

OCENA SPECT/CT IN ODŠTEVNE SCINTIGRAFIJE PRI BOLNIKI S PRIMARNIM HIPERPARATIROIDIZMOM

ESTIMATION OF SPECT/CT AND SUBTRACTION SCINTIGRAPHY IN PATIENTS WITH PRIMARY HYPERPARATHYROIDISM

Sebastijan Rep¹, Marko Hočevar², Janja Vaupotič³, Luka Ležaić¹

¹ Univerzitetni klinični center Ljubljana, Klinika za nuklearno medicino, Zaloška cesta 7, 1000 Ljubljana

² Onkološki inštitut Ljubljana, Oddelek za kirurško onkologijo, Zaloška cesta 2, 1000 Ljubljana

³ Inštitut Jožef Štefan, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana

Korespondenca/Correspondence: Sebastijan Rep, dipl. inž. rad., sebastijan.rep@guest.arnes.si

Prejeto/Received: 23.1.2016

Sprejeto/Accepted: 10.2.2016

IZVLEČEK

Uvod: Primarni hiperparatiroidizem je endokrini motnja, ki se razvije kot posledica povečane in nenadzorovane tvorbe obščitničnega hormona. Scintigrafija obščitnic se je pokazala za najbolj uveljavljeno metodo pri preoperativni lokalizaciji obščitničnih adenomov. Temelji na zastajanju radiofarmaka v adenomu obščitnic, ko se ta že izloči iz ščitnice. Za izvedbo scintigrafije se najpogosteje uporablja radiofarmak ^{99m}Tc-MIBI, ki se kopiči v obščitničnih adenomih in ščitnični žlezi. V kombinaciji s ^{99m}TcO₄ se opravi planarna odštevna scintigrafija (^{99m}Tc-MIBI-^{99m}TcO₄). Eno-fotonsko izsevna računalniška tomografija (SPECT) se opravi po aplikaciji ^{99m}Tc-MIBI in v kombinaciji z nizko-dozno računalniško tomografijo (CT) in omogoča natančno anatomsko lokalizacijo adenoma.

Namen: Cilji raziskave so oceniti uspešnost lokalizacije obščitničnih adenomov z zgodnjo (5 min po aplikaciji) in kasno (60 min po aplikaciji) SPECT/CT metodo s planarno odštevno scintigrafijo; primerjati občutljivost in specifičnost med omenjenimi slikovnimi metodami (SPECT/CT v zgodnji in kasni fazi ter planarno odštevno scintigrafijo) in sevalni obremenitvi bolnikov po aplikaciji 600MBq ^{99m}Tc-MIBI in 150 MBq^{99m}TcO₄.

Metode dela: V raziskavi je obravnavanih 30 bolnikov, pri katerih so bile opravljene zgodnja in kasna SPECT/CT metoda ter planarna odštevna scintigrafija. Sevalna obremenitev po aplikaciji radiofarmakov je izračunana na osnovi doznih koeficientov dobljenih iz ICRP (International Commission on Radiological Protection) objav.

Rezultati: Senzitivnost in specifičnost je bila najvišja pri kasnem SPECT/CT (77% senzitivnost in 100% specifičnost), sledili sta zgodnji SPECT/CT (63% senzitivnost in 100% specifičnost) in planarna odštevna scintigrafija (53% senzitivnost in 100% specifičnost). Sevalna obremenitev med SPECT/CT in planarno odštevno scintigrafijo je bila statistično pomembna ($p < 0,05$).

Zaključek: Rezultati so pokazali, da je kasni SPECT/CT najprimernejša metoda za lokalizacijo adenomov obščitnic. Sevalna obremenitev je bila najvišja pri planarni odštevni scintigrafiji

Ključne besede: scintigrafija obščitnic, obščitnični adenom, SPECT/CT, planarna odštevna scintigrafija

ABSTRACT

Introduction: Primary hyperparathyroidism is an endocrine disorder that develops as a result of increased and uncontrolled formation of parathyroid hormone. Parathyroid scintigraphy has proved to be the most well-established method in preoperative localization of parathyroid adenoma. It is based on retention of radiopharmaceutical in parathyroid adenoma when it is already removed from the thyroid. Most commonly used radiopharmaceutical for parathyroid scintigraphy is ^{99m}Tc-MIBI which accumulates in parathyroid adenoma and in thyroid gland. Subtraction planar scintigraphy (^{99m}Tc-MIBI-^{99m}TcO₄) was performed in combination with ^{99m}TcO₄. Single-photon emission computed tomography (SPECT) was carried out after the administration of ^{99m}Tc-MIBI and in combination with low-dose CT which provides an accurate anatomic localization of adenoma.

Purpose: To evaluate the effectiveness of localization of parathyroid adenomas with an early (5 min after the administration) and delayed (60 min after the administration) SPECT/CT method with subtraction planar scintigraphy; to compare the sensitivity and specificity between these imaging techniques (early and delayed SPECT/CT and subtraction planar scintigraphy) and radiation exposure of patients after administering 600MBq ^{99m}Tc-MIBI and 150 MBq^{99m}TcO₄.

Materials and methods: The study included 30 patients in which we performed early and delayed SPECT/CT and subtraction planar scintigraphy. Radiation exposure after the administration of radiopharmaceuticals was calculated on the basis of dose coefficients obtained from the ICRP (International Commission on Radiological Protection) publications.

Results: The highest sensitivity and specificity were detected in the delayed SPECT/CT (77% sensitivity and 100% specificity), followed by the early SPECT/CT (63% sensitivity and 100% specificity) and subtraction planar scintigraphy (53% sensitivity and 100% specificity). Radiation exposure between SPECT/CT and subtraction planar scintigraphy was statistically significant ($p < 0.05$).

Conclusion: The results showed that the delayed SPECT/CT is the most suitable method for localization of parathyroid adenomas. The highest radiation exposure was detected in subtraction planar scintigraphy.

Keywords: parathyroid scintigraphy, parathyroid adenoma, SPECT/CT, subtraction planar scintigraphy

UVOD

V zadnjih tridesetih letih se je z uporabo nuklearno medicinskih diagnostičnih postopkov in računalniške tomografije (CT) dramatično povečalo tveganje za nastanek raka zaradi medicinske uporabe ionizirajočega sevanja (Amis et al., 2007). Da bi se izognili nepotrebnemu izpostavljanju radioaktivnemu sevanju, je potrebno optimizirati diagnostične postopke in s tem zmanjšati sevalno obremenitev bolnikov in delavcev.

Scintigrafija obščitnic je nuklearno medicinska metoda, ki se uporablja pri bolnikih s sumom na primarni hiperparatiroidizem. Primarni hiperparatiroidizem (PHPT) je motnja v metabolizmu kosti, kalcija in fosfata, ki jo povzroči povečana koncentracija parathormona (PTH). Etiološko gre najpogosteje za adenom obščitničnih žlez, običajno solitaren (90%), redkeje dvojni ali multipli (4–10%), ali za hiperplazijo vseh žlez (5–10%), zelo redko pa za karcinom obščitničnih žlez (okoli 1%). Zdravljenje je v veliki večini primerov kirurško (odvisno sicer od klinične simptomatike, serumske vrednosti Ca^{2+} , dušičnih retentov in meritve kostne gostote) (Mshelia et al, 2012; Silov et al., 2013; Hughes et al., 2014).

Za izvedbo scintigrafije obščitničnih žlez najpogosteje uporabljamo radiofarmak $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestaMIBI (MIBI), ki se kopiči v obščitničnih adenomih in ščitnični žlezi. Princip lokalizacije adenoma z MIBI je retenca radiofarmaka v adenomu, ko se ta že izplavi iz ščitnice in normalnih obščitničnih žlez. Patofiziološko princip pojasnimo z nizko izraznostjo P-glikoproteina v adenomih, ki v normalnem tkivu radiofarmak hitro izplavi iz celic (Silov, 2013; Gupta, 2007). V kombinaciji z radiofarmakom $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ se opravi planarna odštevna scintigrafija (MIBI/ $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$). Radiofarmak $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ se kopiči samo v ščitnični žlezi. S planarno odštevno scintigrafijo želimo računalniško odstraniti aktivnost nakopičeno v ščitnici, ki je moteča pri lokalizaciji obščitničnih adenomov. SPECT je slikovna metoda, ki se opravi po aplikaciji MIBI in pred aplikacijo $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ (Sager et al., 2014). Z uveljavitvijo hibridnih slikovnih metod in naprav (SPECT/CT) lahko v istem prostorskem okviru opravimo še CT z nizko sevalno obremenitvijo (t.i. low-dose CT), ki nam pomaga natančno anatomsko lokalizirati adenom. Prav tako je v pomoč pri spremenjeni regionalni anatomiji s potencialno lažno pozitivnim izvidom preiskave, npr. multinodozna golša – predvsem se pomembno zmanjša število lažno pozitivnih najdb (Wong, 2015; Chroustova, 2014; Patel, 2010). Ker scintigrafske metode pomenijo uporabo ionizirajočega sevanja, želimo z raziskavo optimizirati diagnostični postopek, z namenom zmanjšanja sevalne obremenitve pri bolnikih. Rutinsko se za scintigrafijo obščitnic uporabljata dve metodi, planarna odštevna scintigrafija in SPECT/CT.

NAMEN

Nameni raziskave so:

- oceniti uspešnost predoperativne lokalizacije obščitničnih adenomov z zgodnjo (5 min po aplikaciji) in kasno (60 min po aplikaciji) SPECT/CT metodo s planarno odštevno scintigrafijo in primerjati občutljivost in specifičnost med omenjenimi slikovnimi metodami (SPECT/CT v zgodnji in kasni fazi ter planarno odštevno scintigrafijo),
- oceniti sevalno obremenitev bolnikov, če opravimo SPECT/CT v zgodnji in kasni fazi ter planarno odštevno scintigrafijo.

METODE DELA

V retrospektivni raziskavi smo zajeli 30 bolnikov, ki so imeli biokemično dokazan (zvišan nivo PTH in Ca^{2+} v serumu) in histološko potrjen PHPT. Pri vseh bolnikih smo naredili zgodnji in kasni SPECT/CT in planarno odštevno scintigrafijo ter vizualno ocenili dobljene scintigrame.

SPECT/CT slikanje smo opravljali na SIEMENS Simbia® T2 gama kameri. Slikanje vratu in prsnega koša smo opravili 5 in 60 minut po aplikaciji 600 MBq $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -sestaMIBI. Hibridni SPECT/CT sistem vsebuje dva detektorja in dvo-rezinski nizko dozni CT sistem. Za SPECT slikanje smo uporabili kolimator s paralelnimi odprtini, velikost matrike 128×128 , 32 kotnih projekcij z 20 sekundnim zajemanjem podatkov na projekcijo in velikostjo vidnega polja 1,78.

Pri izvedbi nizko-doznega CT smo uporabili 25 mAs, 130 kV in pitch 1,5 za korekcijo atenuacije in fuzijo. Rekonstruirane slike smo prikazali v prečnih, sagitalnih in koronarnih ravninah, z uporabo namenske SPECT/CT delovne postaje z vgrajeno programsko opremo (Syngo; Siemens Medical Solution). Za obdelavo dobljenih podatkov smo uporabili iterativni rekonstrukcijski algoritmom OSEM 3D.

Planarno odštevno scintigrafijo smo naredili 30 in 90 minut po aplikaciji 600 MBq MIBI. Uporabili smo planarni način slikanja z velikostjo matrike 128×128 , nizko energijskem visoko ločljivim (LEHR) kolimatorjem, velikostjo vidnega polja 2 in časom slikanja 10 minut. Po končanem slikanju po 90 minutah smo bolniku v istem položaju pod slikovnim aparatom, i.v. aplicirali 150 MBq $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$ in po 10 minutah opravili scintigram. Uporabili smo planarni način slikanja z velikostjo matrike 128×128 , nizko energijskem visoko ločljivim (LEHR) kolimatorjem, velikostjo vidnega polja 2 in časom slikanja 10 minut. Po končanem slikanju smo naredili odštevni scintigram ($^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MIBI- $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$), kjer smo planarno sliko, dobljeno z $^{99\text{m}}\text{TcO}_4$, odšteli od planarne slike, dobljene z MIBI.

Za izračun sevalne obremenitve bolnikov zaradi uporabe radiofarmakov smo uporabili utežne faktorje, dobljene od Mednarodne komisije za varstvo pred sevanjem (ICRP – International Commission on Radiological Protection, Report 80) (ICRP, 1998).

Zgodnji in kasni SPECT/CT in planarno odštevno scintigrafijo smo vizualno ocenili in označili mest lokacije: desno zgoraj (DZ), desno spodaj (DS), levo zgoraj (LZ), levo spodaj (LS), desno ektopično (D ekt), levo ektopično (L ekt) in negativna (NI). Ovrednotili smo jih kot:

- Resnično pozitiven (RP): lokacija z večjim regionalnim kopičenjem radiofarmaka in histološko potrjenim obščitničnim adenomom/hiperplazijo.
- Lažno pozitiven (FP): lokacija z večjim regionalnim prevzemom radiofarmaka v tkivu, ki ni histološko potrjeno kot tkivo z obščitničnim adenomom/hiperplazijo.
- Resnično negativen (TN): lokacija brez regionalnega kopičenja radiofarmaka in histološko potrjeno normalno tkivo obščitničnih žlez.
- Lažno negativen (FN): lokacija brez regionalnega kopičenja radiofarmaka in s histološko potrjenim obščitničnim adenomom/hiperplazijo.

Na podlagi razvrstitve dobljenih scintigramov izračunamo senzitivnost, specifičnost ter pozitivno in negativno napovedno vrednost (Adamič, 1980).

Z testom senzitivnost (občutljivost) določimo verjetnost, da bo test pozitiven pri osebah, ki so resnično bolne. Torej je test senzitivni, če zazna bolezen, ko ta dejansko obstaja. Izračuna se po formuli:

$$SE = RP / (RP + LN) \quad (\text{max } 1 \text{ oz. } 100\%),$$

kjer so SE senzitivnost, RP resnično pozitiven rezultat in LN lažno negativen rezultat. Senzitivnost je kazalec, ki razvršča osebe z boleznijo (Adamič, 1980).

S testom specifičnost (SP) merimo verjetnosti, da bo test negativen pri osebah, ki niso bolne. Specifičnost je sposobnost testa, da izloči bolezen, ko ta ne obstaja. Izračuna se po formuli:

$$SP = RN / (RN + LP) \quad (\text{max } 1 \text{ oz. } 100\%),$$

kjer so SP specifičnost, RN resnično negativen rezultat in LP lažno pozitiven rezultat. Specifičnost je kazalec, ki razvršča osebe brez boleznijo (Adamič, 1980).

Pozitivna napovedna vrednost (PNV) je verjetnost, da ima nekdo bolezen, ko ima znake. Izračuna se po formuli:

$$PNV = RP / (RP + LP),$$

kjer so PNV pozitivna napovedna vrednost, RP resnično pozitiven rezultat in LP lažno pozitiven rezultat (Adamič, 1980).

Negativna napovedna vrednost (NNV) je verjetnost biti brez boleznijo, ko znaki niso navzoči. Izračuna se po formuli:

$$NNV = RN / (RN + LN),$$

kjer so NNV negativna napovedna vrednost, RN resnično negativen rezultat in LN lažno negativen rezultat (Adamič, 1980).

Za preverjanje normalnosti distribucije smo uporabili Kolmogorov-Smirnov test. Za aplicirane aktivnosti radiofarmakov ($^{99m}\text{TcO}_4$ in MIBI) in sevalno obremenitev po aplikaciji smo računali mediano ter maksimalno in minimalno vrednost. Z neparametričnim Mann-Whitney testom smo primerjali podatke, ki niso normalno razporejeni. Kot statistično značilnost smo upoštevali vrednost $p < 0,05$.

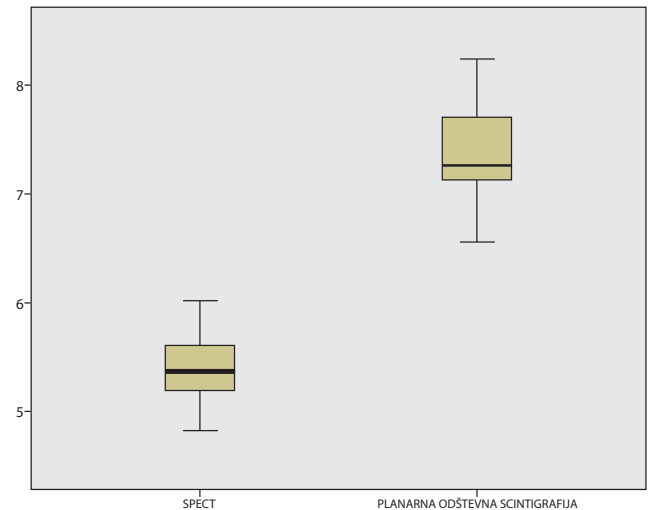
Analize smo opravili s programom SPSS verzija 21.

REZULTATI

Trideset občutničnih adenomov je bilo kirurško odstranjenih pri tridesetih bolnikih. Pri vseh je bila odstranjen samo ena občutnična žleza. Senzitivnost pri kasnem SPECT/CT je bila 77% (23/30), pri zgodnjem SPECT/CT 73% (22/30) in pri planarni odštevni scintigrafiji 53% (16/30). Ker ni bilo lažno pozitivnega rezultata, je bila specifičnost pri vseh treh metodah 100%, kakor tudi PNV. NPV je bila najvišja pri kasnem SPECT/CT, sledita zgodnji SPECT/CT in odštevna scintigrafija (tabela 1).

Podatki o bolnikih, apliciranih aktivnostih radiofarmakov, lokaciji adenomov in sevalni obremenitvi so prikazani v tabeli 2.

Mediana, maksimalna in minimalna vrednost za pripravljene in aplicirane aktivnosti radiofarmakov ($^{99m}\text{TcO}_4$, MIBI) so prikazane v tabeli 3. Primerjava med aplicirano aktivnostjo in sevalno obremenitvijo bolnikov (slika 1) pri SPECT/CT (zgodnja in kasna faza) in planarno odštevno scintigrafijo, je pokazala statistično pomembno razliko ($p = 0,05$) (tabela 3).



Slika 1: Primerjava sevalne obremenitve v mSv med SPECT in planarno odštevno scintigrafijo

Pri zgodnjem in kasnem SPECT/CT je bila aplicirana ista aktivnost radiofarmaka in je bila razlika samo v času izvedbe preiskave, zato je bila sevalna obremenitev pri vseh bolnikih ista.

Tabela 1: Rezultati slikovnih metod slede na histološki izvid

	senzitivnost	specifičnost	*PNV	**NNV
Zgodnji SPECT/CT	73%	100%	100%	92%
Kasni SPECT/CT	77%	100%	100%	93%
Planarna odštevna scintigrafija	53%	100%	100%	87%

Pozitivna napovedna vrednost*

Negativna napovedna vrednost**

Tabela 2: Podatki za aplicirane aktivnost, rezultati slikovnih metod, histološki rezultati in sevalna obremenitev bolnikov

bolnik	starost	MIBI aplikacija	99mTcO4 aplikacija	SPECT/CT zgodnji	SPECT/CT kasni	POS*	HISTO	MIBI ED mSv	99mTcO4 ED mSv	SKUPAJ ED mSv
1 ž	62	644,8	151,3	LS	LS	LS	LS	5,80	1,97	7,77
2 ž	51	602,3	140,0	DS	DS	LS	DS	5,42	1,82	7,24
3 m	40	627,0	165,7	LS	LS	LS	LS	5,64	2,15	7,80
4 ž	41	576,6	151,1	D	D	NI	D	5,19	1,96	7,15
5 m	52	570,3	148,7	LS	LS	NI	LS	5,13	1,93	7,07
6 ž	48	591,6	148,0	LS	LS	NI	LZ	5,32	1,92	7,25
7 ž	53	591,9	148,0	NI	NI	NI	LS	5,33	1,92	7,25
8 ž	60	640,2	152,0	NI	NI	NI	DS	5,76	1,98	7,74
9 m	75	595,8	148,2	NI	NI	NI	LS	5,36	1,93	7,29
10 m	42	535,8	133,7	NI	NI	NI	LS	4,82	1,74	6,56
11 m	56	612,0	142,0	NI	NI	NI	DS	5,51	1,85	7,35
12 ž	57	579,2	155,7	DS	DS	DS	DS	5,21	2,02	7,24
13 ž	60	621,7	163,0	DS	DS	DS	DS	5,60	2,12	7,71
14 m	57	613,0	165,1	LS	LS	LS	LS	5,52	2,15	7,66
15 ž	54	573,2	141,8	LS	LS	NI	LS	5,16	1,84	7,00
16 ž	66	628,4	157,7	NI	NI	NI	LZ	5,66	2,05	7,71
17 ž	59	547,7	145,0	DS	DS	DS	DS	4,93	1,89	6,81
18 m	77	558,4	160,0	LS	LS	LS	LZ	5,03	2,08	7,11
19 ž	61	646,2	154,1	DS	DS	DS	DS	5,82	2,00	7,82
20 ž	77	654,3	156,7	DS	DS	DS	DS	5,89	2,04	7,93
21 m	76	669,4	170,1	Dekt	Dekt	Dekt	Dekt	6,02	2,21	8,24
22 m	63	577,0	148,1	DS	DS	NI	DS	5,19	1,93	7,12
23 ž	64	598,0	143,0	DS	DS	DS	DS	5,38	1,86	7,24
24 ž	58	576,0	149,0	LS	LS	LS	LS	5,18	1,94	7,12
25 ž	72	601,0	145,0	NI	NI	NI	LS	5,41	1,89	7,29
26 m	48	609,0	152,0	LZ	LZ	LZ	LZ	5,48	1,98	7,46
27 ž	53	588,0	153,0	LS	LS	NI	LS	5,29	1,99	7,28
28 ž	47	597,0	155,0	NI	LS	NI	LS	5,37	2,02	7,39
29 m	61	577,0	149,0	LS	LS	LS	LS	5,19	1,94	7,13
30 ž	40	579,0	142,0	DS	DS	DS	DS	5,21	1,85	7,06

*Planarna odštevna scintigrafija

Tabela 3: Razlika med apliciranimi aktivnostmi in efektivno dozo pri SPECT/CT in planarni odštevni scintigrafiji

	APLICIRANE AKTIVNOSTI MEDIANA [MIN, MAX]	EFEKTIVNA DOZA MEDIANA [MIN, MAX]
SPECT (MIBI)	596,4 [535,8–669,4]	5,37 [4,8–6,1]
*POS (MIBI + 99mTcO4)	741,6 [669,5–750,5]	7,27 [6, –8,2]
p	< 0,05	< 0,05

*Planarna odštevna scintigrafija

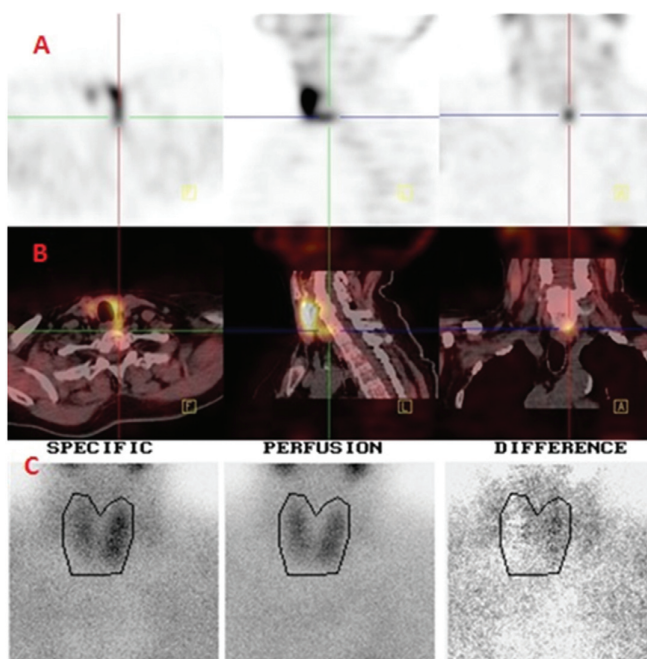
RAZPRAVA

Scitigrafija občitničnih žlez z MIBI je zlati standard za preoperativno lokalizacijo občitničnih adenomov. V naši raziskavi je kasni SPECT/CT pokazal boljše rezultate kot zgodnji SPECT/CT in odštevna scintigrafija. Veliko raziskav objavlja rezultate, dobljene s SPECT ali SPECT/CT pri lokalizaciji občitničnih adenomov, vendar poročajo različno. V eni od študij, v kateri so zajeli 48 bolnikov, so opravili zgodnji

SPECT v kombinaciji z ali brez CT fuzije in planarno odštevno scintigrafijo in lokalizirali 89% kirurško potrjenih adenomov občitnic. Preiskovalci so zaključili, da CT fuzija nima nobene dodatne vrednosti in da samo SPECT zadostuje za uspešno lokalizacijo (Gayed et al., 2005). SPECT ali SPECT/CT podatki so pogosto pridobljeni v eni fazi, najpogosteje v zgodnji. Krausz et al. (2006) so objavili članek, v katerem poročajo,

da so SPECT/CT opravili samo pri tistih bolnikih, ki so bili na planarni odštevni scintigrafiji negativni ali diagnostično negotovi in izboljšal senzitivnost za 39%. Diagnostično vrednost zgodnjega in kasnega SPECT slikanja je prvi ocenil Perez-Monte s sodelavci (1996) in ugotovil višjo senzitivnost pri zgodnjem SPECT (91%), ki so ga opravili 15–30 minut po aplikaciji radiofarmaka. Senzitivnost pri kasnem SPECT, ki so ga opravili 2–4 ure po aplikaciji, je bila 71%. William et al. (2007) so s svojo raziskavo ugotovili, da samo zgodnji SPECT/CT ni bistveno boljši od dvo-fazne planarne scintigrafije. Ugotovili so, da je SPECT/CT v zgodnji in kasni fazi statistično značilno boljši kot SPECT/CT v eni fazi ali dvo-fazna planarna scintigrafija. Pri dveh študijah niso ugotovili prednosti SPECT pred planarnim slikanjem (Chen, 1997; Staudenherz, 1997).

Naši rezultati so dokaj podobni rezultatom, ki so jih objavili nekateri drugi avtorji (Shafiei, 2012; Lavelly, 2007; Harris, 2008). Prednosti SPECT/CT, v primerjavi s SPECT in planarno odštevno scintigrafijo, so boljši anatomske in morfološke prikaz, boljše kontrastnost in korigiranje slabljenja fotonov v telesu. Čeprav je pri naši raziskavi najboljši rezultate pokazal kasni SPECT/CT (slika 2), glede na zgodnji SPECT/CT in planarno odštevno scintigrafijo (slika 2), je to bolj povezano s časom izvedbe slikanja.



Slika 2: SPECT in SPECT/CT adenoma desne spodnje obščitnice (A in B) in negativna planarna odštevna scintigrafija (C)

Za lokalizacijo obščitničnih adenomov je pomemben mehanizem kinetike radiofarmaka. V večini primerov je izločanje radiofarmaka hitreje iz ščitnice glede na adenom obščitnic. Ker zdrave obščitnice ne kopičijo radiofarmaka, je lokalizacija patološke obščitnice oziroma adenoma obščitnice lažja. Prednost SPECT/CT glede na SPECT in planarno odštevno scintigrafijo je natančnejša lokalizacija adenomov, manjših od 10 mm, kar je povezano s prostorsko ločljivostjo aparatov. Razen slabša prostorska ločljivost, težavo pri lokalizaciji obščitničnih adenomov predstavlja tudi p-glikoprotein, ki je

transportni encim, katerega prisotnost v celični membrani prepreči kopičenje radiofarmaka v mitohondrijih celic, kamor se MIBI kopiči (Gupta et al., 2007). Z zgodnjim SPECT/CT smo želeli ugotoviti ali se lahko izboljša senzitivnost glede na kasni SPECT/CT. Čeprav tega v našem vzorcu 30 bolnikov nismo potrdili, bomo nadaljevali z raziskavo. Glavna prednost kasnega SPECT/CT v primerjavi z zgodnjim SPECT/CT je boljše kontrastnost dobljenih scintigramov. Vsi bolniki, ki pridejo na scintigrafijo obščitnic, so zaradi intravenozne aplikacije radiofarmaka sevalno obremenjeni. Vendar, če smo pri bolniku opravili samo SPECT/CT, se je sevalna obremenitev bolnikov statistično značilno znižala.

Če naredimo samo kasni SPECT/CT se pomembno skrajša tudi čas slikanja. Torej so prednosti SPECT/CT, v primerjavi s planarno odštevno scintigrafijo, boljše senzitivnost, manjša sevalna obremenitev bolnikov in krajši čas preiskave.

ZAKLJUČEK

V naši raziskavi se je pokazalo, da je kasni SPECT/CT, opravljen 60 minut po aplikaciji radiofarmaka, boljši v primerjavi s planarno odštevno scintigrafijo in zgodnjim SPECT/CT. Prednosti so se pokazale kot boljše senzitivnost, manjša sevalna obremenitev bolnikov in krajši čas slikanja. Če je SPECT/CT negativen, se še vedno kot dodatno slikanje lahko naredi planarna odštevna scintigrafija.

LITERATURA

- Adamič, Š (1980). Temelji biostatistike. Ljubljana: Medicinska fakulteta Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani.
- Amis ES Jr, Butler PF, Applegate KE et al. (2007). American College of Radiology white paper on radiation dose in medicine. *J Am Coll Radiol* 4 (5): 272–84.
- Chen CC, Holder LE, Scovill WA et al. (1997). Comparison of parathyroid imaging with technetium-99m-pertechnetate/sestamibi subtraction, double phase technetium-99m-sestamibi and technetium-99m-sestamibi SPECT. *J Nucl Med* 38 (6): 834–9.
- Chroustova D, Kubinyi J, Trnka J et al. (2014). The role of 99mTc-MIBI SPECT/low dose CT with 3D subtraction in patients with secondary hyperparathyroidism due to chronic kidney disease. *Endocr Regul* 48 (2): 55–6.
- Gayed IW, Kim EE, Broussard WF et al (2005). The value of 99mTc-sestamibi SPECT/CT over conventional SPECT in the evaluation of parathyroid adenomas and hyperplasia. *J Nucl Med* 46 (2): 248–52.
- Gupta Y, Ahmed R, Happerfield L et al. (2007). P-glycoprotein expression is associated with sestamibi washout in primary hyperparathyroidism. *Br J Surg* 94 (12): 1491–5.
- Harris L, Yoo J, Driedger A et al. (2008). Accuracy of technetium-99mSPET-CT hybrid images in predicting the precise intraoperative anatomical location of parathyroid adenomas. *Head Neck* 30 (4): 509–17.

- Hughes DT, Sorensen MJ, Miller BS, et al. (2014). The biochemical severity of primary hyperparathyroidism correlates with the localization accuracy of sestamibi and surgeon-performed ultrasound. *J Am Coll Surg* 219 (5): 1010–9.
- ICRP Publication 80 (1998). Radiation Dose to Patients from Radiopharmaceuticals (addendum to ICRP Publication 53). *Ann ICRP*: 28 (3).
- Krausz Y, Bettman L, Guralnik L et al. (2006). Technetium-99m-MIBI SPECT/CT in primary hyperparathyroidism. *World J Surg* 30 (1): 76–83.
- Lavelly WC, Goetze S, Fridman KP et al (2007). Comparison of SPECT/CT SPET, and planar imaging with single- and dual-phase 99mTc-MIBI parathyroid scintigraphy. *J Nucl Med* 48 (7): 1084–9.
- Mshelia DS, Hatutale AN, Mokgoro NP et al. (2012). Correlation between serum calcium levels and dual-phase (99m)Tc-sestamibi parathyroid scintigraphy in primary hyperparathyroidism. *Clin Physiol Funct Imaging* 32 (1): 19–24.
- Patel CN, Salahudeen HM, Lansdown M et al. (2010). Clinical utility of ultrasound and 99mTc sestamibi SPECT/CT for preoperative localization of parathyroid adenoma in patients with primary hyperparathyroidism. *Clin Radiol* 65 (4): 278–87.
- Perez-Monte JE, Brown ML, Shah AN et al. (1996). Parathyroid adenomas: accurate detection and localization with Tc-99m sestamibi SPECT. *Radiology* 201 (1): 85–91.
- Sager S, Shafipour H, Asa S et al. (2014). Comparison of Tc-99m pertechnetate images with dual-phase Tc 99m MIBI and SPECT images in primary hyperparathyroidism. *Indian J Endocrinol Metab* 18 (4): 531–6.
- Shafiei B, Hoseinzadeh S, Fotouhi F et al. (2012). Preoperative 99mTc.MIBI scintigraphy in patients with PHPT and concomitant nodular goiter: comparison of SPECT-CT, SPET, and planar imaging. *Nucl Med Commun* 33 (10): 1070–6.
- Silov G, Ozdal A, Erdoğan Z et al. (2013). The relationship between technetium-99m-methoxyisobutyl isonitrile parathyroid scintigraphy and hormonal and biochemical markers in suspicion of primary hyperparathyroidism. *Mol Imaging Radionucl Ther* 22 (1): 8–13.
- Staudenherz A, Abela C, Niederle B et al. (1997). Comparison and histopathological correlation of three parathyroid imaging methods in a population with a high prevalence of concomitant thyroid disease. *Eur J Nucl Med* 24 (2): 143–9.
- William CL, Sibyll G, Kent PF et al. (2007). Comparison of SPECT/CT, SPECT, and Planar Imaging with Single- and Dual-Phase 99mTc-Sestamibi Parathyroid Scintigraphy. *J Nucl Med* 48 (7): 1084–9.
- Wong KK, Fig LM, Gross MD et al. (2015). Parathyroid adenoma localization with 99mTc-sestamibi SPECT/CT: a meta-analysis. *Nucl Med Commun Vol* 36 (4): 363–75.