

Zaangażowanie Autorów

- A – Przygotowanie projektu badawczego
B – Zbieranie danych
C – Analiza statystyczna
D – Interpretacja danych
E – Przygotowanie manuskryptu
F – Opracowanie piśmiennictwa
G – Pozyskanie funduszy

Author's Contribution

- A – Study Design
B – Data Collection
C – Statistical Analysis
D – Data Interpretation
E – Manuscript Preparation
F – Literature Search
G – Funds Collection

**Robert Kołodziej^(A,B,C,D,E,F), Jan Blacha^(A,C,D,E,F),
Alina Bogacz^(A,B,E), Tomasz Mazurkiewicz^(A,D)**

Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Akademii Medycznej im. Feliksa Skubiszewskiego w Lublinie

Odległe wyniki leczenia stawów rzekomych kości łódeczkowatej sposobem Matti-Russe *Long-term outcome of scaphoid nonunion treated by the Matti-Russe operation*

Słowa kluczowe: złamania, nadgarstek, leczenie operacyjne, wyniki
Key words: fractures, wrist, operative treatment, results

STRESZCZENIE

Wstęp. Autorzy przedstawiają wyniki leczenia operacyjnego stawów rzekomych kości łódeczkowatej sposobem Matti-Russe oraz porównują odległe wyniki kliniczne i radiologiczne w grupach chorych, którzy osiągnęli zrost i chorych z przetrwałym stawem rzekomym.

Material i metody. Retrospektywnie oceniono wyniki leczenia 81 chorych (80 mężczyzn i 1 kobieta). Analizowano przebieg leczenia do uzyskania zrostu lub powstania stawu rzekomego. Badaniom w odległym okresie poddano 21 osób po upływie od 2 do 27 lat (średnio 8,8 roku) od leczenia operacyjnego. Badano siłę chwytu ręki przy pomocy dynamometru, zakres ruchów oraz punktowe skale wydolności nadgarstka PRWE i DASH. Na radiogramach oceniano zrost, obecność zmian zniekształcających oraz mierzono kąt promieniowo-księżycowaty.

Wyniki. Uzyskano zrost u 53 chorych (66%), nawrót stawu rzekomego nastąpił u 23 osób (28%). Pięciu chorych (6%) wynik leczenia jest nieznan. Analiza kliniczna 21 chorych (14 osób ze zrostem i 7 ze stawem rzekomym) w odległym okresie po leczeniu ujawniła lepsze wyniki kliniczne w grupie chorych, którzy uzyskali zrost (PRWE 14,8, DASH 43,1) niż ze stawem rzekomym (PRWE 30, DASH 61,8). Siła chwytu ręki i zakres ruchów był zbliżony w obu grupach chorych. Średni kąt promieniowo-łokciowy wynosił odpowiednio 9,6 u osób, które uzyskały zrost i 17,9 u osób ze stawem rzekomym.

Wnioski. Po leczeniu operacyjnym stawu rzekomego 28% chorych nie uzyskało wygojenia. Siła chwytu ręki i zakres ruchów były podobne w obu grupach chorych. Ocena według skali PRWE i DASH wskazuje lepsze subiektywne wyniki leczenia u osób, które osiągnęły zrost.

SUMMARY

Background. This article presents the results of scaphoid non-union treatment using the Matti-Russe operation. The long-term outcome was compared in patients with bone union and patients with persistent nonunion.

Materials and methods. We analyzed 81 cases (80 men, 1 woman) retrospectively. The end point was bone union or persistence of non-union. A long-term follow-up examination was done in 21 patients, with a follow-up ranging from 2 to 27 years (mean 8.8 years). Grip strength was measured with a dynamometer, range of movement was assessed, and the PRWE and DASH scales were used. Radiograms were evaluated for bone union, presence of osteoarthritis and radiolunate angle.

Results. Bone union was achieved in 53 patients, persistent nonunion was observed in 23 patients (5 patients presented inadequate data for valid analysis). The long-term outcome was analyzed in 21 patients (14 with bone union and 7 with persistent nonunion). Better results based on subjective patient-rated scales were noticed in the group of bone union (PRWE 14.8, DASH 43.1) than in the non-union group (PRWE 30, DASH 61.8). Grip strength and range of movement were similar. The mean radiolunate angle was 9.6 in the bone union group, and 17.9 in the non-union group.

Conclusions. The non-union ratio after Matti-Russe surgery was 28%. Grip strength and range of movement were similar in both groups. The results of the PRWE and DASH scales suggest better clinical outcome in patients with bone union.

Liczba słów/Word count: 2790

Tabele/Tables: 3

Ryciny/Figures: 0

Piśmiennictwo/References: 17

Adres do korespondencji / Address for correspondence
dr med. Robert Kołodziej

Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Akademii Medycznej im. Feliksa Skubiszewskiego
20-954 Lublin, ul. Jaczewskiego 8, tel./fax: (0-81) 742-53-17, e-mail: rk.401@interia.pl

Otrzymano / Received 20.04.2006 r.
Zaakceptowano / Accepted 05.07.2006 r.

WSTĘP

Częstość złamań kości łódeczkowatej jest oceniana na 38 wśród 100 000 mężczyzn i 8 na 100 000 kobiet [1]. Znaczna większość tych złamań goi się, jeżeli zostanie zastosowane właściwe unieruchomienie [2]. Szacuje się jednak, że około 5% złamań nie ulega wygojeniu, lecz powstaje staw rzekomy [3]. Może to być skutkiem rodzaju i lokalizacji złamania lub wskutek niewłaściwego lub braku leczenia. Pierwszy opis leczenia operacyjnego stawu rzekomego kości łódeczkowatej z użyciem przeszczepów kostnych pochodzi z roku 1928 [4]. Prace Matti i Russe wprowadziły tę metodę leczenia do standardu postępowania operacyjnego na długie lata [5,6]. W późniejszym okresie wprowadzono stabilizację przy użyciu śruby Herberta oraz przeszczepy unaczynione [1]. Przegląd literatury dowodzi, że stosując metodę Matti – Russe można uzyskać zrost odłamów u 71-100% leczonych chorych [1,7]. Pozostaje nadal otwartą kwestią, jaka jest najbardziej wiarygodna metoda ocena zrostu kostnego oraz w jakim stopniu uzyskanie zrostu poprawia funkcję nadgarstka i zmniejsza ryzyko wystąpienia zmian zwyrodnieniowych [2].

Pierwszym celem pracy jest retrospektywna ocena wyników leczenia operacyjnego sposobem Matti – Russe chorych ze stawem rzekomy kości łódeczkowatej. Celem drugim jest porównanie w odległym okresie po leczeniu funkcji nadgarstka i ręki osób, które uzyskały zrost kości łódeczkowatej z osobami, u których leczenie nie doprowadziło do zrostu stawu rzekomego.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1978-2005 w lubelskiej Klinice Ortopedii i Traumatologii leczono 81 chorych (80 mężczyzn i 1 kobieta) ze stawami rzekomymi kości łódeczkowatej przy użyciu metody Matti – Russe. Wiek chorych wahał się od 14 do 48 lat (średnia 26 lat). Wskazaniami do zabiegu był objawowy staw rzekomy kości łódeczkowatej bez towarzyszącej artrozy nadgarstka. Na radiogramach przedoperacyjnych 24 chorych (30%) stwierdzono obecność torbieli śródkostnej kości łódeczkowatej. Czas między złamaniem kości łódeczkowatej a rozpoczęciem leczenia stawu rzekomego wahał się od 6 miesięcy do 6 lat (średnio 22 miesiące). Złamanie miało miejsce w ręce dominującej u 48 chorych (60%), zaś w przeciwnej 33 chorych (40%).

Po wypełnieniu ubytku przeszczepem kostnym pobranym z talerza kości biodrowej, u 41 osób (51%) wykonano wewnętrzną stabilizację drutami Kirschnera, zaś u pozostałych chorych oceniono, że odłamy

nie wymagają wewnętrznej stabilizacji. Chorzy początkowo byli zaopatrywani w opatrunek gipsowy przez okres 2-5 miesięcy, później stosowano leczenie usprawniające i tutor skórzany stabilizujący nadgarstek w przypadku braku przekonujących objawów radiologicznych zrostu. Dane kliniczne chorych zawarte w dokumentacji medycznej były zbierane do czasu uzyskania zrostu lub stwierdzenia niepowodzenia leczenia. Wszystkich operowanych chorych oceniono retrospektywnie na podstawie klinicznej i radiologicznej dokumentacji.

W celu poznania wyników odległych zaproszono wszystkich 81 chorych na badanie kliniczne i radiologiczne w ambulatorium Kliniki. Do oceny zgłosiło się tylko 23 chorych. Dwóch z nich wyłączono z dalszej analizy z powodu wieloletniego niedowładu połowiczego operowanej strony oraz wadliwie wygojonego złamania obu dalszych nasad kości promieniowych, co miało istotny wpływ na czynność nadgarstka i ręki. Z tego powodu, porównanie funkcji nadgarstka w odległym okresie między chorymi, którzy uzyskali zrost stawu rzekomego a pacjentami z przetrwałym stawem rzekomy oparto o analizę 21 chorych (20 mężczyzn i 1 kobieta). Czas obserwacji wahał się od 2 do 27 lat (średnio 8,8 roku). Rozpiętość wieku wynosiła od 16 do 47 lat (średnia 27,1). Stawy rzekome u tych chorych były zlokalizowane w części bliższej kości łódeczkowatej u 4 osób, w połowie jej długości u 12 chorych, zaś w części dalszej u 3 chorych. Złamania dotyczyły ręki dominującej u 13 chorych (62%). Tylko u 3 chorych stwierdzono śródkostną torbiel kości łódeczkowatej, towarzyszącą obrazowi radiologicznemu stawu rzekomego.

Badania wykonywało 2 lekarzy, którzy oceniali zakres czynnych ruchów obu nadgarstków przy użyciu kątomierza, siłę chwytu obu rąk przy pomocy dynamometru Jamar (Sammons Preston Rolyan, Bolingbrook, IL, USA). Wykonywano 3 pomiary dla każdej ręki i obliczano średnią. Różnicę siły między ręką operowaną i przeciwną wyrażano w kilogramach oraz w procentach (za 100% przyjmowano wielkość zmierzoną po stronie zdrowej). Chorzy po badaniu wypełniali kwestionariusze PRWE – Patient Related Wrist Evaluation oraz DASH – Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand [8,9]. W obu kwestionariuszach wynik leczenia jest odwrotnie proporcjonalny do liczby uzyskanych punktów. Skala PRWE obejmuje od 0 (normalna funkcja nadgarstka) do 150 punktów (najgorszy możliwy wynik). Skala DASH obejmuje przedział od 30 (normalny nadgarstek) do 150 punktów (najgorszy możliwy wynik). Każdemu choremu wykonano radiogramy obu nadgarstków w 3 projekcjach w ustawieniu neutralnym ręki (25-30° zgięcia grzbietowego, co uzyskiwano przez uformowanie ręki w pięść). Oceniano zrost kostny i obecność zmian

zwyrodnieniowych. Radiologiczne cechy artrozy podzielono na trzy stopnie. W I° miało miejsce przewężenie szczeliny stawu, w II° dodatkowo stwierdzano obecność osteofitów, zaś w III° torbiele, deformacje kostne, skostnienia i zwapnienia. Ponadto mierzono kąt promieniowo-księżycowaty, wartość powyżej 15° wskazywała na grzbietową niestabilność wewnątrz-nadgarstkową – dorsifixed intercalated segmental instability DISI [10].

Dane liczbowe analizowano przy pomocy pakietu statystycznego Statistica (StatSoft, Inc. 2001, wersja 6). Wyliczono średnie, minimum, maksimum, odchylenie standardowe. Istotność różnic średnich sprawdzano przy pomocy nieparametrycznego testu Manna-Whitneya.

WYNIKI

Z analizy retrospektywnej ustaliliśmy, że zrost stawu rzekomego, potwierdzony klinicznie i radiologicznie, osiągnięto u 53 chorych (66%). Zrost nastąpił w okresie 3 miesięcy u 14 chorych (17%), po 4 miesiącach u 14 chorych (17%), po 5 miesiącach u 6 chorych (7%), po 6 miesiącach u 16 osób (21%). Trzech chorych (4%) uzyskało zrost po upływie więcej niż 9 miesięcy. Zrostu nie zyskano u 23 chorych (28%). U 5 chorych (6%) brak było przekonującej dokumentacji medycznej, aby ocenić wynik leczenia operacyjnego.

Wczesne dobre i bardzo dobre wyniki leczenia w oparciu o subiektywną ocenę chorego i leczącego

go lekarza (zrost kostny, brak istotnej bolesności nadgarstka i zakres ruchów wynoszący co najmniej 70% normy) zanotowano u 49 chorych. U 27 chorych wyniki oceniliśmy jako niezadowolające, 23 chorych z tej grupy nie uzyskało zrostu, zaś u 4 chorych, mimo wygojenia stawu rzekomego, zakres ruchów był wyraźnie ograniczony, zaś nadgarstek bolesny. Trzej chorzy z tej grupy mieli także przemijające objawy drażnienia nerwu pośrodkowego, zaś u pięciu rozpoznano I° i II° zmiany zwyrodnieniowe nadgarstka.

Z powikłań zanotowaliśmy odczyn infekcyjny wokół drutu Kirschnera u jednego chorego, u innego pacjenta nastąpiło złamanie drutu. Zespół Sudecka wystąpił u jednego chorego. Trzej chorzy byli poddani ponownej interwencji operacyjnej (usunięcie skostnienia, przemieszczonego fragmentu przeszczepu lub wolnego fragmentu kostnego).

Spośród 21 osób, które zgłosiły się na badanie w odległym okresie zrost z przebudową nastąpił u 14 chorych, zaś u 7 stwierdzono obecność zwanego stawu rzekomego. U jednego chorego ze zrostem stwierdzono torbiel śródkostną kości łódeczkowatej, która nie była obecna przed zabiegiem. Stawy rzekome nadal obecne po leczeniu operacyjnym były zlokalizowane w części środkowej u 6 osób, zaś u jednej w części bliższej kości łódeczkowatej.

Wynik kliniczny oceniany średnią punktowej oceny wydolności operowanej ręki według skali PRWE i DASH był lepszy wśród chorych, którzy uzyskali zrost (Tabela 1). Różnice nie były jednak istotne statystycznie.

Tab. 1. Wartości punktowe skali PRWE i DASH w grupie ze zrostem i brakiem zrostu stawu rzekomego kości łódeczkowatej

Tab. 1. PRWE and DASH point scores in patients with bone union and non-union of scaphoid pseudoarthrosis

PRWE	Średnia	Przedział	Odchylenie standardowe
Zrost n=14	14,8	1-31	11,6
Staw rzekomy n=7	30	1-58	21,7
Istotność różnic	p = 0,1		
DASH			
Zrost n=14	43,1	32-60	10,6
Staw rzekomy n=7	61,8	31-107	25,5
Istotność różnic	P = 0,057		

Różnice zakresu wszystkich ruchów wyrażone w stopniach pomiędzy pacjentami, którzy osiągnęli zrost a chorymi ze stawem rzekomym były niewielkie i nieistotne statystycznie (Tabela 2). Osłabienie siły chwytu operowanej ręki wynosiło 8,3% u osób które uzyskały zrost, a u chorych ze stawem rzekomym 9,8%. Różnice nie były statystycznie istotne.

Wśród osób, które uzyskały zrost stwierdzono artrozę I° u 3 chorych (3, 11 i 19 lat po leczeniu), zaś u jednego chorego artrozę II° (27 lat po leczeniu stawu rzekomego). W grupie osób ze stawem rzekomym artrozę I° stwierdzono u 1 chorego po 13 latach, II° u 2 chorych po 5 i 10 latach, zaś III° u 1 chorego po 26 latach.

U czterech chorych spośród grupy osób, które uzyskały zrost stwierdzono grzbietową niestabilność wewnątrz nadgarstkową z kątem promieniowo-księżycowatym przekraczającym 15°. W grupie chorych ze stawami rzekomymi wielkość kąta promieniowo-księżycowatego przekraczała 15° także u 4 osób. Wartości średnie przedstawia Tabela 3. Różnice między grupami były nieistotne statystycznie.

DYSKUSJA

Mimo, że dokładną klasyfikację złamań i stawów rzekomych Herbert i Fisher podali już w roku 1984, nadal nie ma zgodności, według jakich kryteriów roz-

Tab. 2. Procentowa różnica wartości siły uchwytu ręki i różnica w stopniach biernego zakresu ruchów między ręką leczoną i zdrową

Tab. 2. Percentage difference in grip strength and range of movement between affected and unaffected hands

SIŁA	ŚREDNIA RÓŻNICA	PRZEDZIAŁ
Zrost	3,7 kg (8,3%)	0-16 kg (0-24%)
Staw rzekomy	4,4 kg (9,8%)	3-16,5kg (0-31%)
ZAKRES RUCHÓW w grupie ze zrostem		
Zgięcie grzbietowe	15,8°	0 – 50°
Zgięcie dłoniowe	9,5°	0 – 35°
odchylenie łokciowe	1,6°	0-10°
odchylenie promieniowe	3,3°	0-20°
pronacja	0°	0°
supinacja	0°	0°
ZAKRES RUCHÓW w grupie stawów rzekomych		
zgięcie grzbietowe	18,5°	0 – 50°
zgięcie dłoniowe	7,2°	0 – 40°
odchylenie łokciowe	4,3°	0 - 20°
odchylenie promieniowe	6,4°	0-15°
pronacja	0°	0°
supinacja	2,8°	0-10°

Tab. 3. Wartości kąta promieniowo-księżycowatego u ocenianych chorych

Tab. 3. Values of the radiolunate angle in the study groups

Kąt promieniowo-księżycowaty	Średnia	Przedział	Odchylenie standardowe
Zrost n=14	9,6 °	0-30°	11°
Staw rzekomy n=7	17,9°	10-25°	4,9°

poznać zrost stawu rzekomego kości łódeczkowatej i jak długo oczekiwać na zrost [11]. Dlatego publikowane wyniki zastosowania metody Matti-Russe różnią się znacznie [3,7]. Należy jednak przyjąć, że około 20% leczonych chorych nie uzyska zrostu. Analizowany materiał potwierdza tę tezę. Nowe techniki operacyjne zwiększyły odsetek uzyskiwanych zrostów [3,7].

Niewydolność nadgarstka po złamaniu kości łódeczkowatej może być skutkiem braku zrostu, zrostu odłamów z przemieszczeniem, niestabilności wewnątrz-nadgarstkowej lub rozwoju zmian zwyrodnieniowych [2]. Nie jest jasne, z jakich powodów rozwija się artroza nadgarstka po tym, jak dokonał się zrost kości łódeczkowatej. Naturalną konsekwencją obecności stawu rzekomego kości łódeczkowatej wydaje się być ból i ograniczenie sprawności nadgarstka i ręki. Jednak obiektywne objawy badane w naszym materiale nie potwierdzają tej tezy. Siła uchwytu ręki i zakres ruchów były bardzo zbliżone w obu badanych grupach chorych. Natomiast ocena subiektywna, badana testami PRWE i DASH wypadła wyraźnie gorzej u chorych z istniejącym stawem rzekomym. Mała liczebność grup nie pozwala na potwierdzenie statystyczne tej tezy. Podobnie Hooning van Duyvenbode i wsp. opisują niską korelację między subiektywnymi, obiektywnymi i radiologicznymi objawami po operacji Matti-Russe [12]. Chociaż Karnezi i Fragkiadakis wykazali, że siła chwytu ręki wskazuje dobrze stopień dysfunkcji oceniany skalą PRWE wydaje się, że odczucia i ocena pacjenta zależą w znacznej mierze także od subiektywnych czynników, a zwłaszcza nasilenia bólu [13]. Należy także pamiętać, że chorzy którzy zostali poddani analizie mogą nie być reprezentatywni dla wszystkich leczonych. Możliwe, że zgłosili się głównie ci chorzy, którzy odczuwali dysfunkcję nadgarstka. Nakazuje to ostrożność w interpretowaniu wyników naszych spostrzeżeń. Lindstrom i Nystrom opisują chorych bez objawów klinicznych, mimo trwającego ponad 12 lat stawu rzekomego [14]. Część chorych pozbywa się bólu, mimo braku radiologicznego zrostu stawu rzekomego. Prawdopodobnie włókniste połączenie odłamów lub pooperacyjne ograniczenie zakresu ruchów zapobiega powstaniu bolesności [15]. Podobnie, uzyskanie zrostu nie zabezpiecza chorego przed utrzymywaniem się dolegliwości. Jiranek i wsp. zaobserwowali, że wadliwy zrost stawu rzekomego powodował ograniczenie zakresu ruchów i siły ręki, nie wpływał natomiast w istotny sposób na obecność dolegliwości bólowych [15]. Martini i Schiltenswolf porównali 49 chorych ze stawami rzekomymi kości łódeczkowatej z 55 chorymi, u których uzyskano zrost stawu rzekomego po operacji według Matti-Russe [16]. Mimo

niedobrych wyników klinicznych u chorych ze zrostem, wszyscy chorzy po 10 latach mieli kliniczne i radiologiczne objawy artrozy nadgarstka. Większość autorów jest jednak zgodna, że staw rzekomy w dłuższym okresie czasu prowadzi do wyraźnej dysfunkcji nadgarstka [2,15].

Oka i wsp. podają, że niestabilność wewnątrz-nadgarstkowa powstaje najczęściej w stawach rzekomych części dystalnej kości łódeczkowatej [17]. Przewlekła niestabilność może być skutkiem pierwotnego urazu, stawu rzekomego, wadliwego zrostu lub interwencji operacyjnej [12]. Leczenie operacyjne stawów rzekomych metodą Matti-Russe nie zapobiega utrzymywaniu się dolegliwości bólowych i ograniczeniu zakresu ruchów, choć może opóźniać rozwój zmian zniekształcających [2].

WNIOSKI

1. Po leczeniu operacyjnym stawu rzekomego sposobem Matti-Russe 28% chorych nie uzyskało potwierdzonego radiologicznie zrostu.
2. W odległym okresie siła chwytu ręki i zakres ruchów są podobne w obu grupach chorych.
3. Ocena według skal PRWE i DASH wskazuje jednak na lepsze subiektywne wyniki kliniczne u osób które osiągnęły zrost.

PIŚMIENNICTWO

1. Larsen CF, Lauritsen J. Epidemiology of acute wrist trauma. *Int J Epidemiol* 1993; 22: 911-916.
2. Barton NJ. The late consequence of scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg* 2004; 86-Br (5): 626-630.
3. Munk B, Larsen CF. Bone grafting the scaphoid nonunion. A systematic review of 147 publications including 5246 cases of scaphoid nonunion. *Acta Orthop Scand* 2004; 75 (5): 618-629.
4. Adams JD, Leonard RD. Fracture of carpal scaphoid; new method of treatment with report of one case. *New Eng J Med* 1928; 198: 401-404.
5. Matti H. Über die Behandlung der Naviculare-Fraktur durch Plombierung mit Spongiosa. *Zbl Chir* 1937; 64: 2353-2359.
6. Russe O. Fracture of the carpal navicular; diagnosis, nonoperative treatment and operative treatment. *J Bone Joint Surg (Am)*; 1960, 42-A: 759-768.
7. Merrell GA, Wolfe SW, Slade JF 3rd. Treatment of scaphoid nonunions: quantitative meta-analysis of the literature. *J Hand Surg (Am)*, 2002; 27 (4): 685-691.
8. MacDermid JC, Turgeon T, Richards RS, Beadle M, Roth JH. Patient rating of wrist pain and disability: a reliable and valid measurement tool. *J Orthop Trauma*; 1998, 12: 577-586.
9. Hudack PL, Amadio PC, Bombadier C. Development of an upper extremity outcome measure: The DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand). *Am Journal of Industrial Medicine* 1996; 29: 602-608.

10. Linscheid RL, Dobyns JH, Beabout JW, Bryan RS. Traumatic instability of the wrist: diagnosis, classification and pathomechanics. *J Bone Joint Surg (Am)* 1972; 54-A: 1612-1632.
11. Herbert TJ, Fisher WE. Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Joint Surg (Br)*, 1984; 66: 114-123.
12. Hooning van Duyvenbode JFF, Keijser LCM, Hauet EJ, Obermann WR, Rozing PM. Pseudoarthrosis of the scaphoid treated by the Matti-Russe operation. *J Bone Joint Surg (Br)* 1991; 73-B: 603-606.
13. Karnezi IA, Fragkiadakis EG. Association between objective clinical variables and patient-rated disability of the wrist. *J Bone Joint Surg* 2002; 84-B (7): 967-970.
14. Lindstrom F, Nystrom A. Natural history of scaphoid nonunion, with special reference to „asymptomatic” cases. *J Hand Surg (Br)* 1992; 17-B: 697-700.
15. Jiranek WA, Ruby LK, Millender LB, Bankoff MS, Newberg AH. Long-term results after Russe bone-grafting: the effect of malunion of the scaphoid. *J Bone Joint Surg (Am)* 1992; 72-A: 1217-1228.
16. Martini AK, Schiltenswolf M. Changes in the wrist joint in spontaneous course of scaphoid pseudoarthrosis. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 1995; 27: 201-207.
17. Oka K, Moritomo H, Murase T, Goto A, Sugamoto K, Yoshikawa H. Patterns of carpal deformity in scaphoid nonunion: a 3-dimensional and quantitative analysis. *J Hand Surg (Am)*, 2005; 30 (6): 1136-1144.