

- [1] Torchilin V.P.: Drug Targeting, European Journal Of Pharmaceutica Science 11 suppl.2 (2000) 81-91.
 [2] Dash A.K., Cudworth G.C.: Therapeutic Applications of Implantable Drug Delivery Systems, Journal of Pharmacological and Toxicological Methods 40 (1998) 1-12.
 [3] Dittigen M.: Transdermalne systemy terapeutyczne. Technologia nowoczesnych postaci leków., Wyd. PZWL, Warszawa (1998) 120-147.

WPŁYW KOPOLIMERA P(LLA/GLA) WZMACNIANEGO WŁÓKNAMI WĘGLOWYMI NA GOJENIE RAN KOSTNYCH ŻUCHWY KRÓLIKÓW

MAGDALENA CIEŚLIK*, DANIEL SABAT**, AGATA CIEŚLIK-BIELECKA***, MAREK ADWENT***, GRZEGORZ BAJOR****, TADEUSZ CIEŚLIK***, MONIKA WYSOCZAŃSKA***

*ZAKŁAD MATERIAŁOZNAWSTWA STOMATOLOGICZNEGO ŚAM, BYTOM

**KATEDRA I ZAKŁAD PATOMORFOLOGII ŚAM, ZABRZE

***I KATEDRA I KLINIKA CHIRURGII SZCZĘKOWO-TWARZOWEJ ŚAM, ZABRZE

****KATEDRA CHIRURGII DZIECIĘCEJ ŚAM, BYTOM

Streszczenie

Praca miała na celu ocenę kompozytu otrzymanego z biodegradowalnego kopolimeru glikolidu z laktidem wzmocnionego włóknami węglowymi w warunkach dotkankowej implantacji. Wykonano badania na zwierzętach, a uzyskane wyniki poddano ocenie klinicznej, radiologicznej i histopatologicznej. Uzyskane wyniki badań wykazały, iż badany materiał nie wywołuje negatywnych odczynów miejscowych i ogólnoustrojowych, a najbardziej aktywny proces odnowy tkanki kostnej następuje między 14 a 21 dobą, natomiast mineralizacji pomiędzy 6 a 12 tygodniem obserwacji. Ponadto dodane do kopolimeru włókna węglowe wpływają na przyspieszenie odnowy tkanki kostnej w porównaniu z jego czystą postacią.

Słowa kluczowe: biomateriały, polimery biodegradowalne, kopolimer P(LLA/GLA), włókna węglowe, regeneracja tkanki kostnej, badania na zwierzętach.

[Inżynieria Biomateriałów, 47-53,(2005),104-107]

Wprowadzenie

Ze względu na dobrą biogodność poliglikolidu i jego kopolimerów obserwuje się ciągły wzrost zainteresowania tymi materiałami w codziennej praktyce klinicznej [1,2,3,4]. Wytworzyła się z nich biodegradowalne implanty w postaci śrub, płytek czy gwoździ chirurgicznych jak i zaopatruje się nimi uszkodzenia niektórych organów wewnętrznych [5,6,7,8,9,10]. Kopolimery glikolidu z laktidem stosowane są również często jako nośniki leków w procesach ich kontrolowanego uwalniania czy w inżynierii tkankowej jako podłoża dla nowo powstających tkanek [11,12,13,14]. Są one ponadto typowymi materiałami termoplastycznymi dzięki czemu możliwe jest wytwarzanie z nich metodami wtrysku czy wytłaczania wyrobów przeznaczonych dla medycyny.

- [4] De Groot K.: Effect of porosity and physical-chemical properties on the stability, resorption and strength of calcium phosphate ceramics, Biomaterials, (1988).
 [5] Paradowski T., Zeman K.: Pentoksyfilina, Post. Hig. Med. Dośw. 49 (1995) 201-220.
 [6] Szymura-Oleksiak J., Ślósarczyk A., Mycek B., Witek J., Kurek E., Paszkiewicz Z., Szklarczyk S.: Badanie kinetyki uwalniania leków z implantów hydroksyapatytowych, Ceramics 71 (2002) 365-371.

INFLUENCE OF LACTIDE-GLYCOLIDE CO-POLYMER REINFORCED BY CARBON FIBERS ON RABBITS MANDIBLE OSSEOUS WOUNDS HEALING

MAGDALENA CIEŚLIK*, DANIEL SABAT**, AGATA CIEŚLIK-BIELECKA***, MAREK ADWENT***, GRZEGORZ BAJOR****, TADEUSZ CIEŚLIK***, MONIKA WYSOCZAŃSKA***

*DEPARTMENT & SECTION OF STOMATOLOGICAL MATERIALS SCIENCE OF SILESIA MEDICAL ACADEMY, BYTOM

**DEPARTMENT OF PATHOMORFOLOGY OF SILESIA MEDICAL ACADEMY, ZABRZE

***I DEPARTMENT AND CLINIC OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY OF SILESIA MEDICAL ACADEMY, ZABRZE

****DEPARTMENT OF CHILDREN SURGERY OF SILESIA MEDICAL ACADEMY, BYTOM

Abstract

The main purpose of this investigation was estimation of some biological properties of biodegradable lactide-glycolide co-polymer reinforced by carbon fibres. The results of the research subjected to clinical, radiological and histopathological estimation. The tested material caused lack of local and general negative reactions, the most active process of osseous tissue regeneration was between 14 and 21 day, however the most mineralization was between 6 and 12 week of observation. Besides added to co-polymer carbon fibres influence on acceleration of osseous tissue regeneration compared to its pure form.

Keywords: biomaterials, biodegradable polymers, lactide-glycolide co-polymer, carbon fibres, osseous tissue regeneration, experiments on animals

[Engineering of Biomaterials, 47-53,(2005),104-107]

Introduction

Good biocompatibility of polyglycolide and its co-polymers is the reason of the observed growing interest in these materials in clinical practice [1,2,3,4]. They are used as biodegradable implants shaped into screws, plates or surgical nails and also as dressing for the wounds of some internal organs [5,6,7,8,9,10]. The glycolide-lactide co-polymers are also often used as drug carriers for a controlled drug release or as the scaffolds in tissue engineering [11, 12, 13, 14]. Besides they are typical thermoplastic materials and therefore it is possible to shape them by injection moulding to obtain the articles for medical applications. However, they have relatively low mechanical parameters, which essen-

Jednakże kopolimery te posiadają stosunkowo słabe parametry mechaniczne, co w zasadzie ogranicza zakres ich stosowania w medycynie do przypadków, gdzie nie muszą przenosić znacznych obciążeń [9,15]. Dlatego optymalną drogą poprawy ich właściwości mechanicznych wydaje się zbrojenie ich włóknami syntetycznymi, takimi jak przykładowo włókna węglowe [3,16].

W pracy dokonano oceny niektórych właściwości biologicznych kompozytu otrzymanego z kopolimeru glikolidu z laktydem wzmocnionego włóknami węglowymi - P(LLA/GLA)+CF. W tym celu wykonano badania na zwierzętach, a wyniki poddano ocenie klinicznej, radiologicznej i histopatologicznej. Na podstawie badań analizowano: 1.Czy kopolimer P(LLA/GLA)+CF wywołuje niekorzystne miejsce czy też ogólnoustrojowe odczyny tkankowe? 2.W jakich okresach badawczych dochodziło do najbardziej aktywnego procesu odbudowy kości i mineralizacji tkanki kostnej? 3.Czy dodanie do kopolimeru P(LLA/GLA) włókien węglowych wpływa na spowolnienie czy też przyspieszenie odnowy tkanki kostnej w porównaniu z grupą kontrolną?

Material i metody

W pracy zastosowano kompozyt otrzymany z kopolimeru glikolidu z laktydem (18:82) wzmocnionego włóknami węglowymi o długości 3 mm. Udział objętościowy włókien wynosił 15%. Syntezę kopolimeru prowadzono stosując jako inicjator związek o stosunkowo niskiej toksyczności - acetyloacetonię zirconium [17].

Do badań doświadczalnych na 24 królikach (mieszane płci o wadze od 2600 - 3200 gramów) użyto materiał w postaci walców o średnicy 3,2 mm.

Podczas operacji zastosowano znieczulenie ogólne (premedykacja - Diazepam i Atropina, znieczulenie - Ketamina).

Wykonane w jednej połowie żuchwy królików ubytki kostne wypełniono kopolimerem glikolidu z laktydem (grupa kontrolna), a w drugiej połowie jego kompozytem z włóknami węglowymi (grupa badana). Na grzbiecie zwierząt wzdłuż kręgosłupa lędźwiowego wykonano nacięcia skóry. Po lewej stronie kręgosłupa pod skórą wytworzono kieszeń, po prawej natomiast rozwarstwiono mięśnie grzbietu. W tak przygotowane miejsca wprowadzono oba materiały. Rany po obu stronach zaszywano warstwowo "Dexonem".

U wszystkich zwierząt wykonywano obserwacje kliniczne przebiegu gojenia ran, a po ich zabiciu badania radiologiczne w 7, 14 i 21 dobie, oraz w 6, 12, 24 tygodniu doświadczenia, a także badania histopatologiczne poszerzone dodatkowo o jeden okres badawczy tj. 48 tydzień obserwacji, w których oceniano tkankę kostną w miejscu wykonywanych ubytków i z otoczenia, ponadto tkankę podskórną i mięśniową z okolic kręgosłupa lędźwiowego. Badano również narządy wewnętrzne zwierząt doświadczalnych (wątrobę i nerki).

Wyniki i dyskusja

Badania kliniczne wykazały prawidłowe gojenie się ran pooperacyjnych. Nie stwierdzono odczynów zapalnych czy też objawów chęłbotania (brak krwiaka lub też obfitej wydzieliny przyrannej). Gojenie ran przebiegało przez rychłozrost i uległo zakończeniu między 10-14 dniem doświadczenia (usuwanie szwów). Miernie zgrubienia tkanek (głównie skóry i tkanki podskórnej) były niedostrzegalne od 21 doby doświadczenia. Przez cały okres badań obserwowano stały przyrost masy ciała królików.

Badania radiologiczne w 7 dobie wykazały w obu grupach obecność kulistego przejaśnienia o regularnych brzegach

co ogranicza ich zastosowanie do przypadków, gdzie nie muszą przenosić znacznych obciążeń [9,15]. Wykazuje się, że wzmocnienie niektórych włókien może znacznie poprawić ich właściwości mechaniczne [3,16].

W pracy dokonano oceny niektórych właściwości biologicznych kompozytu otrzymanego z kopolimeru glikolidu z laktydem wzmocnionego włóknami węglowymi - P(LLA/GLA)+CF. W tym celu wykonano badania na zwierzętach, a wyniki poddano ocenie klinicznej, radiologicznej i histopatologicznej. Na podstawie badań analizowano: 1.Czy kopolimer P(LLA/GLA)+CF wywołuje niekorzystne miejsce czy też ogólnoustrojowe odczyny tkankowe? 2.W jakich okresach badawczych dochodziło do najbardziej aktywnego procesu odbudowy kości i mineralizacji tkanki kostnej? 3.Czy dodanie do kopolimeru P(LLA/GLA) włókien węglowych wpływa na spowolnienie czy też przyspieszenie odnowy tkanki kostnej w porównaniu z grupą kontrolną?

Material and methods

In this work it was used composite obtained from a lactide-glycolide (18:82) co-polymer reinforced by 3 mm long carbon fibres. The volume fraction of carbon fibres in the composite was 15%. The synthesis of co-polymer was done by use to without any toxic additives a new initiator - acetylacetonate zirconium [17].

The experimental study was performed on 24 rabbits (both sex and weight between 2600-3200 g.) and the using material was in 3,2 mm diameter cylinder state.

During the surgery all animals received diazepam and atropine premedication and then were anaesthetized with ketamine.

In the first stage of surgery bilateral incision over mandible corpus was made and the bone was exposed. The canal in the bone on the both flanks was made with 3,2 mm diameter bur. Then the canal at the one side was filled with glycolide-lactide co-polymer (control group) and at the other side its composite with carbon fibres (experimental group). In the second stage of surgery under skin on the left side of backbone was made pocket however on the right side separated the muscles of the back. Implants were placed in the both holes. In the all cases Dextron was used to wounds suture.

For all animals clinical examination and then (after the rabbits were killed) radiological investigations were performed in 1, 2, 3, 6, 12 and 24 week of examination and additionally elongated about one period (48 week of examination) histopathological investigations were performed, too. The osseous tissue which was situated in and around of bone defects, subcutaneous and muscular tissue from area of lumbar backbone were estimated during the histopathological investigations. It was investigated internal organs (kidney and liver) of the animals, too.

Results and discussion

The clinical researches proved properly healing of the post surgical wounds. There weren't noticed neither any inflammatory reactions nor fluctuation symptoms (lack of hematoma or plentiful wound secretion). It was observed the healing surgical wounds by first intention and came to an end between 10 and 14 day of examination (time of sutures removal). The mediocre pachyderma was observed to 21 day of experiment. For all periods of experiment it was observed changeless weight gain of the rabbits.

In 7 day of experiment in the both groups the radiological study showed existence of round alight with regular border

odpowiadającego wielkością wykonanemu ubytkowi kostnemu. W późniejszych okresach przejaśnienie ulegało stopniowemu zmniejszeniu przybierając nieregularną postać. W grupie badanej było ono widoczne w postaci drobnych punkcików, przeważały jednak wyspowate cienie. W 24 tygodniu ubytek kostny wypełniony był już mocno zmineralizowaną tkanką, co widoczne było w postaci zaznaczonego na obrazach rentgenowskich zacielenia.

W początkowych okresach badań histopatologicznych widoczny był wyraźnie uformowany ubytek pokryty młodą tkanką łączną włóknistą z cechami aktywnej odbudowy tkanki kostnej pod postacią licznych pasm młodych, niedojrzałych beleczek kostnych obrzeżonych osteoblastami. Obserwowano także martwicze resztki tkanki kostnej otoczone osteoklastami, a w grupie badanej pojedyncze włókna węglowe umiejscowione na dnie ubytku. W 21 dobie w grupie kontrolnej aktywność osteoblastyczną obserwowano w niektórych beleczkach kostnych (w innych kość wykazywała cechy dojrzałości), a w grupie badanej jedynie w znajdującej się głębiej tkance łącznej włóknistej. Po 6 i 12 tygodniach doświadczenia kanał wszczepu pokryty był dojrzałą tkanką łączną włóknistą z obecnymi w niej beleczkami kostnymi bez cech aktywności osteoblastycznej. Jedynie w dniu obecne były jeszcze na powierzchni beleczek kostnych nieliczne osteoblasty. W świetle kanału, po usunięciu wszczepu, pozostały liczne fragmenty włókien węglowych i mgiełkowate złogi matrycy polimerowej. Po 24 i 48 tygodniach badań kanał wszczepu został całkowicie wypełniony przez rozrastającą się tkankę kostną, która nie wykazywała już cech aktywności osteoblastycznej.

W tkance podskórnej po tygodniu obserwacji wszczep otoczony był cienką torebką łącznotkankową z widocznymi miejscami fragmentami włókien węglowych po usunięciu wszczepie. W późniejszym okresie torebka łącznotkankowa stała się pogrubiała, a na jej powierzchni obecne były jednojądrowe komórki fagocytarne, czasami zlewające się i tworzące komórki olbrzymie wielojądrowe. Fragmenty włókien węglowych i badanego materiału otoczone były przez makrofagi tworzące drobne ziarniaki typu "około ciała obcego". Torebka łącznotkankowa zbudowana była głównie z włókien kolagenowych i nielicznych makrofagów. W niektórych miejscach wokół torebki obserwowano cechy tworzenia się blizny łącznotkankowej i regeneracji uszkodzonych włókien mięśniowych. W ostatnim okresie obserwacji wszczepiony materiał w całości przerośnięty był tkanką łączną włóknistą z obecnymi w niej naczyniami włosowatymi i komórkami olbrzymimi wielojądrowymi. Złogi matrycy polimerowej nie były już widoczne, a w otaczającej wszczep tkance nie występował odczyn zapalny.

Początkowa obserwacja tkanki mięśniowej wokół wszczepu wykazała obecność młodej tkanki łącznej włóknistej z bogatą siecią włosowatych naczyń krwionośnych wnikającej pomiędzy uszkodzone włókna mięśni poprzecznie prążkowanych. W dalszym etapie w tkance włóknistej pojawiły się włókna kolagenowe, a w tkankach poza wszczepem nieliczne olbrzymiokomórkowe ziarniaki typu "około ciała obcego" wytworzone wokół luźnych fragmentów włókien węglowych. Wokół wszczepu wytworzyła się gruba bliznowaciejąca torebka łącznotkankowa zbudowana z włókien kolagenowych i fibroblastów. Na obwodzie zmian widoczne były cechy regeneracji włókien mięśniowych z pomnożeniem jąder komórkowych. W ostatnim okresie badawczym wszczepiony materiał był wyraźnie odgraniczony od tkanki mięśniowej i przerośnięty w całości przez tkankę włóknistą. W badanych narządach wewnętrznych (nerki i wątroba) nie wykazano żadnych zmian patologicznych związanych z zastosowanymi wszczepami.

which dimension was such as the bone defect. In next periods the alight gradually decreased and took on irregular shape. In experimental group this alight was observed in shape of small points, there were a lot of local shades. In 24 week the bone defect was already filled with intensively mineralized tissue what was observed in shape of marked shade on the X-ray pictures.

In the initial periods of the histopathological investigations it was observed the bone defect covered with young fibrous tissue with features of active osseous tissue reconstruction assuming shape of numerous bands of young and immature osseous trabeculas which were surrounded with osteoblasts. Besides there were necrotic leavings of osseous tissue what was surrounded with osteoclasts. In experimental group there were the single carbon fibers on the bottom of defect. In 21 day in the control group osteoblasts were in some osseous trabeculas (in others the bone was mature) and in the experimental group they were only situated in the deeper lying fibrous tissue. After 6 and 12 weeks of experiment the bone defect was covered with mature fibrous tissue with deprived of osteoblasts osseous trabeculas. Pure and simple there are some osseous trabeculas with osteoblasts in the bottom of the bone defect. There are numerous scraps of carbon fibres and polymer matrix in the place where the graft was removed from. After 24 and 48 weeks of investigations growing osseous tissue without any osteoblasts filled completely the bone defect.

After one week of observation in the subcutaneous tissue a graft was surrounded with a connective tissue capsule with some carbon fibres which were remained during removal of the graft. In later period a connective tissue capsule became thicker and there were onenuclear phagocytic cells on its surface, which sometimes blended and created giant multinuclear cells. The scraps of carbon fibres and polymer matrix were surrounded with macrophages which created small foreign body granulomas. The connective tissue capsule was mainly built of collagenic fibres and a few macrophages. In the some places, around capsule, a connective tissue scar and regeneration of damaged muscle fibres was observed. In the last period of observations the tested material was completely covered with fibrous tissue with the capillary vessels and giant multinuclear cells. It wasn't observed any fragments of polymer matrix and inflammatory reactions in the tissue surrounding the graft.

The initial observations of muscle tissue showed a young fibrous tissue with a lot of capillary blood vessels which was getting in damaged fibres of skeletal muscles. In next period in the fibrous tissue a collagenic fibres were observed. Besides there were surrounding the scarps of carbon fibres the gigantocellular foreign body granulomas in tissue out of graft. It was shown a thick cicatricial connective tissue capsule which was built with collagenic fibres and fibroblasts. Besides it was observed features of muscle fibres regeneration in conjunction with multiplication of nucleuses on the border of the changes. In the last period of observations the tested material was definite separated from the muscle tissue and completely covered with the fibrous tissue.

The histopathological evaluation of kidney and liver did not demonstrate any pathological changes.

Conclusion

The tested co-polymer P(LLA/GLA)+CF caused lack of local and general negative reactions - it dealt with subcutaneous, muscle and osseous tissue.

In vivo biological researches showed that the most active process of osseous tissue regeneration was between 14

Podsumowanie

Wszczepiony dotkankowo kopolimer P(LLA/GLA)+CF nie wywołuje negatywnych odczynów miejscowych i ogólnoustrojowych - dotyczy to zarówno tkanki podskórnej, mięśniowej jak i kostnej.

Przeprowadzone w warunkach in vivo badania biologiczne wykazują, iż najbardziej aktywny proces odnowy tkanki kostnej następuje między 14 a 21 dobą, a mineralizacji pomiędzy 6 a 12 tygodniem obserwacji.

Kopolimer P(LLA/GLA)+CF wyraźnie powodował przyspieszenie odnowy tkanki kostnej w porównaniu z grupą kontrolną.

and 21 day, however the most mineralization was between 6 and 12 week of observation.

The co-polymer P(LLA/GLA)+CF visibly caused acceleration of osseous tissue regeneration compared to control group.

107

Piśmiennictwo

- [1] Bajor G., Adwent M., Cieślak-Bielecka A., Starzak P., Proszek M., Chłopek J., Sabat D., Cieślak T.: Wczesny okres obserwacji bioresorbowalnego kompozytu kopolimeru P(LLA/GLA) wprowadzonego w kość udową królika - badania doświadczalne. Inż. Biomat., 2004, 38-42, 228-231.
- [2] Bajor G., Adwent M., Cieślak-Bielecka A., Starzak P., Proszek M., Sabat D., Cieślak T.: Sześciotygodniowy okres obserwacji wszczepów P(LLA/GLA)+CF wprowadzonych w kość udową królika. Inż. Biomat., 2004, 38-42, 231-234.
- [3] Proszek M.: Gojenie ran kostnych zuchwy królików wypełnionych kopolimerem P(LLA/GLA) wzmocnianym włóknami węglowymi. Rozprawa doktorska, Śląska Akademia Medyczna 2005.
- [4] Cieślak-Bielecka A., Adwent M., Proszek M., Bajor G., Sabat D., Cieślak T.: Ocena wstępna kopolimerów P(LLA/GLA) wprowadzonych w tkanki miękkie i zuchwę królików nowozelandzkich. Inż. Biomat., 2004, 38-42, 238-239.
- [5] Athanasiou K.A., Niederauer G.G., Agrawal C.M.: Sterilization, toxicity, biocompatibility and clinical applications of polylactic acid/polyglycolic acid copolymers. Biomaterials, 1996, 17(2), 93-102.
- [6] Böstman O., Pihlajamäki H.: Clinical biocompatibility of biodegradable orthopedic implants for internal fixation: a review. Biomaterials, 2000, 21(24), 2615-2621.
- [7] Lajtai G., Balon R., Humer K., Aitzetmuller G., Unger F., Orthner E.: Resorbable interference screws. Histologic study 4.5 years postoperative. Unfallchirurg., 1998, 101(11), 866-875.
- [8] Lajtai G., Schmiedhuber G., Unger F., Aitzetmuller G., Klein M., Noszian I., Orthner E.: Bone tunnel remodeling at the site of biodegradable interference screws used for anterior cruciate ligament reconstruction: 5-year follow-up. Arthroscopy, 2001, 17(6), 597-602.
- [9] Pamula E., Chłopek J., Błażewicz M., Makinen K., Dobrzyński P., Kasperczyk J., Bero M.: Materiały kompozytowe z nowego biodegradowalnego kopolimeru glikolid-laktydu dla celów medycznych. Inż. Biomat., 2000, 12, 23-28.

References

- [10] Tiainen J., Soini Y., Tormala P., Waris T., Ashammakhi N.: Self-reinforced polylactide/polyglycolide 80/20 screws take more than 1(1/2) years to resorb in rabbit cranial bone. J. Biomed. Mater. Res., 2004, 15;70B(1), 49-55.
- [11] Hickey T., Kreutzer D., Burgess D.J., Moussy F.: Dexamethasone/PLGA microspheres for continuous delivery of an anti-inflammatory drug for implantable medical devices. Biomaterials, 2002, 23(7), 1649-1656.
- [12] Holy C., Dang S., Davies J., Shoichet M.: In vitro degradation of novel poly(lactide-co-glycolide) 75/25 foam. Biomaterials, 1999, 20(13), 1177-1185.
- [13] Kim H.K., Park T.G.: Comparative study on sustained release of human growth hormone from semi-crystalline poly(L-lactic acid) and amorphous poly(D,L-lactic-co-glycolic acid) microspheres: morphological effect on protein release. J. Control Release, 2004, 23;98(1), 115-125.
- [14] Pamula E., Błażewicz M., Buczyńska J., Czajkowska B., Dobrzyński P., Bero M.: Bioresorbowalne porowate podłoża dla inżynierii tkankowej z kopolimeru glikolidu z L-laktydem: wpływ mikrostruktury na osteoblasty in vitro. Inż. Biomat., 2003, 30-33, 95-99.
- [15] Chłopek J., Kmita G., Dobrzyński P., Bero M.: Właściwości zmęczenia śrub z kopolimeru P(LLA/GLA) oraz kopolimeru wzmocnianego włóknem węglowym. Inż. Biomat., 2002, 23-25, 88-90.
- [16] Proszek M., Adwent M., Cieślak-Bielecka A., Bajor G., Sabat D., Cieślak T., Morawska A.: Ocena gojenia ran kostnych zuchwy królików wypełnionych kopolimerem P(LLA/GLA) wzmocnianym włóknami węglowymi. Inż. Biomat., 2004, 38-42, 242-245.
- [17] Bero M., Dobrzyński P., Kasperczyk J., Grzeb P., Kryczka T., Ryba M., Walski M.: Kopolimery laktydu, glikolidu i e-kaprolaktonu niezawierające metali ciężkich. Synteza własności i zastosowanie w procesie kontrolowanego uwalniania analogów nukleozydów. Inż. Biomat., 2002, 23-25, 21-22.

IMMOBILIZACJA AMIKACYN NA RÓŻNYCH TYPACH PROTEZ NACZYNIOWYCH

MONIKA OSIŃSKA*, GRAŻYNA GINALSKA**, ADAM URYNIAK***

*ZAKŁAD BIOCHEMII, UNIwersYTET M. CURIE-SKŁODOWSKIEJ, 20-031 LUBLIN, POLSKA

**KATEDRA I ZAKŁAD BIOCHEMII, AKADEMIA MEDYCZNA, LUBLIN, POLSKA

***SZPITAL MIEJSKI, ODDZ. CHIRURGII OGÓLNEJ I NACZYNIOWEJ, RZESZÓW, POLSKA

MONIOSI@POCZTA.ONET.PL

[Inżynieria Biomateriałów, 47-53,(2005),107-109]

Biomateriałami stosowanymi w angioplastyce naczyń są: polietylenotereftalan, polimetylometakrylan, politetrafluoroetylen i poliuretan. Poliestrowe protezy naczyniowe często

IMMOBILIZATION OF AMIKACIN TO SEVERAL VASCULAR PROSTHESES FROM DIFFERENT SOURCES

MONIKA OSIŃSKA*, GRAŻYNA GINALSKA**, ADAM URYNIAK***

*DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY, MARIA CURIE-SKŁODOWSKA UNIVERSITY, 20-031 LUBLIN POLAND

**CHAIR AND DEPARTMENT OF BIOCHEMISTRY, MEDICAL ACADEMY, LUBLIN, POLAND

***DIVISION OF GENERAL AND VASCULAR SURGERY, MUNICIPAL HOSPITAL, RZESZÓW, POLAND

MONIOSI@POCZTA.ONET.PL

[Engineering of Biomaterials, 47-53,(2005),107-109]

Poly (ethylene terephthalate), poly (methyl methacrylate),