

VOJENSKÉ ZDRAVOTNICKÉ LISTY

ROČNÍK LX

ZÁŘÍ 1991

ČÍSLO 4

616.12-088.331.1-072

VÝZNAM IZOMETRICKÉHO ZÁTĚŽOVÉHO TESTU V DIAGNOSTICE HYPERTENZE

Plk. MUDr. Jiří SVAČINKA, CSc., RNDr. PhMr. Zdeněk MAKOČ, CSc.
Ústav leteckého zdravotnictví, Praha
(náčelník: plk. doc. MUDr. Jiří Šulc, CSc.)

Úvod

Hypertenze je progredující, nevyléčitelné onemocnění vedoucí ke zvýšené morbiditě a mortalitě, dnes již však většinou dobře léčitelné. Terapeutické snížení krevního tlaku (TK) na přijatelnou úroveň se tak stává pro pacienta celoživotním údělem. Protože antihypertenziva mohou mít vedlejší účinky, navíc léčba něco stojí a pacienta obtěžuje plněním různých povinností, je důležité, aby diagnóza a z toho vyplývající rozhodnutí k léčbě byly spolehlivé. Stále se proto hledají jednoduché vyšetřovací postupy s potřebnou informační hodnotou pro diagnostiku, kontrolu a léčbu hypertenze. Tak v posledních letech se v zahraniční (6, 17) i v domácí (4, 13) literatuře věnuje zvýšená pozornost izometrickému zátěžovému testu (IZT). V předložené práci se zabýváme problematikou konstrukce norem pro jeho hodnocení, některými metodickými otázkami jeho provádění a pokoušíme se zpřesnit jeho význam a postavení v diagnostice hypertenze ve srovnání se zátěžovým elektrokardiografickým testem (ZET).

Materiál a metodika

IZT podle Dvořáka a spol. (2) a Dvořáka a Kubešové (5) jsme v dopoledních hodinách vyšetřili skupiny aktivních letců (počty uvedeny v tabulkách) ve věku 20 až 59 let. Použili jsme dynamometru vlastní konstrukce (19). Před testem byl vyšetřovaný vyzván, aby volně dýchal a balónek dynamometru svíral jen silou horní končetiny (standardizace testu a zábrana Valsalvovu manévru).

ZET do subjektivního maxima jsme prováděli na bicyklovém ergometru ELEMA 380 B vsedě (18). Ze sledovaných parametrů jsme v této práci použili jen systolický (STK) a diastolický (DTK) krevní tlak při maximálně dosažené zátěži hodnocený podle vlastních norem (20).

Pro srovnání tlakových reakcí v ZET a v IZT jsme jako kritéria použili tlakové odpovědi (korigované podle věku)

na obě zátěže při subjektivním maximu. Za těchto podmínek reprezentuje průměrná hodnota TK u normotoniců jeho náležitou průměrnou hodnotu. Problém rozdílné variability tlakové reakce v obou zátěžích jsme eliminovali normalizací dat za předpokladu Gaussova normálního rozložení (průměrná hodnota 0, směrodatná odchylka 1).

Výsledky

Nejnižší hodnoty STK i DTK v IZT jsme naměřili u vyšetřovaných vleže (tab. 1). Vsedě nebo vstoje se oba TK

Tabulka 1

Hodnoty (mmHg) zátěžové tlakové reakce při izometrickém testu (tzv. handgrip, 50 % maximálního stisku do únavy) vleže, vsedě, vstoje u příslušníků československého létajícího personálu s normálním TK (věk 20–29 let)

	Vleže		Vsedě		Vstoje	
	STK	DTK	STK	DTK	STK	DTK
$\bar{x}$	157,22	102,80	161,76 ¹	109,50 ²	160,50 ¹	108,26 ²
s	9,95	7,81	10,56	11,87	10,09	7,86
n	54	54	70	70	54	54

Jednofaktorová ANOVA a Duncanův t-test ¹p<0,025 (proti STK vleže), ²p<0,001 (proti DTK vleže)

STK = systolický tlak krevní; DTK = diastolický tlak krevní

statisticky významně, případně vysoce významně, zvýšily. Tyto polohy se mezi sebou nelišily ani v STK ani v DTK. Klidový STK u normotoniců vsedě byl v obou věkových kategoriích stejný a také jeho hodnoty se v IZT významně nelišily. Hodnoty klidového DTK byly u starší věkové kategorie vysoce významně vyšší, zátěžové hodnoty se však významně nelišily (tab. 2). Z výsledků

jsme odvodili normativní hodnoty (uvedeny v závorkách).

Porovnání klidových a zátěžových hodnot TK u letců středního věku, normotoniků a hypertoniků, uvádíme v tabulce 3, kam jsme pro srovnání zařadili i normotoniky

Tabulka 2

Hodnoty (mmHg) zátěžové tlakové reakce při izometrickém testu (tzv. handgrip, 50 % maximálního stisku do únavy) vsedě u příslušníků československého létajícího personálu s normálním krevním tlakem

Věková kategorie	Vsedě			
	V klidu		V zátěži	
	STK	DTK	STK	DTK
$\bar{x}$	125,11	75,76	161,76	109,50
s	8,67	6,18	10,56	11,87
20-29				
n = 70				
$\bar{x} + 1,96 s$	-	-	182,46 (182)	132,77 (133)
$\bar{x}$	123,19	81,56 ¹	163,33	112,44
s	9,08	5,49	14,75	7,83
30-59				
n = 27				
$\bar{x} + 1,96 s$	-	-	192,25 (192)	127,78 (128)

Hodnoty v závorkách = norma pro věkovou kategorii

Studentův t-test ¹p<0,001 proti věkové kategorii 20-29 let

ve stáří 20 - 29 let. S rozvojem neléčené hypertenze stoupají hodnoty klidového STK i DTK. U obou je mezi normotoniky a hraniční hypertenzí statisticky vysoce významný rozdíl. Mezi hraniční hypertenzí a hypertenzí II je statisticky významný rozdíl jen mezi hodnotami DTK. V zátěžových hodnotách TK je mezi normotoniky a hraniční hypertenzí opět statisticky významný rozdíl jak v hodnotách STK, tak DTK. Na rozdíl od klinických hodnot není již v IZT mezi hraniční hypertenzí a hypertenzí II významný rozdíl ani v DTK. V tlakové odpovědi na izometrickou zátěž se tedy ve středním věku nelišila hraniční hypertenze od hypertenze II. Oba typy hypertenze se přitom významně nelišily ani v četnosti výskytu abnormálních tlakových reakcí (tab. 4) hodnocených podle našich norem (tab. 2).

Výsledky analýzy párových hodnot (v řádcích) získaných ve srovnávací studii normalizovaných hodnot TK při IZT a ZET jsou znázorněny v tabulce 5.

Reakce mladých normotoniků (20 - 29 let) byla v obou zátěžích stejná, neboť jsme nenalezli významné rozdíly pro STK i DTK. Naproti tomu u normotoniků středního věku (30 - 59 let) došlo mezi oběma zátěžemi k diferenciaci v odpovědi DTK. Zatímco reakce STK byla u obou zátěží stejná, hodnota DTK byla statisticky vysoce významně vyšší u izometrické zátěže. U mužů s neléčeným vysokým TK dochází k další diferenciaci tlakové odpovědi na obě zátěže. U mladých neléčených hraničních hypertoniků byla odpověď DTK v obou zátěžích stejná. Reakce STK se však v obou zátěžích diametrálně lišila, při IZT byla statisticky vysoce významně vyšší. U hypertoniků středního věku byla odpověď STK i DTK v IZT statisticky vysoce významně vyšší.

Tabulka 3

Vztah výše TK k výsledkům izometrického testu u příslušníků československého létajícího personálu

Soubor Věková kategorie	Věk	TK v klidu vsedě		Izometrický test vsedě	
		STK	DTK	STK	DTK
Normální TK 20 - 29	$\bar{x}$	22,20	125,11	75,76	161,76
	s	2,31	8,67	6,18	10,56
	n	70	70	70	70
A Normální TK 30 - 59	$\bar{x}$	41,11	123,19	81,56 ⁴	163,33
	s	8,74	9,08	5,49	14,75
	n	27	27	27	27
B Hraniční hypertenze neléčená 30-59	$\bar{x}$	46,26 ¹	146,63 ²	93,58 ²	192,47 ²
	s	6,10	18,18	6,27	23,64
	n	19	19	19	19
C Hypertenze II neléčená 30-59	$\bar{x}$	48,00 ¹	153,67 ²	97,30 ^{2,3}	195,70 ²
	s	6,69	13,10	5,22	18,47
	n	27	27	27	27

Jednofaktorová ANOVA a Duncanův t-test ¹p<0,01, ²p<0,001 proti A; ³p<0,05 proti B

Studentův t-test ⁴p<0,001 proti věkové kategorii 20-29 let

Tabulka 4

Srovnání výsledků izometrického testu (IZT) u neléčené hraniční hypertenze a neléčené hypertenze II u příslušníků československého létajícího personálu

IZT	Hraniční hypertenze	Hypertenze II	Významnost
+	12 63,2 %	19 70,4 %	$\chi^2 = 0,26$ NS $C_c = 0,08$
-	7 36,8 %	8 29,6 %	

kacemi. Za kontraindikaci vyšetření však nepovažujeme vysoký věk jako takový.

Srovnáme-li normy naše a Dvořákovy pracovní skupiny (3), zjistíme, že naše norma pro STK je u obou věkových kategorií systematicky vyšší, pro DTK je vyšší jen u mladší věkové kategorie, u starší se shoduje. Vezmeme-li v úvahu faktory ovlivňující STK (věk, pohlaví, klidový STK, maximální STK při dynamické svalové práci) a DTK (síla stisku, klidový DTK, maximální SF, STK a DTK při dynamické svalové práci) při IZT (10), můžeme rozdíly u STK vysvětlit zařazením žen v souborech Dvořákovy skupiny (3), neboť právě ženy dosahují v testu nižšího

Tabulka 5

Srovnávací studie normalizovaných hodnot TK při zátěžovém EKG testu a izometrickém testu u příslušníků československého létajícího personálu

TK	Věková kategorie	Normalizovaný rozdíl změřeného a náležitého TK				$t_{\text{pár}}^{\text{pro}}$		
		Zátěžový EKG test		Izometrický test		STK	DTK	
		STK	DTK	STK	DTK			
Normální	20 - 29	$\bar{x}$	0,539	-0,176	0,298	0,508	0,75	1,66
		s	1,137	1,286	0,582	0,580	sv = 12	sv = 12
		n	13	13	13	13	NS	NS
	30 - 59	$\bar{x}$	0,365	-0,727	0,043	0,283	0,95	3,01
		s	1,782	1,278	1,043	1,227	sv = 28	sv = 26
		n	29	27	29	29	NS	p < 0,01
Hraniční hypertenze a hypertenze II neléčená	20 - 29	$\bar{x}$	0,770	1,043	2,339	1,950	6,44	0,85
		s	1,020	2,129	1,320	1,391	sv = 4	sv = 4
		n	5	5	5	5	p < 0,005	NS
	30 - 59	$\bar{x}$	0,938	0,529	1,999	1,926	4,14	6,34
		s	1,707	1,194	1,448	1,229	sv = 41	sv = 41
		n	42	42	43	43	p < 0,001	p < 0,001

Diskuse

Normy tlakové reakce na IZT (handgrip, 50 % maximálního stisku) pro klinické použití publikovali u nás pro jednotlivé věkové kategorie, společně pro muže a ženy, Dvořák a spol. (2). Testy prováděli vleže a vstoje, později i vsedě (3).

Ze všech tří poloh je pro rutinní využití nejlépe realizovatelné a pro lékaře pracovně nejprístupnější vyšetřování vsedě. Také jeho výsledky jsou s polohou vstoje prakticky shodné. Za nejméně vhodné považujeme vyšetřování vleže, neboť v této poloze při izometrickém napětí svalů dochází k jejich rychlejší únavě vedoucí k nekontrolovatelnému třesu těla (11). Dosahuje se nižší zátěže, získané hodnoty TK jsou nižší, a proto také klesá senzitivita testu. Odlišnosti vlivu jednotlivých poloh na výsledky IZT lze hledat i ve zvýšené aktivaci sympatiku vyvolané vzpřímenou polohou (9). Domníváme se proto, že je vhodné a postačující provádět IZT pouze vsedě. IZT provádíme na našem pracovišti již jedenáct let a při respektování kontraindikací jsme se nesetkali s kompli-

STK. Rozdíly v DTK si vysvětlujeme větší svalovou silou naší mladší skupiny mužů. Obdobně lze vysvětlit i rozdíly mezi našimi věkovými kategoriemi, neboť vyššího STK dosahují jak muži starší, tak obecně muži vůči ženám (proto rozdíl mezi věkovými kategoriemi v našem případě je větší než u Dvořáka, který má v souboru i ženy). Rozdíl v DTK mezi našimi soubory lze vysvětlit opět větší svalovou silou mladšího souboru. Letci ve věkové kategorii 20 až 29 let mají totiž daleko vyšší trénovanost než průměrná mužská civilní populace. Tuto přednost však ve vyšších věkových kategoriích rychle ztrácejí (20).

Z uvedeného nutně vyplývá, že jednotná norma pro muže a ženy je pro mužskou populaci "měkká", pro ženskou pak příliš "tvrdá", což lze dokumentovat na výsledcích nedávno publikované práce (13). Autor u dosud neléčených hypertenziků při použití norem podle Dvořáka a spol. (3) zjistil abnormální IZT vleže u 87 % mužů a jen u 59 % žen. Tyto rozdíly nejsou vysvětlitelné jinou příčinou a důsledkem je zvýšení procenta výskytu o falešně pozitivní výsledky u mužů a naopak snížení procenta výskytu o falešně negativní výsledky u žen.

Výskyt abnormálního IZT, včetně výšky zjištěných tlakových hodnot, závisí na výslednici souhry patofyziologických mechanismů podílejících se na rozvoji hypertenze. Pro to svědčí naše zjištění, že se statisticky významně neměnily ani výsledky IZT v rozmezí trvale normálního klidového TK, ani abnormální výsledky IZT v rozmezí TK zvýšeného. Chceme však zdůraznit, že výskyt hyperreakce v IZT i při normálním klidovém TK má prognostický význam.

Naši interpretaci změn TK v IZT podporují i výsledky srovnávací studie IZT a EZT. Metodický postup, který jsme v ní použili, dovoluje přímé kvantitativní srovnání obou testů a navíc i diferenciaci jejich skutečné hodnoty pro diagnostiku hypertenze. Současně eliminuje nedostatky běžně prováděných porovnání spočívající v hodnocení podle výskytu abnormálních výsledků podle zavedených norem. Ty jsou navíc konstruovány pro oba testy rozdílným způsobem (1, 3, 7, 20) při použití rozdílných stupňů zátěží (3, 8). Naše výsledky jsou v plném souladu s rozdílnou strukturou fyziologické a tedy i hemodynamické odpovědi u izometrické (16) a dynamické (8, 12, 17) zátěže, včetně známých patofyziologických rozdílů mezi hraniční hypertenzí mladistvých (21) a hypertenzí středního věku (14, 15). Statisticky stejná velikost reakce TK v obou zátěžích je dána u mladistvých normotoničků výraznou vazodilatační kapacitou, takže se chybění vazodilatačního podnětu při IZT ještě významně neprojeví. Naopak u normotoničků středního věku, u nichž dochází k relativnímu vzestupu periferní rezistence, se již tato charakteristika IZT projeví a ve srovnání se ZET (který vyvolává výraznou periferní vazodilataci a vzestup minutového objemu) dojde k významnému vzestupu především DTK. U hraniční hypertenze mladistvých, charakterizované oběhovou hyperkinézou a vzestupem STK, naopak spočívá diferenciace mezi oběma zátěžemi v daleko výraznějším vzestupu STK u IZT. U hypertenze středního věku, kdy dochází k dalšímu vzestupu periferní rezistence, strukturální přestavbě kardiiovaskulárního systému a začíná významná změna impedance velkých cév, nacházíme u IZT ve srovnání se ZET výrazně vyšší vzestup STK i DTK. Struktura tlakové odpovědi na oba zátěžové testy je tedy rozdílná, závisí na jejich fyziologické struktuře, projevech stárnutí KV systému i faktorech spojených s rozvojem a tíží hypertenze. IZT má tak pro diagnostiku hypertenze daleko vyšší senzitivitu. Klasické použití norem TK u obou testů při jejich srovnání však tuto diferencii arteficiálně stírá, což lze např. dokumentovat na výsledcích nedávno uveřejněné práce (13), kdy abnormální výsledek IZT, resp. ZET u neléčených i léčených mužů hypertoničků činil 87 %, resp. 91 %, u žen pak 91 %, resp. 82 %.

IZT je schopen rozpoznávat tlakové hyperreaktory (a to i u osob s normálním kazuálním klidovým TK), u hypertoničků všech forem se abnormální výsledek IZT vyskytuje ve více než 70 % případů. U těchto nemocných má zátěžová tlaková hyperreakce prognostický význam (3, 4).

IZT je jednoduchá, reprodukovatelná, dobře hodnotitelná a bezpečná metodika nevyžadující elektrokardiografickou monitoraci. Pro diagnostiku hypertenze přináší cenné informace. Proto v souladu s ostatními autory (3, 4, 13) doporučujeme zavedení IZT do širší praxe na všech stupních zdravotnických pracovišť.

Souhrn

Autoři se zabývali metodickými otázkami provádění izometrického zátěžového testu (IZT) a konstrukcí norem pro jeho hodnocení. Považují za postačující provádět vyšetření pouze v sedě a doporučují při hodnocení užívat odděleně normy pro muže a ženy. Srovnáním se zátěžovým elektrokardiografickým testem (ZET) se pokusili zpřesnit význam a postavení IZT v diagnostice hypertenze. Tlaková odpověď na IZT a ZET je rozdílná. Je dána fyziologickou strukturou testů a závisí na projevech stárnutí KV systému i faktorech spojených s rozvojem a tíží hypertenze. Pro diagnostiku hypertenze má IZT vyšší senzitivitu. Současné hodnocení normalizovaných hodnot krevního tlaku u obou testů přináší novou informaci.

Literatura

1. ÅSTRAND, P. O.: Quantification of exercise capability and evaluation of physical capacity in man. *Progr. cardiovasc. Dis.*, 19, 1976, č. 1, s. 51-67.
2. DVOŘÁK, I. aj.: Krevní tlak při izometrické zátěži. *Čas. Lék. čes.*, 120, 1981, č. 52, s. 1599-1601.
3. DVOŘÁK, I. et al.: Odhad rizika hypertenze u osob s normálním krevním tlakem a rodinnou zátěží. *Vnitř. Lék.*, 30, 1984, č. 4, s. 324-330.
4. DVOŘÁK, I. aj.: Význam izometrické zátěžové zkoušky u hraniční hypertenze. *Vnitř. Lék.*, 32, 1986, č. 10, s. 956-963.
5. DVOŘÁK, I. - KUBEŠOVÁ, H.: Ruční balónkový dynamometr pro izometrický zátěžový test. *Čs. Fysiol.*, 31, 1982, č. 4, s. 363-365.
6. EHSANI, A. A. et al.: Noninvasive assessment of changes in left ventricular function induced by graded isometric exercise in healthy subjects. *Chest*, 80, 1981, č. 1, s. 51-55.
7. FABIÁN, J. aj.: Metodika zátěžového elektrokardiografického vyšetření. *Kardio*, 4, 1978, č. 3, s. 1-72.
8. FRANZ, I. W.: Ergometry in hypertensive patients. Implications for diagnosis and treatment. Berlin, Heidelberg, Springer Verlag 1986. 228 s.
9. HICKLER, R. B. - HAMLIN, J. T. - WELLS, R. E.: Plasma norepinephrine response to tilting in essential hypertension. *Circulation*, 20, 1959, č. 3, s. 422-426.
10. CHANEY, R. H. - ARNDT, S.: Predictability of blood pressure response to isometric stress. *Amer. J. Cardiol.*, 51, 1983, č. 5, s. 787-790.
11. LIND, A. R. et al.: Influence of posture on isometric fatigue. *J. appl. Physiol.*, 45, 1978, č. 3, s. 270-274.
12. POLINER, L. R. et al.: Left ventricular performance in normal subjects: a comparison of the responses to exercise in the upright and supine positions. *Circulation*, 62, 1980, č. 3, s. 528-534.
13. POLÍVKA, M.: Využití izometrické zátěže při diagnostice a léčbě hypertenze. *Voj. zdrav. Listy*, 49, 1990, č. 5/6, s. 210-214.
14. SAFAR, M. E. - LONDON, G. M.: Mean values of hemodynamic and humoral parameters in sustained, essential hypertension. In: *Clinical Research in Essential Hypertension*, Ed. M. Safar. Schattauer, Stuttgart, New York 1989, s. 55-73.
15. SAFAR, M. E. - LONDON, G. M.: Control of cardiac output in sustained, essential hypertension. In: *Clinical Research in Essential Hypertension*, Ed. M. Safar. Schattauer, Stuttgart, New York 1989, s. 75-87.
16. SIEWERT, H. et al.: Der Einfluss der Handgrip-Belastung auf die periphere und zentrale Hämodynamik bei essentieller Hypertonie (WHO-Stadium I und II). *Med. u. Sport*, 30, 1990, č. 1, s. 9-11.
17. STRATTON, J. R. et al.: Comparative plasma catecholamine and hemodynamic responses to handgrip, cold pressor and supine bicycle exercise testing in normal subjects. *J. Amer. Coll. Cardiol.*, 2, 1983, č. 1, s. 93-104.
18. SVAČINKA, J. aj.: Metodika zátěžového elektrokardiografického vyšetření. (Studie, publ. č. 268) Praha, Ústav leteckého zdravotnictví 1980. 76 s.

19. SVAČINKA, J. et al.: Význam funkčního vyšetření a rizikového profilu hypertenze u výkonných letců. [Závěrečná zpráva]. Praha, Ústav leteckého zdravotnictví 1990, 253 + 51 s.
20. VANKO, J. - SVAČINKA, J.: Detektabilita ICHS při veloergometrickém vyšetřování létajícího personálu s využitím hodnot submaximální a maximální zátěže. [Závěrečná zpráva]. Praha, Ústav leteckého zdravotnictví 1983. 111 s.
21. WEISS, Y. A. - SAFAR, M. E.: Hemodynamic mechanisms and the autonomic nervous system in young men with borderline hypertension. In: Clinical Research in Essential Hypertension, Ed. M. Safar, Schattauer, Stuttgart, New York 1989, s. 41-54.

Klíčová slova: Hypertenze; Izometrický zátěžový test; Zátěžový elektrokardiografický test; Metodika; Normy.