

Wpływ śródoperacyjnego radiomapowania nuklearnego na czas trwania zabiegu w paratyreoidektomii

The influence of intraoperative nuclear radio-mapping on the duration of the surgical procedure in parathyroidectomy

Dariusz Sagan¹, Konrad Rejdak²

¹ Klinika Chirurgii Klatki Piersiowej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Jaczewskiego 8, 20-090 Lublin, tel. +48 (81) 724 45 23, e-mail: dariusz.sagan@am.lublin.pl

² Klinika Neurologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Streszczenie

Śródoperacyjna identyfikacja nadczynnej tkanki przytarczyc stanowi jedno z największych wyzwań dla chirurgów wykonujących paratyreoidektomie. Przełomem w chirurgii przytarczyc może stać się nowa metoda śródoperacyjnego radiomapowania nuklearnego. Jest ona oparta na pomiarze emisji promieniowania gamma w czasie rzeczywistym przez tkanki w polu operacyjnym po uprzednim podaniu ^{99m}Tc MIBI (^{99m}Tc-methoxyisobutylisonitrile – ^{99m}Tc-metoksyizobutyliizonitryl), wychwytywanego i akumulowanego wybiórczo przez tkankę przytarczyc. Celem artykułu była analiza wpływu zastosowania śródoperacyjnego radiomapowania nuklearnego na czas trwania zabiegu paratyreoidektomii. Badania przeprowadzono metodą analizy retrospektywnej jedno- i wieloczynnikowej w grupie 20 chorych poddanych zabiegom paratyreoidektomii, uwzględniając potencjalne czynniki kliniczne wpływające na czas zabiegu jako wejściowe zmienne niezależne.

Jednoczynnikowa analiza statystyczna wykazała, że zastosowanie śródoperacyjnego radiomapowania nuklearnego skraca czas trwania zabiegu o średnio $60,38 \pm 7,47$ min ($p = 0,0459$). Natomiast nadczynność wtórna, konieczność wykonania częściowej sternotomii oraz reoperacja przedłużyły średni czas trwania zabiegu o odpowiednio: $88,44 \pm 40,21$ min; $98,06 \pm 57,91$ min oraz $74,33 \pm 33,92$ min ($p = 0,0112$; $p = 0,0409$ oraz $p = 0,0234$; odpowiednio). Analiza wieloczynnikowa z zastosowaniem modelu regresji wielorakiej zidentyfikowała radiomapowanie nuklearne, sternotomię oraz reoperację jako zmienne niezależne istotnie statystycznie wpływające na czas trwania paratyreoidektomii.

Uzyskane wyniki badań wykazały, że śródoperacyjne radiomapowanie nuklearne jest skuteczną metodą wspomagającą postępowanie chirurgiczne w zabiegach paratyreoidektomii. Dzięki ukierunkowaniu działania operacyjnego *in vivo* oraz zapewnieniu potwierdzenia tożsamości nadczynnej tkanki gruczolaka *ex vivo* natychmiast po jego resekcji metoda ta pozwala znacznie skrócić czas trwania paratyreoidektomii.

Słowa kluczowe: chirurgia, gruczolak przytarczyc, nadczynność przytarczyc, przytarczyce; paratyreoidektomia; radiomapowanie nuklearne

Abstract

Thorough localization and confirmation of hyperactive parathyroid tissue is one of the most difficult tasks for surgeons performing parathyroidectomies. Therefore, the need for an intraoperative aid during parathyroidectomy is currently widely accepted. An instant detection of radioactivi-

ty after ^{99m}Tc MIBI injection, which is accumulated in parathyroid glands, called nuclear radio-mapping, has become a novel technique applied in these operations. We aimed to assess the utility of this new technique as one of potential factors influencing the duration of parathyroidectomy.

We retrospectively analyzed the influence of chosen clinical factors on the duration of the surgical procedure, using univariate and multivariate statistical methods in a group of 20 patients who underwent parathyroidectomy.

The results of univariate analysis showed that using nuclear radio-mapping decreased the mean duration of parathyroidectomy by mean 60.38 ± 7.47 min ($p = 0.0459$). However, in patients with secondary hyperparathyroidism, sternotomy and reoperation, the mean procedure duration increased by mean 88.44 ± 40.21 min; 98.06 ± 57.91 min and 74.33 ± 33.92 min ($p = 0.0112$; $p = 0.0409$ and $p = 0.0234$) respectively. Multivariate analysis showed that nuclear radio-mapping, sternotomy and reoperation independently influenced the duration of parathyroidectomy.

Concluding, nuclear radio-mapping not only guides the resection *in vivo*, but also allows to confirm the identity of removed parathyroid *ex vivo* and to decrease the duration of parathyroidectomy. This technique is a useful and efficient intraoperative adjunct in parathyroid surgery.

Key words: surgery, parathyroid adenoma, hyperparathyroidism, parathyroid glands, parathyroidectomy, nuclear radio-mapping

Wstęp

Nadczynność przytarczyc stanowi chorobę układu endokrynnego charakteryzującą się nadmiernym i niekontrolowanym wydzielaniem hormonu przytarczyc (*Parathormon*, PTH), co w rezultacie prowadzi do poważnych zaburzeń w gospodarce wapniowo-fosforanowej organizmu, z podwyższeniem poziomu wapnia w surowicy krwi i odwapnieniem kośćca. Najczęściej przyczyną tego stanu patologicznego jest gruczolak przytarczyc, rzadziej ich patologiczny przerost (hypertrofia) [1]. Częstość jego występowania w wysoko uprzemysłowionych krajach wynosi 1 na 700 mieszkańców [2], a wśród osób po 60. roku życia może przekraczać 1% [3]. Od czasu pierwszej udanej paratyreoidektomii wykonanej w 1925 r. chirurgiczna resekcja jest standardem w leczeniu nadczynności przytarczyc, a jej celem jest usunięcie całej nadczynnej tkanki przytarczyc, niezależnie od jej budowy anatomicznej i histologicznej [4]. Niestety dokładna i skuteczna śródoperacyjna identyfikacja nadczynnej tkanki przytarczyc stanowi jedno z największych wyzwań dla chirurgów wykonujących paratyreoidektomie. Dlatego też jako



śródooperacyjne wsparcie decyzyjne zastosowanie znalazły liczne metody adjuwantowe. Należą do nich między innymi klasyczne śródooperacyjne badanie histopatologiczne preparatów mrożonych oraz uznawane za „złoty standard” – śródooperacyjne monitorowanie stężenia parathormonu. Są to jednak metody nie tylko kosztowne, ale i czasochłonne, a należy pamiętać, że zbyt długi czas trwania zabiegu operacyjnego zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia powikłań śród- i pooperacyjnych [5]. Przełomem w chirurgii przytarczyc może stać się nowa metoda radiomapowania nuklearnego lub scyntygrafii śródooperacyjnej, polegająca na śródooperacyjnej, w czasie rzeczywistym, ocenie emisji promieniowania gamma przez tkanki po uprzednim podaniu radiofarmaceutyku wychwytywanego i akumulowanego wybiórczo przez tkankę przytarczyc.

Celem pracy jest analiza wpływu zastosowania śródooperacyjnej scyntygrafii przytarczyc na czas trwania paratyreoidektomii.

Materiał i metody

Charakterystyka demograficzna grupy badanej

Badaniami objęto 20 pacjentów poddanych zabiegowi operacyjnemu paratyreoidektomii z powodu nadczynności przytarczyc. Wśród nich wyodrębniono grupę badaną składającą się z 7 chorych, u których w czasie zabiegu zastosowano śródooperacyjną scyntyografię przytarczyc. Pozostali chorzy, u których zabieg paratyreoidektomii wykonano bez zastosowania śródooperacyjnych technik wspomagających, w oparciu o przedoperacyjne metody obrazowania, stanowili grupę kontrolną. Grupa poddana analizie składała się z 12 kobiet i 8 mężczyzn. Wskazaniem do leczenia operacyjnego była pierwotna nadczynność przytarczyc u 15 chorych i wtórna nadczynność przytarczyc w przebiegu niewydolności nerek leczzonej hemodializami u 5 chorych. Wiek chorych wahał się od 27 do 73 lat a średnia wieku chorych wynosiła $54,65 \pm 14,4$ lat. Do badań nie włączano przypadków wymagających dostępu innego niż szyjny, tj. torakotomii czy torakoskopii, gdyż stanowiłoby to czynnik zaburzający jednorodność grup badanych i analizy czasu trwania procedury.

Postępowanie przedoperacyjne

Przed kwalifikacją do leczenia u wszystkich zakwalifikowanych pacjentów wykonano badania obrazowe, w tym ultrasonografię szyi z oceną przytarczyc i tarczycy oraz scyntyografię subtrakcyjną przytarczyc Tc99m MIBI (metoksyizobutyliczono-99mTc). Przeprowadzono również badania laboratoryjne obejmujące morfologię krwi, stężenie sodu, potasu, wapnia i wapnia zjonizowanego, mocznika, kreatyniny oraz białka całkowitego w surowicy krwi. Na podstawie obrazu klinicznego oraz wyników badań dodatkowych, po potwierdzeniu rozpoznania pojedynczego gruczolaka lub spodziewanych zmian wielogruczolakowych albo reoperacji, chorych kwalifikowano odpowiednio do zabiegu małoinwazyjnej celowanej paratyreoidektomii lub obustronnej eksploracji szyi. W oparciu o wyniki badań lokalizacyjnych ustalano dostęp operacyjny, w tym umiejscowienie i rozległość cięcia chirurgicznego.

Procedura operacyjna

Zabieg operacyjny przeprowadzony był w znieczuleniu ogólnym dotchawiczym. W przypadku potwierdzonego badaniami przedoperacyjnymi pojedynczego gruczolaka wykonywano małoinwazyjną celowaną paratyreoidektomię (*Minimally Invasive Parathyroidectomy – MIP*), nato-

miast w spodziewanych zmianach mnogich lub przy reoperacji – obustronną eksplorację szyi (*Bilateral Neck Exploration – BNE*). Mało inwazyjną celowaną paratyreoidektomię wykonywano przez niewielkie poziome nacięcie u podstawy szyi pomiędzy przyczepami mięśni mostkowo-obojęzyczkowo-sutkowych. Po rozdzieleniu włókien mięśni podgnykowych uzyskiwano dostęp do lokalizacji gruczolów przytarczycowych. Dostęp do gruczolaków zlokalizowanych w śródpierśiu górnym osiągnąto przez rozpreparowanie tkanek do tyłu od głowy obojęzycza i rękojeści mostka i podciągnięcie tkanek (w razie potrzeby wraz z grasicą) ku górze. BNE wykonywano z dostępu przez ograniczone łukowate cięcie u podstawy szyi (ograniczone cięcie kołnierzowe Kochera). W przypadkach zmian w górnym przednim śródpierśiu, gdy powyższy dostęp był niewystarczający, poszerzano cięcie ku dołowi, wykonując częściową górną sternotomię.

Śródooperacyjne radiomapowanie nuklearne

Pomiędzy 1 a 2,5 godziny przed rozpoczęciem zabiegu operacyjnego chorym podawano 15 mCi MIBI, znakowanego izotopem metastabilnego technetu ^{99m}Tc , w postaci wstrzyknięcia dożylnego. W trakcie zabiegu dokonywano pomiaru promieniowania gamma poszczególnych tkanek *in vivo* i *ex vivo*, z zastosowaniem miniaturowego przenośnego miernika promieniowania gamma (Gamma Finder, World of Medicine AG, Ludwigsstadt, Niemcy) – fot. 1.

Miernik umieszczano w sterylnym jednorazowym rękawie z folii polietylenowej, stosowanym pierwotnie do narzędzi endoskopowych. Wstępny poziom odniesienia promieniowania odczytywano, przykładając sondę miernika prostopadle do przedniej powierzchni szyi w linii pośrodkowej na wysokości wężyny tarczycy przed wykonaniem cięcia chirurgicznego. Pomiar *in vivo* miał na celu ułatwienie określenia lokalizacji i identyfikację naczynnej tkanki przytarczyc. Wykonywano go, przemieszczając sondę nad poszczególnymi obszarami szyi w poszukiwaniu najwyższego wskazania i na to miejsce ukierunkowano cięcie i preparowanie tkanek. Po zlokalizowaniu gruczolaka potwierdzano jego radioaktywność, przykładając sondę bezpośrednio do gruczolaka (fot. 2).



Fot. 1 Miniaturowy przenośny miernik promieniowania γ (Gamma Finder, World of Medicine AG, Ludwigsstadt, Niemcy) stosowany w radiomapowaniu nuklearnym w paratyreoidektomii



Fot. 2 Po zlokalizowaniu gruczolaka potwierdzano jego radioaktywność, przykładając sondę bezpośrednio do gruczolaka (pomiar *in vivo*)

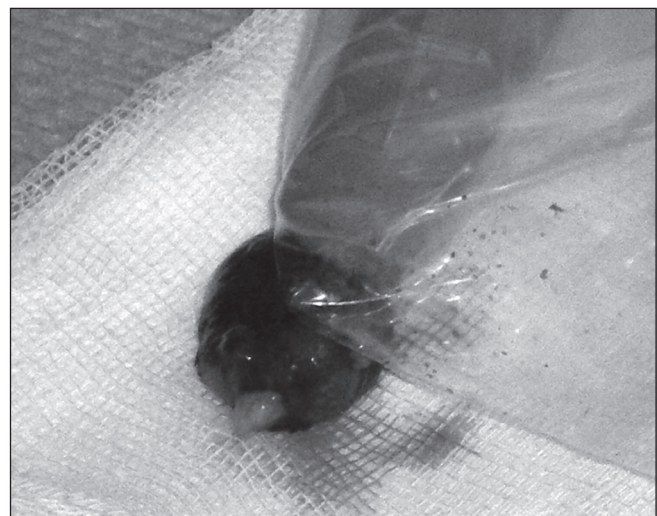
Po resekcji gruczolaka dokonywano pomiaru *ex vivo*, tzn. wycięty gruczolak umieszczano na stoliku instrumentacyjnym w oddaleniu od ciała pacjenta i dokonywano pomiaru radioaktywności, przykładając sondę bezpośrednio do gruczolaka (fot. 3).

Wynik porównywano z poziomem odniesienia uzyskanym przez pomiar promieniowania w łożu po usuniętym gruczolaku. Natężenie promieniowania *ex vivo* powyżej 20% poziomu odniesienia uznawano za potwierdzenie trafności resekcji naczynnej tkanki gruczolowej przytarczyc.

Metody statystyczne

Analiza statystyczna została przeprowadzona z zastosowaniem testu t-studenta oraz analizy wieloczynnikowej modelem regresji wielorakiej. W dopasowaniu optymalnego modelu regresji i doboru zmiennych niezależnych zastosowano metodę regresji krokowej wstecznej.

Analizy przeprowadzono z użyciem oprogramowania Statistica for Windows 6.0 (StatSoft Inc., Tulsa, USA). Wyniki przedstawiono jako wartości średnie \pm odchylenie standardowe (\pm SD), o ile nie zaznaczono inaczej. Wartość współczynnika prawdopodobieństwa $p < 0,05$ uznawana była za istotną statystycznie.



Fot. 3 Pomiar radioaktywności gruczolaka po resekcji, w celu potwierdzenia tożsamości naczynnej tkanki gruczolowej wykonywano, przykładając sondę do usuniętego gruczolaka w oddaleniu od ciała pacjenta (pomiar *ex vivo*)

Wyniki

W całej analizowanej grupie średni czas trwania zabiegu wynosił $124,25 \pm 65,49$ min. Analiza jednoczynnikowa zidentyfikowała typ nadczynności, radiomapowanie nuklearne, sternotomię oraz reoperację jako zmienne istotnie wpływające na czas trwania zabiegu paratyreoidektomii ze współczynnikami prawdopodobieństwa odpowiednio: $p = 0,0112$; $p = 0,0459$; $p = 0,0409$ oraz $p = 0,0234$ (tabela 1). Nadczynność wtórna, konieczność wykonania częściowej sternotomii oraz reoperacja (definiowana jako stan po poprzedniej interwencji w obrębie szyi) przedłużały średni czas trwania zabiegu o odpowiednio: $88,44 \pm 40,21$ min; $98,06 \pm 57,91$ min oraz $74,33 \pm 33,92$ min. Natomiast zastosowanie śródoperacyjnego radiomapo-

Tabela 1 Analiza jednoczynnikowa wpływu zmiennych niezależnych na czas trwania paratyreoidektomii

Zmienna niezależna		Średnia czasu trwania zabiegu (min)	Odchylenie standardowe	Poziom p
Płeć	żeńską	102,50	64,47	0,0671
	męską	156,88	55,54	
Wiek	$\leq 54,65$	117,50	73,00	0,6572
	$> 54,65$	131,00	60,22	
Typ nadczynności	pierwotna	106,56	60,68	0,0112
	wtórna	195,00	20,41	
Liczba gruczolaków	1	113,75	64,84	0,1567
	> 1	166,25	56,62	
Radiomapowanie nuklearne	tak	85,00	64,93	0,0458
	nie	145,38	57,46	
Sternotomia	tak	212,50	3,535	0,0408
	nie	114,44	61,45	
Wole guzkowe tarczycy	tak	161,42	42,88	0,0602
	nie	104,23	68,06	
Reoperacja	tak	180,00	30,00	0,0234
	nie	105,66	63,91	

wania nuklearnego skracало czas trwania zabiegu o średnio $60,38 \pm 7,47$ min. Pozostałe czynniki, poddane analizie jednoczynnikowej, tj. płeć, wiek, liczba usuniętych gruczolaków większa niż jeden oraz współistniejące wole guzkowe tarczycy, nie wykazywały istotnego statystycznie wpływu na czas trwania zabiegu ($p > 0,05$).

W kolejnym etapie badań zastosowano analizę wieloczynnikową za pomocą modelu regresji wielorakiej. Jako zmienne wyjściowe przyjęto zmienne wykazujące znamienność statystyczną w analizie jednoczynnikowej. Metodą regresji krokowej wstecznej opracowano model ostateczny przedstawiony w tabeli 2, wykazujący najlepsze dopasowanie i optymalne parametry modelu.

Regresja wieloraka wykazała, że tylko radiomapowanie nuklearne, sternotomia oraz reoperacja stanowiły niezależne czynniki znamienne statystycznie wpływające na czas trwania paratyreoidektomii ze współczynnikami regresji β i parametrami regresji B wynoszącymi odpowiednio: $\beta = -0,52$ i $B = -70,0$; $\beta = 0,42$ i $B = 91$ oraz $\beta = 0,45$ i $B = 66,8$.

Dyskusja

Pojedynczy gruczolak przytarczyc, a rzadziej gruczolaki mnogie lub wielogruzołowa hipertrofia stanowią przyczynę przebiegającej większości przypadków nadczynności przytarczyc [6]. Od połowy lat 20. dwudziestego wieku wprowadzono chirurgiczną resekcję jako jedyną skuteczną i radykalną metodę leczenia u takich chorych [7, 8]. Celem postępowania chirurgicznego jest usunięcie całości tkanki odpowiedzialnej za nadmierne i niekontrolowane wydzielanie parathormonu, co gwarantuje powrót do normokalcemii. W klasycznym podejściu adekwatną resekcję osiągnąć można przez wykonanie obustronnej eksploracji szyi (BNE) z dostępu przez szerokie łukowate poziome cięcie u podstawy szyi. Obecnie ten dostęp w nieznacznie zmodyfikowanej postaci jest stosowany w zmianach wielogruzołowych. W przypadku pojedynczego gruczolaka, procedurą równie skuteczną, a mniej inwazyjną jest celowana paratyreoidektomia (MIP), która stosowana jest od kilku lat w wyspecjalizowanych ośrodkach chirurgicznych [9, 10]. Obie techniki zastosowane zostały odpowiednio w grupie poddanej niniejszej analizie z wysoką skutecznością i znikomym odsetkiem powikłań.

Przed kwalifikacją do zabiegu operacyjnego u wszystkich pacjentów wykonano badania obrazowe obejmujące USG przytarczyc oraz scyntyografię subtrakcyjną z użyciem ^{99m}Tc MIBI, co stanowi standardowe postępowanie [11-13]. Badania obrazowe pozwalają zlokalizować nadczynny gruczolak i wstępnie zaplanować najsukuteczniejsze postępowanie, w tym optymalny dostęp operacyjny [14]. Jednakże precyzyjna śródoperacyjna identyfikacja i adekwatna resekcja nadczynnej tkanki przytarczyc w oparciu wyłącznie o cechy wizualne i palpacyjne jest trudna i obarczona wysokim odsetkiem niepowodzeń [4, 11]. Istotnym aspektem w postępowaniu operacyjnym jest również czas trwania zabiegu, zarówno z punktu

widzenia obciążenia dla organizmu, jak i względów ekonomicznych. Zlokalizowanie i wypreparowanie gruczolaka wyłącznie w oparciu o badania przedoperacyjne i ocenę wizualną jest niezwykle czasochłonne, a nierzadko niemożliwe.

Uważa się, że niezbędne jest stosowanie śródoperacyjnych technik pomocniczych wspierających chirurga w prawidłowym przeprowadzeniu zabiegu, umożliwiających szybkie odnalezienie zmiany docelowej i potwierdzenie osiągnięcia właściwego zakresu resekcji [9]. Dynamiczny rozwój technik mikroelektroniki wprowadził udogodnienia dla chirurgów w postaci miniaturowych mierników promieniowania gamma o bardzo wysokiej dokładności, które są specjalnie przystosowane do użytku śródoperacyjnego. Dzięki nim pomiar radioaktywności dokonywany jest w czasie rzeczywistym natychmiast po skierowaniu sondy na źródło promieniowania i bez żadnego opóźnienia. Do ich wykorzystania konieczne jest podanie pacjentowi przed zabiegiem MIBI znakowanego metastabilnym izotopem technetu ^{99m}Tc . Ten radioaktywny związek jest wybiórczo adsorbowany przez mitochondria produkujące adenozyntrotrójfosforan (ATP) [4]. Wychwył ten nie jest specyficzny dla konkretnej tkanki, lecz uzależniony jest od liczby mitochondriów w komórkach organu i szybkości syntezy ATP [14, 15]. Przytarczycę wytwarzają parathormon PTH jako swój jedyny produkt i dlatego też ilość ATP syntetyzowanego w ich mitochondriach jest wprost proporcjonalna do endokrynnej aktywności tych gruczolów [4]. Dzięki temu promieniotwórczość gruczolaka jest proporcjonalna do jego aktywności endokrynnej. Chociaż niektórzy autorzy podkreślają, że nie jest to wychwył specyficzny dla tkanki przytarczyc, zjawisko to jest z powodzeniem wykorzystywane w śródoperacyjnej scyntyigrafii do odnalezienia nadczynnego gruczolu przytarczycowego, a następnie potwierdzenia jego tożsamości *ex vivo*. Bezpieczeństwo i przydatność kliniczna metody radiomapowania nuklearnego została potwierdzona m.in. w badaniach Murphy i wsp. [4], które wprowadziły równocześnie zasadę 20% poziomu promieniowania jako potwierdzającą resekcję nadczynnego gruczolaka.

Do czasów wprowadzenia wspomagających technik śródoperacyjnych w paratyreoidektomii stosowano resekcję gruczolaków identyfikowanych gołym okiem i potwierdzanych śródoperacyjnym badaniem histopatologicznym preparatów mrożonych. Jednakże te kryteria nie uwzględniały endokrynnej aktywności resekowanych tkanek i były niezwykle czasochłonne, na co zwracali uwagę autorzy wcześniejszych doniesień [16, 17]. Natomiast metoda śródoperacyjnego mapowania nuklearnego wykorzystuje właściwości endokrynnej aktywności tkanki [4]. Dzięki temu pozwala ona nie tylko ukierunkować resekcję, ale również potwierdzić jej trafność w czasie rzeczywistym, bez oczekiwania na wyniki śródoperacyjnego badania histopatologicznego czy monitorowania poziomu PTH w surowicy krwi. W dotychczas opublikowanych doniesieniach różnych autorów pojawiają się pozytywne opinie o korzystnym wpływie śródoperacyjnego mapowania nuklearnego na czas trwania zabiegów [5, 9, 18]. Jednakże nie ma

Tabela 2 Analiza wieloczynnikowa wpływu zmiennych niezależnych na czas trwania paratyreoidektomii. Model regresji wielorakiej (Parametry modelu: $R^2 = 0,662$; $df = 3,16$; $F = 10,45$; $p = 0,00047$)

	Współczynnik regresji β	\pm SE β	Parametr regresji B	\pm SE B	Poziom p
Wyraz wolny			122,9452	12,61520	0,000000
Radiomapowanie nuklearne	-0,523496	0,146238	-70,0685	19,57352	0,002504
Sternotomia	0,428397	0,148750	91,1644	31,65459	0,010884
Reoperacja	0,453416	0,148202	66,8493	21,85016	0,007489

SE = błęd standardowy

szczegółowych analiz w tym zakresie. Wyniki niniejszej pracy wykazały, że zastosowanie mapowania nuklearnego istotnie statystycznie skróciło czas trwania zabiegu paratyreoidektomii ze średnio $145,38 \pm 57,46$ min bez śródoperacyjnych technik wspomagających do średnio $85,00 \pm 64,93$ z wykorzystaniem radiomapowania nuklearnego ($p = 0,0458$).

Wykazane w analizach oczywiste przedłużenie czasu trwania zabiegu spowodowane koniecznością poszerzenia dostępu o częściową sternotomię znajduje również potwierdzenie w badaniach Alifano i wsp. [19]. Jest to związane z wykonywaniem dodatkowych elementów procedury, w tym częściowego przecięcia mostka, a następnie jego ponownego zespolenia.

Analiza literatury światowej wskazuje, że czas trwania zabiegu paratyreoidektomii po uprzednich interwencjach w zakresie szyi jest zwykle dłuższy niż operacji pierwotnych. Pitt i wsp. uzyskali średni czas trwania zabiegu wraz ze znieczuleniem w przypadkach reoperacji równy średnio 121 ± 4 min, niezależnie od tego, czy była to pierwotna, wtórna czy trzeciorzędowa nadczynność przytarczyc [20]. Również w naszych badaniach w modelu wieloczynnikowym regresji wielorakiej nie potwierdzono istotnego statystycznie wpływu obecności wtórnej nadczynności przytarczyc na czas trwania zabiegu jednakże, może to mieć związek z ograniczoną liczebnie grupą badaną. Natomiast czas trwania reoperacji po uprzednich interwencjach chirurgicznych w obrębie szyi wynosił średnio 180 ± 30 min i był znamienne dłuższy niż w przypadkach, gdzie zabieg był wykonywany po raz pierwszy ($p = 0,0234$). Jest to uzasadnione znacznie trudniejszymi warunkami anatomicznymi do preparowania tkanek, spowodowanymi obecnością blizn i zrostów po uprzednim zabiegu [21].

Wnioski

Wyniki przedstawionych badań wykazały, że śródoperacyjne radiomapowanie nuklearne jest skuteczną metodą wspomagającą postępowanie chirurgiczne w zabiegach paratyreoidektomii. Dzięki ukierunkowaniu działania operacyjnego *in vivo* oraz zapewnieniu potwierdzenia tożsamości nadczynnej tkanki gruczolaka *ex vivo* w czasie rzeczywistym natychmiast po jego resekcji, metoda ta pozwala znacznie skrócić czas trwania zabiegu operacyjnego paratyreoidektomii. ■

Literatura

1. Y. Ikeda, J. Takayama, H. Takami: *Minimally invasive radioguided parathyroidectomy for hyperparathyroidism*, Ann Nucl Med, vol. 24, 2010, s. 233-240.
2. E.L. Kaplan, T. Yashiro, G. Salti: *Primary hyperparathyroidism in the 1990s. Choice of surgical procedures for this disease*, Ann Surg, vol. 251, 1992, s. 300-317.
3. M. Palmer, S. Jakobsson, G. Akerstrom, S. Ljunghall: *Prevalence of hypercalcaemia in a health survey: a 14-year follow-up study of serum calcium values*, Eur J Clin Invest, vol. 18, 1988, s. 39-46.
4. C. Murphy, J. Norman: *The 20% rule: a simple, instantaneous radioactivity measurement defines cure and allows elimination of frozen sections and hormone assays during parathyroidectomy*, Surgery, vol. 126, 1999, s. 1023-1028.
5. J. Norman, H. Chheda, C. Farrell: *Minimally invasive parathyroidectomy for primary hyperparathyroidism: decreasing operative time and potential complications while improving cosmetic results*, Am Surg, vol. 64, 1998, s. 391-395.
6. W.H. Westra, D.D. Pritchett, R. Udelsman: *Intraoperative confirmation of parathyroid tissue during parathyroid exploration: a retrospective evaluation of the frozen section*, Am J Surg Pathol, vol. 22, 1998, s. 538-544.
7. B. Marcheix, L. Brouchet, J. Berjaud, M. Dahan: *Recurrent hyperparathyroidism: A sixth mediastinal parathyroid gland*, Eur J Cardiothorac Surg, vol. 30, 2006, s. 808-810.
8. R.K. Chan, D.T. Ruan, A.A. Gawande, F.D. Moore Jr.: *Surgery for hyperparathyroidism in image-negative patients*, Arch Surg, vol. 143, 2008, s. 335-337.
9. H. Chen, E. Mack, J.R. Starling: *A comprehensive evaluation of perioperative adjuncts during minimally invasive parathyroidectomy: which is most reliable?*, Ann Surg, vol. 242, 2005, s. 375-380.
10. C.S. Grant, G. Thompson, D. Farley, J. van Heerden: *Primary hyperparathyroidism surgical management since the introduction of minimally invasive parathyroidectomy: Mayo Clinic experience*, Arch Surg, vol. 140, 2005, s. 472-478.
11. C. Arici, W.K. Cheah, P.H. Ituarte i in.: *Can localization studies be used to direct focused parathyroid operations?*, Surgery, vol. 129, 2001, s. 720-729.
12. A. Bergenfelz, P. Lindblom, S. Tibblin, J. Westerdahl: *Unilateral versus bilateral neck exploration for primary hyperparathyroidism: a prospective randomized controlled trial*, Ann Surg, vol. 236, 2002, s. 543-551.
13. J.M. Jones, C.F. Russell, W.R. Ferguson, J.D.: *Laird Preoperative sestamibi-technetium subtraction scintigraphy in primary hyperparathyroidism: experience with 156 consecutive patients*, Clin Radiol, vol. 56, 2001, s. 556-559.
14. B.K. Mitchell, R.C. Merrell, B.K. Kinder: *Localization studies in patients with hyperparathyroidism*, Surg Clin North Am, vol. 75, 1995, s. 483-498.
15. J. Norman: *The technique of intraoperative nuclear mapping to facilitate minimally invasive parathyroidectomy*, Cancer Control, vol. 4, 1997, s. 500-504.
16. K.E. Levin, O.H. Clark: *The reasons for failure in parathyroid operations*, Arch Surg, vol. 124, 1989, s. 911-914.
17. M.U. Prey, T. Vitale, S.A. Martin: *Guidelines for practical utilization of intraoperative frozen sections*, Arch Surg, vol. 124, 1989, s. 331-335.
18. R.E. Goldstein, L. Blevins, D. Delbeke, W.H. Martin: *Effect of minimally invasive radioguided parathyroidectomy on efficacy, length of stay, and costs in the management of primary hyperparathyroidism*, Ann Surg, vol. 231, 2000, s. 732-742.
19. M. Alifano, S.N. Parri, W.A. Arab i in.: *Limited upper sternotomy in general thoracic surgery*, Surg Today, vol. 38, 2008, s. 300-304.
20. S.C. Pitt, R. Panneerselvan, R.S. Sippel, H. Chen: *Radioguided parathyroidectomy for hyperparathyroidism in the reoperative neck*, Surgery, vol. 146, 2009, s. 592-598.
21. A. Bergenfelz, A. Isaksson, P. Lindblom i in.: *Measurement of parathyroid hormone in patients with primary hyperparathyroidism undergoing first and reoperative surgery*, Br J Surg, vol. 85, 1998, s. 1129-1132.

otrzymano / received: 27.04.2010 r.
zaakceptowano / accepted: 30.08.2010 r.