theo thuật toán thống kê trên phần mềm SPSS 22.0. Trong đó, các biến liên tục được mô tả bằng giá trị trung bình, độ lệch chuẩn; các biến thứ hạng được mô tả bởi tỷ lệ %; so sánh giá trị trung bình của các phân nhóm theo thuật toán ANOVA; đánh giá tương quan tuyến tính đơn biến giữa hai biến liên tục bằng hệ số tương quan  $r$  của Pearson, với  $r$  dương: tương quan thuận,  $r$  âm: tương quan nghịch,  $r=0$ : không có tương quan,  $|r| < 0,3$ : tương quan yếu,  $0,3 \leq |r| < 0,5$ : tương quan vừa,  $0,5 \leq |r| < 0,7$ : tương

quan chặt chẽ,  $|r| \geq 0,7$ : tương quan rất chặt chẽ.

**2.4. Đạo đức trong nghiên cứu:** Nghiên cứu tuân thủ đầy đủ các quy định về đạo đức y học trong nghiên cứu. Đối tượng nghiên cứu được giải thích về kỹ thuật đo chỉ số gia tăng sóng động mạch và tự nguyện tham gia nghiên cứu. Kỹ thuật đo chỉ số gia tăng sóng động mạch là kỹ thuật đo không xâm nhập, không gây ảnh hưởng sức khỏe và có mức độ an toàn cao trong thực hiện.

### 3. KẾT QUẢ VÀ BÀN LUẬN

#### 3.1. Đặc điểm chung đối tượng nghiên cứu

Bảng 3.1. cho thấy tuổi trung bình PCQS là  $38,08 \pm 10,1$  (năm), chủ yếu là tuổi trên 35 tuổi, chiếm 66,7 %; PCQS có phân bố số giờ bay tích lũy không có sự khác biệt lớn giữa mức  $< 500$  giờ, 500-1000 giờ và trên 1000 giờ.

Bảng 3.2 cho thấy có 88,6% PCQS dư cân và béo phì, 18,7% tăng HA và 65% rối loạn lipid máu.

#### 3.2. Đặc điểm giá trị chỉ số gia tăng sóng động mạch ở PCQS

Kết quả nghiên cứu tại bảng 3.3 tương đương với các nghiên cứu của Brillante DG (2008) và Natalie Arnold (2017) trên quần thể người khỏe mạnh [6], [7]. Nhóm PCQS và nhóm chứng có sự khác biệt về môi trường lao động, PCQS phơi nhiễm với nhiều yếu tố bất lợi như thiếu oxy, giảm áp, quá tải gia tốc, rung xóc, tiếng ồn và căng thẳng thần kinh tâm lý.

**Bảng 3.1.** Tuổi, phân bố tuổi và giờ bay tích lũy

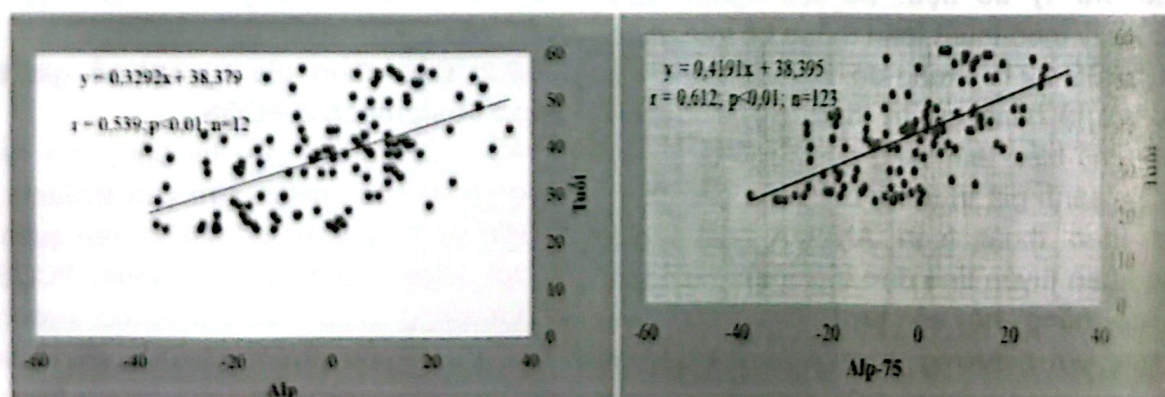
| Chỉ tiêu đánh giá   | PCQS (n=123)     |
|---------------------|------------------|
| Tuổi                | $38,08 \pm 10,1$ |
| Phân bố tuổi (n,%)  |                  |
| < 35 tuổi           | 41 (33,3%)       |
| $\geq 35$ tuổi      | 82 (66,7%)       |
| Số giờ bay tích lũy |                  |
| < 500 giờ           | 46 (37,4%)       |
| 500 – 1000 giờ      | 31 (25,2%)       |
| > 1000 giờ          | 46 (37,4%)       |

**Bảng 3.2.** Tình trạng HA, mạch, BMI và rối loạn lipid máu

| Chỉ tiêu đánh giá          | PCQS (n=123) |
|----------------------------|--------------|
| Tình trạng HA (n,%)        |              |
| Tối ưu                     | 21 (17,1%)   |
| Bình thường                | 46 (37,4%)   |
| Bình thường cao            | 33 (26,8%)   |
| Tăng huyết áp              | 23 (18,7%)   |
| Tình trạng BMI (n,%)       |              |
| Bình thường                | 14 (11,4%)   |
| Dư cân, Béo phì            | 109 (88,6%)  |
| Tình trạng lipid máu (n,%) |              |
| Bình thường                | 43 (35%)     |
| Rối loạn chuyển hóa lipid  | 80 (65%)     |

**Bảng 3.3.** Giá trị trung bình chỉ số gia tăng sóng động mạch ở PCQS

| Chỉ số     | $\bar{X} \pm SD$  |
|------------|-------------------|
| Alp (%)    | $-0,73 \pm 16,55$ |
| Alp-75 (%) | $-0,61 \pm 14,74$ |

**Biểu đồ 3.1.** Mối tương quan giữa Alp và Alp75 với tuổi

Các yếu tố bất lợi đó đều ảnh hưởng đến hệ tim mạch, gây tăng nhịp tim, giãn mạch ngoại vi và biến đổi huyết áp, quá tải +Gz thay đổi huyết động, giảm tưới máu não, mạch vành và tăng cung lượng tim, rung xóc làm rối loạn vi tuần hoàn, tiếng ồn và căng thẳng thần kinh tâm lý gây tăng xơ vữa mạch máu. Bên cạnh đó, tình trạng tăng HA, tăng BMI và RLLP máu khá thường gặp có thể gây hậu quả xơ vữa động mạch, do đó làm tăng cứng mạch.

**3.3. Mối liên quan chỉ số gia tăng sóng động mạch với tuổi, số đo huyết áp, giờ bay, BMI và rối loạn lipid máu ở PCQS**

Chỉ số Alp có mối tương quan thuận với tuổi với hệ số tương quan  $r = 0,539$ ; Sự tương quan này có ý nghĩa thống kê với  $p < 0,01$ . Chỉ số Alp75 có mối tương quan thuận với tuổi với hệ số tương quan  $r = 0,612$ ; Sự tương quan này có ý nghĩa thống kê với  $p < 0,01$ . Kết quả này phù hợp với cơ chế tuổi tăng làm thay đổi cấu trúc, tính đàn hồi thành mạch do đó làm tăng độ cứng động mạch. Bên cạnh đó, có những yếu tố ảnh hưởng đến độ cứng động mạch xuất hiện nhiều hơn khi tuổi tăng, như THA tâm thu, rối loạn chuyển hóa lipid, dư cân và béo phì. Kết quả này cũng phù hợp

với nghiên cứu của Brillante DG (2008) và Natalie Arnold (2017) trong đó các chỉ số cứng tương quan thuận với tuổi [6], [7].

Số giờ bay tích lũy là yếu tố đặc thù nghề nghiệp của PCQS, phản ánh tuổi nghề, đồng thời cũng phản ánh sự tích lũy các yếu tố bất

lợi về sinh lý trong hoạt động bay. Kết quả nghiên cứu cho thấy ở các PCQS có số giờ bay cao hơn có tình trạng tăng độ cứng động mạch, giá trị Alp5 có vẻ phản ánh mối liên quan nhạy hơn Alp (bảng 3.4).

**Bảng 3.4.** Mối liên quan chỉ số gia tăng sóng động mạch với số giờ bay của PCQS

| Số giờ bay tích lũy        | Chỉ số gia tăng (%)                                    |                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                            | Alp                                                    | Alp75                            |
| < 500 giờ ( n=46) (1)      | -8,93 ± 14,81                                          | -8,67 ± 13,56                    |
| 500 - 1000 giờ ( n=31) (2) | -1,94 ± 16,38                                          | -0,33 ± 13,80                    |
| ≥ 1000 giờ ( n=46) (3)     | 8,28 ± 13,85                                           | 7,25 ± 12,18                     |
| <b>p</b>                   | P <sub>(1-3;2-3)</sub> <0,05, P <sub>(1-2)</sub> >0,05 |                                  |
|                            |                                                        | P <sub>(1-2;1-3;2-3)</sub> <0,05 |

**Bảng 3.5.** Tương quan chỉ số gia tăng sóng động mạch với số đo HA ở PCQS

| Số đo HA     | Chỉ số gia tăng (%) |       |       |       |
|--------------|---------------------|-------|-------|-------|
|              | Alp                 |       | Alp75 |       |
|              | r                   | p     | r     | p     |
| HATT (mmHg)  | 0,183               | <0,05 | 0,327 | <0,01 |
| HATTr (mmHg) | 0,298               | <0,01 | 0,462 | <0,01 |

**Bảng 3.6.** Mối liên quan các chỉ số cứng động mạch với tình trạng BMI

| Chỉ số gia tăng | Nhóm BMI           |               | p       |
|-----------------|--------------------|---------------|---------|
|                 | Bình thường (n=14) | Tăng (n=109)  |         |
| Alp (%)         | 2,58 ± 11,61       | -1,16 ± 17,08 | p >0,05 |
| Alp-75 (%)      | 2,81 ± 14,73       | -1,05 ± 14,75 | p >0,05 |

**Bảng 3.7.** Mối liên quan các chỉ số cứng động mạch với rối loạn lipid máu

| Chỉ số gia tăng | Rối loạn lipid máu |               | p       |
|-----------------|--------------------|---------------|---------|
|                 | Không (n=43)       | Có (n=80)     |         |
| Alp (%)         | -1,84 ± 17,97      | -0,14 ± 15,82 | p >0,05 |
| Alp-75 (%)      | -2,47 ± 16,54      | 0,38 ± 13,68  | p >0,05 |

Alp và Alp75 có tương quan thuận với HA tâm thu và tâm trương. Kết quả này phù hợp với cơ chế bệnh sinh và kết quả các nghiên cứu trước đây. Trong đó thay đổi độ cứng động mạch làm tăng sức cản ngoại vi hệ động mạch, tăng hậu gánh theo đó tăng sức co bóp cơ tim, lâu dài dẫn đến tình trạng tăng huyết áp. Ngược lại, huyết áp tăng làm thay đổi cấu trúc và chức năng thành mạch, theo đó làm

tăng độ cứng động mạch và thay đổi các chỉ số độ cứng đo được trong đó có chỉ số gia tăng sóng động mạch [8].

Tuy nhiên, nghiên cứu này chưa tìm thấy mối liên hệ có ý nghĩa giữa các chỉ số độ cứng động mạch với tình trạng dư cân, béo phì và RLLP máu, là các yếu tố có liên quan đến xơ vữa động mạch, làm thay đổi cấu trúc và tăng độ cứng động mạch. Có thể do

nghiên cứu thực hiện trên một nhóm đối tượng đặc thù, chưa đảm bảo tính đa dạng như cộng đồng, tỷ lệ rối loạn đư cân và béo phì lớn (87,8%) cũng như RLLP máu cao (70,7%).

Nghiên cứu có một số hạn chế: nghiên cứu mô tả ở một nhóm đối tượng có phân bố tuổi hẹp. Nghiệm pháp đo độ cứng động mạch trên máy AngioScan 01 có tính chất gián tiếp.

Kết quả nghiên cứu cho thấy sự cần thiết mở rộng phạm vi nghiên cứu, tăng số lượng và tiến hành theo dõi dọc đối tượng nghiên cứu trong tương lai.

#### 4. KẾT LUẬN

Kết quả cho thấy:

- Chỉ số gia tăng sóng động mạch ở PCQS: Alp trung bình:  $-0,73 \pm 16,55$  (%); Alp75 trung bình:  $-0,61 \pm 14,74$  (%).

- Giá trị Alp, Alp75 tương quan thuận có ý nghĩa thống kê mức độ vừa đến chặt chẽ với tuổi (Alp:  $r = 0,539$  với  $p < 0,01$ ; Alp75:  $r = 0,612$  với  $p < 0,01$ ); tương quan thuận mức độ yếu đến vừa với số đo huyết áp tâm thu và tâm trương (Tương quan với HATT: Alp:  $r = 0,183$  với  $p < 0,05$ ; Alp75:  $r = 0,327$  với  $p < 0,01$ . Tương quan với HATTr: Alp:  $r = 0,298$ ;  $p < 0,01$ ; Alp75:  $r = 0,462$  với  $p < 0,01$ ). Alp và Alp75 tăng ở PCQS số giờ bay tích lũy lớn hơn và không thấy liên quan với tình trạng BMI, rối loạn lipid máu ( $p > 0,05$ ).

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Fleenor BS, Berrones AJ (2015), Chapter 1: Overview of Arterial

- Stiffness. Arterial Stiffness: Implications and Interventions. DOI: 10/2007/978-3-319-24844-8.
2. Fleenor BS, Berrones AJ (2015), Chapter 3: Implications of Arterial Stiffness. Arterial Stiffness: Implications and Interventions. DOI: 10/2007/978-3-319-24844-8.
3. Elgendi T (2012), On the analysis of Fingertip Photoplethysmogram Signals. Current Cardiology reviews, 8:14-25.
4. Millasseau SC et al. (2006), Contour analysis of the photoplethysmography pulse measured at the finger. J Hypertension, 24:1449-1456.
5. Nicol FD et al (2018), An introduction to aviation cardiology. Heart 2019; 105: s3-s8. Doi: 10.1136/heartjnl-2018-313019.
6. Brillante DG et al (2008), Arterial stiffness indices in healthy volunteers using non-invasive digital photoplethysmography. Blood pressure, 2008; 17: 116-123. Doi: 10.1080/08037050802059225.
7. Arnold N et al (2017), Relation between Arterial Stiffness and Markers of Inflammation and Hemotasis – Data from the Population – based Gutenberg Health Study. Sci Rep.7:6346.
8. Safar ME (2017), Arterial Stiffness as a risk factor for clinical hypertension. Nat Rev Cardiol. 15(2):97-105. Doi: 10.1038/nrcardio.2017.155.

## SUMMARY

## AUGMENTATION INDEXES OF ARTERIAL PULSE WAVE IN VIETNAMESE MILITARY PILOTS

Nguyen Hai Dang<sup>1</sup>, Lai Hung Cuong<sup>1</sup>, Nguyen Oanh Oanh<sup>2</sup><sup>1</sup> Air Defence-Air Force Medical Institute<sup>2</sup> Military Hospital No103**Objectives:** determination of augmentation indexes of arterial pulse wave in military pilots.

**Methods:** Cross-sectional study of 123 Vietnamese male military pilots. The indexes include Alp and Aip75. **Results:** Augmentation indexes of arterial pulse wave in military pilots: augmentation index (Alp):  $-0.73 \pm 16.55(\%)$ ; augmentation index at 75 pulses per minute of heart rate (Aip75):  $-0.61 \pm 14.74(\%)$ . The values of Alp, Aip75 were statistically significant positive correlation with age (Alp:  $r=0.539$ ,  $p<0.01$ ; Aip75:  $r=0.612$ ,  $p<0.01$ ) and blood pressure (Correlation with systolic blood pressure: Alp:  $r=0.183$ ,  $p<0.05$ ; Aip75:  $r=0.327$ ,  $p<0.01$ . Correlation with diastolic blood pressure: Alp:  $r=0.298$ ,  $p<0.01$ ; Aip75:  $r=0.462$ ,  $p<0.01$ ). Alp and Aip75 were higher in military pilots with more flight hours ( $p<0,05$ ) and no association with BMI, dyslipidemia ( $p> 0.05$ ). **Conclusion:** There is increase in Alp and Aip75 and correlation with age, blood pressure and flight hours in Vietnam military pilots.

**Keyword:** military pilot, arterial pulse waves.