

# Radiační ochrana personálu na PET/CT

## Radiation protection of PET/CT staff

Renáta Kohutová<sup>1,2</sup>, Vítězslav Jiřík<sup>2</sup>, Vojtěch Ullmann<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Oddělení nukleární medicíny PET/CT, Nemocnice Nový Jičín a.s., ČR

<sup>2</sup> Ústav epidemiologie a ochrany veřejného zdraví, LF OU Ostrava, ČR

<sup>3</sup> Klinika nukleární medicíny, LF OU a FN Ostrava, ČR

renata.kohutova@nnj.agel.cz

### ABSTRAKT:

Na pracovišti PET/CT v Novém Jičíně je v současné době využívána automatická aplikační stanice u většiny vyšetření s výjimkou imobilních pacientů. Před zavedením této pomůcky byla v prvních měsících provozu v roce 2013 zjištěna poměrná průměrná dávka u pracovníka 3,62  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$ . Výpočet vyjadřuje hodnotu osobního dávkového ekvivalentu  $H_p(10)$  vztažený k 1 GBq, jež byl aplikován pacientům. S využitím automatické aplikační stanice došlo ke snížení na 1,69  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  ještě během téhož roku. V průběhu dalších dvou let se podařilo snížit průměrnou dávku na 1,35  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  v roce 2014 a 1,32  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  v roce 2015. Měření bylo prováděno pomocí elektronického dozimetru umístěného na levé straně hrudníku všech pracovníků, kteří přišli do styku s radiofarmakem či naaplikovaným pacientem. Operativně byla zaznamenávána dávka u osoby, která přímo radiofarmakum aplikovala, a to vždy při podání aktivity přibližně 300 MBq. V 90 % byla při jedné aplikaci naměřena hodnota 1  $\mu\text{Sv}$ , zatímco po podání radiofarmaka o stejné aktivitě, která byla aplikována tzv. „z ruky“, byla hodnota 2  $\mu\text{Sv}$  a více ve všech sledovaných případech. Optimalizace přinesla rovněž snížení ekvivalentní dávky na kůži rukou normalizované na 1 GBq z 278  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  na 145  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$ .

**Klíčová slova:** PET/CT, radiační ochrana, optimalizace

NuklMed 2017;6:53-55

### ABSTRACT:

Automatic injection device is currently used for most examinations except immobile patients at PET/CT department in Nový Jičín. Relative average dose of 3.62  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  for staff member was measured in the first months of the year 2013 before introduction of this device. Dose calculation express a value of personal dose equivalent  $H_p(10)$  in relation to 1 GBq injected to patients. Dose was reduced to 1.69  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  after introduction of this device still during this year. Relative average dose was further reduced during next two years to 1.35  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  in the year 2014 and 1.32  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  in the year 2015. Measurements were performed with an electronic dosimeter placed on the left side of the thorax of all staff members who came into contact with a radiopharmaceutical of injected patient. Operational measurement was performed in any person who injected radiopharmaceutical of approximately 300 MBq. 1  $\mu\text{Sv}$  was detected in 90 % during one injection while 2 or more  $\mu\text{Sv}$  were detected during hand-operated injection of the same activity. Our optimization also decreased skin dose equivalent normalized to 1 GBq from 278  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  to 145  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$ .

**Key Words:** PET/CT, radiation protection, optimization

## ÚVOD

Vyšetření pomocí PET/CT se stává standardním pro celou řadu onemocnění. Během posledních tří let přibyla v České republice další pracoviště, která jsou vybavena PET/CT skenery<sup>1</sup>. (Tab. 1) Zmíněné vyšetření pomocí hybridního přístroje je také potřebné pro mnoho klinických studií. To jsou faktory, jež následně zvyšují požadavky na zdravotnický personál. Kromě profesně správně provedeného vyšetření pacienta je nutné zajistit radiační ochranu pracovníků, kteří aplikují radiofarmakum nebo manipulují s naaplikovanými pacienty. Nedostatek lékařů a erudovaného zdravotnického personálu se již stal celostátním problémem a mnohá pracoviště nukleární medicíny, jakožto úzce specializovaný obor, mají problémy s personálním zajištěním. Je proto důležité, aby pracovní podmínky a ochrana při práci byly co nejúčinněji optimalizovány.

## CÍL

Cílem práce je shrnutí dosavadních zkušeností s optimalizací radiační ochrany na Oddělení nukleární medicíny v Novém Jičíně.

## METODA

Retrospektivní pohled na danou problematiku umožňuje srovnání souvislostí při využití dostupných ochranných prostředků, pomocných dozimetrických a monitorovacích zařízení, stavebního uspořádání pracoviště a zavedených standardních postupů při práci. Měření byla prováděna pomocí elektronických osobních dozimetrů, které na pracovišti slouží jako doplňkové operativní měřidlo. Vyhodnocení měření u prstových termoluminiscenčních dozimetrů (VF Černá Hora) bylo využito k porovnání radiační zátěže na kůži rukou.

## VÝSLEDKY

Po otevření pracoviště PET/CT v Novém Jičíně byla během prvních měsíců aplikace <sup>18</sup>F-FDG prováděna tzv. „z ruky“. Na podzim téhož roku, po zavedení automatické aplikační stanice, bylo již většině pacientů aplikováno radiofarmakum pomocí tohoto přístroje. Pouze u malého počtu vyšetřovaných (např. imobilní pacienti) nebylo vhodné tento postup využít. Při aplikaci tzv. „z ruky“ stojí aplikující personál v bezprostřední blízkosti pacienta po celou dobu aplikace, zatímco využití automatické stanice umožňuje odstoupit na vzdálenost několika metrů. Před zavedením této pomůcky byla v prvních měsících provozu v roce 2013 naměřena průměrná hodnota pro osobní dávkový ekvivalent  $H_p(10)$  u pracovníka 3,62  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  a po zavedení apli-

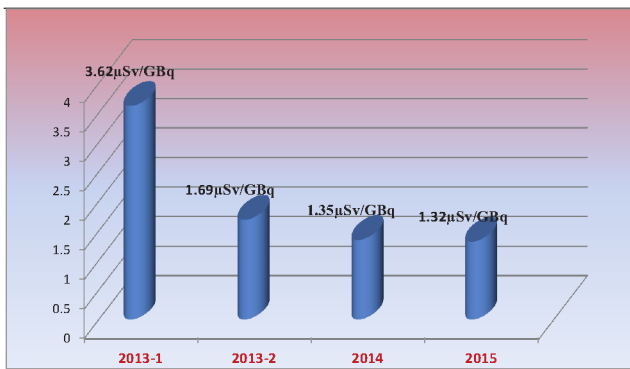
kační stanice došlo ke snížení na 1,69  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  ještě během téhož roku. Uváděná průměrná hodnota osobního dávkového ekvivalentu pro  $H_p(10)$ , jež se vztahuje k 1 GBq radiofarmaka aplikovaného pacientům, se nadále snižovala také v průběhu následujících dvou let. V roce 2014 se jí podařilo snížit na 1,35  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  a v roce 2015 na 1,32  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  (Graf 1). Měření bylo prováděno pomocí elektronického dozimetru umístěného na levé straně hrudníku všech pracovníků, kteří přišli do styku s radiofarmakem či naaplikovaným pacientem. Dalším důležitým zjištěním je výsledek operativního měření dávky u osoby, která přímo radiofarmakum aplikovala. Byly zaznamenávány a srovnávány hodnoty při podání aktivity přibližně 300 MBq, což je množství radiofarmaka, jež je na pracovišti podáváno u pacienta se standardní hmotností. Pokud byla aplikace prováděna ručně, bez použití aplikačního přístroje, byla vždy naměřena hodnota 2  $\mu\text{Sv}$  a více. V případě, kdy byla použita aplikační stanice, byla v 90 % na elektronickém dozimetru odečtena hodnota 1  $\mu\text{Sv}$ . U zdravotníků ONM v Novém Jičíně, kteří byli zahrnuti do analýzy, nebyl během sledovaného období překročen roční limit pro obyvatele, což je 1 mSv/rok. Se zavedením automatické aplikační stanice došlo současně také ke snížení ekvivalentní dávky na kůži rukou  $H_p(0,07)$  vztažené na 1 GBq z 278  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$  na 145  $\mu\text{Sv}/\text{GBq}$ . (Graf 2) Ekvivalentní dávka v 1 cm<sup>2</sup> kůže v daném období u žádného z pracovníků nedosáhla 3/10 limitu pro radiační pracovníky a tímto nebyla překročena vyšetřovací úroveň.

## DISKUZE

K optimalizaci radiační ochrany je nutné přistupovat komplexně. Zřejmě nestačí jen zakoupení nové pomůcky či

město	rok zprovoznění PET skeneru	zdravotnické zařízení
Praha	1999	Nemocnice Na Homolce
Brno	2003	Masarykův onkologický ústav
Plzeň	2005	Fakultní nemocnice Plzeň
Olomouc	2005	Fakultní nemocnice Olomouc
Hradec Králové	2009	Fakultní nemocnice Hradec Králové
Praha	2010	Všeobecná fakultní nemocnice v Praze
Praha	2012	Proton Therapy Center Czech s. r. o.
Nový Jičín	2013	Nemocnice Nový Jičín, a. s.
Ústí nad Labem	2015	Krajská zdravotní, a. s. – Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem, o. z.
Zlín	2016	Krajská nemocnice T. Bati, a. s.
Brno	2016	Fakultní nemocnice Brno – Bohunice
České Budějovice	2016	Nemocnice České Budějovice, a. s.
Jihlava	2016	Nemocnice Jihlava, p. o.

Tab. 1 Seznam PET center v ČR.<sup>1</sup>



Graf. 1 Průměrná dávka na pracovníka vztážená na aplikovanou aktivitu.

měřidel. Z důvodu rozdílné expozice částí těla personálu je důležité důsledné dodržování střídání pracovníků na jednotlivých pracovních místech. Používání pomocných elektronických dozimetřů a jejich správné nastavení jednotlivých úrovní umožňuje sledování přibližné expozice zdravotníků během pracovní doby, operativní vyhodnocování situace a případné podniknutí opatření k rovnoměrnému rozdělení radiační zátěže v rámci kolektivní dávky. Vhodné stavební uspořádání oddělení má nemalý vliv na další možnosti optimalizace radiační ochrany zdravotnického personálu. Jedná se především o oddělení prostor s naaplikovanými pacienty v čekárně či boxu a ošetřujícím personálem. Tento problém ale již vyžaduje větší zásahy do stavby a u mnohých stávajících pracovišť jej nelze provést. ONM v Novém Jičíně bylo vybudováno s ohledem na ochranu personálu a je zde přísně oddělena část pro pacienty od pracovní části personálu. Moderně zabudovaný kamerový a dorozumivací systém spolu s radiační monitorovací sítí jistě významně přispěly k omezení kontaktu ošetřujícího personálu s naaplikovanými pacienty. Dalším nezanedbatelným faktorem je pracovní zkušenost a praktický nácvik jednotlivých pracovních postupů a operací. Lze předpokládat, že na snížení radiační zátěže v druhé části roku 2013 na pracovišti v Novém Jičíně měla vliv skutečnost, že všichni pracovníci přišli do provozu s malými praktickými zkušenostmi, ale po zahájení se rychle učili a také došlo k efektivní organizaci práce na celém oddělení. S přicházejícím rokem 2017 vchází v platnost nový (tzv. atomový zákon) zákon č. 263/2016 Sb. spolu s novými prováděcími vyhláškami<sup>2,3</sup>. Nová legislativa zpřísňuje některé limity pro radiační pracovníky a podrobněji se zabývá optimalizací radiační ochrany. Pokrok ve vývoji a výrobě nových přístrojů, které snižují radiační zátěž, je znát na mnohých pracovištích, kde jsou již instalována plně automatická zařízení pro rozplňování (odebírání radiofarmaka z lahvičky připravené výrobcem) i aplikaci pozitronových zářičů. U těchto přístrojů již není potřebná manipulace s radiofarmakem v laminárním boxu, ale celý kontejner je vkládán do přístroje a v uzavřeném systému jsou provedeny potřebné zkoušky. V těchto moderních zařízeních je zajištěn plně kontrolovaný průběh infuze a kalkulace dávky pomocí vestavěného kalibračního zařízení pro konkrétního pacienta. Snadná obsluha a mobilita těchto přístrojů je velkou výhodou, tak jako i bezehlové napojení injektoru k nitrožilní kanyle a možnost podání radio-

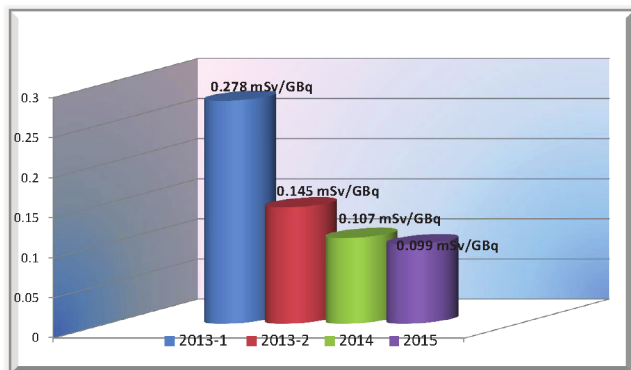
aktivní látky pacientovi z přiměřeně bezpečné vzdálenosti. Velkou nevýhodou je však vysoká pořizovací cena. Ochrana zdraví při práci na odděleních nukleární medicíny je velmi důležitá a jistě by bylo zajímavé srovnání radiační zátěže na pracovištích s různými způsoby aplikace radiofarmak.

## ZÁVĚR

Využitím automatické aplikační stanice tedy lze snížit efektivní dávku vzniklou během aplikace až o 50 %. Nácvikem a následným dodržováním správných pracovních postupů při manipulaci během rozplňování a aplikace PET/CT radiofarmak je možné docílit výrazného snížení radiační zátěže kůže rukou. Modernizace v oblasti přístrojového vybavení s sebou nutně přináší potřebu nového pohledu na radiační ochranu personálu s ohledem na možnou zvýšenou radiační zátěž při současném nedostatku kvalifikovaných a zkušených lékařů, radiologických asistentů a farmaceutů na odděleních nukleární medicíny.

## Poděkování:

Děkuji vedení Nemocnice v Novém Jičíně a. s. za pořízení potřebného vybavení pro Oddělení nukleární medicíny a kolektivu PET/CT pracoviště za vstřícnost a aktivní pozitivní přístup v zavádění nových postupů při práci.



Graf. 2 Celková suma obdržených dávek  $H_p(0,07)$  zúčastněných pracovníků vztážená na 1 GBq.

## Literatura

- Seznam PET center v ČR, ČSNM [online] 2017. [cit. 2017-01-10] Dostupné na: <https://www.csnm.cz/article/show/aboutDomain/pet-centres>
- Zákon 263/2016 Sb. – atomový zákon, SÚJB [online] 2016. [cit. 2017-01-10] Dostupné na: <http://www.sujb.cz/legislativa/nove-atomove-pravo/>
- Vyhláška 422/2016 Sb. o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, SÚJB [online] 2016. [cit. 2017-01-10] Dostupné na: <http://www.sujb.cz/legislativa/nove-atomove-pravo/>

Copyright of Nuclear Medicine / Nukleární Medicína is the property of Czech Medical Association of JE Purkyne and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.