

Sebastian NOWAK¹
Joanna GOLEC²
Łukasz HAPEK¹
Dorota CZECHOWSKA³
Sylwia MĘTEL⁴
Edward GOLEC^{1,3}

¹Klinika Chirurgii Urazowej i Ortopedii,
5 Wojskowy Szpital Kliniczny z Polikliniką
SPZOZ, ul. Wrocławska 1-3, 30-901 Kraków.
Kierownik Kliniki:
dr hab. n. med. Edward Golec prof. nadzw.

²Zakład Rehabilitacji w Traumatologii, Katedra
Rehabilitacji Klinicznej, Wydział Rehabilitacji
Ruchowej, Akademia Wychowania Fizycznego
im. Bronisława Czecha, Al. Jana Pawła II 78,
31-571 Kraków.
Kierownik Zakładu:
dr Elżbieta Ciszek.

³Zakład Rehabilitacji w Ortopedii, Katedra
Rehabilitacji Klinicznej, Wydział Rehabilitacji
Ruchowej, Akademia Wychowania Fizycznego
im. Bronisława Czecha, Al. Jana Pawła II 78
31-571 Kraków.
Kierownik Zakładu:
dr hab. n. med. Edward Golec prof. nadzw.

⁴Zakład Medycyny Fizycznej i Odnowy
Biologicznej, Katedra Rehabilitacji Klinicznej,
Wydział Rehabilitacji Ruchowej, Akademia
Wychowania Fizycznego im. Bronisława
Czecha, Al. Jana Pawła II 78, 31-571 Kraków.
Kierownik Zakładu:
dr n. med. Jacek Głodzik.

Słowa kluczowe:

złamania szyjki kości ramiennej, osteosynteza
sposobem Hackethala

Key words: humeral neck fractures,
osteosynthesis using Hackethal method

Adres do korespondencji:

Sebastian Nowak,
Klinika Chirurgii Urazowej i Ortopedii
5 Wojskowego Szpitala Klinicznego z Polikliniką
SPZOZ,
ul. Wrocławska 1-3,
30-901 Kraków.
e-mail: sebanov1@o2.pl
Tel. 501-073-458

Osteosynteza śródszpikowa złamań szyjki kości ramiennej sposobem Hackethala – relik t przeszłości, czy skuteczne zespolenie?

Humeral neck fractures intramedullary osteosynthesis using
Hackethal method – relic of foretime, whether effective fixation?

Autorzy pracy dokonują oceny przydatności w leczeniu złamań szyjki kości ramiennej osteosyntezy śródszpikowej sposobem Hackethala, w oparciu o materiał z lat od 2009 do 2012 roku. Stanowi go 29 chorych, w tym 19 kobiet, co daje 65,5% oraz 10 mężczyzn, czyli 34,5%. Wiek włączonych do badania mieścił się w przedziale od 21 do 85 lat, dając średnią 53 lat. Do oceny uzyskanych wyników przyjęto kryteria Constanta-Murley'a [18,19] w modyfikacji Golca [13]. Uzyskane wyniki pozwoliły na postawienie tezy, że osteosynteza śródszpikowa złamań szyjki kości ramiennej sposobem Hackethala prowadzi w obserwacji odległej do dobrych wyników czynnościowych, niezależnie od płci i wieku operowanych, z nieznaczną przewagą u młodych mężczyzn. Jest także szczególnie przydatna w złamaniach dwu i – trójfragmentowych wg klasyfikacji Neer'a [16,17]. Autorzy pracy pozostają również w przekonaniu, że osteosynteza sposobem Hackethala nie jest reliktem przeszłości leczenia operacyjnego złamań szyjki kości ramiennej, a skuteczną i wartościową metodą.

Wstęp

Złamania końca bliższego kości ramiennej stanowią ciężkie uszkodzenia urazowe narządu ruchu. Występują u obu płci w różnym wieku, ze zdecydowaną przewagą u kobiet, zwłaszcza w okresie postmenopauzalnym [1]. Należą tym samym u większości poszkodowanych do typowych złamań osteoporotycznych [2]. W opinii Kannusa i wsp. [2] w Finlandii na przestrzeni ostatnich 28 lat u osób po 60 roku życia, w tym samym stopniu u kobiet jak i u mężczyzn, zarejestrowano trzykrotny wzrost występowania złamań końca bliższego kości ramiennej. Złamania te obserwowane są również u dzieci i młodzieży [3]. Po złamaniach szyjki kości udowej oraz po złamaniach kości promieniowej w miejscu typowym zajmują trzecie miejsce wśród uszkodzeń urazowych narządu ruchu [2].

The authors make usefulness evaluation of intramedullary osteosynthesis using Hackethal method in treatment of humeral neck fractures basing on clinical material of 2009 – 2012 years. It is 29 patients, 19 women (65,5%) and 10 men (34,5%), aged between 21 and 85, averagely 53 years. Constanta-Murley's [18,19] criteria with Golec's [13] modification were used for evaluation of obtained outcomes. Basing on it the thesis was made, that intramedullary osteosynthesis using Hackethal method in treatment of humeral neck fractures leads in distant observation to good functional results notwithstanding gender and age of operated patients, though with a little preponderance of young men. This method is especially useful in two – and three – part fractures in Neer's classification [16,17]. The authors of work remain belief, that osteosynthesis using Hackethal method is not a relic of foretime of operative treatment of humeral neck fractures, but beneficial and valuable method.

Wg Marie-Jane i wsp. [4] złamania końca bliższego kości ramiennej stanowią od 4 do 5% wszystkich uszkodzeń urazowych narządu ruchu, a 45% wszystkich złamań kości ramiennej. Zdaniem Court-Brown'a i wsp. [5] złamania dwufragmentowe występują w ilości do 13% uszkodzeń urazowych tej kości. Ten sam autor twierdzi również, że najczęściej dotyczą one kobiet między 80 a 90 rokiem życia, a u 20% z nich przyjmują postać złamania odwiedzeniowo-wgniecenowego. W opinii Wachtla'a i wsp. [6] tylko 15% tych złamań wymaga leczenia operacyjnego. Złamaniom końca bliższego kości ramiennej może towarzyszyć zwłknięcie stawu ramiennie-łopatkowego [7] lub uszkodzenie pęczka naczyniowo-nerwowego [8]. Tylman i Tuszyński [9] opisują chorych ze złamaniem końca bliższego kości ramiennej ze zwłknię-

ciem stawu ramiennieo-łopatkowego w następstwie rażenia prądem elektrycznym. Cottias i wsp. [10] natomiast, rozpoznają złamanie guzka większego kości ramiennej ze zwłknięciem przednim w stawie ramiennieo-łopatkowym u chorego na cukrzycę, u którego wystąpiły drgawki hipoglikemiczne. Między innymi Zawadziński [11] oraz Czorny i wsp. [12] stwierdzili, że na charakter i przebieg złamania szyjki kości ramiennej wywiera wpływ szereg różnorodnych czynników. Jest to przede wszystkim kierunek działania siły urazowej, pozycja kończyny w czasie jej oddziaływania, wytrzymałość tkanki kostnej poszkodowanych oraz ich ogólna sprawność psychofizyczna. Zdaniem Golca i wsp. [13] realizacja tych czynników ma istotny, często kluczowy wpływ na wybór metody ich leczenia oraz jego wynik końcowy. Zdaniem Czornego i wsp. [12] złamaniom końca bliższego kości ramiennej sprzyjają nie tylko zmiany demineralizacyjne tkanki kostnej obserwowane po 60 roku życia, zwłaszcza u kobiet, ale również osłabienie mankietu więzadłowo-ścięgnisto-torebkowego obręczy barkowej. W konfrontacji ze spadkiem ogólnej sprawności fizycznej osób w wieku podeszłym często skutkują one omawianymi złamaniami. Problem ten zajmuje szczególne znaczenie w odniesieniu do złamań trój i czterofragmentowych, w tym powikłanych zwłknięciem rozfragmentowanej głowy kości ramiennej [10]. Zdaniem między innymi Frankle i wsp. [14] złamania te, ze względu na ich morfologię, rozległość uszkodzeń oraz rokowania, są wskazaniem do wykonania pierwotnej arthroplastyki stawu ramiennieo-łopatkowego. W ich stabilizacji wykorzystywane są także różnego rodzaju płyty przykostne, w tym o stabilizacji kątowej, ale także, być może zapomniany już sposób Hackethala [15]

Cel pracy

Celem pracy była ocena skuteczności leczenia operacyjnego złamań szyjki kości ramiennej sposobem Hackethala, w tym ustalenie odpowiedzi na następujące pytania:

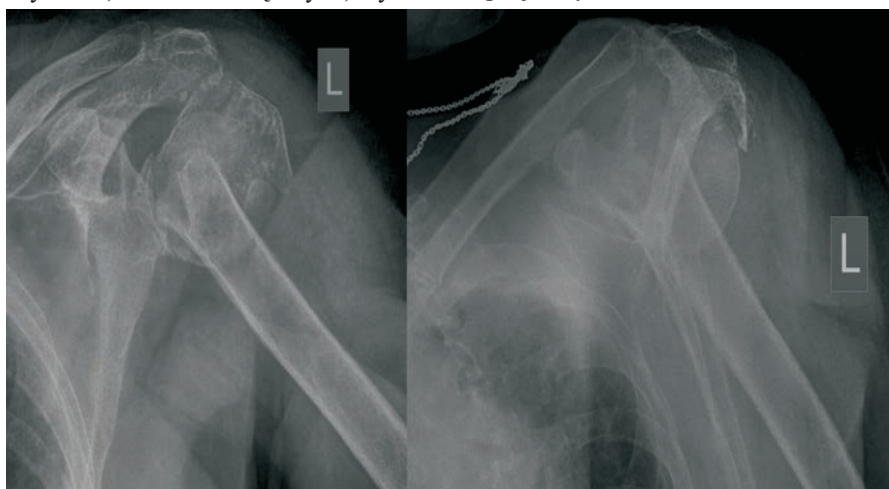
1. Jakie są wyniki odległe leczenia operacyjnego złamań szyjki kości ramiennej sposobem Hackethala w zależności od płci i wieku operowanych, w oparciu o kryteria Constanta-Murley'a?
2. W jakiego typu złamaniach szyjki kości ramiennej, metoda Hackethala wydaje się być szczególnie przydatna?

Materiał badań

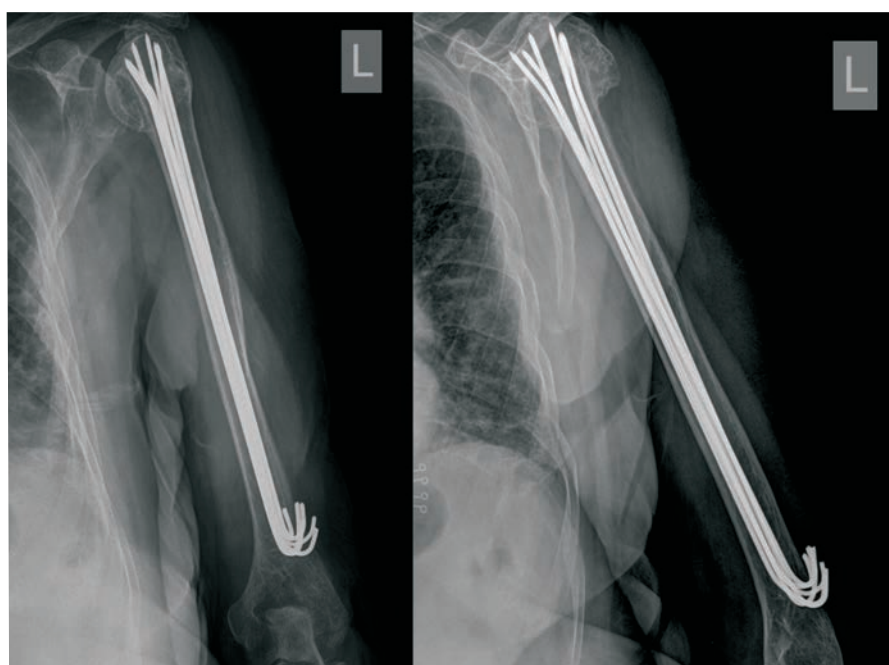
Cel pracy zrealizowano w oparciu o materiał pochodzący z Kliniki Chirurgii Urazowej i Ortopedii 5 Wojskowego Szpitala Klinicznego z Polikliniką SPZOZ w Krakowie obejmujący lata od roku 2009 do roku 2012. Stanowi go 29 chorych ze złamaniami szyjki kości ramiennej, w tym 19 kobiet, co daje 65,5% oraz 10 mężczyzn, czyli 34,5%. Wiek włączonych do badania mieścił się w przedziale od 21 do 85 lat, dając średnią 53 lata. Wiek kobiet wynosił od 21 do 85 roku życia, a mężczyzn od 30 do 60. Czas ich obserwacji wynosił od 6 do 43 miesięcy – średnio 27 miesięcy. U chorych tych w leczeniu złamań szyjki kości ramiennej zastosowano osteosyntezę śródszpikową sposobem Hackethala. Złamania szyjki kości ramiennej prawej rozpoznano u 15 kobiet, czyli u 51,7% oraz u 7 mężczyzn, czyli u

24,1%. Złamania natomiast, szyjki kości ramiennej lewej potwierdzono u 4 kobiet, czyli u 13,8% oraz u 3 mężczyzn, co daje 10,4%. Chorzy włączeni do badania doznali złamań szyjki kości ramiennej dwu i trzy fragmentowych wg klasyfikacji Neer'a [16,17] bez zwłknięcia stawu ramiennieo-łopatkowego (Rycina 1).

W okresie okołoperacyjnym stosowano profilaktykę zatorowo-zakrzepową (clexane, fraxiparyna) u chorych zagrożonych czynnikami ryzyka oraz infekcyjną (metronidazol, biodacyna, augmentin). Kończynę operowaną unieruchamiano w orzezie (temblak) na okres do 4 tygodni. U jednej operowanej kobiety, czyli u 3,5% rozpoznano w okresie okołoperacyjnym niedowład nerwu promieniowego lewego. Chora ta pozostaje nadal pod stałą kontrolą specjalistyczną.



Rycina 1. Złamanie dwufragmentowe szyjki kości ramiennej lewej wg klasyfikacji Neer'a [16,17] – rentgenogramy wyjściowe w projekcji AP i Y.



Rycina 2. Zabieg operacyjny wykonano w znieczuleniu ogólnym pod kontrolą monitora ramienia C

Metodyka badań

Do oceny uzyskanych wyników przyjęto kryteria Constanta-Murley'a [18,19] w modyfikacji Golca [13]. Modyfikacja ta obejmuje zmianę zakresu wartości ubytków punktowych przynależnych proponowanym pięciu kategoriom niesprawności stawu. Kryteria te dokonują oceny dolegliwości bólowych, sprawności fizycznej w życiu codziennym, analizują zakres ruchomości uszkodzonego stawu oraz siłę mięśniową obręczy barkowej. Ocena czynności ograniczających sprawność w życiu codziennym (2A) oraz badanie rotacji wewnętrznej (3D) nie dolicza się do punktów w objawach wskazanych jako występujące. Stopień niesprawności stawu ramiennego jest liczbą punktów, których badany nie uzyskał do maksymalnej liczby 100 punktów. Tak więc kryteria Constanta-Murley'a [18,19] dokonują oceny czynnościowego stopnia niesprawności stawu ramiennego w oparciu o uzyskane ubytki punktowe, przyjmując wydolność stawu jako:

1. Czynność stawu bez ograniczeń – ubytek od 0 do 15 punktów,
2. Niesprawność stawu łagodna – ubytek od 16 do 30 punktów,
3. Niesprawność stawu umiarkowana – ubytek od 31 do 45 punktów,
4. Niesprawność stawu poważna – ubytek od 46 do 55 punktów,
5. Nieczynność stawu – ubytek powyżej 55 punktów.

Badanie kontrolne przeprowadzono średnio po 6 miesiącach od wygojenia złamania i usunięcia materiału zespalającego.

Do badania kontrolnego zgłosiło się 17 chorych, co stanowi 58,6% wszystkich operowanych sposobem Hackethala. W grupie tej było 9 kobiet, czyli 52,9% oraz 8 mężczyzn, co stanowi 47,1%. Wiek włączonych do badania kontrolnego mieścił się w przedziale od 30 do 68 roku życia – średnio 52 lata. U kobiet przedział ten wynosił od 42 do 68 roku życia, a u mężczyzn od 30 do 51.

Wyniki

Wyniki uzyskane u kobiet (n=9, przedział wieku od 42 do 68 roku życia). U kobiet w analizowanej grupie wiekowej rozpoznano sprawność stawu ramiennego bez ograniczeń u 4 z nich, co stanowi 23,5% z średnią wartością ubytków 10 punktów, niesprawność łagodną u 3, czyli u 17,6% z wartością średnią ubytków 19 punktów, niesprawność umiarkowaną u 1 z nich,

Tabela I.
Kryteria Constanta-Murley'a w modyfikacji Golca [13,18,19]

Badany wskaźnik	Liczba punktów
1. Ocena dolegliwości bólowych – maksymalnie 15 punktów	
- brak dolegliwości bólowych	15
- dolegliwości bólowe łagodne	10
- dolegliwości bólowe umiarkowane	5
- znacznego stopnia dolegliwości bólowe	0
2. Sprawność fizyczna w codziennej aktywności – maksymalnie 20 punktów	
2A. Rodzaj ograniczenia sprawności fizycznej	
- bez ograniczeń	4
- bez ograniczeń w uprawianiu zajęć sportowych	4
- bez zaburzeń snu z powodu dolegliwości bólowych barku po aktywności fizycznej	2
2B. Swobodne unoszenie ramienia w różnym ustawieniu w odniesieniu do tułowia	
- niemożność uniesienia ramienia powyżej „pasa”	2
- niemożność uniesienia ramienia do wyrostka mieczykowatego mostka	4
- niemożność uniesienia ramienia od wyrostka mieczykowatego do szyi	6
- niemożność uniesienia ramienia od szyi do głowy	8
- niemożność uniesienia ramienia powyżej głowy	10
3. Zakres ruchomości – maksymalnie 40 punktów	
3A. Zgięcie do przodu z ograniczeniem ruchomości	
- w zakresie od 0 do 30°	0
- w zakresie od 31 do 60°	2
- w zakresie od 61 do 90°	4
- w zakresie od 91 do 120°	6
- w zakresie od 121 do 150°	8
- w zakresie od 151 do 180°	10
3B. Odwodzenie ramienia	
- w zakresie od 0 do 30°	0
- w zakresie od 31 do 60°	2
- w zakresie od 61 do 90°	4
- w zakresie od 91 do 120°	6
- w zakresie od 121 do 150°	8
- w zakresie od 150 do 180°	10
3C. Możliwy ruch rotacji na zewnątrz	
- ręka na potylicę – łokieć do przodu	2
- ręka na potylicę – łokieć do boku	2
- ręka na głowę – łokieć do przodu	2
- ręka na głowę – łokieć do boku	2
- uniesienie ramienia	2
3D. Rotacja do wewnątrz	
- niemożność położenia grzbietu ręki na udzie	0
- położenie grzbietu ręki na pośladkach	2
- położenie ręki na stawie krzyżowo-biodrowym	4
- położenie grzbietu ręki na pasie	6
- położenie ręki na wysokości Th-12	8
- położenie grzbietu ręki na wysokości Th7 (okolicą międzyłopatkowa)	10
4. Siła mięśniowa – maksymalnie 25 punktów	
Podniesienie masy 12 kg pięciokrotnie przez 5 sekund w odwiedzeniu ramienia do kąta 90°	
- za każde podniesienie po 5 punktów	

Tabela II.
Ubytki punktowe, a typ niesprawności stawu ramiennego wg Constanta-Murley'a w modyfikacji Golca [13,18,19]

Ubytki punktowe, a typ niesprawności wg Constanta – Murley'a w modyfikacji Golca	
Ubytki punktowe	Typ niesprawności
od 0 do 15	bez ograniczeń
od 16 do 30	niesprawność łagodna
od 31 do 45	niesprawność umiarkowana
od 46 do 55	niesprawność poważna
powyżej 55	nieczynność stawu

Tabela III.
Zestawienie zbiorcze uzyskanych wyników

Typ niesprawności stawu ramiennego	Kobiety		Mężczyźni		Razem	
	liczba	%	liczba	%	liczba	%
Bez ograniczeń	4	23,5	6	35,3	10	58,8
Łagodna	3	17,6	2	11,8	5	29,4
Umiarkowana	1	5,9	-	-	1	5,9
Poważna	1	5,9	-	-	1	5,9
Razem	9	52,9	8	47,1	17	100

czyli u 5,9% z wartością średnią ubytków 36 punktów oraz niesprawność poważną u 1, czyli u 5,9% z wartością ubytku 51 punktów. (Tabela III).

Wyniki uzyskane u mężczyzn (n=8, przedział wieku od 30 do 51 roku życia). U mężczyzn w analizowanej grupie wiekowej rozpoznano sprawność stawu ramiennego bez ograniczeń u 6 z nich, czyli u 35,3% z średnią wartością ubytku 8 punktów oraz niesprawność łagodną u pozostałych 2, czyli u 11,8% z średnią wartością ubytków 18 punktów. (Tabela III).

Dyskusja

Złamania szyjki kości ramiennej stanowią z pewnością trudny problem leczniczy, co wynika między innymi z morfologii samego złamania [11], towarzyszących mu uszkodzeń tkanek okołostawowych [7,12], powikłań pod postacią między innymi uszkodzenia pęczka naczyniowo-nerwowego [8] czy też zwicnięć stawu ramiennolopatkowego [10]. Są przede wszystkim złamaniami występującymi u kobiet [5], a zwłaszcza w okresie postmenopauzalnym [1], co czyni je w głównej mierze złamaniami osteoporotycznymi [2,12]. Taka charakterystyka tych złamań rodzi z pewnością określone trudności w ich leczeniu. Podatność zdemineralizowanej tkanki kostnej na uszkodzenia dodatkowe, w tym jatrogenne i operacyjne, wygasająca wraz z wiekiem aktywność hormonalna i osteoblastyczna zwłaszcza u kobiet, wynikające z tego stanu rzeczy konsekwencje pod postacią wydłużonego czasu konsolidacji zrostu kostnego i jego biologicznej jakości, a także czynnościowa sprawność stawu ramiennego po zakończeniu leczenia w obserwacji odległej - wydają się potwierdzać to stanowisko. Wśród metod operacyjnego leczenia złamań szyjki kości ramiennej postuluje się zastosowanie między innymi zespolen śródszpikowych [20], płyt przykostnych [21], w tym zdobywające w ostatnich latach szczególne uznanie płyt stabilizowanych kątowo. Część jednak autorów, świadoma niebezpieczeństw i konsekwencji

przeprowadzenia rozległego zabiegu operacyjnego reponującego odłamy kostne złamań końca bliższego kości ramiennej w miejsca anatomicznie należne i stabilnego ich zespolenia z wykorzystaniem przywołanych materiałów zespalających, proponuje zespolenia małoinwazyjne, w tym także postacią drutów Kirschnera wprowadzanych od strony wyrostka barkowego łopatki w obszar złamania [22,23]. Z obserwacji własnych wynika, że takie postępowanie, w prawdzie zdecydowanie ograniczające rozległość interwencji operacyjnej, niesie jednak ze sobą inne zagrożenia. Są nimi destabilizacje zespolenia z wysunięciem materiału zespalającego poza tkankę kostną, miejscowe, skórne i głębokie odczyny zapalne w miejscu wprowadzenia drutów Kirschnera do końca bliższego kości ramiennej skutkujące często koniecznością jego usunięcia, czy też powikłania ogólnoustrojowe wynikające z długotrwałego unieruchomienia kończyny operowanej. Rodzi także wymierne trudności w rehabilitacji operowanych. Wydaje się również, że zespolenie małoinwazyjne jakim jest osteosynteza śródszpikowa sposobem Hackethala [15,24,25] nie znajduje uznania w rodzimym środowisku traumatologów. Dowodem tego stanu rzeczy jest brak w literaturze krajowej doniesień naukowych odnoszących się do przedmiotowego zagadnienia, a także ich skąpość w literaturze angielskiej. Obserwacje własne, a zwłaszcza prezentowane wyniki skłaniają do wyrażenia stanowiska o przydatności metody Hackethala w leczeniu złamań szyjki kości ramiennej. Metoda z pewnością małoinwazyjna, obarczona nieznacznym ryzykiem operacyjnym, w tym groźnych powikłań miejscowych i ogólnoustrojowych, prosta w wykonaniu, zapewniająca przekonywującą stabilizację odłamów kostnych oraz wykluczającą stosowanie w okresie pooperacyjnym „masywnych” unieruchomień obręczy barkowej. Uzyskane wyniki w oparciu o kryteria Constanta-Murley'a w modyfikacji Golca [13,18,19] potwierdzają

to stanowisko. Są one korzystniejsze u mężczyzn, co wynika z pewnością z ich wieku i biologicznej jakości tkanki kostnej w odniesieniu do kobiet bardziej zaawansowanych wiekiem. Mamy także świadomość, że metoda Hackethala ma pewne ograniczenia wynikające z charakteru samego złamania. Trudno tym sposobem zapewnić bezpieczeństwo chorym ze złamaniami wielofragmentowymi lub przebiegającymi ze zwicnięciem głowy kości ramiennej w stawie ramiennolopatkowym. Kwalifikowaliśmy wobec tego do leczenia tym sposobem chorych ze złamaniami dwu i trzy fragmentowymi bez zwicnięcia stawu ramiennolopatkowego z łatwością poddających się repozycji pod kontrolą monitora ramienia C. Niestety u jednej z operowanych kobiet doświadczyliśmy powikłania pod postacią niedowładu nerwu promieniowego, co mimo wszystko nakazuje szczególną ostrożność w realizacji tych zabiegów operacyjnych. Doświadczenia własne pozwalają nam zatem wyrazić stanowisko, że osteosynteza śródszpikowa złamań szyjki kości ramiennej sposobem Hackethala nie jest reliktem przeszłości, a z pewnością skutecznym i wartościowym ich zespoleniem.

Wnioski

1. Osteosynteza śródszpikowa złamań szyjki kości ramiennej sposobem Hackethala, w oparciu o przyjęte kryteria Constanta-Murley'a, prowadzi w obserwacji odległej do dobrych wyników czynnościowych, niezależnie od płci i wieku operowanych, z nieznaczną przewagą u młodych mężczyzn.
2. Osteosynteza śródszpikowa złamań szyjki kości ramiennej sposobem Hackethala wydaje się być szczególnie przydatna w złamaniach dwu i trzy fragmentowych bez zwicnięcia stawu ramiennolopatkowego.

Piśmiennictwo

1. Feldstein AC, Nichols GA, Elmer PJ, Smith DH. Older women with fractures: patients falling through the cracks of guideline-recommended osteoporosis screening and treatment. *J Bone Jt Surg* 2003;85A:2294-2304.
2. Kannus P, Palvanen M, Niemi S, Parkkari J, Järvinen M, Vuori I. Osteoporotic fractures of the proximal humerus in elderly Finnish persons. *Acta Orthop Scand* 2000; 71:465-470.
3. Hubner U, Schlicht W, Outzen S, Barhel M, Halsband H. Ultrasound in the diagnosis of fractures in children. *J. Bone Jt Surg* 2001;82B:1170-1174.

4. **Marie-Jeanne TFD, Vrancken P, Kastelein GW, Breslau PJ.** Proximal humerus fractures. *Europ J Trauma* 2001;3:33-136.
5. **Court-Brown CM, Garg A, McQueen MM.** The translated two-part fracture of the proximal humerus: epidemiology and outcome in the older patient. *J Bone Jt Surg* 2001;83B:799-812.
6. **Wachtl SW, Marti CB, Hoogewund HM, Jakob RP, Gautier E.** Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary flex-ible nails. *Arch Orthop Trauma Surg* 2000;120:171-175.
7. **Chesser TJS, Langdon IJ, Ogilive C, Sarangi PP, Clarke AM.** Fractures involving splitting of humeral head. *J Bone Jt Surg* 2001;83B:423-427.
8. **Visser CPJ, Coene JEM, Brand R, Tavy DLJ.** Nerve lesions in proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;10:421-427.
9. **Tylman D, Tuszyński W.** Obustronne, jednoczasowe złamanie głów kości ramiennej ze zwichnięciem w stawach barkowych w następstwie rażenia prądem elektrycznym. *Lek Wojsk* 1983;9-10:557-560.
10. **Cottias P, Bellec Y, Jeanrot C, Imbert P, Hutten D, Masméjean E.** Fractured coreoid with anterior shoulder dislocation and greater tuberosity fracture – report of a bilateral case. *Acta Orthop Scand* 2000;71:95-97.
11. **Zawadziński S.** Patomechanika wieloodłamowych złamań końca bliższego kości ramiennej ze zwichnięciem w stawie ramiennym. *Chir Narz Ruchu Ortop Pol* 1971; 36:565-569.
12. **Czyrny S, Karuś A, Poznański M, Golec E.** Czynnościowe wyniki leczenia złamań bliższego końca kości ramiennej. *Kwart Ortop* 1998;2:150-156.
13. **Golec E, Nowak S, Golec J, Jasiak-Tyrkalska B, Jurczak P.** Analiza wyników leczenia i rehabilitacji złamań końca bliższego kości ramiennej. *Chir Narz Ruchu Ortop Pol* 2006; 71:221-226.
14. **Frankle MA, Ondrovic LE, Markee BA, Harris ML, Lee WE III.** Stability of tuberosity reattachment in proximal humeral hemiarthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11:413-420.
15. **Kosaka T, Yamamoto K.** Long-term results after treatment of humeral neck fractures using modified Hackethal bundle nailing. *W Ind Med J* 2011;60:82-85.
16. **Neer CS.** Displaced proximal humeral fractures. Part I. Classification and evaluation. *J Bone Jt Surg* 1970;52A:1077-1079.
17. **Neer CS.** Displaced proximal humeral fractures. Part II. Treatment of three – part and four-part displacement. *J Bone Jt Surg* 1970;52A:1090-1094.
18. **Constant CR, Myrley AH.** A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop* 1987;214:160-164.
19. **Constant CR.** Assessment of shoulder function. *Orthop* 1991;20:289-294.
20. **Wachtl SW, Marti CB, Hoogewoud HM, Jakob RP, Gautier E.** Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary flexible nails. *Arch Orthop Trauma Surg* 2000;120:171-175.
21. **Sadowski Ch, Riand N, Stern R, Hoffmeyer P.** Fixation of fractures of the proximal humerus with the PlantTan Humerus Fixator Plate: early experience with a new implant. *J Shoulder Elbow Surg* 2003;12:148-151
22. **Khodadadyan-Klosterman C, Raschke M, Fontes R, Melcher I, Sossan A, Begehi K, Haas N.** Treatment of complex proximal humeral fractures with minimally invasive fixation of the humeral head combined with flexible intramedullary wire fixation – introduction of a new treatment concept. *Lengeb Arch Surg* 2002;387:153-160.
23. **Reasch H, Hubner C, Schaiger R.** Minimally invasive reduction and osteosynthesis of articular fractures of the humeral head. *Inj* 2001;32, suppl. 1:25-32.
24. **Smeikal K, Dědek T, Zvák I, Trica J, Falvarský J, Pocepcov J, Zahradnicek J, Holecek T, Koci J, Frank M.** Surgical management of proximal humeral fractures using the Hackethal (Zifko) method – a case review. *Rozhi Chir* 2008;87:101-107.
25. **Peter RE, Hoffmeyer P, Henley MB.** Treatment of humeral diaphyseal fractures with Hackethal stacked nailing: a report of 33 cases. *J Orthop Trauma* 1992;6:14-17.