

Przeszczep korowo-gąbczasty uszypułowany na pasmie grzbietowej torebki stawowej w leczeniu stawu rzekomego kości łódeczkowatej.

Studium przypadku

A Capsular-based Vascularized Distal Radius Graft in Treatment of Proximal Pole Scaphoid Pseudoarthrosis. Case Study

Wojciech Sroga^(A,B,E,F,G), Rosa Ana Perez Giner^(B,F)

Department of Orthopaedics and Traumatology, Hospital Virgen de los Lirios, Alcoy, Spain

STRESZCZENIE

W poniższej publikacji prezentujemy jedną z metod leczenia stawu rzekomego bliższego bieguna kości łódeczkowatej. Wykorzystuje się w niej unaczyniony przeszczep korowo-gąbczastego uszypułowany na pasmie grzbietowej torebki stawowej nadgarstka. Opracowanie obejmuje prezentację przypadku, wskazania i przeciwwskazania do tej metody oraz opis i wnioski z techniki operacji.

Słowa kluczowe: staw rzekomy kości łódeczkowatej, przeszczep uszypułowany, biegun bliższy kości łódeczkowatej

SUMMARY

We present a possible option for surgical treatment of proximal pole scaphoid pseudarthrosis. We used a vascularized distal radius bone graft that was pedicled on the dorsal capsule of the wrist joint. The publication consists of a case study, conclusions, indications and contraindications for the surgery.

Key words: scaphoid pseudarthrosis, vascular bone graft, scaphoid proximal pole

WSTĘP

Złamania bliższego bieguna kości łódeczkowatej mogą stanowić duże wyzwanie dla ortopedy. Z powodu swojego słabego unaczynienia o wiele częściej niż złamania talii, czy bieguna dalszego prowadzą do powikłań (tj. zrostu opóźnionego, braku zrostu, stawu rzekomego oraz martwicy aseptycznej) [1-4,6]. W leczeniu zaburzeń zrostu od lat wykorzystywano nieunaczynione przeszczepy pochodzące z talerza kości biodrowej lub dalszej nasady kości promieniowej. Znaczną poprawę wyników dały unaczynione przeszczepy kostne pochodzące z części grzbietowej i dłoniowej dalszej nasady kości promieniowej, a także z kłykcia przyśrodkowego kości udowej (jako wolne unaczynione przeszczepy korowo-gąbczaste) [7-10]. Cechowały się one lepszą żywotnością, a także skracaly czas gojenia. Co więcej – zaczęły stanowić alternatywę dla procedur ratujących stosowanych po nieudanych zabiegach tradycyjnych, lecz były dość trudne technicznie. Wymagały mikrochirurgicznego wypreparowania szypuły naczyniowej, a nawet tworzenia anastomozy tętniczo-tętniczej. Najczęściej zmuszały do rotacji transplantu co mogło zmniejszać jego żywotność (np. metoda Zaidemberga z użyciem 1,2 międzyprzedziałowej tętnicy nadtroczkowej, czyli 1,2-ICSRA) [11-16].

Aby zminimalizować trudność zabiegu, Dean G. Sotereanos zaproponował metodę z użyciem alternatywnego przyczepu uszypułowanego, tzn. opartego na dość szerokim pasmie (około 15-20 mm) grzbietowej torebki stawowej nadgarstka i zawierającego tętnicę 4° przedziału prostowników (4° extensor compartment artery = 4ECA). Jego zaletami były między innymi: duża dostępność i łatwość pobrania bloczka kostnego, długość szypuły i bliskość do miejsca zaburzenia zrostu. Metoda pozwalała na uniknięcie konieczności dużej rotacji transplantu, co mogłoby zmniejszać przepływ krwi przez szypułę i przez to pogarszać jego jakość [1,6,11,12,17].

Tętnica 4° przedziału prostowników (4ECA) jest naczyniem biegnącym w obrębie grzbietowej torebki stawowej nadgarstka, dłoniowo od ścięgien prostowników, na dnie 4° przedziału prostowników obok gałęzi końcowej nerwu międzykostnego tylnego.

Łączy przednią tętnicę międzykostną i biegnie do grzbietowego łuku tętniczego nadgarstka. Jest źródłem wielu tętniczek odżywczych penetrujących w głąb dalszej nasady kości promieniowej [2,4,15].

ANALIZA PRZYPADKU

W październiku 2014 do poradni ortopedycznej zgłosił się chory w wieku dwudziestu lat, aktywny zawodnik piłki nożnej (bramkarz), z bólem i ograniczeniem ruchomości lewego nadgarstka (kończyna niedominująca).

BACKGROUND

A proximal pole scaphoid fracture may be a challenging problem for a surgeon. As a consequence of its poor vascularity, it may cause complications (e.g. non-union, pseudarthrosis or avascular necrosis) more frequently than waist or distal pole fractures [1-4,6]. In the treatment of non-unions, standard (non-vascularized) bone grafts from iliac crest or distal radius have been used for many years. Notwithstanding, vascularized bone grafts from the volar and dorsal aspects of the distal radius or free vascularized bone grafts from medial femoral condyle have given much better results, being more viable and providing a faster rate of union. Furthermore, they represented an alternative for salvage procedures after failed traditional surgery, but were also technically demanding. The pedicle needed to be dissected microsurgically and even an arterial anastomosis was required (e.g. medial femoral condyle graft). The necessity of rotation of the graft on its pedicle could compromise its viability (e.g. Zaidenberg's method with use of 1,2 ICSRA graft).

To simplify the surgery, Dean G. Sotereanos proposed an alternative pedicled VBG from the dorsal aspect of the distal radius. The VBG was attached to a strip of the dorsal wrist capsule (15-20 mm in width) that contained the 4th extensor compartment artery (4ECA). The graft had many advantages, such as the availability of VBG and a simple harvesting technique, no need to dissect microarteries as well as the possibility of close observation of the pathology. The method allowed the insertion of the bone block with minimal rotation, thus lessening the risk of vessel kinking, further vascular impairment and worsening the quality of the graft [1,6,11,12,17].

The 4th extensor compartment artery (4ECA) runs in the wrist dorsal capsule to the volar extensor tendons on the bottom of the 4th compartment next to the terminal branch of the posterior interosseous nerve.

It links the anterior interosseous artery and runs to the dorsal arterial arc of the wrist. Many nutrient arteries penetrating into the distal radius arise from 4ECA [2,4,15].

CASE STUDY

A 20-year-old patient presented to our outpatient clinic in October 2014. He was an active football player with pain and limited movement of the left (non-dominant) wrist.

Dziesięć miesięcy wcześniej doznał urazu na treningu – upadek na lewą rękę z przeprostem i promieniowym odchyleniem nadgarstka. Po tygodniu oceniany w warunkach izby przyjęć. Nie stwierdzono ostrych patologii kostnych, unieruchomiono w opatrunku elastycznym i wypisano do domu z rozpoznaniem skręcenia nadgarstka i zaleceniem oszczędzania nadgarstka przez 2 tygodnie.

Po tym czasie pacjent wrócił do treningów. Mimo odczuwalnych bólów kontynuował aktywność sportową bandażując nadgarstek. Po 6 miesiącach zgłosił się do swojego lekarza rodzinnego z nasilonym bólem, obrzękiem okolicy tabakierki anatomicznej i bólowym ograniczeniem ruchu (gł. wyprostu) uniemożliwiającym mu wykonywanie ćwiczeń fizycznych.

W wykonanym rtg stwierdzono podejrzenie złamania kości łódeczkowatej i skierowano chorego do poradni ortopedycznej.

W trakcie badania podmiotowego chory podawał bóle grzbietowej części nadgarstka nasilające się po aktywności fizycznej i w nocy, a zmniejszające się po zastosowaniu leków przeciwzapalnych i przeciwbólowych. Co więcej, pacjent skarżył się na ograniczenie zgięcia grzbietowego uniemożliwiające mu ćwiczenia (pompki) i kontrolę piłki podczas wyrzutów.

W badaniu fizykalnym stwierdzono:

- ból przy chwycie szczypcowym między 1 i 2 palcem,
- ból przy nasilonej pronacji oraz odchyleniu promieniowym i łokciowym,
- ból przy kompresji osiowej 1 promienia,

He had suffered an injury whilst training 10 months before after falling on his outstretched left hand with a radial deviation of the wrist. One week later he was examined in an emergency unit. No acute bone pathologies were revealed and he was discharged with a diagnosis of wrist sprain and advice to rest the wrist for 2 weeks. He then went back to his usual training routine.

Even though he still felt pain, he carried on doing sport activities with a bandage around his hand. Six months later he turned to his family doctor because of more severe pain and oedema in the anatomic snuffbox at the base of the thumb. The pain limited movement (mainly extension), making the patient unable to perform physical exercises.

An x-ray revealed a suspected scaphoid fracture and he was referred to our orthopaedic clinic. During history-taking the patient revealed he felt pain in the dorsal part of the wrist that increased after physical activity and at night and decreased with anti-inflammatory drugs and analgesics. Moreover, he complained of limited dorsal flexion that prevented him from doing physical exercises (push-ups) and impaired ball control, mainly throwing.

The physical exam revealed:

- Pain on pinching between first and second finger
- Pain during forced pronation and radial or ulnar deviation
- Pain during axial compression of the first ray
- Pain during palpation over the anatomic snuffbox, scaphoid and scapholunate joint



Ryc. 1. Przedoperacyjne zdjęcie RTG

Fig. 1. Preoperative X ray

- bolesność palpacyjną w okolicach tabakierki anatomicznej, ponad kością łódeczkowatą i stawem łódeczkowato-księżycowatym,
- ograniczony wyprost czynny i bierny obejmujący zakres około 50% ruchomości nadgarstka prawego (zgięcie 30°, wyprost 50°, odchylenie łokciowe 10°, odchylenie promieniowe 10°, osłabienie chwytu o około 40%).

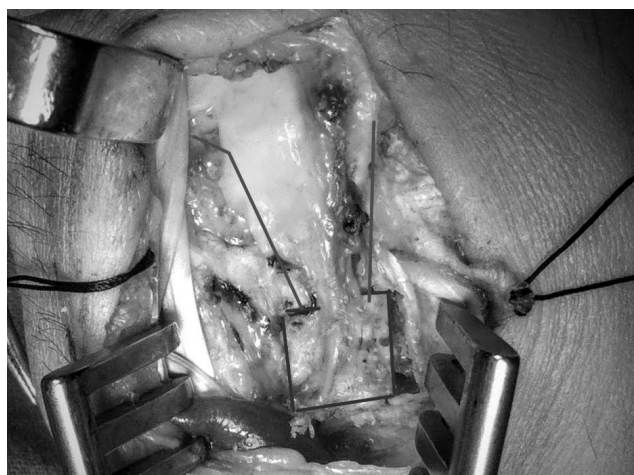
Po ocenie zdjęć Rtg rozpoznano staw rzekomy bliższego bieguna kości łódeczkowatej, bez jego fragmentacji ani bez cech DISI. Następnie zlecono badanie MR dla wykluczenia uszkodzeń innych struktur nadgarstka i dla oceny żywotności bliższego fragmentu złamania.

Po dwóch tygodniach potwierdzono rozpoznanie stawu rzekomego z resorpcją kości na długości około 3-4 mm, a także wykluczono aseptyczną martwicę

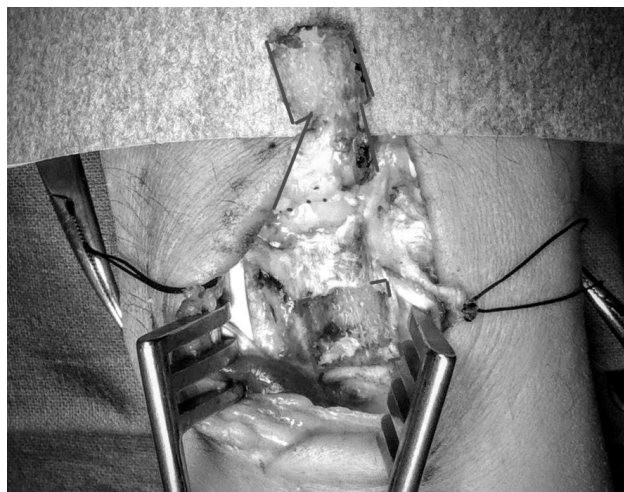
- Limitation of passive and active extension (50% of the mobility of the right wrist, flexion 30°, extension 50°, ulnar deviation 10°, radial deviation 10°, grip weakness about 40% in comparison to the contralateral side).

Following assessment of X-rays, the diagnosis was a proximal pole scaphoid pseudarthrosis without fragmentation or DISI signs. An MRI was ordered to exclude injuries to other structures of the wrist and to confirm viability of the proximal fragment. Two weeks later, the diagnosis of pseudarthrosis with interfragmental bone resorption was confirmed. Proximal pole avascular necrosis and additional ligamentous injuries were ruled out.

The patient was scheduled for excision of the pseudarthrosis and internal fixation with a capsular-based vascularized radius graft.



Ryc. 2. Uszypułowany przeszczep przed jego pobraniem z dalszej nasady kości promieniowej
Fig. 2. The pedicled bone graft just before being grafted from distal radius



Ryc. 3. Łoża po pobraniu implantu
Fig. 3. Donor site after bone grafting

bliższego fragmentu oraz dodatkowe uszkodzenia więzadłowo-kostne.

Chorego zakwalifikowano do zabiegu operacyjnego – wycięcia i zespolenia stawu rzekomego z użyciem uszypułowanego przeszczepu korowo gąbczastego pobranego z grzbietowej powierzchni dalszej nasady kości promieniowej.

TECHNIKA ZABIEGU

Zastosowano znieczulenie przewodowe – blok pachowy. Chorego ułożono na plecach z mankietem niedokrwienia na operowanym ramieniu. Ciśnienie 280 mmHg.

SURGICAL TECHNIQUE

An axillary block was used. The patient was placed in a supine position with a tourniquet on the operated arm inflated to 280 mmHg.



Ryc. 4. Przeszczep z szypułą, łoża i staw rzekomy

Fig. 4. Vascularized bone graft, donor site and pseudarthrosis



Ryc. 5. Oczyszczony staw rzekomy kości łódeczkowatej po zespoleniu śrubą, przed implantacją przeszczepu

Fig. 5. Resected scaphoid pseudoarthrosis after screw fixation

Cięcie skóry w kształcie wydłużonej litery S na powierzchni grzbietowej nadgarstka ponad kością łódeczkowatą i dalszą nasadą kości promieniowej. Rozciągnąć czwartego przedziału prostowników przecięto w schodek i wykonano neurektomię nerwu międzykostnego tylnego. Markerem zaznaczono trapezoidalny kształt szypuły – podstawa o szerokości około 15-20 mm (zwyężającą się w kierunku proksy-

The skin was incised in a “lazy S” on the dorsal part of the wrist above the scaphoid and the distal radius. The retinaculum of the fourth compartment was cut in step and neurectomy of the posterior interosseous nerve was performed. A trapezoid-shaped capsular flap was outlined with a sterile marker. Its base measured about 15-20 mm in width and 15 mm in length. Four holes were drilled in the distal radius



Ryc. 6. Fiksacja przeszczepu szwami do kotwiczki umieszczonej w kości łódeczkowatej

Fig. 6. Bone graft fixed with anchor



Ryc. 7. Pooperacyjne zdjęcie RTG

Fig. 7. Postoperative X ray

malnym) i długości około 15 mm. Łokciowo do guzka Listera, za pomocą wiertarki z drutem Kirschnera 1,4 mm, wykonano 4 otwory w korówce grzbietowej kości promieniowej tworząc kwadrat o boku około 10 mm. Wypreparowano szypułę grzbietowej torebki stawowej biegnącą do fragmentu kostno-gąbczastego ochraniając grzbietowe więzadło łódeczkowo-ksieżycowate. Za pomocą wąskiego osteotomu pobrano bloczek kostny.

Zwolniono niedokrwienie oceniając obecność napływu krwi do pobranego przeszczepu, po czym ponownie napełniono mankiet.

ulnar from Lister's tubercle with a Kirschner wire (1.4mm) to form a 10x10mm bone block.

The capsular pedicle was dissected while protecting the dorsal scapholunar ligament.

The bone block was harvested within a narrow osteotome.

The tourniquet was deflated to assess blood flow to the pedicled graft and then the tourniquet was inflated again.

Once the capsular pedicle was prepared, a dorsal approach to the scaphoid non-union was performed. Two Kirschner wires (a guide wire and an antirota-



Ryc. 8. Pooperacyjne zdjęcie RTG AP – zrost

Fig. 8. Postoperative AP X ray showing bone union



Ryc. 9. Pooperacyjne zdjęcie RTG LAT – zrost

Fig. 9. Postoperative LAT X ray showing bone union

Następnie wykonano dostęp grzbietowy do bieguna bliższego kości łódeczkowatej.

Implantowano dwa druty Kirschnera (kierunkowy i antyrotacyjny) prostopadle do linii złamania. Potwierdzono punktowe krwawienia z odłamów. Fragmenty stawu rzekomego zespolono wkręcając od bie-

tion wire) were implanted perpendicularly to the fracture line. Both fragments of the pseudarthrosis were synthesized with an Acutrak 2.7 mm screw. Then the dorsal part of pseudarthrosis was resected (approx. 60% of its lateral cross section) to form a window of cartilage for the subsequent graft implantation.



Ryc. 10. Pooperacyjne zdjęcie TK AP1 – zrost

Fig. 10. Postoperative AP1 CT scan showing bone union



Ryc. 11. Pooperacyjne zdjęcie TK AP2 – zrost

Fig. 11. Postoperative AP2 CT scan showing bone union

guna bliższego kości łódeczkowatej śrubę typu Acutrak o przekroju 2,7mm. Następnie oczyszczono grzbietową część stawu rzekomego (około 60% jego przekroju) tworząc okienko w chrząstce dla późniejszej implantacji przeszczepu.

W odłam dalszy implantowano kotwicę o średnicy 2,0 mm doszywając dwoma szwami pobrany uszypułowany bloczek kostny.

Aby zapobiec niedokrwieniu przeszczepu, uprzednio wykonano trzy nawiercenia w jego rogach, przez które przeciągnięto szwy kotwiczki.

Radiologicznie i klinicznie potwierdzono stabilność zespolenia, zaszyto czwarty przedział prostowników. Ubytku korówki kości promieniowej nie pokrywano woskiem chirurgicznym.

Standardowo zeszyto tkanki miękkie. Po zabiegu założono dłoniową szynę przedramienną typu spica. Po dwóch tygodniach usunięto szwy i założono ortezę nadgarstka z unieruchomieniem kciuka, którą utrzymano przez 4 tygodnie. Kontrole rtg wykonywano co miesiąc, a potwierdzenie zrostu uzyskano po 4 miesiącach za pomocą tomografii komputerowej.

Po 10 miesiącach po zabiegu przeprowadzono kliniczne i radiologiczne badanie kontrolne: Rtg – brak artrozy stawu promieniowo łódeczkowatego, bez patologii w miejscu pobrania przeszczepu. Klinicznie brak dolegliwości, pełna aktywność sportowa.

DYSKUSJA

Prezentowany przypadek posiadał cechy korzystne dla uzyskania dobrego rezultatu (m.in. młody wiek, stosunkowo niedługi czas od złamania do zabiegu, kończyna niedominująca). Prawdopodobnie chory mógłby uzyskać dobry wynik także przy użyciu standardowego przeszczepu nieunaczynionego. Jednak uważamy, że bilans przemawia na korzyść przeszczepu uszypułowanego, który dysponuje wieloma zaletami, a jedynym istotnym utrudnieniem jest konieczność wypreparowania pasma torebki stawowej, co zajmuje około 5-10 minut.

Zalety metody:

- trudność techniki porównywalna ze standardowym pobraniem bloczka kostnego
- pobierając przeszczep kostny z powierzchni grzbietowej dalszej nasady kości promieniowej (czyli z dostępu chirurgicznego do miejsca patologii) unika się dodatkowychostępów chirurgicznych (np. do talerza kości biodrowej) zapobiegając powikłaniom z tych lokalizacji
- brak komplikacji ze strony samego miejsca pobrania

A 2.0 mm anchor was implanted in the distal fragment and the graft was tied with two mattress stitches. In order to prevent ischaemia of the graft, three holes on its corners were drilled beforehand.

Stability of the fixation was confirmed fluoroscopically and clinically and the fourth extensor compartment was closed. The donor site in the distal radius was not filled with bone wax.

A short arm-thumb spica splint was applied for 2 weeks, followed by a short arm cast for another 4 weeks. Follow-up radiographs were obtained monthly. Bone union was confirmed with a CT scan after 4 months.

Follow-up clinical and radiological examinations were performed ten months after the operation. Radiographically, there was no scaphoid arthrosis or any donor site pathology. Clinically, the patient had regained full use of the limb enabling full activity in sport and he was symptom-free.

DISCUSSION

The presented case had features favouring a good outcome (e.g. young age, short fracture-to-surgery time, non-dominant limb). It probably would have also been successful with a standard non-vascularized graft. Nonetheless we preferred a pedicled graft because of its many advantages, and the only significant difficulty was the need of dissection of the capsular flap, which takes about 5-10 minutes.

The advantages of the method are as follows:

- Simplicity, which can be compared to standard bone block use
- Harvesting a bone block from the dorsal aspect of the distal radius (local graft), i.e. from the same surgical approach as that needed to access the pathology, avoids additional surgical approaches (e.g. iliac crest) and prevents morbidity at those donor sites.
- No morbidity at the local donor site
- The use of a long pedicle enables using the graft for proximal row wrist pathologies: scaphoid proximal pole (non-union, pseudarthrosis, avascular necrosis), lunate (early stages of Kienbock disease) and triquetrum.

- długa szypuła umożliwia wykorzystanie go do leczenia patologii kości bliższego rzędu nadgarstka – bieguna bliższego kości łódeczkowatej (brak zrostu, staw rzekomy, martwica aseptyczna), kości księżycowatej (wczesne etapy choroby Kienbocka), a także kości trójgraniastej
 - szypuła wymaga tylko niewielkiej rotacji 10°-30°, co minimalizuje ryzyko uciśnięcia naczyń szypuły
 - transplant charakteryzuje się większą żywotnością, niż standardowy gąbczasty lub korowo-gąbczasty
 - nie wymaga wykonywania mikrochirurgicznego preparowania szypuły naczyniowej lub anastomozы tętniczo-tętniczej.
- Modyfikacje techniki operacyjnej:
- w trakcie zabiegu wskazane jest stosowanie lup chirurgicznych
 - rozważyć tylko częściowe uwolnienie troczka prostowników
 - podczas preparowania szypuły należy uważać, aby nie uszkodzić grzbietowej części więzadła łódeczkowato-księżycowatego
 - nie jest konieczne zwalnianie zacisku Esmarcha dla oceny ukrwienia przeszczepu
 - ocenić klinicznie żywotność bliższego fragmentu stawu rzekomego kości łódeczkowatej- krwawienie punktowe
 - oczyszczać staw rzekomy dopiero po założeniu śruby kompresyjnej
 - implantować śrubę prostopadle do linii złamania, jak najbardziej dłoniowo i łokciowo (aby pozostawić przestrzeń dla założenia kotwicy po stronie promieniowej)
 - domodelować bloczek kostny do utworzonego okienka w kości łódeczkowatej, aby uzyskać jego dobry kontakt typu press fit
 - doszywając bloczek kostny nie zacisnąć szypuły.
- A short arc of rotation minimizes the risk for ischaemia / vascular impairment caused by kinking of the nutrient vessel
 - A pedicle bone graft has better viability than a standard bony graft
 - No need for dissection of microarteries or microsurgical anastomoses
- Surgery modifications
- A magnification loupe may be used for the procedure
 - Consider partially opening the fourth extensor compartment.
 - Take care of the dorsal scapholunate ligament when dissecting the flap of capsule
 - It is not necessary to deflate the tourniquet during the procedure
 - Assess viability of the proximal pole by puncture bleeding
 - Pseudarthrosis excision should be performed after screw insertion
 - The screw should be placed perpendicular to the fracture line and as volarly and ulnarly as possible to leave space for the radial anchor implantation
 - The graft should be press-fitted into the socket in the non-union site
 - Protect the pedicle while tying the anchor's stitches.

PODSUMOWANIE

Leczenie stawu rzekomego bliższego bieguna kości łódeczkowatej przy użyciu unaczynionego przeszczepu korowo-gąbczastego uszypułowanego na grzbietowej torebce stawowej jest bardzo dobrą alternatywą w stosunku do zastosowania przeszczepu nieunaczynionego.

Wskazaniami do wykorzystania tej metody są:

- brak zrostu
- staw rzekomy
- martwica aseptyczna
- przemieszczone złamanie bliższego bieguna kości łódeczkowatej oraz
- niepowodzenie leczenia powyższych patologii zabiegami tradycyjnymi.

SUMMARY

A capsular-based vascularized distal radius graft is a very good alternative for treatment of a pseudarthrosis of the scaphoid proximal pole in comparison to a standard non-vascularized bone graft.

Indications for using this method in scaphoid pathology are:

- Proximal pole non-union
 - Proximal pole pseudarthrosis
 - Avascular necrosis of the proximal pole
 - Displaced proximal pole fracture
 - Failed traditional bone grafting
- Contraindications include:
- SNAC stage II or greater
 - Humpback deformity of the scaphoid

Przeciwwskazania to:

- stadium II SNAC lub większe
- deformacje typu garbika
- wcześniejsze zabiegi grzbietowej powierzchni nadgarstka, które mogłyby uszkodzić tętnice odżywcze torebki stawowej (przeciwwskazanie względne).

Wynik końcowy może ulec pogorszeniu w przypadku istnienia przedoperacyjnych czynników ryzyka, które są takie same jak w przypadku zastosowania przeszczepów standardowych. Są nimi: starszy wiek, martwica niedokrwienna bliższego bieguna, deformacja typu „garbik”, brak użycia śruby kompresyjnej w świeżym złamaniu, palenie tytoniu i płeć żeńska [3,5,13,14].

Najczęstszymi przyczynami niepowodzeń zależnymi od chirurga są: uszkodzenie szypuły naczyniowej oraz utrata lub brak sztywnego zespolenia kości łódeczkowatej.

- Previous surgery of the dorsal part of the wrist which might minimize the blood supply to the dorsal capsule (relative contraindication)

The final result may be impaired in the presence of preoperative risk factors, which are the same as in standard methods: older age, proximal pole avascular necrosis, humpback deformity of the scaphoid, techniques not using screw fixation, tobacco use and female gender [3,5,13,14].

The most frequent complications due to surgical technical errors are damage to the vascular pedicle, loss of fixation to the graft or inadequate scaphoid fixation.

UŻYTE SKRÓTY

- 1,2ICSRA – intercompartmental suprarretinacular artery – 1,2 międzyprzedziałowa tętnica nadtroczkowa
- 4ECA – 4° extensor compartment artery – tętnica 4° przedziału prostowników
- DISI – dorsal intercalated segmental instability-grzbietowa wtrącona niestabilność międzysegmentowa
- SNAC – scaphoid nonunion advanced collapse – brak zrostu z zapadnięciem kości łódeczkowatej

ABBREVIATIONS

- 1,2ICSRA – Intercompartmental suprarretinacular artery
- 4ECA – 4° Extensor compartment artery
- DISI – Dorsal intercalated segmental instability
- SNAC – Scaphoid non-union advanced collapse
- VBG – Vascular bone graft

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Sotereanos DG, Darlis NA, Dailiana ZH, Sarris IK, Malizos KN. A capsular-based vascularized distal radius graft for proximal pole scaphoid pseudarthrosis. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 580-7.
2. Gelberman RH, Menon J. The vascularity of the scaphoid bone. *J Hand Surg Am* 1980; 5: 508-13.
3. Simonian PT, Trumble TE. Scaphoid nonunion. *J Am Acad Orthop Surg* 1994; 2: 185-91.
4. Taleisnik J, Kelly PJ. The extraosseous and intraosseous blood supply of the scaphoid bone. *J Bone Joint Surg Am* 1966; 48: 1125-37.
5. Chang MA, Bishop AT, Moran SL, Shin AY. The outcomes and complications of 1,2-intercompartmental suprarretinacular artery pedicled vascularized bone grafting of scaphoid nonunions. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 387-96.
6. Malizos KN, Zachos V, Dailiana ZH, et al. Scaphoid nonunions: management with vascularized bone grafts from the distal radius: a clinical and functional outcome study. *Plast Reconstr Surg* 2007; 119: 1513-25.
7. Tu YK, Chen AC, Chou YC, Ueng SW, Ma CH, Yen CY. Treatment for scaphoid fracture and nonunion—the application of 3.0 mm cannulated screws and pedicle vascularised bone grafts. *Injury* 2008; 39(Suppl 4): 96-106.
8. Mathoulin C, Haerle M. Vascularized bone graft from the palmar carpal artery for treatment of scaphoid nonunion. *J Hand Surg [Br]* 1998; 23: 318-23.
9. Dailiana ZH, Malizos KN, Zachos V, Varitimidis SE, Hantes M, Karantanas A. Vascularized bone grafts from the palmar radius for the treatment of waist nonunions of the scaphoid. *J Hand Surg Am* 2006; 31: 397-404.
10. Boyer MI, von Schroeder HP, Axelrod TS. Scaphoid nonunion with avascular necrosis of the proximal pole: treatment with a vascularized bone graft from the dorsum of the distal radius. *J Hand Surg [Br]* 1998; 23: 686-90.
11. Kuhlmann JN, Mimoun M, Boabighi A, Baux S. Vascularized bone graft pedicled on the volar carpal artery for non-union of the scaphoid. *J Hand Surg [Br]* 1987; 12: 203-10.
12. Guimberteau JC, Panconi B. Recalcitrant non-union of the scaphoid treated with a vascularized bone graft based on the ulnar artery. *J Bone Joint Surg Am* 1990; 72: 88-97.
13. Malizos KN, Dailiana ZH, Kirou M, Vragalas V, Xenakis TA, Soucacos PN. Longstanding nonunions of scaphoid fractures with bone loss: successful reconstruction with vascularized bone grafts. *J Hand Surg [Br]* 2001; 26: 330-4.

14. Russe O. Fracture of the carpal navicular: diagnosis, non-operative treatment, and operative treatment. *J Bone Joint Surg Am* 1960; 42-A: 759-68.
15. Zaidenberg C, Siebert JW, Angrigiani C. A new vascularized bone graft for scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am* 1991; 16: 474-8, 18. Sheetz KK, Bishop AT, Berger RA. The arterial blood supply of the distal radius and ulna and its potential use in vascularized pedicled bone grafts. *J Hand Surg Am* 1995; 20: 902-14.
16. Waters PM, Stewart SL. Surgical treatment of nonunion and avascular necrosis of the proximal part of the scaphoid in adolescents. *J Bone Joint Surg Am* 2002; 84-A: 915-20. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16632051>
17. Steinmann SP, Bishop AT, Berger RA. Use of the 1,2 intercompartmental supraretinacular artery as a vascularized pedicle bone graft for difficult scaphoid nonunion. *J Hand Surg Am* 2002; 27: 391-401.

Liczba słów/Word count: 3780

Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 11

Piśmiennictwo/References: 17

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Wojciech Sroga

ul. Orła Białego 21, 31-619 Kraków

e-mail: wojciechsroga@gmail.com

Otrzymano / Received

10.08.2016 r.

Zaakceptowano / Accepted

25.10.2016 r.