

615.473.3:614.47

TLAKOVÉ INJEKTORY JAKO MODERNÍ A EFEKTIVNÍ PROSTŘEDKY PRO HROMADNÉ OČKOVÁNÍ

Pplk. MUDr. Jiří CAHA, Václav BRABEC

Vojenský ústav hygieny, epidemiologie a mikrobiologie, Praha

(náčelník: plk. MUDr. Vladimír Kotlář, CSc.)

Při hromadných očkovacích akcích, kdy je potřeba ve velmi krátké době očkovat velké množství osob, ať už z aktuálních epidemiologických indikací — hrozící epidemie, šířící se pandemie ap., anebo z čistě preventivních důvodů — jsou tlakové injektory ničím nenahraditelné a dosud nepřekonané jinými výkonnějšími a dokonalejšími prostředky. Proto se také k těmto účelům ve světě injektory široce používají a rozsáhlé očkovací programy Světové zdravotnické organizace v rozvojových zemích by nebyly bez nich uskutečnitelné.

Tyto přístroje prodělaly mnohaletý vývoj (1, 2,) a ve své nynější konečné podobě představují technicky dokonalé aparáty, umožňující bezpečné, rychlé a relativně bezbolestné podání vakcín, eventuálně jiných roztoků do tkáně. Existuje mnoho typů injektorů různé provenience, technického provedení a dokonalosti i způsobu, jakým je injektor poháněn. U všech typů je ale zachován společný princip: vysokým tlakem, dosahovaným řadou systémů, který působí na píst aparátu, se prudce vytlačuje tekutina (vakcína) mikroskopickým ústím trys-

ky v hlavici přístroje, čímž vzniká kompaktní kapilární paprsek tekutiny o velké kinetické energii. Ten postačí k překonání kontinuity kůže bez makroskopické devastace tkání, penetruje kůží a podkožím a ukládá se ve zvolené hloubce tkáně.

Předností takového způsobu podání vakcín, popř. dalších roztoků, je nesmírná rychlost inokulace, 1 ml tekutiny penetruje do tkáně během 0,4 sekundy, takže při dobré organizaci lze očkovat kolem tisíce osob za hodinu. Dále, možnost aplikovat standardní a nastavitelné dávky v rozmezí 0,1—1,0 ml intradermálně, subkutánně a hluboko subkutánně až intramuskulárně (podle druhu injektoru), a konečně, v současné době neocenitelná přednost — vyloučení rizika přenosu virové hepatitidy z člověka na člověka při hromadných inokulacích.

Přístroje jsou vesměs dobře ovladatelné a jejich další výhodou je to, že sterilizovat je potřeba jen několik málo součástí injektoru, které přicházejí do styku s injikovanou látkou; přitom sterilizovat tyto součásti stačí pouze

jedenkrát denně před zahájením hromadného očkování, sterilizace mezi jednotlivými očkovacími cykly není naprosto nutná, a přesto je podání bezpečné.

Ve srovnání s klasickou inokulací injekční stříkačkou je aplikace injektorů nejen nesrovnatelně rychlejší, ale také mnohonásobně ekonomičtější, neboť odpadají náklady na injekční stříkačky, jejich obměnu a sterilizaci po každém použití v případě, že není k dispozici dostatek stříkaček pro jedno použití. Zanedbatelná není ani psychická odezva očkovaných na použití injektorů; protože aplikace je prakticky nebolestivá a velice rychlá, odpadá u očkovaných strach z injekce a podle našich zkušeností dávají přednost injektoru před stříkačkou.

Od roku 1968 do dnešní doby jsme měli možnost přezkoušet a prakticky použít celou řadu injektorů různé výroby a dá se říci, že u nás zatím nikdo další s tolika přístroji nepracoval. Chronologicky vzato prvním injektorem, který jsme po všech stránkách v letech 1968–1969 zkoušeli, byl Hypodermic Jet Injector Apparatus Automatic amerického původu. Podrobnosti celé rozsáhlé studie jsou obsaženy v závěrečné zprávě výzkumného úkolu (1) a stručněji v publikaci (3), odborné fórum bylo seznámeno s výsledky na Epidemiologických dnech v Třeboni v září 1970. V tomto sdělení chceme jen připomenout, že použití injektoru bylo srovnáváno s očkováním klasickými způsoby, zkoušena byla subkutánní aplikace čs. vakcíny proti tyfu, paratyfům a tetanu (TPT) a intradermální aplikace čs. vakcíny proti neštovicím. Prováděla se srovnávací sérologická vyšetření hladin titrů protilátek, jež vyzněla ve prospěch injektoru u neštovic a u TPT nebyly zjištěny významné rozdíly. Subjektivně i objektivně předčil injektor klasické očkování. Studie tehdy jednoznačně prokázala přednosti injektorů a ty byly doporučeny k praktickému využití i v našich podmín-

kách, zejména pro potřeby armády a pro hromadné očkovací akce různého typu.

Vzhledem k tomu, že bylo složité získat pro ČSLA vhodné přístroje a v potřebném množství, další injektory jsme dostali k ověření v roce 1975. Šlo o injektor COBRA-1 maďarské výroby, který se lišil od dříve zkoušeného automatického aparátu nožním pohonem hydraulickou pumpou a poněkud složitějším nastavováním tlaků, nutných pro použití jednotlivých trysek. U přístroje byly ověřovány technické parametry, prováděla se aplikace laboratorním zvířatům, seleti i mrtvolám; výsledky nebyly jednoznačné, neprokázala se plná spolehlivost daného vzorku injektoru COBRA. To se projevilo hlavně částečnou penetrací injikované tekutiny do tkáně, a to jak na živém biologickém materiálu, tak na mrtvých tkáních bez podstatného rozdílu. Dále ze zkoušek vyplynula nestandardnost tlaků dosahovaných aparátem, takže nebylo možné se spolehnout, že podání se uskuteční podle volby. Nejčastěji a nejspolehlivěji pronikla látka podkožně. Protože jsme měli k dispozici pouze jediný přístroj, výsledky jsme nezevšeobecňovali, nedělali jsme konečné závěry a vyžádali jsme k přezkoušení další vzorky.

Později jsme obdrželi k ověření funkce přístroje dvojí provenience — již známé injektory COBRA a sovětské injektory IGB-50. Oba typy mají společný princip aktivace pístu hydraulickou pumpou na nožní pohon, ale jinak se podstatně liší konstrukcí a tvarem vlastního injektoru, jeho držením, způsobem nastavení tlaků a trysek. Nezávislost na elektrické energii u obou typů ověřovaných aparátů je významná hlavně pro polní podmínky. Podle již dříve osvědčené metodiky jsme tyto dva typy injektorů nejdříve zkoušeli po technické stránce, poté v laboratorních podmínkách. Byla navázána úzká technická spolupráce s VZS 160 Hostivice, která se ukázala jako nezbytná a prospěšná pro komplexní ohodnocení vzorků.

Tab. 1

Injektor IGB-50

Hlavice	Dávka	Pedál hydr. pumpy	Průnik	Poznámka
intraderm.	0,2 ml	poloha 1	intradermálně do hloubky 3 mm	kožní pupen Ø 7 mm, látka plně nepronikla
dtto	dtto	dtto	intradermálně do hloubky 3 mm	přístroj odvzdušněn: kožní pupen Ø 7 mm, plný průnik
subkutánní	0,5 ml	poloha 2	do podkoží	většina dávky nepronikla, stéká
dtto	dtto	poloha 3	podkožím ke sval. fascii	změnou polohy pedálu pumpy úplná aplikace do potřebné hloubky
dtto	dtto	dtto	podkožím a zadržela se na sval. fascii	
intramuskul.	1,0 ml	poloha 3	do svalu celou hloubkou kůže a podkoží	

Tab. 2

Injektor COBRA-1

Hlavice	Dávka	Tlak	Průnik	Poznámka
i. c. + s. c.	0,2 ml	nejnižší	nejpovrch. vrstva kůže	kožní pupen Ø 5 mm, látka plně nepenetr.
i. c. + s. c.	0,2 ml	střední	dtto	kožní pupen Ø 3 mm, část. penetrace
i. c. + s. c.	0,2 ml	nejvyšší	kůži do hloubky 2 mm	kožní pupen Ø 3 mm, plný průnik
s. c. + i. m.	0,5 ml	nejnižší	do podkoží	celá dávka pronikla
s. c. + i. m.	0,5 ml	střední	do svalu	dtto
s. c. + i. m.	0,5 ml	nejvyšší	do svalu	dtto
s. c. + i. m.	1,0 ml	nejnižší	do podkoží	dtto
dtto	dtto	střední	podkožím ke sval. fascii	- dtto
dtto	dtto	nejvyšší	do svalu	dtto

Přístroje fungovaly po technické stránce dobře, a tak jsme přistoupili k ověření průniku inokula na biologickém materiálu. Na základě předchozích zkušeností, že prasečí kůže je svou skladbou a fyziologií nejbližší kůži lidské, jsme zvolili sele za nejvhodnější model pro studium penetrace tekutin v živé tkáni. Nejpodstatnější výsledky jsou shrnuty v tab. 1, 2.

Přezkoušení obou typů injektorů na biologickém materiálu prokázalo dobrou penetraci látky při správně nastaveném tlaku a trysce a tedy jejich použitelnost pro hromadné očkování osob. Neúplná podání byla způsobena nesprávnou polohou přístrojů při aplikaci, v některých případech nasátím vzduchu do systému injektoru, hlavně při malých dávkách.

S uvedenými přístroji jsme také v roce 1976 spolu s OHEO České Budějovice uskutečnili vojenské zkoušky.

V poslední době již v tradiční spolupráci s VZS 160 Hostivice jsme ověřovali funkci tří dalších typů tlakových injektorů — Med-E-Jet, Ped-O-Jet a Multidose Jet Injector Apparatus Automatic, všechny americké výroby. Injektory se od sebe liší zásadně způsobem pohonu — Multidose Jet Injector je poháněn střídavým elektrickým proudem o 110 V a vyžaduje transformátor při napojení na síť; Med-E-Jet se pohání kyslíčnickem uhlíčitým ze sífónových bombiček nebo z velkých bomb a Ped-O-Jet hydraulickou pumpou na nožní ovládání. Po technických a laboratorních zkouškách, k nimž jsme využili některé z metodik JTTP platných pro zkoušení injektorů v armádách VS a po technické úpravě přístroje Med-E-Jet jsme ověřili funkci Ped-O-Jet a Med-E-Jet při očkování malého kolektivu vojenských očkovaných.

Očkovali jsme 16 vojáků pomocí aparátu Med-E-Jet a 7 vojáků injektorem Ped-O-Jet dávkou 0,5 ml tetanického toxoidu Alteana do levé paže v oblasti deltového svalu a sledovali jsme subjektivní pocity a místní reakce při očkování

ní, dále místní a celkové reakce za 24 a 72 hodin po očkování. S Med-E-Jet byla aplikace úspěšná v 93 %, ve všech případech se ihned po aplikaci vytvořil kožní pupen v místě inokulace o Ø 2—7 mm; 93 % vojáků označilo očkování za bezbolestné. Po 24 hodinách se prakticky u všech očkovaných vytvořil erytém s největší četností do 20 mm, v jednom případě byla udávána bolest ruky a v jednom případě zvýšená teplota 37,3 °C, tři vojáci si stěžovali na bolest hlavy. Třetí den mělo 69 % očkovaných erytém, patrný již jen do 10 mm, tři vojáci udávali bolest hlavy a čtyři bolest paže.

S injektorem Ped-O-Jet se uskutečnila úplná aplikace ve všech případech, kožní pupen se vytvořil o větším rozměru (6 mm a více), subjektivní pocity při inokulaci byly charakterizovány jako tlak a pálení. Za 24 hodin se u všech očkovaných vytvořil erytém rozsahu 10—90 mm, celkové reakce nebyly žádné. Třetí den se erytém ve všech případech zmenšil na 10—30 mm a jeden voják udával bolest hlavy.

Oba injektory ukázaly dobrý efekt aplikace, zjištěné místní reakce byly, podle našich zkušeností, v mezích normálu. Udávané celkové reakce bylo nutno hodnotit opatrně, často nebyly ve spojitosti s očkováním injektory.

Pro přehled o možnostech jednotlivých typů injektorů jsme srovnali do tab. 3 některé technické parametry a podstatné charakteristiky podle výsledků námi vyzkoušených injektorů za posledních deset let. Z tabulky vyplývají výhody, přednosti a omezení těchto typů přístrojů a z údajů si lze udělat představu o šířce problematiky vývoje a použití injektorů.

Závěr

Injektory mají pro masové očkování v armádě jiným dosud známým způsobem nedosažitelné přednosti. Dají se ovšem výhodně použít při všech hromadných očkovacích akcích státní zdravotnické správy i v pediatrické

Tab. 3

Charakteristiky různých typů injektorů

Název přístroje	Hypodermic Jet Injector Apparatus Automatic	COBRA-1	IGB-50	Med-E-Jet	Ped-O-Jet	Multidose Jet Injector Apparatus Automatic
Původ	amer.	maď.	sov.	amer.	amer.	amer.
Váha s přísluř. bez obalu v kg	–	3,8	4,6	1,15	3,0	–
Pohon	el. proud 110 V	hydraul. nožní pumpa	hydraul. nožní pumpa	bomby na CO ₂	hydraul. nožní pumpa	el. proud 110 V
Charakter injekcí	i. d. s. c.	i. d. s. c. i. m.	i. d. s. c. i. m.	i. d. s. c. hluboko s. c.	(i. d.)* s. c. hluboko s. c.	i. d. s. c. hluboko s. c.
Nastavení objemu dávek v ml	0,1–1,0 po 0,1	0,1–1,0 po 0,1	0,1–1,0 po 0,1	0,1–1,0 po 0,05	0,1–1,0 po 0,1	0,1–1,0 po 0,1
Přesnost dávkování	0,1 ml	0,1 ml	0,05 ml	0,05 ml	0,1 ml	0,1 ml
Průraznost při dávce 1 ml/**	30	31	60	44	30	30
Počet zdvihů nož. pumpy při dávce 1 ml	–	3	1	–	2	–
Potřeba regulace nož. pumpy	–	ne	ano	–	ne	–
Držení injektoru /***	1	1	2	1	1	1
Nastavení dávky/***	2	2	2	1	2	2
Nastavení zvolené hloubky průniku/***	1	2	3	2	1	1
Rozbor a složení ke sterilizaci	2	3	3	1	2	2
Zajištění proti náhod. spuštění	ne	ne	ne	ano	ne	ne

/* i.d. hlavice nebyla dodána; /** počet listů novin. papíru; *** 1 = nejsnazší

praxi. Stručně se dají obecné výhody injektorů shrnout do těchto bodů:

— rychlost a hospodárnost podání při vcelku jednoduché obsluze;

— injekce je ve většině případů nebolestivá a bezpečná;

— je vyloučena možnost přenést infekci z jednoho očkovaného na druhého, včetně virové hepatitidy;

— sterilizace je jednoduchá a přitom odpadá nutnost sterilizovat v průběhu hromadného očkování;

— dávky aplikované injektorem jsou standardní při všech způsobech inokulace.

Smyslem sdělení bylo informovat o dosavadních zkušenostech naší zdravotnické služby

s použitím tlakových injektorů. Těmito přístroji se již prakticky provádějí hromadné očkovací akce u útvarů ČSLA.

Literatura

1. Caha, J.: Závěrečná zpráva úkolu Z-13-6/5: Studium metody očkování tlakovým injektorem, 1968—1969.
2. Měrka, V. - Kyntera, F.: Použití „Jet“ injektoru v hromadných očkovacích akcích. Inf. zprav. VLIS, 8, 1967, č. 3, s. 5—13.
3. Caha, J.: Naše zkušenosti s použitím tlakového injektoru. Inf. zprav., 11, 1970, č. 3, s. 157—165.
4. Caha, J. - Brabec, V.: Expertizní zprávy o zkouškách injektorů Cobra-1, IGB-50, Med-E-Jet, Ped-O-Jet, Multidose Jet.

Klíčová slova: Tlakové injektory.