

Porównanie wpływu przeszczepów autogenicznych i mrożonych przeszczepów allogenicznych na uzyskanie zrostu stawów rzekomych kości przedramienia

A Comparison of the Effect of Autogenous vs. Frozen Homogenous Grafts on the Healing of Non-Union of Forearm Bones

Maciej Piotrowski^(A,B,C,D,E,F), Rafał Pankowski^(B,D,E), Piotr Łuczkiwicz^(B,D,F),
Agnieszka Markowicz^(B,D)

Klinika Ortopedii i Traumatologii Narządu Ruchu, Akademia Medyczna, Gdańsk
Department of Orthopaedics and Musculoskeletal Traumatology, Gdańsk Medical University

STRESZCZENIE

Wstęp. Przeszczepy autogeniczne czy allogeniczne ulegają w dużej części resorpcji i zastępowaniu przez tkankę własną biorcy. Powszechnie uważa się autogeniczne przeszczepy za lepsze od allogenicznych. Praca ta porównuje skuteczność autoprzeszczepów i alloprzeszczepów w uzyskaniu zrostu stawu rzekomego kości przedramienia.

Material i metody. Od 1976 do 2005 zoperowano 56 chorych z 68 stawami rzekomymi trzonów kości przedramienia. W badanej grupie było 45 chorych płci męskiej i 11 żeńskiej w wieku od 8 do 85 lat. Chorych operowano metodami wymagającymi zastosowania rozdrobnionych przeszczepów gąbczastych autogenicznych lub mrożonych allogenicznych. Autoprzeszczepy użyto w 47 przypadkach, natomiast alloprzeszczepy zastosowano w leczeniu 21 stawów rzekomych. Następnie porównano skuteczność oraz szybkość uzyskania zrostu kostnego po zastosowaniu obu rodzajów przeszczepów.

Wyniki. Porównując odsetek i czas zrostu pomiędzy przeszczepami gąbczastymi autogenicznymi i mrożonymi allogenicznymi uzyskano zbliżone wyniki w obu grupach. Stwierdzone różnice są nieistotne statystycznie.

Wnioski. Stwierdzono brak różnic statystycznych w skuteczności i w szybkości uzyskania zrostu kości po zastosowaniu przeszczepów autogenicznych i allogenicznych. Wydaje się być uzasadnione stosowanie mrożonych przeszczepów allogenicznych w sytuacjach, w których walory mechaniczne przeszczepu nie są istotne. Pozwala to również na uniknięcie dodatkowego okaleczenia zdrowej części ciała.

Słowa kluczowe: autoprzeszczep, alloprzeszczep, staw rzekomy

SUMMARY

Background. A large percentage of autogenous and homogenous grafts are resorbed and replaced by the recipient's own tissue. It is generally believed that autogenous grafts are superior to homogenous ones. The aim of our study was to compare the effectiveness of autografts and allografts in achieving the healing of a non-union of forearm bones.

Material and methods. Between 1976 and 2005, 56 patients with 68 non-unions of forearm bone shafts were operated on. The study group consisted of 45 male and 11 female patients aged 8 to 85. The patients were operated on using methods requiring autogenous cancellous bone chips or homogenous frozen grafts. Autografts were used in 47 patients, and allografts were applied in the treatment of 21 non-unions. The effectiveness and speed of achieving a bone union with both types of grafts were subsequently compared.

Results. The percentage and time of bone union were similar between autogenous and homogenous grafts. The differences are not statistically significant.

Conclusion. No statistically significant differences in the effectiveness and time to bone union were found between recipients of autogenous vs. homogenous grafts. The use of homogenous frozen grafts seems justified when the mechanical advantages of the graft are not essential. It also allows for avoiding additional mutilation to healthy parts of the body.

Key words: autograft, allograft, nonunion

WSTĘP

Stawy rzekome charakteryzują się całkowitym wygaśnięciem procesów kostnotwórczych, dlatego w tego typu przypadkach leczenie nieoperacyjne jest pozbawione podstaw. Z kolei w niektórych sytuacjach zrostu opóźnionego zastosowanie odpowiednio długo poprawnego unieruchomienia może doprowadzić do zrostu kości. Niestety trudność w zapewnieniu mechanicznego spokoju w leczeniu nieoperacyjnym złamań trzonów kości przedramienia oraz niepewny wynik końcowy leczenia wpływa w tych przypadkach na podjęcie decyzji o leczeniu operacyjnym [1,2]. Od technik chirurgicznych jest wymagane spełnienie złożonych zadań, takich jak: mechaniczne ustalenie złamania oraz pobudzenie osłabionych lub wyczerpanych sił osteogennych w obrębie odłamów [3,4]. Dodanie przeszczepów gąbczastych w okolicę stawu rzekomego nie tylko wypełnia ubytek w kości i tworzy pomost pomiędzy odłamami, ale również ma na celu wprowadzenie nowego materiału osteogennego [5,6,7]. Losy przeszczepów autogenicznych i allogenicznych w organizmie biorcy są podobne, dochodzi do ich resorpcji i przebudowy. Wśród znawców tematyki, takich jak: Rodriguez-Marchan, Forriol, Salkeld, Patron i inni, powszechny jest pogląd, że autoprzeszczepy są lepsze od alloprzeszczepów [8,9]. W nawiązaniu do tej opinii niniejsza praca próbuje porównać skuteczność gąbczastych przeszczepów autogenicznych i mrożonych przeszczepów allogenicznych w uzyskaniu zrostu stawu rzekomego kości przedramienia.

MATERIAŁ I METODY

Analizie poddano 56 chorych z 68 stawami rzekomymi trzonów kości przedramienia operowanych w latach 1976-2005. W badanej grupie znajdowało się 45 chorych płci męskiej i 11 żeńskiej. Wiek kształtował się od 8 do 85 lat (średnia 39 lat). Stawy rzekome kości przedramienia leczono jedną z metod wymagającą zastosowania rozdrobnionych przeszczepów gąbczastych, autogenicznych lub mrożonych allogenicznych. Dokładny wykaz metod operacyjnych zastosowanych podczas leczenia przedstawia Tabela 1. Autogenicznych przeszczepów gąbczastych z talerza kości biodrowej lub z głowy kości łokciowej czy też promieniowej (jeśli były usuwane) użyto w 47 przypadkach, natomiast mrożone przeszczepy allogeniczne zastosowano w leczeniu 21 stawów rzekomych. Sprawdzone skuteczność oraz szybkość uzyskania zrostu kostnego w zależności od rodzaju zastosowanego przeszczepu. Zrost kości oceniano na podstawie zdjęć rtg zgodnie z założeniami Andersona i Czałbowskiej [10, 11]. W oparciu o powyższą grupę pacjentów, analizowano również częstość występowania powikłań po pobraniu przeszczepów z talerza kości biodrowej. Badanie to dotyczyło 40 chorych.

BACKGROUND

Since non-unions are characterized by total arrest of osteogenic processes, non-operative treatment appears pointless in their management. On the other hand, in certain instances of delayed bone healing, the application of appropriate immobilization for a sufficiently long period of time may lead to bone union. Unfortunately, the difficulty of ensuring mechanical rest in the course of non-operative management of forearm bone shaft fractures and its uncertain outcomes often contribute to the decision in favour of undertaking surgical treatment [1,2]. Surgical techniques are expected to lead to such complex objectives as mechanical stabilization of the fracture and stimulation of weakened or exhausted osteogenic potential around fractured bone fragments [3,4]. Cancellous bone tissue grafted into the non-union area not only fills the bone defect and forms a bridge between bone chips but also provides new osteogenic material [5,6,7]. Autogenous and homogenous grafts behave similarly in the recipient's body - they are resorbed and remodeled. Experts such as Rodriguez-Marchan, Forriol, Salkeld, Patron and others generally believe that autogenous grafts are superior to homogenous ones [8,9]. In view of this opinion, the aim of this study was to compare autogenous cancellous bone grafts vs. frozen homogenous grafts in achieving the healing of a nonunion of forearm bones.

MATERIAL AND METHODS

A total of 56 patients with 68 nonunions of forearm bones operated on between 1976 and 2005 were included in the study. The study group consisted of 45 male and 11 female patients aged 8 to 85 (mean age: 39 years). The patients were operated on using methods requiring autogenous or homogenous frozen cancellous bone chips. A detailed listing of the treatment methods is presented in Table 1. Autogenous cancellous bone grafts from the iliac ala or the ulnar or radial head (if removed) were used in 47 cases, with frozen homogenous grafts used in the treatment of 21 nonunions. The effectiveness and speed of achieving a bone union with both types of grafts were subsequently examined. Bone healing was assessed on the basis of radiographic images according to the assumptions suggested by Anderson and Czałbowska [10,11]. The above group of patients was also used to analyze the incidence of complications following graft harvesting from the iliac ala. This study included 40 patients.

Tab. 1. Zastosowane metody operacyjne

Tab. 1. Surgical techniques

Metoda leczenia stawu rękomego Nonunion treatment method	Liczba stawów rękomych Number of nonunions	Liczba leczonych chorych Number of patients
Dekortykacja kostno-mięśniowa, stabilne zespolenie oraz obłożenie przeszczepami gąbczastymi Osteomuscular decortication, stable bone fusion, use of cancellous grafts	33	30
Skrócenie obu kości, stabilne zespolenie oraz obłożenie szczeliny złamania przeszczepami gąbczastymi. Shortening of both bones, stable bone fusion, placing cancellous grafts into the fracture fissure	18	9
Resekcja głowy kości łokciowej, wycięcie stawu rękomego kości promieniowej, stabilne zespolenie oraz obłożenie przeszczepami gąbczastymi. Resection of ulnar head, excision of radial nonunion, stable bone fusion and use of cancellous grafts	7	7
Resekcja głowy kości promieniowej, wycięcie stawu rękomego kości łokciowej, stabilne zespolenie oraz obłożenie przeszczepami gąbczastymi. Resection of radial head, excision of ulnar nonunion, stable bone fusion and use of cancellous grafts	3	3
Usunięcie materiału zespalającego, dekortykacja kostno-mięśniowa, dodanie przeszczepów gąbczastych oraz unieruchomieniem kończyny podłużnikiem ramiennym. Removal of osteosynthetic material, osteomuscular decortication, use of cancellous grafts and immobilization of the limb with a humeral splint	5	5
Resekcja stawu rękomego z osteotomią korekcyjną drugiej zagiętej kości, stabilne zespolenie oraz obłożenie przeszczepami gąbczastymi. Nonunion resection with corrective osteotomy of the other hooked bone, stable bone fusion and use of cancellous grafts	2	2

WYNIKI

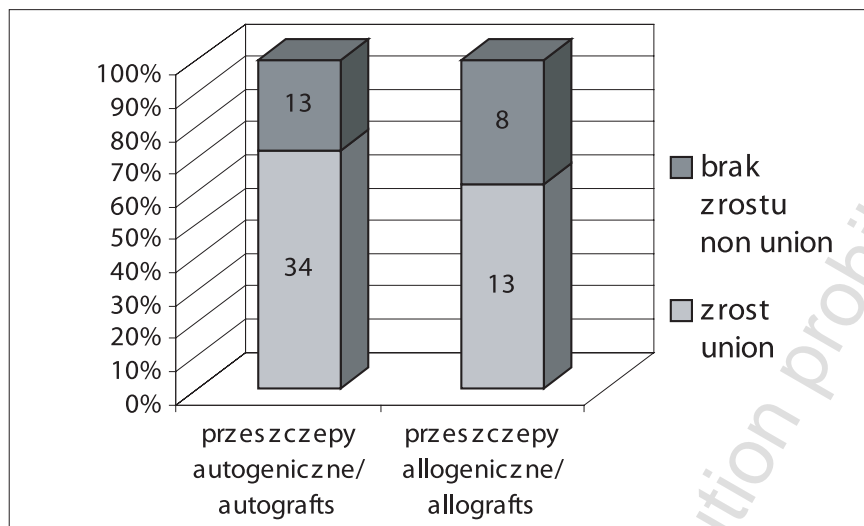
Porównując odsetek zrostu i czas potrzebny do wygojenia stawu rękomego kości przedramienia w zależności od rodzaju zastosowanych przeszczepów uzyskano zbliżone wyniki. Odsetek uzyskanych zrostów po zastosowaniu autoprzeszczepów wyniósł 72,3%, a po mrożonych alloprzeszczepach 61,9% (Ryc. 1). Średni czas zrostu podany w miesiącach wyniósł $3,54 \pm 1,7$ po użyciu przeszczepów autogenicznych oraz $3,83 \pm 2,1$ po dodaniu mrożonych przeszczepów allogenicznych. Stwierdzone różnice są nieistotne statystycznie. W obliczeniach statystycznych posłużono się testem D-Kołmogorowa-Smirnowa służący do weryfikacji hipotezy o normalności rozkładu wyników. Wykorzystano również test niezależności chi kwadrat, a także test oparty o statystykę F o rozkładzie F-Snedecora i test oparty o statystykę t o rozkładzie t-Studenta.

Po pobraniu przeszczepów z talerza kości biodrowej 38 chorych nie zgłaszało dolegliwości, dwóch podawało mierne dolegliwości bólowe związane ze zmianami pogody, natomiast żaden z chorych nie skarżył się na bóle stałe. Badanie to wykazało, że okresowe dolegliwości z miejsca pobrania przeszczepu odczuwało jedynie 8% chorych.

RESULTS

The comparison of the rate of bone union and the duration of the healing period of forearm bone nonunions in relation to the type of graft revealed similar results. The percentage of healed nonunions in recipients of autografts amounted to 72.3%, compared to 61.9% of successful unions with the use of frozen allografts (Fig.1). The mean duration of nonunion healing following autogenous graft and frozen homogenous graft surgery (in months) was 3.54 ± 1.7 and 3.83 ± 2.1 , respectively. The differences are not statistically significant. The Kolmogorov-Smirnov D test was used to verify whether the results followed a normal distribution. The chi-square () independence test was also used, as well as a test based on the F statistic with F-Snedecor distribution and a test based on the t statistics with t-Student distribution.

Thirty-eight patients reported no complaints following the harvesting of grafts from the iliac ala, with two patients reporting mild pain related to weather changes and no patient complaining of permanent pain. Thus, occasional complaints related to the donor site were only present in 8% of the patients.



Ryc. 1. Skuteczność uzyskania zrostu kości

Fig. 1. Effectiveness of obtaining bone union

DYSKUSJA

Autogeniczne przeszczepy nieunaczynione powszechnie uważane są przez znawców tematyki za lepsze od allogenicznych. Specyficzną zaletą tego typu przeszczepów jest posiadanie cech świeżej kości o dużych własnościach osteogenicznych z wykluczeniem zagrożeń i powikłań immunologicznych [8,9]. Enneking, Burchardt i Puhl mają jednak pewne wątpliwości, czy na pewno są one lepiej tolerowane przez biorcę niż inne typy przeszczepów [12]. Badacze uważają, że wgojenie się przeszczepu odbywa się w wyniku działania dwóch mechanizmów. Pierwsza teoria dotycząca przeszczepów autogenicznych zakłada, że nową kość tworzą aktywne kościotwórczo komórki, które przeżyły w przeszczepie [13]. Dokonują tego komórki szpikowe i osteoblasty z powierzchniowych warstw przeszczepu. Pozostała, większa część przeszczepu ulega martwicy i przebudowie. Wprowadzone komórki zapoczątkowują proces zrostu i rozwój jego pierwszych faz, później ich właściwości maleją [14,15]. Przyjmując w pełni tę koncepcję, wyniki badań wskazywałoby to na przewagę przeszczepów autogenicznych nad allogenicznymi w uzyskaniu zrostu kości. Druga teoria dotycząca autogenicznych i allogenicznych przeszczepów kostnych opiera się na hipotezie, że do powstania żywej kości dochodzi przez metaplastję komórek pochodzących z otaczających przeszczep tkanek [13,14,15]. Uwolnienie z przeszczepu białek BMP oraz cytokin indukujących osteogenezę prowadzi do metaplastji komórek gospodarza i tworzenia się nowej tkanki kostnej na resorbowanych powierzchniach przeszczepu, który spełnia tu funkcję rusztowania. Równocześnie zachodzi rewaskularyzacja przeszczepu, której sprzyja

DISCUSSION

Experts generally consider non-vascularized autogenous bone grafts to be superior to homogenous ones. A particularly significant advantage of autografts consists in the presence of vital bone qualities characterized by high osteogenous potential, coupled with no immune system-related risks and complications [8,9]. Enneking, Burchardt and Puhl, however, have expressed some doubt whether autografts are actually better tolerated by recipients [12]. They believe that the graft healing process is a result of two mechanisms. The first theory of autogenous grafts claims that the new bone is formed by osteogenically active cells which have survived within the graft [13], i.e. bone marrow cells and osteoblasts from the top graft layers. The remaining, greater part of the graft undergoes necrosis and remodeling. Cells introduced with the graft initiate the process of bone union and dominate its initial stages, but later their potential decreases [14,15]. If we assume the validity of this concept, autografts turn out to be superior to allografts in achieving bone union. The other theory concerning autogenous and homogenous bone grafts rests upon the hypothesis stating that vital bone is created through the metaplasia of cells from tissues surrounding the graft area [13,14,15]. The release of BMP proteins and osteogenesis-inducing cytokines from the graft leads to the metaplasia of the recipient's cells and formation of new osseous tissue on the resorbed surfaces of the graft, which acts as a scaffolding. Graft revascularization occurs simultaneously, promoted by the loose structure of cancellous bone, leading to the differentiation of undifferentiated mesenchymal cells towards osteogenous cells [16,17,18].

luźna struktura kości gąbczastej, prowadząc w konsekwencji do różnicowania się niezróżnicowanych komórek mezenchymy w kierunku komórek kościotwórczych [16,17,18].

W nawiązaniu do powyższych założeń, niniejsza analiza sprawdza czy istnieją różnice pomiędzy przeszczepami autogenicznymi i mrożonymi allogenicznymi w szybkości i skuteczności uzyskania zrostu kostnego. W badanej grupie chorych, stawy rzekome trzonów kości przedramienia leczono metodami wymagającymi obłożenia szczeliny złamania rozdrobionymi przeszczepami gąbczastymi. Porównując odsetek i czas zrostu pomiędzy przeszczepami gąbczastymi autogenicznymi i mrożonymi allogenicznymi uzyskano zbliżone wyniki w obu grupach. Odsetek uzyskanych zrostów po zastosowaniu przeszczepów autogenicznych wyniósł 72,3%, a po mrożonych allogenicznych 61,9%. Średni czas zrostu podany w miesiącach wyniósł 3,54+/-1,7 po użyciu przeszczepów autogenicznych oraz 3,83+/-2,1 po dodaniu mrożonych przeszczepów allogenicznych. Stwierdzone różnice nie są istotne statystycznie, co potwierdza opinię, że losy przeszczepu autogenicznego i allogenicznego są podobne, ponieważ tkanka kostna pozbawiona unaczynienia i tak obumiera [14,15]. W odniesieniu do powyższych wyników badań, słusznym staje się stosowanie mrożonych przeszczepów allogenicznych w sytuacjach, w których walory mechaniczne przeszczepu nie są istotne [4, 19]. Pozwala to również na uniknięcie dodatkowego okaleczenia w wyniku pobrania przeszczepu ze zdrowej części ciała. Jest to zgodne z opinią części autorów, którzy użycie przeszczepów autogenicznych zalecają jedynie do uzupełnienia dużych ubytków kości [18,19].

W piśmiennictwie medycznym można spotkać przykłady, że pobieranie przeszczepów kostnych z talerza biodrowego nie zawsze odbywało się bez komplikacji. Opiswane są tam przypadki powstania: przewlekłego bólu lub nerwiaka w miejscu pobrania, krwiaka, przepukliny, infekcji, złamania lub podwichnięcia przeszczepu w miejscu jego przeszczepienia, czy też złamania talerza biodrowego [7,20, 21,22]. Hill ze współpracownikami badając 73 chorych stwierdziła przewlekły ból w miejscu pobrania przeszczepów u 21,9% pacjentów [20]. W badanej przez nas grupie 40 chorych, u których pobrano przeszczepy z talerza kości biodrowej, 38 nie zgłaszało dolegliwości. Dwóch badanych podawało dolegliwości bólowe związane ze zmianami pogody, natomiast żaden chory nie skarżył się na stałe bóle. W oparciu o przeprowadzone badania można stwierdzić, że jedynie 8% chorych odczuwało okresowe dolegliwości z miejsca pobrania przeszczepu.

In correspondence with the above assumptions, our study was aimed at examining whether any differences exist between the effectiveness of autografts and allografts in achieving the healing of a bone non-union. The patients in the study group were operated on using methods requiring the placement of cancellous bone chips in the fissure of the fracture. The comparison of the healing rate and duration of non-union healing period with cancellous autografts vs. frozen allografts revealed similar results for both groups. The percentage of healed nonunions with autografts amounted to 72.3%, compared to 61.9% with the use of frozen allografts. The mean duration of nonunion healing (in months) with autogenous grafts vs. frozen homogenous grafts was 3.54+/-1.7 and 3.83+/-2.1, respectively. These differences are not statistically significant, which confirms the view that autografts and allografts behave in a similar manner following transplantation as osseous tissue devoid of vascular supply atrophies anyway [14,15]. In view of the above results, the use of homogenous frozen grafts seems justified when the mechanical advantages of the graft are not essential [4,19]. It also allows for avoiding additional mutilation to healthy parts of the body as a result of graft harvesting. A number of authors also recommend using autogenous grafts solely to fill large bone defects [18,19].

The literature of the subject describes some examples where the collection of bone grafts from the iliac ala was associated with complications, including reports of chronic pain, neuroma in the donor site, hematoma, hernia, infection, graft fracture or subluxation at the transplantation site or fracture of the iliac ala [7,20,21,22]. In their study of 73 patients, Hill et al. reported chronic pain within the donor site in 21.9% of the subjects [20]. In our study group of 40 patients with grafts collected from the iliac ala, 38 reported no ailments at all. Two patients reported mild pain related to weather changes, and none complained of permanent pain. Thus, occasional complaints related to the donor site were only present in 8% of the patients.

WNIOSKI

1. W badanej grupie, po zastosowaniu rozdrobnionych przeszczepów autogenicznych i mrożonych allogenicznych obserwowano podobną skuteczność w uzyskiwaniu zrostu stawów rzekomych trzonów kości przedramion.
2. Stosowanie mrożonych przeszczepów allogenicznych w sytuacjach, w których walory mechaniczne przeszczepu nie były istotne, pozwalało na uniknięcie dodatkowego okaleczenia w wyniku pobrania przeszczepu ze zdrowej części ciała pacjentów.

CONCLUSIONS

1. A similar efficacy of achieving a forearm bone union was observed in the study groups treated with autografts and frozen homogenous grafts of cancellous bone chips.
2. The use of homogenous frozen grafts in cases where the mechanical advantages of the graft were not essential allowed for avoiding additional mutilation to healthy parts of the body as a result of graft harvesting.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Białecki S, Bojko M, Józefaciuk D, Leszek H i wsp. Przyczyny zrostu opóźnionego i stawów rzekomych trzonów kości długich. Chir Narz Ruchu i Ortop Pol 1961; 26 (5): 597-604.
2. Sidorski T, Koproński L, Przybylski J, Krawczyk E. Ocena kliniczna wartości różnych metod osteoplastycznej osteosyntezy zrostów opóźnionych i stawów rzekomych trzonów kości długich. Chir Narz Ruchu i Ortop Pol 1961; 26 (5): 585-592.
3. Niedźwiedzki T, Dąbrowski Z, Bonczar M. Leczenie stawów rzekomych kości długich stabilnym zespoleniem odłamów i przeszczepianiem komórek podścieliska szpikowego z hodowli in vitro. Chir Narz Ruchu i Ortop Pol 2000; 65 (2): 209-214.
4. Rodriguez-Marchan EC, Gomez-Castresana F. Internal fixation of nonunions. Clin Orthop 2004; 419: 13-20.
5. Davey PA, Simonis RB. Modification of the Nicoll bone-grafting technique for nonunion of the radius and/or ulna. J Bone Joint Surg 2002; 84B (1): 30-33.
6. Lemaire R. Management of nonunions: An overview. In: Duparc J (ed). Surgical Techniques in Orthopaedics and Traumatology. EFORT 1. Paris: Elsevier; 2000: 55-030-F-10.
7. Summers BN, Ensentein SM. Donor site pain from the ilium. J Bone Joint Surg 1989; 71B: 677-680.
8. Rodriguez-Marchan EC, Forriol F. Nonunion: general principles and experimental data. Clin Orthop 2004; 419: 4-12.
9. Salkeld SL, Patron LP, Barrack RL. et al. The effect of osteogenic protein-1 on the healing of segmental bone defects treated with autograft or allograft bone. J Bone Joint Surg 2001; 83A: 803-816.
10. Anderson LD, Sisk TD, Tooms RE, Park III WI. Compression-plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna. J Bone Joint Surg 1975; 57A (3): 287-296.
11. Czałbowska I, Deka Z, Moskwa J, Rycembel Z. Przyczyny powstawania zrostów opóźnionych i stawów rzekomych trzonów kości długich kończyny górnej i ich leczenie. Chir Narz Ruchu i Ortop Pol 1961; 26 (6): 635-639.
12. Enneking WF, Burchardt H, Puhl JJ, Piotrowski G. Physical and biological aspects of repair in dog cortical-bone transplants. J Bone Joint Surg 1975; 57A: 237-252.
13. Urist MR, McLean FC. Osteogenic potency and new-bone formation by induction in transplants to the anterior chamber of the eye. J Bone Joint Surg 1952; 34A: 443-467.
14. Chairman GC, Atiyeh F, Piattelli A, Majzoub Z. Healing of transplanted composite bone grafts-implants: a pilot animal study. Clin Oral Impl Research 2003; 14: 750-758.
15. Faria P E P, Okamoto R, Bonilha-Neto R M, et al. Immunohistochemical, tomographic and histological study on onlay iliac grafts remodeling. Clin Oral Impl Research 2008; 19: 393-401.
16. Bhandari M, Schemitsch EH. High-pressure irrigation increases adipocyte-like cells at the expense of osteoblasts in vitro. J Bone Joint Surg 2002; 84B: 1054-1061.
17. Brownlow HC, Reed A, Simpson AH. Growth factor expression during the development of atrophic non-union. Injury 2001; 32: 519-524.
18. Weiland AJ. Current concepts review: vascularised free bone transplants. J Bone Joint Surg 1981; 63A: 166-169.
19. Brav EA. A comparative clinical study of autogenous and frozen homogenous bone in grafting procedures. Clin Orthop 1954; 24: 163-171.
20. Hill NM, Horne JG, Devane PA. Donor site morbidity in the iliac crest bone graft. ANZ J Surg 1999; 69: 726-728.
21. Laurie SWS, Kaban LB, Mulliken JB, Murray JE. Donor-site morbidity after harvesting rib and iliac bone. Plast Reconstr Surg 1984; 73: 933-938.
22. Reid EL. Hernia through an iliac bone-graft donor site a case report. J Bone Joint Surg 1968; 50A: 757-760.

Liczba słów/Word count: 3285

Tabele/Tables: 1

Ryciny/Figures: 1

Piśmiennictwo/References: 22

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Lek. med. Maciej Piotrowski

80-394 Gdańsk, ul. Bydgoska 4/27

tel. 0-600 35-29-71, e-mail: maciejpiotr@wp.pl

Otrzymano / Received

06.12.2007 r.

Zaakceptowano / Accepted

11.02.2008 r.

