

## ARTERINIO KRAUJO SPAUDIMO ADAPTACIJOS LAIKO PRIKLAUSOMYBĖS NUO APKROVOS DYDŽIO TYRIMAS

Mečislovas Mariūnas<sup>1</sup>, Zyta Kuzborska<sup>2</sup>

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas*

*El. paštas: <sup>1</sup>mariunas@vgtu.lt; <sup>2</sup>zyta.kuzborska@vgtu.lt*

**Santrauka.** Nagrinėta arterinio kraujo spaudimo adaptacijos laiko priklausomybė nuo apkrovos dydžio, amžiaus ir lyties. Tirtos trys vyriškos ir moteriškos lyties skirtingo amžiaus grupės. Apkrovos dydis buvo keistas nuo 50 W iki 150 W. Tyrimams naudotas „Kettler“ veloergometras ir kompiuterizuota „Siemens“ bei „SpaceLabs Medical“ informacijos registravimo sistema. Buvo registruojamas arterinio kraujo spaudimo pokytis esant nustatytai apkrovai kintant laikui. Apskaičiuota, kad keičiant apkrovos dydį nuo 50 W iki 150 W skirtingo amžiaus vyrų grupėse arterinis kraujo spaudimas apytiksliai padidėjo 1,2 karto, o adaptacijos laikas pailgėjo 2,9 karto; moterų skirtingo amžiaus grupėse arterinis kraujo spaudimas apytiksliai padidėjo 1,3 karto, o adaptacijos trukmė – 2,6 karto. Nustatyta, kad kuo ilgesnis adaptacijos laikas ir kuo labiau padidėja arterinis kraujo spaudimas, tuo sunkiau organizmas prisitaiko prie apkrovos.

**Reikšminiai žodžiai:** arterinis kraujo spaudimas, adaptacija, pastovi apkrova, amžius, lytis.

### Ivadas

Širdies ir kraujagyslių sistemos darbo parametru pokyčius nuo keičiamos apkrovos dydžio tyrė daugelio šalių mokslininkai (Miller 2001; Laukkanen 2001; Mariūnas 2007). Medicinos ir sporto mokslo šaltiniuose nagrinėjamas širdies susitraukimų dažnis (toliau – ŠSD) ir arterinis kraujo spaudimas (toliau – AKS) (Mariūnas 2004), nustatant fizinę krūvį (pastovų arba šuolinį) tik vyrų arba tik moterų amžiaus grupėse, esant skirtingam eksperimento laikui (Mariūnas 2004; Cammenthaler 2000).

Fizinio krūvio poveikis adaptacijos ir reakcijos trukmei – arteriniam kraujo spaudimui esant pastoviai apkrovai ir laikui skirtingose vyrų ir moterų amžiaus grupėse yra nepakankamai ištirtas (Cammenthaler 2000; Michael 2003).

Nagrinėjant darbingų žmonių galimybes atlikti tam tikrą fizinį darbą labai svarbu nustatyti arterinio kraujo spaudimo priklausomybės nuo apkrovos dydžio, amžiaus, lyties ir adaptacijos esant tam tikrai apkrovai trukmę. Remiantis nustatyta priklausomybe darbuotojui galima rekomenduoti tinkamiausią krūvį. Publikuotuose mokslo šaltiniuose kol kas ši problema menkai ištirta.

Šio darbo tyrimo tikslas – išanalizuoti arterinio kraujo spaudimo adaptacijos laiko priklausomybę nuo apkrovos dydžio ir lyties skirtingo amžiaus grupėse.

### Tyrimo metodika

Tyrime dalyvavo 60 žmonių be ryškių patologinių požymių, iš jų 30 – vyrų, 30 – moterų. Tiriamieji padalyti į 3

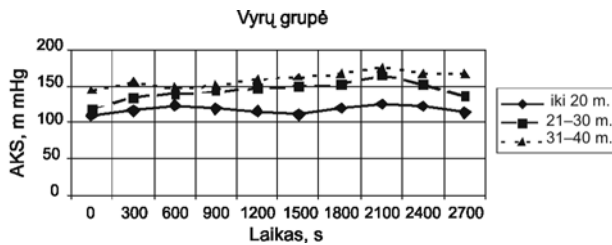
grupes pagal amžių: iki 20 metų, 21–30 metų, 31–40 metų. Kiekvienoje skirtingo amžiaus žmonių grupėje vidutiniškai buvo po 10 žmonių. Visiems eksperimento dalyviams ŠSD ir AKS registruotas kompiuterizuota „Siemens“ ir „SpaceLabs Medical“ duomenų apdorojimo sistema. Atliekant tyrimą ši kompiuterizuota sistema susieta su veloergometru „Kettler“ tam, kad tiriamasis galėtų atlikti tam tikrą fizinę krūvį. Apkrova matuota vatais (W). Veloergometrija atlikta esant pastoviai apkrovai. Tirti pasirinktos trys apkrovos: 50 W, 100 W ir 150 W. Pradinis pastovios apkrovos krūvis buvo 50 W, jo trukmė – 40 min., vėliau 20 min. ir 100 W, dar vėliau – 20 min. ir 150 W. Kiekvienam tiriamajam ŠSD ir AKS buvo matuojamas kas 5 minutes. Prieš atliekant tyrimą kiekvienam tiriamajam buvo matuojamas ŠSD ir AKS ir taikytas 3–5 minučių apšilimas, kai krūvis 25 W. Bandymai kartoti 3 kartus.

### Rezultatai

Per eksperimentinį tyrimą buvo tirta AKS reakcija adaptacijos metu esant pastoviai apkrovai kintant laikui. Tyrimo rezultatai pavaizduoti 1–6 paveiksluose. Iš jų matyti, kad visose vyrų ir moterų grupėse AKS priklausomybė nuo apkrovos ir laiko kinta skirtingai.

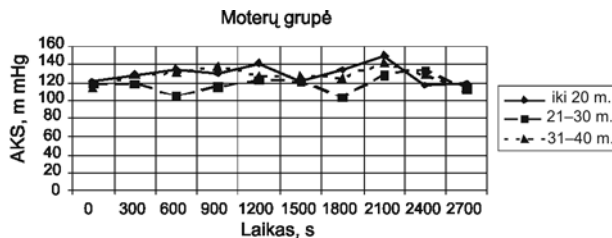
Iš pateiktų grafikų (1–6 pav.) matyti, kad AKS grafikuose vyrų ir moterų amžiaus grupėse egzistuoja kritiniai taškai, kuriuose išskiriamas adaptacijos periodas. Adaptacijos laikas suprantamas kaip laikas, per kurį AKS pasiekia pirmąją maksimalią reikšmę ir paskui pradeda mažėti, arba matematiškai – tai toks laikas, kai AKS

pirmoji išvestinė lygi nuliui –  $\partial BP / \partial t = 0$ . Šie kritiniai taškai parodo, kad reakcija adaptacijos laikotarpiu, kai yra skirtingos apkrovos, skiriasi. Į 50 W apkrovą žmogaus organizmas beveik nereaguoja, o padidinus apkrovą iki 100 W ir 150 W reakcija adaptacijos laikotarpiu atitinkamai padidėja.



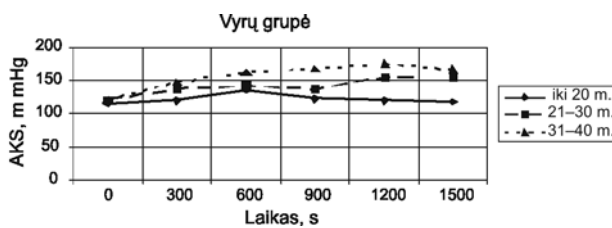
1 pav. AKS priklausomybė nuo laiko tiriant vyrų grupes esant pastoviai 50 W apkrovai

Fig. 1. Arterial blood pressure time dependence of men in groups at a constant load of 50 W



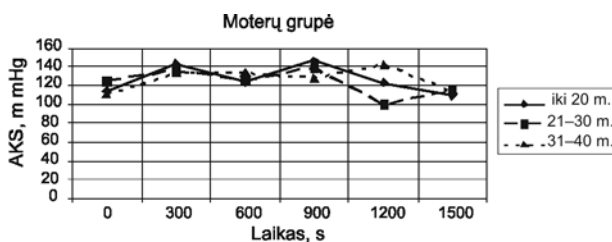
2 pav. AKS priklausomybė nuo laiko tiriant moterų grupes esant pastoviai 50 W apkrovai

Fig. 2. Arterial blood pressure time dependence of women in groups at a constant load of 50 W



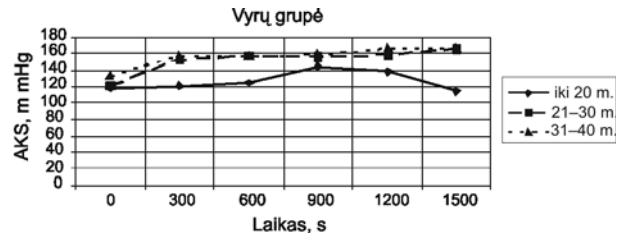
3 pav. AKS priklausomybė nuo laiko vyrų grupėse esant pastoviai 100 W apkrovai

Fig. 3. Arterial blood pressure time dependence of men in groups at a constant load of 100 W



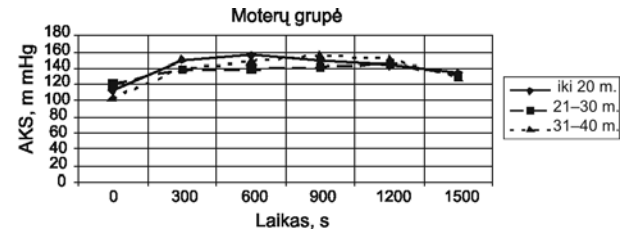
4 pav. AKS priklausomybė nuo laiko moterų grupėse esant pastoviai 100 W apkrovai

Fig. 4. Arterial blood pressure time dependence of women in groups at a constant load of 100 W



5 pav. AKS priklausomybė nuo laiko tiriant vyrų grupes esant pastoviai 150 W apkrovai

Fig. 5. Arterial blood pressure time dependence of men in groups at a constant load of 150 W



6 pav. AKS priklausomybė nuo laiko tiriant moterų grupes esant pastoviai 150 W apkrovai

Fig. 6. Arterial blood pressure time dependence of women in groups at a constant load of 150 W

Tiriant širdies darbo reakciją į padidėjusią apkrovą kintant laikui AKS išvestinės ir jų santykiai buvo skaičiuoti pagal tokią išraišką:

$$DBP = \frac{\frac{\partial BP_{fi}}{\partial t}}{\frac{\partial BP_{p1}}{\partial t}} = \frac{\partial BP_{fi}}{\partial BP_{p1}}$$

čia  $DBP$  –  $i$ -osios ir pradinės (pirminės) apkrovų AKS išvestinių santykis,  $\frac{\partial BP_{fi}}{\partial t}$  –  $i$ -osios apkrovos AKS funkcija,  $\frac{\partial BP_{p1}}{\partial t}$  – pradinės apkrovos AKS funkcija (Mariūnas 2007).

Iš skaičiavimo rezultatų matyti, kad iki 20 m. vyrų grupėje AKS išvestinių santykių skaičiuotosios vertės atitinka apkrovos padidėjimo santykį. Kai apkrova buvo 2 kartus didesnė, t. y. 100 W, tai AKS išvestinių santykių skaičiuotąsias vertes atitinka 1,06, o adaptacijos laikas pailgėja 1,72 karto. Kai apkrova buvo 3 kartus didesnė, t. y. 150 W, AKS išvestinių santykių skaičiuotąsias vertes atitiko 1,25, o adaptacijos laikas pailgėjo 2,29 karto. Moterų grupėje iki 20 m., kai apkrova 100 W, AKS išvestinių santykių skaičiuotąsias vertes atitiko 1,08 karto, o adaptacijos laikas pailgėjo 1,38 karto. Esant 150 W apkrovai AKS išvestinių santykių skaičiuotąsias vertes atitiko 1,16 karto, o adaptacijos laikas pailgėjo 2,25 karto.

21–30 m. vyrų grupėje AKS išvestinių santykių skaičiuotąsias vertes esant 100 W apkrovai atitiko 1,11,

adaptacijos laikas pailgėjo 2,0 karto; esant 150 W apkrovai 1,25, adaptacijos laikas pailgėjo 3,0 karto. 21–30 m. moterų grupėje esant 100 W apkrovai AKS išvestinių santykių skaičiuotąsias vertes atitiko 1,08 karto, o adaptacijos laikas pailgėjo 1,8 karto. Esant 150 W apkrovai AKS išvestinių santykių skaičiuotąsias vertes atitiko 1,18 karto, o adaptacijos laikas pailgėjo 2,6 karto.

31–40 m. vyrų grupėje AKS išvestinių santykių skaičiuotąsias vertes esant 100 W apkrovai atitiko 1,07, o adaptacijos laikas pailgėjo 3,0 karto. Tuomet, kai apkrova 150 W, AKS išvestinių santykių skaičiuotąsias vertes atitiko 1,09, o adaptacijos laikas pailgėjo 3,33 karto. Moterų 31–40 m. amžiaus grupėje, kai apkrova 100 W, AKS išvestinių santykių skaičiuotąsias vertes atitiko 1,04 karto, o adaptacijos laikas pailgėjo 2,0 karto. Esant 150 W apkrovai AKS išvestinių santykių skaičiuotąsias vertes atitiko 1,21 karto, o adaptacijos laikas pailgėjo 3,0 karto.

Atlikus analizę matyti, kad arterinio kraujo spaudimo grafikuose vyrų ir moterų amžiaus grupėse egzistuoja kritiniai taškai, rodantys, kad organizme įvyko tam tikrų pokyčių – tai rodo adaptacija prie fizinio krūvio. Keičiant apkrovos dydį nuo 50 W iki 150 W skirtingo amžiaus vyrų grupėse arterinis kraujo spaudimas vidutiniškai padidėjo 1,2 karto, o adaptacijos laikas – 2,9 karto; skirtingo amžiaus moterų grupėse arterinis kraujo spaudimas vidutiniškai padidėjo 1,3 karto, o adaptacijos laikas – 2,6 karto.

Nustatytų būdingųjų taškų parametrų reikšmės ir išvardytų širdies darbo parametrų pokyčių visuma gali būti taikoma žmogaus darbingumo lygiui nustatyti ir leistinam fiziniam krūviui normuoti.

## Apibendrinimas

1. Keičiant apkrovos dydį nuo 50 W iki 150 W skirtingo amžiaus vyrų grupėse arterinis kraujo spaudimas vidutiniškai padidėjo 1,2 karto, o adaptacijos laikas – 2,9 karto; skirtingo amžiaus moterų grupėse arterinis kraujo spaudimas vidutiniškai padidėjo 1,3 karto, o adaptacijos laikas – 2,6 karto.

2. Kuo ilgesnis adaptacijos laikas, kuo labiau padidėja arterinis kraujo spaudimas, tuo sunkiau organizmas prisitaiko prie nustatytos apkrovos, todėl, normuojant krūvį, pavyzdžiui, sportininkams ar kitoms žmonių grupėms, reikia į tai atsižvelgti.

## Literatūra

- Cammenthaler, S.; Palatini, P. 2000. Recovery of heart rate after exercise, *Journal Medical* 342: 662–663.
- Laukkanen, R. M. 2001. Heart rate during aerobic classes in women with different previous experience of aerobics, *European Journal of Applied Physiology* 84: 64–68. doi:10.1007/s004210000338
- Mariūnas, M.; Kojelytė, K. 2004. *Influence of muscle's fatigue to its biosignals' characteristics*. A Publication of the international association of Science and technology for development – IASTED. 80–85.
- Mariūnas, M.; Kuzborska, Z. 2007. Research into the heart rate and blood pressure dependence on loading and time, *Journal of Vibroengineering* 9: 51–54.
- Michael, F.; Rourke, O. 2003. Vascular mechanics in the clinic, *Journal of Biomechanics* 36: 623–630. doi:10.1016/S0021-9290(02)00440-2
- Miller, T.; Roger, V.; Milavetz, J. 2001. Assessment of the exercise electrocardiogram in women versus men using tomographic myocardial perfusion imaging as the reference standard, *Am J Cardiol* 87: 868–873. doi:10.1016/S0002-9149(00)01528-9

## RESEARCH ON THE TIME-DEPENDENT ADAPTATION OF ARTERIAL BLOOD PRESSURE CONSIDERING LOAD VALUE

M. Mariūnas, Z. Kuzborska

### Abstract

The article analyses the time-dependent adaptation of arterial blood pressure with reference to load value, age and gender. Three male and female groups of different age were investigated applying load from 50 W to 150 W. Veloergometer “Kettler” and computerized “Siemens” and SpaceLabs Medical” data recording systems were used during investigation. Variations in arterial blood pressure having established load within changing time period were recorded. It was discovered that along with changes in load from 50 W to 150 W, arterial blood pressure in male groups of different age increased approximately 1,2 times and adaptation time prolonged 2,9 times. In female groups of different age, arterial blood pressure increased approximately 1,3 times and adaptation time prolonged 2,6 times. It was acknowledged that the longer was adaptation time and the larger was an increase in arterial blood pressure, the more complicated was adaptation to the load.

**Keywords:** arterial blood pressure, adaptation, constant load, age, gender.