

613.755:612.172.2:612.014.43

ZMĚNY SRDEČNÍHO RYTMU U RŮZNĚ TRÉNOVANÝCH OSOB PO PONOŘENÍ OBLIČEJE DO STUDENÉ VODY

Pplk. MUDr. Lubomír KRYL

Sportovně lékařské oddělení vojenské nemocnice v Plzni
(náčelník: pplk. MUDr. Lubomír Kryl)

MUDr. Jaroslav NOVÁK

Ústav tělovýchovného lékařství lékařské fakulty University Karlovy v Plzni
(zastupující vedoucí: MUDr. Milan Přibíl)

Rouš a spol. (11) upozornili na riziko extrémní vagové dráždivosti u některých sportovců, jež by u sportovních potápěčů mohla vést k mimořádnému zpomalení tepové frekvence, až ke krátkodobé asystolii, představující potenciální riziko utonutí. Také Kryl a spol. (6) upozornili na změny srdečního rytmu v souvislosti s působením studené vody na kůži předloktí a obličeje. U některých vyšetřovaných se kromě významného zpomalení tepové frekvence při obou manévrech objevily též změny na elektrokardiografické křivce ve formě AV disociace, junkčního AV rytmu, přechodného AV bloku II. stupně a několikasekundových asystolií. Vyšetření jsme zopakovali u většího počtu různých skupin sportovců i nesportujících ve snaze zjistit, zda odpověď na chladové podráždění obličeje může být ovlivněna charakterem sportovního tréninku.

Materiál a metodika

Vyšetření jsme provedli u 117 osob, které jsme rozdělili do 5 skupin. Do první jsme zařadili 37 zdravých netrénovaných vojáků v základní službě a sportovní střelce s malým podílem fyzicky náročného tréninku ve věku 18 až 24 let.

Do druhé skupiny jsme zařadili 12 sportovců s převážně siláckým způsobem tréninku (kulturistika a karate) ve věku 18–31 let. Ve třetí skupině bylo zařazeno 19 sportovců vytrvalostních disciplín (cyklistika, běh na lyžích, kanoistika) ve věku 17–28 let, ve čtvrté 32 plavců a hráčů vodního póla žakovského věku od 11–15 let a do páté skupiny 17 plavců a hráčů vodního póla ve věku 16 až 35 let.

Všichni se podrobili základní lékařské prohlídce a byli klinicky zdraví. Po zaznamu elektrokardiogramu v klidu vleže na čtyřkanálovém elektrokardiografu Karditest jsme dále registrovali EKG záznam ze tří standardních svodů:

- a) v klidu vsedě,
- b) při ponoření obličeje do nádoby s vodou 8–12 °C (úkolem vyšetřovaných bylo vydržet v apnoe co nejdéle),
- c) po vynoření obličeje po dobu 15 až 20 s.

U každého vyšetřovaného tak byl získán šedesáti- až devadesátisekundový záznam. Klidovou tepovou frekvenci vleže a vsedě jsme vypočítali z počtů tepů za 10 s, při ponoření obličeje do studené vody jsme stanovili tepovou frekvenci z doby trvání dvou srdečních revolucí od začátku apnoe čtyřikrát po sobě a poslední jsme stanovili z posledních dvou srdečních revolucí před ukončením apnoe. Po vynoření obličeje byla tepová frekvence stanovena obdobně ze dvou srdečních revolucí v klidu vsedě třikrát po sobě a poslední hodnota po uplynutí cca 15 s od skončení apnoe. Při ponoření obličeje byla navíc určena tepová frekvence z nejdelšího intervalu RR, který byl při tomto manévru zachycen.

Výsledky byly v jednotlivých skupinách porovnány metodou párového t-testu, mezi jednotlivými skupinami bylo použito srovnání metodou Studentova t-testu. Kromě toho jsme sledovali i významnost změn tepové frekvence při apnoické pauze s ponořením obličeje a bez ponoření obličeje do vody. Polohové změny se zde jeví jako nevýznamné, jak vyplývá z tabulky a jak jsme již popisovali při jiné příležitosti (6).

Rovněž ekg křivka nevykazuje podstatné změny.

Při ponoření obličeje do vody je tedy zpomalení TF poistatně výraznější, proto jsme v naší další práci od pouhé AP upustili.

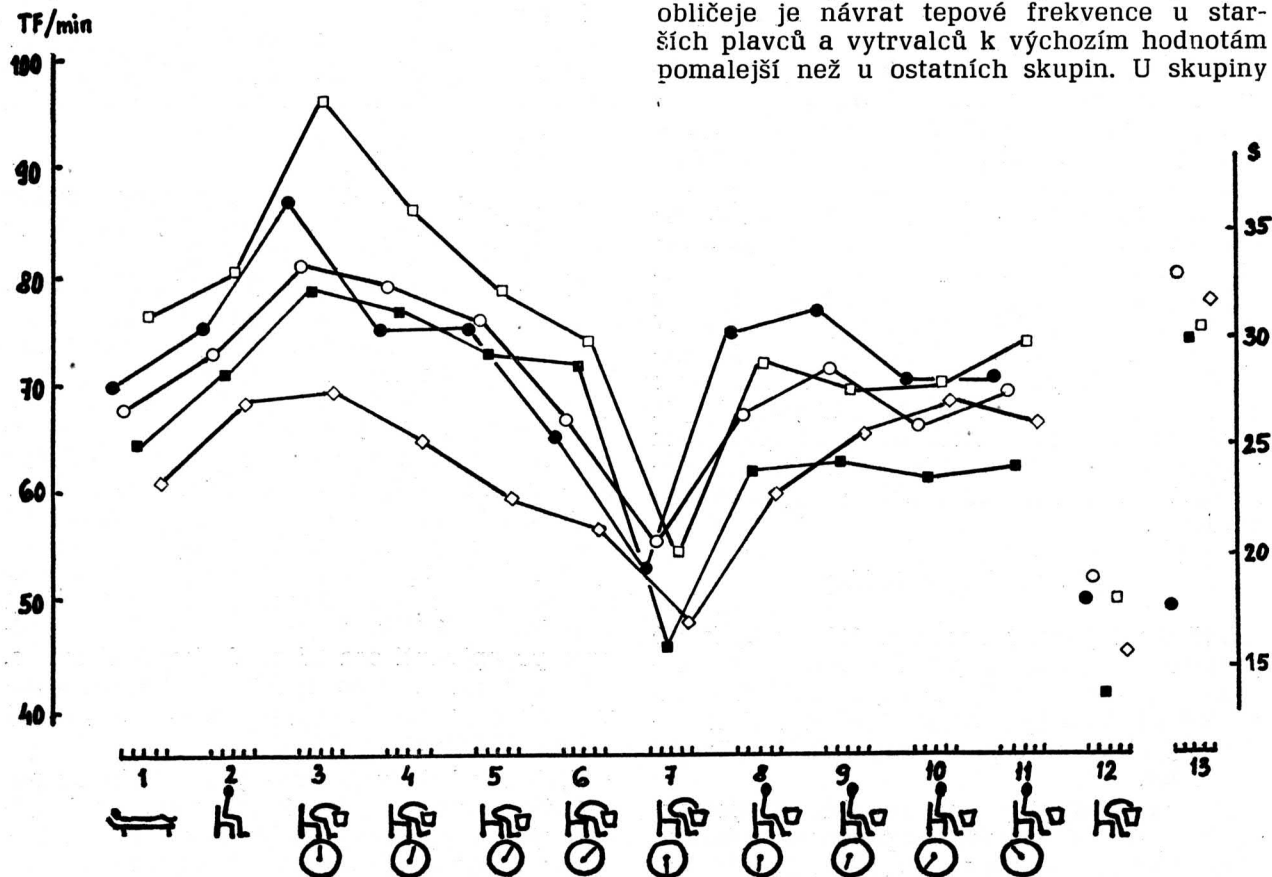
	TF klid	TF při AP	význ.
AP vsedě bez ponoření	68,7 ± 15,4	60,7 ± 13,4	+++
při ponoření	73,1 ± 16,4	47,5 ± 11,6	+++

Výsledky

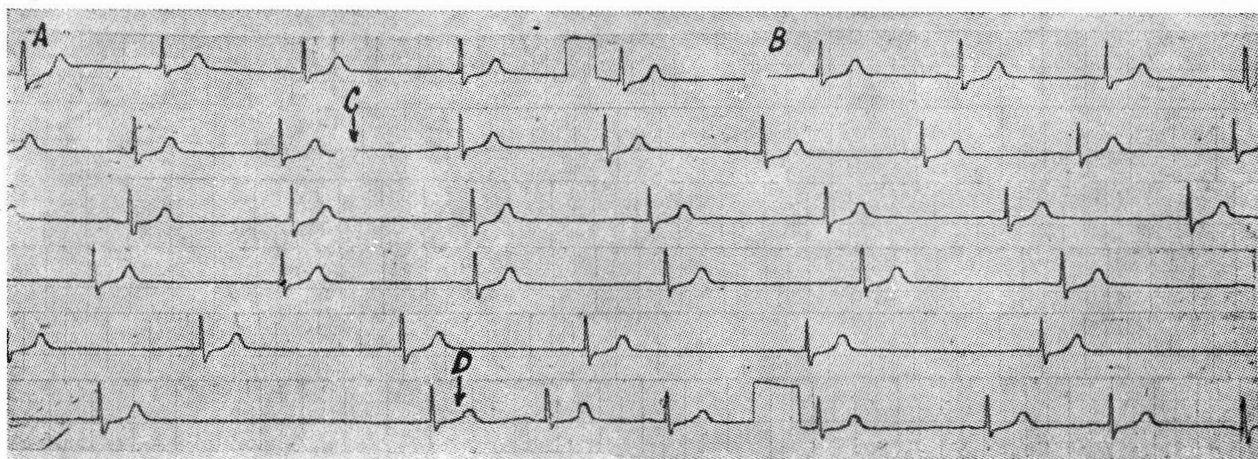
Přehled výsledků ukazuje obr. 1. U všech sledovaných skupin dochází k významnému vzestupu tepové frekvence při změně polohy do sedu. Až na skupinu starších plavců dochází okamžitě po ponoření obličeje k dalšímu významnému vzestupu tepové frekvence, který je u všech skupin následován postupným poklesem tepové frekvence již v následujících sekundách apnoe. U všech skupin je tento postupný pokles tepové frekvence významný. Na konci apnoe dosahuje tepová frekvence nejnižších hodnot, vysoce významně

nižších nejen ve srovnání s hodnotami tepové frekvence na začátku apnoe, ale dokonce významně nižších než byla hodnota tepové frekvence v klidu před testem. Po vynoření obličeje se tepová frekvence okamžitě zvyšuje a během sledovaného období 15–20 sekund se s převážně statisticky nevýznamným kolísáním přibližuje výchozí hodnotě. Pouze u skupiny vytrvalců přetrvává ve srovnání s výchozí hodnotou zpomalení tepové frekvence na hranici statistické významnosti. Tepová frekvence, vypočítaná z nejdelšího intervalu RR, se od hodnot tepové frekvence na konci apnoe při ponoření obličeje liší jen nevýznamně. Typický průběh změn tepové frekvence při ponoření obličeje do studené vody ukazuje obr. 2.

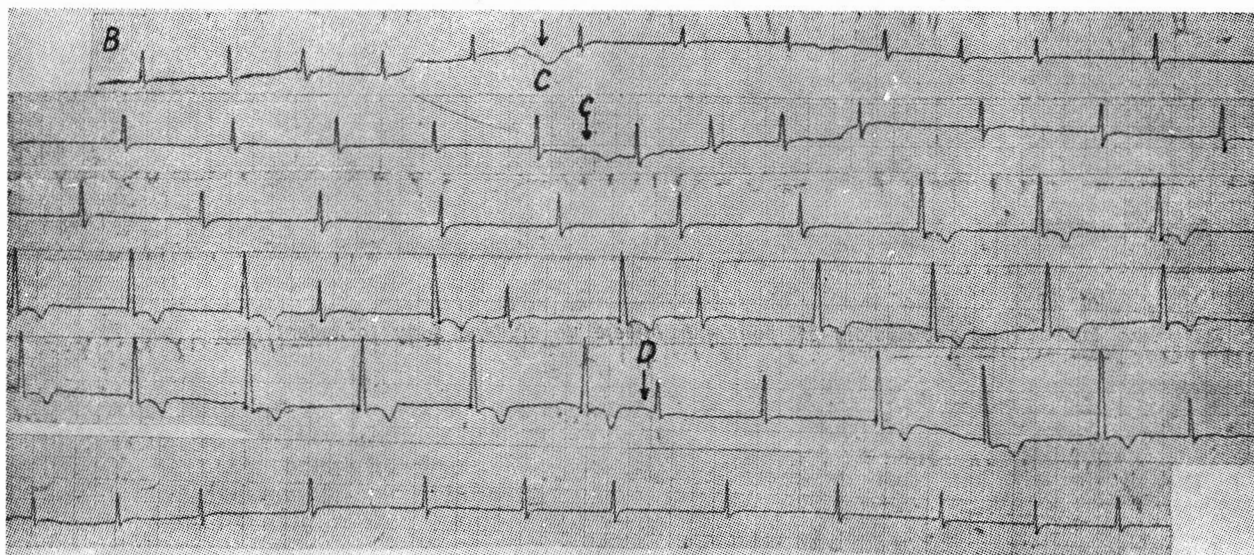
Ze srovnání jednotlivých skupin navzájem vyplývá, že změny tepové frekvence při ponoření obličeje do studené vody jsou u všech skupin nápadně podobné. Mezi skupinami netrénovaných sportovců-vytrvalců a sportovců siláckých odvětví nebyly statisticky významné rozdíly. Oproti uvedeným skupinám vykazovali starší plavci málo významně až významně nižší hodnoty tepové frekvence, plavci žákovského věku málo významně až významně vyšší hodnoty tepové frekvence. Po vynoření obličeje je návrat tepové frekvence u starších plavců a vytrvalců k výchozím hodnotám pomalejší než u ostatních skupin. U skupiny



Obr. 1 Změny tepové frekvence (TF) při ponoření obličeje do studené vody: 1 = TF v klidu vleže, 2 = TF v klidu vsedě, 3 až 6 = TF na začátku apnoe při ponoření obličeje, 7 = TF před ukončením apnoe, 8 až 10 = TF po vynoření obličeje, 11 = TF po 15–20 s, 12 = TF vypočítaná podle nejdelšího intervalu RR, 13 = doba trvání apnoe v sekundách. Označení skupin: 1. křivka (shora) = plavci žákovského věku, 2. křivka = netrénovaní vojáci ZS a střelci, 3. křivka = sportovci siláckých disciplín, 4. křivka = sportovci – vytrvalci, 5. křivka = sportovci plavci.



Obr. 2 Typické změny tepové frekvence při ponoření obličeje do studené vody (A = TF v klidu vleže, B = TF v klidu vsedě, C = ponoření obličeje do studené vody, D = konec apnoe) TF v klidu vleže, B = TF



Obr. 3 AV disociace a junkční AV rytmus při ponoření obličeje do studené vody (označení jako u obr. 2)

vytrvalců byl při ponoření obličeje do studené vody zjištěn nejdelší interval RR ve srovnání s ostatními skupinami. Skupina netréovaných měla významně nejkratší apnoeickou pauzu, mezi ostatními skupinami nebyly významné rozdíly.

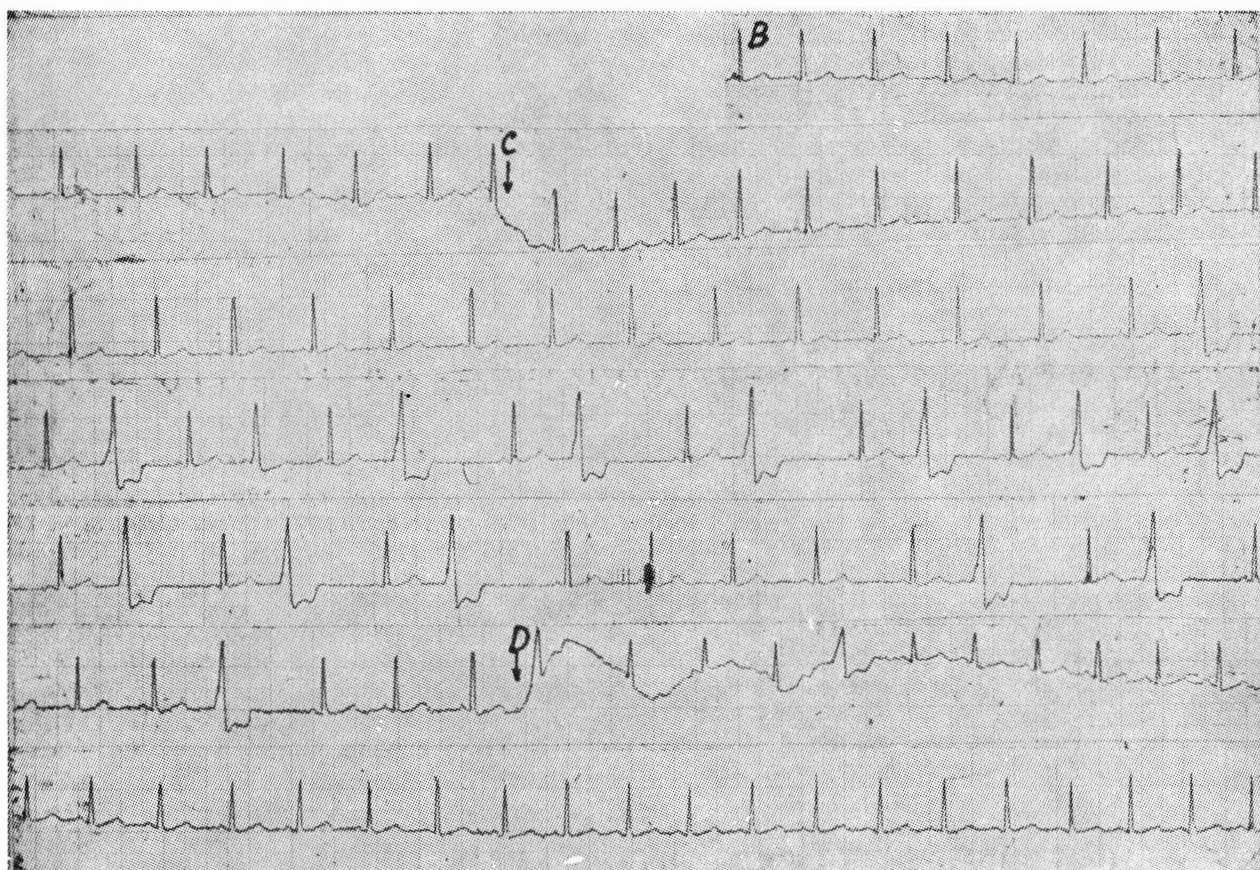
U některých vyšetřovaných jsme pozorovali též zajímavé změny EKG křivky ve smyslu junkčního AV rytmu (obr. 3), výskytu komorových extrasystol (obr. 4) a poměrně časté sinusové arytmie v období apnoe (obr. 5) [13]. Zajímavý nález se podařilo zachytit u nemocného komorovou parasystolií (obr. 6), který nebyl zařazen do naší sestavy. Po ponoření obličeje do studené vody u něj došlo k přechodné fyziologické úpravě srdeční činnosti.

Diskuse

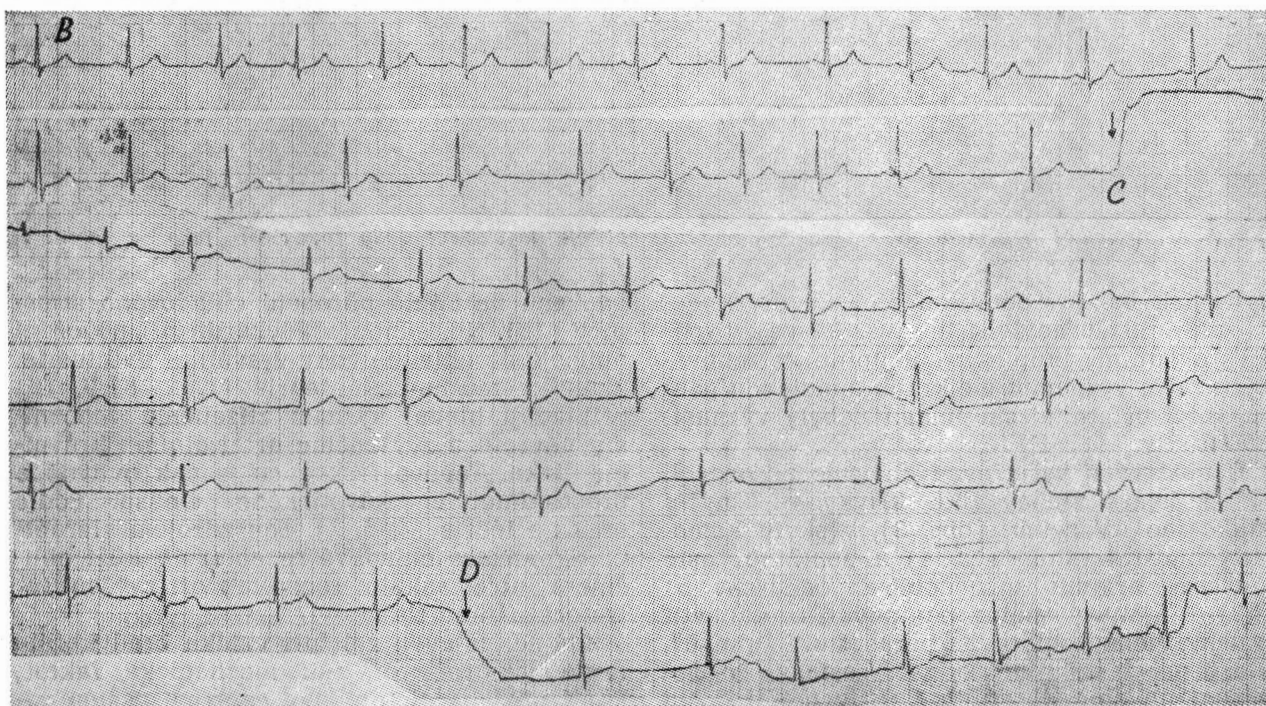
Zrychlení tepové frekvence na samém počátku apnoe lze přisoudit obecné reakci or-

ganismu na náhlé působení chladového stresoru [16]. Následnou bradykardii při ponoření obličeje do chladné vody vysvětlují dvě teorie. Zastánci mechanické teorie [1, 2, 8, 9, 10] přikládají hlavní význam ztíženému venóznímu návratu a zvýšenému arteriálnímu krevnímu tlaku. Tepová frekvence je pak ovlivněna prostřednictvím karotického sinusu. Podle reflexní teorie [4, 5, 7] jsou zdrojem aferentní signalizace chladové receptory v kůži obličeje a intratorakální receptory při zvýšení intratorakálního tlaku.

Zdá se, že svoji roli při vzniku bradykardie hraje jak reflexní, tak mechanický faktor, který přes kardiinhibiční centrum cestou vagu tlumí tvorbu vzruchů v sinusovém uzlíku [12]. Younce [15] při vzniku bradykardie přikládá význam zvýšené hyperkapnie spojené s hypoxií. Strome a spol. [14] nezjistili mezi stupněm bradykardie a tělesnou zdatností žádný vztah. Naproti tomu Hutinger [3] zjistil při ponoření do vody u závodních plavců vel-



Obr. 4 Komorové extrasystoly při ponoření obličeje do studené vody (označení jako u obr. 2)

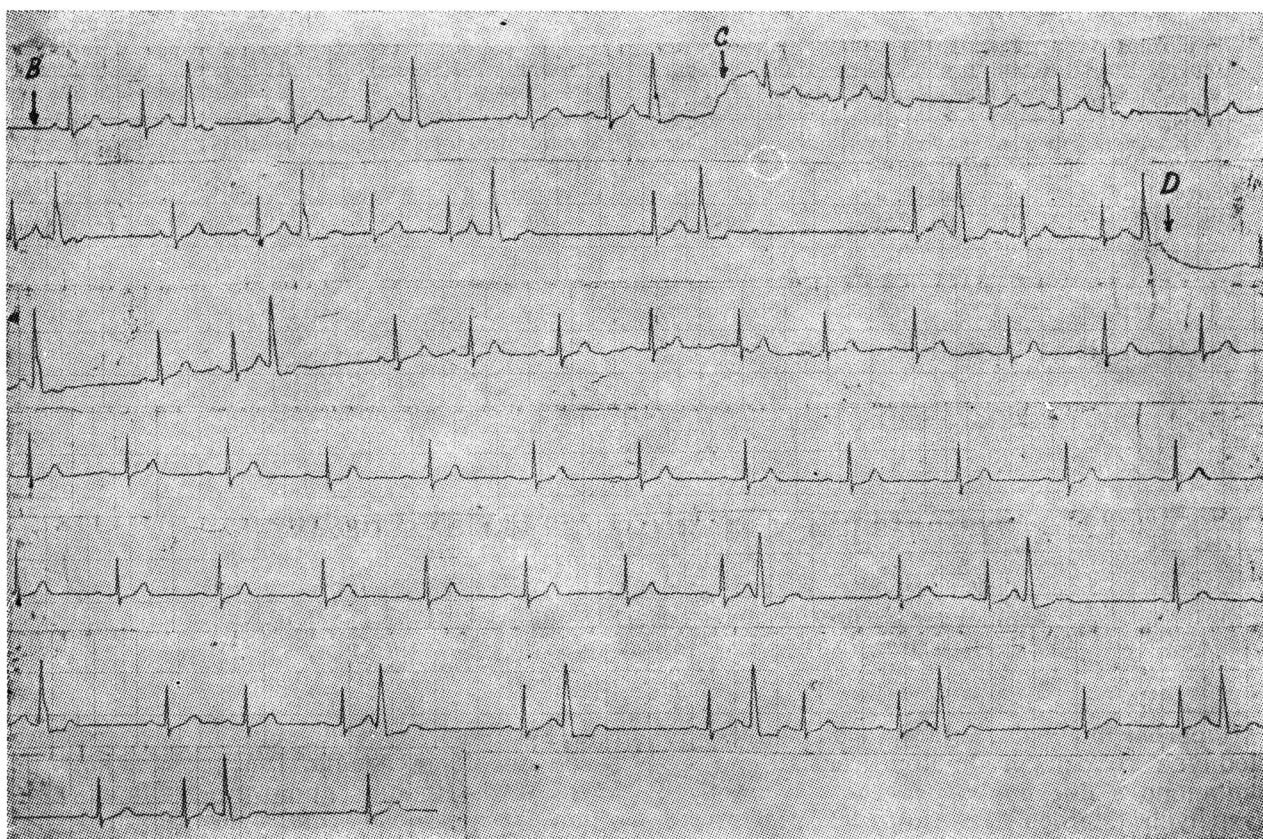


Obr. 5 Sinusová arytmie při apnoe při ponoření obličeje do studené vody (označení jako u obr. 2)

mi výraznou bradykardií a uvádí, že tréninkem lze tento efekt ještě zesílit.

Naše výsledky ukazují, že mnohaletý plavecký trénink skutečně může ovlivnit průběh

reakce na chladové podráždění obličeje. U trénovaných plavců jsou při něm významně nižší hodnoty tepové frekvence než u ostatních skupin a nedochází u nich k počátečnímu



Obr. 6 EKG nemocného s parasystolií při ponoření obličeje do studené vody (označení jako u obr. 2)

zrychlení. Možná, že i obecná trénovanost, projevující se vyšší vagotonií u skupiny vytrvalců, se může projevit výraznějším poklesem tepové frekvence, jak vidíme podle nejdelšího RR intervalu u této skupiny.

Závěr

Ponoření obličeje do studené vody se současným zadržením dechu vedlo u pěti sledovaných skupin (plavci žákovského věku, netréované osoby, sportovci silových odvětví, vytrvalci a starší plavci) k významnému poklesu tepové frekvence. Na začátku manévru, s výjimkou starších plavců, však byl patrný významný vzestup tepové frekvence. V období zotavení se během 15–20 sekund vrátila tepová frekvence k výchozí klidové hodnotě, u vytrvalců a starších plavců pomaleji než u ostatních skupin. Současný výskyt sinusových arytmií, komorových extrasystol a AV bloku 2. stupně při tomto testu potvrzuje požadavek zařadit jej jako nedílnou součást vyšetření sportovců, kteří pravidelně přicházejí do styku s chladnou vodou, nebo u nichž lze náhodné ponoření do chladné vody předpokládat. Případy s nefyziologickým průběhem odezvy na tento test je nutno dispenzarizovat a podrobně vyšetřit za terénních podmínek před tím, než dáme souhlas ke sportovnímu tréninku.

Literatura

1. Craig, A. D. jr.: Heart rate response to apnoea underwater diving and to breath holding in man. *J. appl. Physiol.*, 18, 1963, s. 854–862.
2. Harding, D. D. - Roman, D. - Whelan, R. F.: Diving bradycardia in man. *J. Physiol. (London)*, 181, 1965, s. 401–409.
3. Hutter, P. W.: The bradycardia reflex in competitive swimmers. *Res. Quart.*, 42, 1972, čl. 3, s. 274 až 279.
4. Irwing, L.: Bradycardia in human divers. *J. appl. Physiol.*, 18, 1963, s. 489–491.
5. Irwing, L. - Scholander, P. F. - Grinnel, S. W.: The regulation of arterial blood pressure in the seal during diving. *Am. J. Physiol.*, 135, 1942, s. 537–566.
6. Kryl, L. - Novák, J. - Přibil, M.: Změna tepové frekvence při podráždění chladem. In: *Zdravotní problematika branných sportovců ÚV Svazarmu*, Praha 1975, s. 51–52.
7. Olsen, C. R. - Fanestil, D. P. - Scholander, P. F.: Some effect of breath holding and apnoea underwater diving on the cardiac rhythm in man. *J. appl. Physiol.*, 17, 1962, s. 461–466.
8. Paulev, P. E.: Cardiac rhythm during breath holding in man. *Acta physiol. scand.*, 73, 1968.
9. Raper, A. J. - Richardson, D. W. - Kontas, H. A. - Petterson, J. L.: Circulatory response to breath holding in man. *J. appl. Physiol.*, 22, 1967, s. 201 až 206.
10. Renni, D. W. - di Prampero, P. - Cerretelli, P.: Effects of water immersion on cardiac output, heart rate and stroke volume of man at rest and during exercise. *Med. Sport (Torino)*, 24, 1971, č. 9, s. 223–228.

11. Pouš, J. - Bláhová, D. - Končar, K. - Kocourek M.: K možnosti vzniku sinoaurikulárních bloků při potápění. In: Zdravotní problematika branných sportů ÚV Svazarmu, Praha 1975, s. 53—54.
12. Song, S. H. - Lee, W. K. - Chung, Y. A. - Hong, S. K.: Mechanism of apnoic bradycardia in man. J. appl. Physiol., 27, 1969, s. 323—327.
13. Sova, J.: Ekg a jiné grafické metody v elektrokardiografické praxi. Praha, Avicenum 1975.
14. Strome, S. - Kelem, D. - Elner, R.: Diving bradycardia during rest and exercise and its relation to physical fitness. J. appl. Physiol., 28, 1970, č. 5, s. 614—621.
15. Younce, L. R. - Folkow, B.: The integration of the cardiovascular response to diving. Amer. Heart J., 79, 1970, č. 1, s. 1—4.
16. Wright, S.: Klinická fyziologie. Praha, Avicenum 1970.