

MIERNA NADMORSKÁ VÝŠKA A SRDCOVÉ ARYTMIE U ZDRAVÝCH MUŽOV NAD 50 ROKOV

¹Štefan KUJANÍK, ²Marián SNINČÁK, ³Juraj PODRACKÝ, ⁴Ján VOKÁL, ⁵Juraj KOVAČ

¹Ústav fyziológie Lekárskej fakulty UPJŠ, Košice

²Interné oddelenie Leteckej vojenskej nemocnice, Košice

³Oddelenie funkčnej diagnostiky Fakultnej nemocnice s poliklinikou, Košice

⁴bývalý Výskumný ústav humánnej bioklimatológie, Štrbské Pleso

⁵Klinika otorinolaryngológie Lekárskej fakulty UPJŠ a FN s poliklinikou v Košiciach, Slovenská republika

Súhrn

Mierna nadmorská výška (1000–3000 m) môže byť jedným z rizikových faktorov srdcových arytmii hlavne vo vyšších decéniách a pre ľudí trvale žijúcich na nížine.

Cieľ práce: sledovať 24-hodinovú periodicitu supraventrikulárnych (SVES) a komorových extrasystol (KES) na nížine a v miernej nadmorskej výške a ich výskyt počas výstupu lanovkou u zdravých mužov nad 50 rokov veku.

Metodika: Sledovaní 96 zdraví muži nad 50 rokov – 45 na nížine v Košiciach (211 m), 31 na Štrbskom Plese (1350 m) a 20 počas transportu lanovkou z Tatranskej Lomnice (898 m) na Lomnický štít (2632 m) a späť. Registrovali sme dlhodobý elektrokardiogram Holterovou metódou, vyhodnocoval sa druh a počet srdcových arytmii.

Výsledky: SVES boli za 24 hodín na nížine signifikantne častejšie ako KES (760 ku 554, $p < 0,00006$, z-test). Na Štrbskom Plese bolo vo väčšine hodinových intervalov signifikantne viac SVES (v 17 z 24 intervalov) aj KES (v 19 z 24) ako v Košiciach. SVES boli za 24 hodín tiež signifikantne častejšie ako KES (1053 to 1016, $p < 0,0076$, z-test). Najvyšší výskyt SVES a KES bol ráno a predpoludním, v noci ich bolo signifikantne menej ako cez deň. V dennom období (7.00–19.00 h) sa vyskytovalo signifikantne viac extrasystol ($p = 0,0015$ u KES a $p = 0,0003$ u SVES, z-test) ako v nočnom (19.00–7.00 h). Počas transportu lanovkou bolo v horských oblastiach signifikantne viac extrasystol (párový t-test) ako v údolnej stanici, hemodynamické parametre sa však podstatne nemenili.

Záver: Naše výsledky ukazujú, že výskyt SVES aj KES u zdravých mužov nad 50 rokov je signifikantne vyšší v miernej nadmorskej výške ako na nížine aj po aklimatizácii, hlavne cez deň. Počas transportu lanovkou je výskyt priamo úmerný nadmorskej výške, so stúpajúcou výškou stúpa, v údolnej stanici sa vracia na pôvodné hodnoty.

Kľúčové slová: Elektrokardiografia; Srdcové arytmie; Mierna nadmorská výška; Zdraví muži; Aklimatizácia; Holterovo monitorovanie EKG.

A Moderate Altitude and Cardiac Arrhythmias in Healthy Males of Above 50 Years of Age

Summary

A moderate altitude (1.000–3.000 m) can be one of the risk factors of cardiac arrhythmias, mainly at a higher age and for people who permanently live in a lowland.

Aim of the study: To monitor a 24-hour periodicity of supraventricular (SVPB) and ventricular extrasystoles (VEB) in a lowland and a moderate altitude and to monitor their occurrence during the cable cabin ascent in healthy males of above 50 years of age.

Methods: 96 healthy males of above 50 years of age were studied – 45 men in the lowland (Košice 211 m), 31 at Štrbské Pleso (1.350 m) and 20 during the cable cabin transportation from Tatranská Lomnica (898 m) to Lomnický štít (2.632 m) and back. The long-lasting electrocardiogram by means of Holter's method was recorded, the type and number of cardiac arrhythmias were evaluated.

Results: SVPBs were significantly more frequent than VEBs (760 to 554, $p < 0.00006$, z-test) in a lowland within 24 hours. At Štrbské Pleso in most of the one-hour intervals SVPB (in 17 out of 24 intervals) and VEB (in 19 out of 24 intervals) were significantly more frequent than in Košice. At Štrbské Pleso SVPBs were significantly more frequent than VEBs (1053 to 1016, $p < 0.0076$, z-test) within 24 hours. The highest occurrence of SVPB and VEB was in the morning, it was less frequent during the night. The occurrence of extrasystoles was significantly higher ($p = 0.0015$ in VEB and $p = 0.0003$ in SVPB, z-test) during the day (7:00 am–7:00 pm) than during the night (7:00 pm–7:00 am). During the cable cabin transportation extra-

systoles were significantly more frequent (paired t-test) in mountainous regions than at the beginning of ascent, haemodynamic parameters did not substantially change.

Conclusions: Our results indicate that the occurrence of SVPB and VEB in healthy males of above 50 years of age is significantly higher at a moderate altitude compared to a lowland even after acclimatization, mainly during the day. During the cable cabin transportation their occurrence is proportional to the altitude. It increases during the ascent and at the station of departure it returns to its initial values.

Key words: Electrocardiography; Cardiac arrhythmias; Moderate altitude; Healthy men; Acclimatization; Holter's ECG monitoring.

Úvod

Vznik srdcových arytmií je polyetiologický. Medzi jednu z vyvolávajúcich príčin patrí aj mier-na nadmorská výška (MNV – od 1000 do 3000 m), v ktorej sa vyskytuje nižší (10, 12, 13) atmosférický a parciálny tlak kyslíka vo vzduchu (hypobarická alebo

výšková hypoxia) (tabuľka 1) a bežne rôzne druhy elektrokardiologických patológií a srdcových arytmií (SAR – 9, 19). Klinické skúsenosti svedčia o tom, že supraventrikulárne (SVES) i komorové (KES) extrasystoly (ES) sa môžu vyskytovať v malom počte aj u zdravých ľudí a s vekom pribúdajú.

Tabuľka 1

Závislosť atmosférického tlaku a parciálneho tlaku kyslíka PO₂ od nadmorskej výšky (zostavené podľa rôznych autorov)

Nadmorská výška	Atmosférický tlak	PO ₂ vo vzduchu
Mŕtve more (–394 m)	800 Torr = 107 kPa	167,4 Torr = 22,3 kPa
Hladina mora (0 m)	760 Torr = 101,32 kPa	158,6 Torr = 21,1 kPa
Košice 211 m	740 Torr = 98,7 kPa	154,9 Torr = 20,6 kPa
Štrbské Pleso 1350 m	645 Torr = 86 kPa	135,0 Torr = 18 kPa
Lomnický štít 2632 m	548 Torr = 73 kPa	114,7 Torr = 15,29 kPa
4000 m	456 Torr = 60,8 kPa	95,4 Torr = 12,7 kPa
5000 m	402 Torr = 53,6 kPa	84,1 Torr = 11,2 kPa
6100 m	347 Torr = 46,26 kPa	70,0 Torr = 9,33 kPa
7620 m	282 Torr = 37,60 kPa	57,0 Torr = 7,60 kPa
8840 m	240 Torr = 32,0 kPa	43,0 Torr = 5,73 kPa

Tabuľka 2

Niektoré kardiovaskulárne a spirometrické ukazovatele pred aklimatizáciou a v 3. týždni po aklimatizácii na Štrbskom Plese (n = 11, párový t-test). Hodnoty v % znamenajú % náležitej hodnoty.

Sledovaný ukazovateľ	Pred aklimatizáciou	Po aklimatizácii
Srdcová frekvencia [počet/min]	78,4	71,3 (p < 0,001)
Supraventrikulárne ES [priemer/1 hod]	16,4	9,3 (p < 0,001)
Komorové ES [priemer/1 hod]	29,4	23,0 (p < 0,001)
Maximálna vitálna kapacita (FVC)	99,3 %	82,8 % (p < 0,001)
Sekundová vitálna kapacita (FEV ₁)	100,1 %	84,6 % (p < 0,001)
FEV ₁ /FVC	106,7 %	88,6 % (p < 0,001)
Maximálny expiračný prietok (PEF)	107,5 %	88,5 % (p < 0,001)
Maximálny expiračný prietok v strednej časti FVC (MEF 50%)	92,8 %	82,6 % (p < 0,001)

Nepriaznivé dôsledky vplyvu MNV na kardiovaskulárny systém u starších ľudí najmä v prvých dňoch pobytu možno zmierniť aklimatizáciou (14, 15) (tabuľka 2).

Cieľom práce bolo kvantifikovať výskyt a 24-hodinovú periodicitu SAR na nížine a v miernej nad-morskej výške a sledovať zmeny výskytu SAR počas transportu lanovkou s prevýšením 1734 m u zdravých mužov nad 50 rokov veku prichádzajúcich z nízkej nadmorskej výšky.

Materiál a metódy

Sledovaní boli 96 zdraví muži nad 50 rokov veku: 45 na nížine v Košiciach (211 m), vek 50–79 rokov, 31 v MNV na Štrbskom Plese (1350 m), vek 50–72 rokov, a 20 počas transportu lanovkou z Tatranskej Lomnice (898 m) na Lomnický štít (2632 m) a späť, vek 50–64 rokov. Išlo o 3 skupiny zdravých mužov podobnej vekovej štruktúry, subjektívne sa cítili zdraví, v ich anamnéze sa nevyskytovalo žiadne chronické kardiopulmonálne ani systémové ochorenie, ich tlak krvi v pokoji bol v medziach normy, mali fyziologický EKG záznam aj auskultačný nález srdca a pľúc a neužívali žiadne lieky. Sledovali sme iba mužov, lebo u žien sú niektoré elektrokardiologické ukazovatele a výskyt SAR odlišné (25). Vojaci z povolania boli 14 muži na nížine, ale ich výsledky neboli signifikantne odlišné.

Probandi na nížine boli monitorovaní na Internom oddelení Leteckej vojenskej nemocnice a na Klinike otorinolaryngológie Lekárskej fakulty UPJŠ a FNŠP v Košiciach, v MNV boli hospitalizovaní v bývalom Výskumnom ústave humánnej bioklimatológie (VÚHB) na Štrbskom Plese (1350 m). Všetci pochádzali z nižších výšok, nikto z nich nežil trvale v MNV. Registrovali sme u nich aspoň 14 dní po aklimatizácii 24-hodinový (7.00–7.00 h) elektrokardiogram Holterovou metódou, zo záznamu sme hodnotili výskyt SVES i KES atestovaným kardiológom. Porovnávali sme počet SVES aj KES a ich 24-hodinovú periodicitu na nížine a v MNV.

Pretože v dvoch nadmorských výškach sa nám nepodarilo monitorovať tých istých ľudí, vplyv rôznej nadmorskej výšky na výskyt SAR u toho istého človeka sme sledovali u 20 subjektívne zdravých dobrovoľníkov počas transportu lanovkou do MNV a späť s prevýšením 1734 m (898–2632 m) počas predpoludňajšieho obdobia, t. j. obdobia najvyššieho výskytu extrasystol. Tito probandi boli čiastočne aklimatizovaní aspoň 3–5

dní na MNV, t. j. sledovaní po odoznení prvej akútnej aklimatizačnej reakcie. Ne-pretržite sme počas transportu monitorovali EKG podľa Holtera, na staniách lanovky sme merali aj srdcovú frekvenciu a tonometrom systolický a diastolický krvný tlak. Počet SVES a KES počas transportu bol vyjadrený pre porovnanie vždy ako priemer za 10 minút.

Číselné hodnoty v tabuľkách sú uvedené ako aritmetický priemer ± 1 SD. Štatistickú významnosť rozdielov SVES i KES (MNV oproti nížine, SVES ku KES, denný a nočný výskyt) sme testovali pomocou neparametrického z-testu so známymi rozptylmi. Pretože išlo o viacvrcholový priebeh extrasystol, nepoužili sme na spracovanie kosinový test podľa Halberga. Počas transportu lanovkou sme štatistickú významnosť rozdielov testovali párovým t-testom oproti východiskovým hodnotám na štarte.

Výsledky

1. 24-hodinová periodicita výskytu srdcových arytmií a nadmorská výška:

- a) Na nížine sme zistili iba ojedinelé SVES alebo KES, vyššie Lownove triedy komorových arytmií (II–V) neboli prítomné. SVES tam boli za 24 hodín signifikantne častejšie ako KES (760 ku 554, $p < 0,0000591$, z-test). Maximálny výskyt SVES bol o 9.00–10.00 h, minimálny výskyt o 2.00–3.00 h. KES boli najčastejšie o 8.00–9.00 h, najmenej časté o 22.00–23.00 h. V prvej polovici monitorovania (7.00–19.00 h) bolo SVES aj KES viac ako v druhej, nočnej polovici (19.00–7.00 h), rozdiel bol vysoko signifikantný ($p = 0,001545$ u KES a $p = 0,0003$ u SVES, z-test, tabuľka 3).
- b) V MNV na Štrbskom Plese bolo vo väčšine hodinových intervalov signifikantne viac SVES (v 17 z 24 intervalov) aj KES (v 19 z 24) ako v Košiciach, zvýšila sa intraindividuálna aj interindividuálna variabilita. Pribudli hlavne extrasystoly v dopoludňajšom období, vyššie Lownove triedy komorových arytmií (III–V) však tiež neboli prítomné. Počet SVES tam bol za 24 hodín signifikantne častejší než KES (1053 ku 1016, $p < 0,0076$, z-test). Maximálny výskyt SVES bol v intervale 12.00–13.00 h, minimálny 5.00 až 6.00 h. KES boli najčastejšie o 8.00–9.00 h, najmenej časté o 5.00–6.00 h. V prvej polovici monitorovania (7.00–19.00 h) bol výskyt SVES aj KES vysoko signifikantne vyšší ako v nočnej polovici ($p = 3 \cdot 10^{-8}$ u SVES a $p = 2,97 \cdot 10^{-10}$ u KES, z-test, tabuľka 3).

Tabuľka 3

Supraventrikulárne (SVES) a komorové (KES) extrasystoly ($x \pm SD$) u zdravých mužov nad 50 rokov na nižšie (Košice, $n = 45$) a v miernej nadmorskej výške (Štrbské Pleso, $n = 31$)

Hodinové intervaly	Košice 211 m ($n = 45$)		Štrbské Pleso 1350 m ($n = 31$)	
	SVES	KES	SVES	KES
7–8	$0,76 \pm 0,68$	$0,98 \pm 1,12$	$*1,71 \pm 0,94$	$*1,97 \pm 1,54$
8–9	$0,87 \pm 1,12$	$1,04 \pm 1,81$	$*2,23 \pm 1,78$	$*2,42 \pm 2,78$
9–10	$1,09 \pm 1,76$	$0,80 \pm 1,90$	$*1,84 \pm 1,21$	$*2,26 \pm 2,37$
10–11	$0,89 \pm 0,98$	$0,71 \pm 1,16$	$*2,26 \pm 1,15$	$*1,97 \pm 2,32$
11–12	$0,91 \pm 1,43$	$0,71 \pm 1,50$	$*2,13 \pm 1,78$	$*2,03 \pm 2,43$
12–13	$1,0 \pm 1,41$	$0,73 \pm 1,19$	$*2,58 \pm 1,69$	$*2,10 \pm 2,12$
13–14	$0,84 \pm 1,21$	$0,84 \pm 1,58$	$*1,39 \pm 0,80$	$*1,58 \pm 1,18$
14–15	$0,82 \pm 1,71$	$0,40 \pm 1,23$	$*1,48 \pm 0,93$	$*1,58 \pm 1,29$
15–16	$0,53 \pm 0,84$	$0,27 \pm 0,62$	$*1,58 \pm 1,43$	$*1,84 \pm 1,68$
16–17	$0,82 \pm 1,03$	$0,42 \pm 0,92$	$*1,58 \pm 1,26$	$*1,48 \pm 1,91$
17–18	$0,64 \pm 0,86$	$0,56 \pm 1,27$	$*1,48 \pm 1,34$	$1,39 \pm 2,25$
18–19	$0,62 \pm 0,98$	$0,51 \pm 1,04$	$*1,29 \pm 1,62$	$*1,10 \pm 1,22$
19–20	$0,67 \pm 1,13$	$0,58 \pm 1,12$	$1,13 \pm 1,09$	$0,94 \pm 1,63$
20–21	$0,58 \pm 0,87$	$0,27 \pm 0,84$	$*1,10 \pm 1,22$	$*1,0 \pm 1,26$
21–22	$0,53 \pm 0,99$	$0,20 \pm 0,59$	$*1,06 \pm 0,85$	$*1,23 \pm 0,66$
22–23	$0,53 \pm 0,97$	$0,16 \pm 0,47$	$*1,23 \pm 1,06$	$*0,87 \pm 1,50$
23–24	$0,78 \pm 1,59$	$0,18 \pm 0,58$	$1,29 \pm 1,24$	$*0,71 \pm 0,76$
0–1	$0,58 \pm 0,94$	$0,42 \pm 1,03$	$1,0 \pm 1,15$	$0,90 \pm 1,11$
1–2	$0,42 \pm 0,72$	$0,33 \pm 0,85$	$*1,16 \pm 1,27$	$*1,10 \pm 1,42$
2–3	$0,40 \pm 0,72$	$0,42 \pm 0,92$	$*0,90 \pm 1,19$	$1,0 \pm 1,53$
3–4	$0,49 \pm 0,81$	$0,29 \pm 0,92$	$0,90 \pm 1,19$	$*0,77 \pm 1,06$
4–5	$0,62 \pm 0,94$	$0,33 \pm 0,83$	$0,74 \pm 1,09$	$*0,74 \pm 0,73$
5–6	$0,60 \pm 0,86$	$0,24 \pm 0,57$	$0,61 \pm 1,02$	$*0,55 \pm 0,57$
6–7	$0,91 \pm 1,12$	$0,91 \pm 1,49$	$1,29 \pm 1,32$	$1,26 \pm 1,71$
za 24 hodín	760	554 #	1053	1016 #
Najčastejšie	9.00–10.00	8.00–9.00	12.00–13.00	8.00–9.00
Najzriedkavejšie	2.00–3.00	22.00–23.00	5.00–6.00	5.00–6.00
Priemer/h	31,667	23,083	43,875	42,333
Priemer na 1 pacienta	16,889	12,311	33,968	32,774
Priemer na 1 pacienta/h	0,704	0,513	1,415	1,366
Výskyt deň ku noc	$p = 0,0003$	$p = 0,001545$	$p = 3,01 \cdot 10^{-8}$	$p = 2,97 \cdot 10^{-10}$

* – signifikantné rozdiely oproti Košiciam, # – signifikantné rozdiely SVES ku KES (neparametrický z-test)

2. Transport lanovkou z Tatranskej Lomnice na Lomnický štít a späť:

Počas transportu sa hemodynamické ukazovatele (systolický a diastolický krvný tlak ani srdcová frekvencia) podstatne nemenili (tabuľka 4) oproti hodnotám na štarte. Elektrofyziologické ukazovatele (SVES a KES) smerom nahor o 1734 m výšky stúpali (viac KES ako SVES), najvyšší výskyt mali na vrchole, smerom nadol klesali a na konci zostupu

sa vrátili späť na východiskové hodnoty. Extrasystoly boli iba ojedinelé, žiadne iné supraventrikulárne ani komorové arytmie sa nevyskytovali. Avšak u jedného pacienta s nepriznanou a prakticky neliečenou ischemickou chorobou srdca bol výskyt extrasystol podstatne vyšší a na vrchole na Lomnickom štíte mal krátkotrvajúcu komorovú tachykardiu (nie je započítaný vo výsledkoch).

Tabuľka 4

Zmeny kardiovaskulárnych ukazovateľov počas transportu lanovkou ($x \pm SD$, $n = 20$). KES – komorové extrasystoly, SVES – supraventrikulárne extrasystoly. Štatistická významnosť oproti hodnotám na začiatku v údolnej stanici (párový t-test).

Ukazovateľ	Tatranská Lomnica	Skalnaté Pleso	Lomnický štít	Skalnaté Pleso	Tatranská Lomnica
	začiatok	nahor	vrchol	nadol	koniec
Nadmorská výška	898 m	1764 m	2632 m	1764 m	898 m
Systolický tlak krvi (kPa)	$17,45 \pm 2,45$	$17,97 \pm 2,70$ $p < 0,006$	$17,81 \pm 3,01$	$17,84 \pm 2,87$	$17,42 \pm 2,68$
Diastolický tlak krvi (kPa)	$11,61 \pm 1,51$	$11,84 \pm 1,51$	$11,59 \pm 1,47$	$11,97 \pm 1,47$	$11,45 \pm 1,47$
Srdcová frekvencia (počet za min)	$69,9 \pm 9,06$	$67,4 \pm 8,51$	$71,9 \pm 7,75$	$72,9 \pm 8,44$	$70,6 \pm 5,81$
KES za 10 minút	$2,8 \pm 6,36$	$8,35 \pm 13,26$ $p < 0,05$	$17,84 \pm 22,67$ $p < 0,001$	$8,05 \pm 8,09$ $p < 0,001$	$3,45 \pm 5,44$
SVES za 10 minút	0	$0,06 \pm 0,22$	$0,4 \pm 0,49$	$0,15 \pm 0,67$	0

Diskusia

1. 24-hodinová periodicita výskytu srdcových arytmií a nadmorská výška:

Tieto výsledky v podstate potvrdili našu pilotnú štúdiu o 24-hodinovej periodicite extrasystol u zdravých mužov nad 50 rokov v rovnakých nadmorských výškach publikovanú v skrátenej forme u podstatne menších súborov (16). Teraz boli v MNV hodnoty SVES i KES vo väčšine hodinových intervalov vyššie, nesignifikantné rozdiely boli pravdepodobne vyvolané hlavne veľkým rozptylom hodnôt. S nadmorskou výškou ES pribúdajú a na rozdiel od nížiny sa viac sústreďujú do denného, hlavne dopoludňajšieho, obdobia. Ako ukázali novšie poznatky u zdravých ľudí (11), deficiencia kyslíka v myokarde vďaka dostatočnej koronárnej rezerve a zníženej spotrebe kyslíka, vyplývajúcom zo zníženia maximálnej frekvencie srdca a redukcie maximálnej tolerance záťaže, závažné arytmie nevyvolávajú ani v extrémnej nadmorskej výške.

Podstata pôsobenia MNV je hlavne generalizovaná (výšková, hypobarická, hypoxická) hypoxia, čiže pokles parciálneho tlaku kyslíka (PO_2) vo vzduchu. Ostatné faktory (čistota, prúdenie a vlhkosť vzduchu, počasie, žiarenie, atď.) majú u zdravých ľudí menší význam (10). Vyšší výskyt ES cez deň súvisí s nízkou aktivitou parasympatika (PS), vyššou aktivitou sympatika (SY) a vyššími hladinami katecholamínov (KA) ako v noci, preto je po prebudení a cez deň aj vyššia stimulácia $\beta\beta$ -receptorov, ktorá má proarytmogénny účinok. Nižší výskyt ES v noci súvisí s maximálnou aktivitou PS, minimálnou aktivitou SY a minimálnou sekréciou KA.

Výskyt ES v MNV je signifikantne vyšší ako na nížine, ale nie je ešte klinicky závažný, lebo počet ES nepresahuje ani v jednej skupine 45 za hodinu, t. j. menej ako 1 ES za minútu u jedného človeka. Klinicky závažné u zdravých vo vyššom veku sa ES môžu stať v MNV aj na nížine až po pridružení ďalšieho proarytmogénneho faktora, napr. telesnej námahy alebo rôznych proarytmogénnych, hlavne

kardiovaskulárných ochorení (1). Aj pohlavie ovplyvňuje výskyt SAR (25).

Experimenty na zvieratách ukázali, že hypoxia srdca stimuluje aktiváciu SY, znižuje prah komorovej fibrilácie (napr. 23), denervácia srdca odstraňuje tento pokles prahu. Hypoxia podporuje vznik elektrickej heterogenity myokardu a SAR v experimente (8). Značná výšková hypoxia vyvoláva u starších ľudí hypoxémiu, aktiváciu SY a pľúcnu hypertenziu (17). Beta-adrenergná stimulácia zvyšuje intracelulárnu hladinu kalcia a napomáha vzniku pozdnej postdepolarizácie (delayed afterdepolarization) (3). Stimulácia SY vo vyšších nadmorských výškach vedie k poklesu amplitúdy T-vlny a segmentu ST, poruchám vedenia v srdci a k výskytu KES (9, 19).

Maximálny výskyt ES predpoludním súvisí s vrcholom výskytu proarytmických elektrofyziológických vlastností srdca, ako sú hladina katecholamínov, zvýšená aktivita SY, disperzia intervalu QT, komorovej refraktérnosti a výskytu neskorých komorových potenciálov v tomto období (5). Elektrickú nestabilitu srdca môže zvyšovať aj obezita, lebo znižuje aktivitu PS a zvyšuje aktivitu SY. Strata hmotnosti normalizuje aj obezitou predĺžený interval QT (6). U hypoxických pacientov ľahšie vznikajú KES, podanie kyslíka znižuje ektopickú aktivitu srdca, normalizuje depresiu ST segmentu na EKG a skracuje predĺžený QTc interval (24).

2. Transport lanovkou Tatranská Lomnica – Lomnický štít a späť:

SVES i KES u zdravých stúpajú s vekom aj v súvislosti s postupným poklesom tónusu parasympatika. Že výskyt ES u zdravých ľudí je u nás priamo úmerný nadmorskej výške, dokázali najprv Dukát a spolupracovníci (7) pri prevýšení 866 m (z 898 do 1764 m). My sme tieto prvé výsledky vo Vysokých Tatrách podobne ako neskoršie nálezy v Alpách (21) potvrdili pri prevýšení 1734 m podobne ako naše 24-hodinové monitorovanie v dvoch nadmorských výškach.

Transport lanovkou do vyšších výšok je podobný aj pomerom počas letu lietadlom. V dopravných lietadlách tiež býva vo väčších výškach čiastočná hypobarická hypoxia a hrozia v nich hypoxemické a kardiovaskulárne príhody, vrátane SAR (2, 22). Na druhej strane, MNV sa kvôli vysokej čistote vzduchu využíva na liečenie rôznych chorôb, niektorých alergií a tréning športovcov. Pre zdravých ľudí, aj vyššieho veku, nie je MNV nebezpečná.

Väčšie problémy môžu vznikať u pacientov s is-chemickou chorobou srdca, zlyhaním srdca, SAR, pľúcnou hypertenziou, srdcovými chybami a inými ochoreniami (2, 22). Preto u starších ľudí je po-trebné individuálne rozhodnúť o vhodnosti takého-to pobytu. Na druhej strane pokusy u experimen-tálnych zvierat ukázali, že adaptácia na trvalú alebo intermittentnú výškovú hypoxiu môže chrániť srdce pred vznikom ischémiou vyvolaných srdcových arytmií (4) a môže zmenšiť rozsah infarktového lo-žiska (20).

Srdce je heterogénna vzrušivá sústava už za fyziologických podmienok, ktorá môže za hypoxických podmienok, keď sa táto heterogenita ešte zvýši, odpovedať tvorbou SAR. So stúpajúcou nadmorskou výškou, t. j. prehlbujúcou sa hypobarickou hypoxiou) výskyt SVES aj KES u zdravých ľudí stúpa. Ani v extrémnych výškach však nevznikajú u zdravých ľudí klinicky závažné arytmie. Cieľovou štruktúrou arytmogénnych vplyvov v srdci sú v MNV pravdepodobne zmeny aktivity iónových kanálikov pod vplyvom hypoxie. Vznik arytmií, aj závažných, sa môže zvýšiť, keď starší ľudia s menšou kardiovaskulárnou a respiračnou rezervou prídu do MNV, trpia navyše kardiovaskulárnymi alebo respiračnými ochoreniami a súčasne vykonávajú aj fyzickú alebo psychickú námahu.

Literatúra

1. ALEXANDER, JK. Age, altitude, and arrhythmia. *Tex. Heart Inst. J.*, 1995a, vol. 22, no. 4, p. 308–316.
2. ALEXANDER, JK. Coronary problems associated with altitude and air travel. *Cardiol. Clin.*, 1995b, vol. 13, no. 2, p. 271–278.
3. ARONSON, RS. Mechanisms of arrhythmias in ventricular hypertrophy. *J. Cardiovasc. Electrophysiol.*, 1991, vol. 2, p. 249–261.
4. ASEMÚ, G. – PAPOUŠEK, F. – OŠTÁDAL, B. – KOLÁŘ, F. Adaptation to high altitude hypoxia protects the rat heart against ischemia-induced arrhythmias. Involvement of mitochondrial K(ATP) channel. *J. Mol. Cell. Cardiol.*, 1999, vol. 31, no. 10, p. 1821–1831.
5. BEHRENS, S. – FRANZ, MR. Circadian variation of arrhythmic events, electrophysiological properties, and the autonomic nervous system. *Eur. Heart J.*, 2001, vol. 22, no. 23, p. 2144–2146.
6. CARELLA, MJ., et al. Obesity, adiposity, and lengthening of the QT interval: improvement after weight loss. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*, 1996, vol. 20, no. 10, p. 938–942.
7. DUKÁT, A. – EISNER, J. – KOLESÁR, J., et al. Monitorovanie elektrokardiogramu metódou podľa Holtera počas výstupu lanovkou do vyššej nadmorskej výšky. *Vnitř.*

- Lék.*, 1988, roč. 34, č. 10, s. 964–970.
8. HAYASHI, H. – TERADA, H. – MCDONALD, TF. Arrhythmia and electrical heterogeneity during prolonged hypoxia in guinea pig papillary muscles. *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 1997, vol. 75, no. 1, p. 44–51.
 9. HENRY, JP. – MEEHAN, JP. The Circulation. An Integrative Physiologic Study. Altitude hypoxia. Chicago, Year Book Medical Publishers, 1971.
 10. KOLESÁR, J. Humánna bioklimatológia a klimatoterapia. Dérešova zbierka. Zväzok 108. Martin, Osveta, 1989. 352 s.
 11. KÜBLER, W. Kardiovaskulárny systém vo vysokej nadmorskej výške – 2. časť. *The European Cardiologist – Journal by Fax*, 2003, vol. 8, no. 68. www.servier.com
 12. KUJANÍK, Š. Nadmorská výška a človek I. Fyzikálne a fyziologické základy. *Folia Med. Cassov.*, 1998, roč. 55, s. 117–121.
 13. KUJANÍK, Š. Nadmorská výška a človek II. Reakcie na hypoxiu a výšková choroba. *Folia Med. Cassov.*, 1998, roč. 55, s. 122–129.
 14. KUJANÍK, Š. Význam aklimatizácie na miernu nadmorskú výšku. *Slov. Lek.*, 1999, roč. 9, č. 6/7, s. 265–267.
 15. KUJANÍK, Š. – VOKÁL, J. Aklimatizácia na miernu nadmorskú výšku a niektoré kardiorepiračné parametre. *Stud. Pneumol. Phthiseol.*, 1999, roč. 59, č. 6, s. 263–266.
 16. KUJANÍK, Š. – SNINČÁK, M. – VOKÁL, J. – PODRACKÝ, J. – KOVAL, J. Periodicity of arrhythmias in healthy elderly men at the moderate altitude. *Physiol. Res.*, 2000, vol. 49, p. 285–287.
 17. LEVINE, BD. – ZUCKERMAN, JH. – deFILIPPI, CR. Effect of high-altitude exposure in the elderly: the Tenth Mountain Division study. *Circulation*, 1997, vol. 96, no. 4, p. 1224–1232.
 18. LOMAZZI, F. – GÜRTNER, HP. Höhenaufenthalt und Flugreisen bei Herzkranken. *Schweiz. Med. Wochschr.*, 1981, Jg. 111, Nu. 18, S. 618–624.
 19. MINORS, DS. Life at altitude. In CASE, RM. – WATERHOUSE, JM. (eds). *Human Physiology – Age, Stress, and the Environment*. Oxford, Oxford University Press, 1994, p. 155–180.
 20. NECKÁŘ, J. – OŠŤÁDAL, B. – KOLÁŘ, F. Myocardial infarct size-limiting effect of chronic hypoxia persists for five weeks of normoxic recovery. *Physiol. Res.*, 2004, vol. 53, p. 621–628.
 21. SAVONITTO, S., et al. Effects of a cable car trip on blood pressure and cardiovascular hormones in lowlander and highlander normotensives. *Cardiologia*, 1991, vol. 36, no. 5, p. 385–390.
 22. SNINČÁK, M. Riziká v leteckej doprave. *Slov. Lek.*, 2000, roč. 10, č. 5/6, s. 174–175.
 23. SZEKERES, L. – PAPP, G. Effect of arterial hypoxia on the susceptibility to arrhythmia of the heart. *Acta Physiol. Acad. Sci. Hungar.*, 1967, vol. 32, no. 1/2, p. 143–162.
 24. TIRLAPUR, VG. – MIR, MA. Nocturnal hypoxemia and associated electrocardiographic changes in patients with chronic obstructive airways disease. *N. Engl. J. Med.*, 1982, vol. 306, no. 3, p. 125–130.
 25. WOLBRETTE, D., et al. Gender differences in arrhythmias. *Clin. Cardiol.*, 2002, vol. 25, p. 49–56.
- Korespondence: Doc. MUDr. Štefan Kujaník, CSc.
Ústav fyziológie Lekárskej fakulty UPJŠ
Trieda SNP 1
040 66 Košice
Slovenská republika
e-mail: kujanik@central.medic.upjs.sk
- Do redakcie došlo 17. 2. 2003