

podstawie uzyskanych doświadczeń i obliczeń numerycznych, zredukowano grubość do 50nm. Taka kompozycja warstwy wykazywała właściwości elastyczne. Przeprowadzone testy biogodności wykazały, że prawdopodobieństwo przylegania komórek do podłoża wzorcowego i podłoża z naniesioną warstwą Ti jest większe niż dla podłoża z warstwą TiN, co zostało potwierdzone ilością komórek przylegających oraz wysoką ekspresją winkuliny. Brak IL-1 β w płynach inkubowanych dowodzi wysokiej biogodności warstw Ti i TiN. Wydaje się, że warstwa TiN naniesiona na poliuretan posiada wysoką biogodność i obniżone powinowactwo do podłoża dla adhezji komórek. Taka właściwość materiału jest w zastosowaniu materiału do kontaktu z krwią korzystna.

Podziękowania

Praca finansowana w ramach projektu badawczego PBZ-KBN-082/T08/2002/ oraz PBZ-KBN-100/T08/2003 ze środków Polskiego Ministerstwa Nauki i Informatyzacji.

HYBRYDOWE MEMBRANY I GĄBKI CHITOZANOWE JAKO OPATRUNKI

Z. MODRZEJEWSKA*, H. STOBIŃSKA**

POLITECHNIKA ŁÓDZKA,
90-924 ŁÓDŹ UL. WÓLCZAŃSKA 213

*WYDZIAŁ INŻYNIERII PROCESOWEJ I OCHRONY ŚRODOWISKA
ZMODRZEJ@WIPOS.P.LODZ.PL

**INSTYTUT TECHNOLOGII FERMENTACJI I MIKROBIOLOGII

[Inżynieria Biomateriałów, 47-53,(2005),167-169]

Leczenie ran przewlekłych, a zwłaszcza zakażonych i obejmujących duże powierzchnie ciała stanowi nadal poważny problem. Klasyczne metody, w tym koncepcja leczenia ran w środowisku wilgotnym nie zapewniają skutecznego efektu terapeutycznego, zwłaszcza w przypadku ran zakażonych. W tym przypadku wymagane jest skojarzone działanie opatrunku i środka bakterioobójczego. Miejscowa antybiotykoterapia jest metodą mającą na celu zapewnienie właściwego stężenia leku i zwalczania infekcji w miejscu chorobowo zmienionym. Prowadzi to do ograniczenia działania ogólnoustrojowego antybiotyku i do zmniejszenia jego objawów ubocznych. Skuteczność tej metody jest warunkowana doбором odpowiedniego nietoksycznego, biogodnego i biodegradowalnego nośnika antybiotyku. Analiza literatury wskazuje, że jednym z bardziej interesujących polimerów może być chitozan. Chitozan jako materiał opatrunkowy jest szeroko badany. Z prezentowanych badań na zwierzętach wiadomo, że chitozan przyspiesza gojenie ran poprzez: zwiększenie napływu do miejsca zakażenia komórek fagocytujących (granulocyty segmentowane i makrofagi), stymulację migracji i proliferacji komórek naczyń śródbłonna i fibroblastów, a według niektórych autorów również keratynocytów.

W pracy przedstawiono sposób wytwarzania hybrydowych membran i gąbek chitozanowych zawierających w struktu-

Acknowledgement

167

The work was supported by the State Committee for Scientific Research of Poland under Project: PBZ-KBN-082/T08/2002/ and PBZ-KBN-100/T08/2003 project from the means provided by the Polish Ministry of Science and Informatization.

Piśmiennictwo References

- [1] D. Rather, Allan S. Hoffman, Frederick J. Schoen, Jack E. Lemons Biomaterials Science; An Introduction to Materials in Medicine 2nd edition; Edited by Bydny 2004, Elsevier Inc.
- [2] Schedermayer, D. L., and Shapiro, R. S.. The artificial heart as a bridge to transplant: ethical and legal issues at the bedside. J. Heart Transplant 8: (1989) 471-473.
- [3] B. Major, W. Mróz, T. Wierzchoń, W. Waldhauser, J. M. Lackner, R. Ebner, Pulsed laser deposition of advanced titanium nitride thin layers, Surf. Coat. Technol.180-181, (2004), 580-584.
- [4] Bäuerle D., Laser processing and Chemistry, Third Edition, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2000, Printed in Germany.
- [5] Roman Major, Elżbieta Czarnowska, Agnieszka Sowińska, Roman Kustos, Juergen M. Lackner, Wolfgang Waldhauser, Michal Woźniak, Tadeusz Wierzchoń, Bogusław Major; Structure and biocompatibility of titanium nitride coatings on polyurethane produced by laser ablation e-Polymers 2005, no. 026.

CHITOSAN HYBRID MEMBRANES AND SPONGES AS WOUND DRESSINGS

Z. MODRZEJEWSKA*, H. STOBIŃSKA**

TECHNICAL UNIVERSITY OF ŁÓDŹ,
90-924 ŁÓDŹ, WÓLCZAŃSKA 175, POLAND

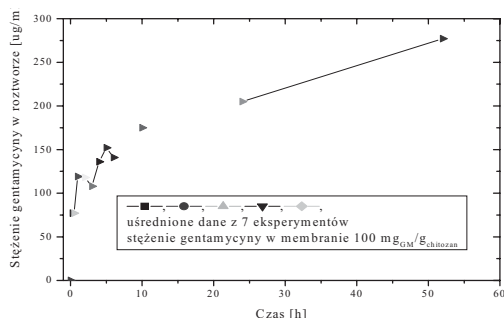
*FACULTY OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING
ZMODRZEJ@WIPOS.P.LODZ.PL

**INSTITUTE OF FERMENTATION TECHNOLOGY AND MICROBIOLOGY

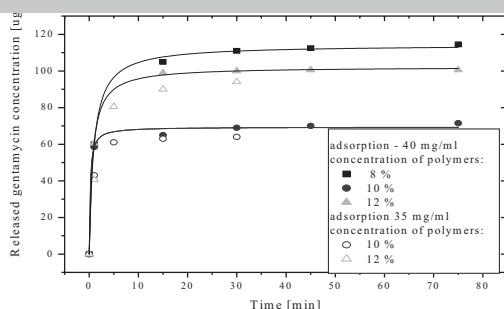
[Engineering of Biomaterials, 47-53,(2005),167-169]

Treatment of long-lasting wounds, especially infected ones and covering big body surfaces, is still a serious problem. Traditional methods, including wound treatment in a humid environment, do not ensure good therapeutic effect, particularly for infected wounds. In this case, a coupled action of the dressing and bactericidal agent is required. Local antibiotic treatment is a method whose aim is to provide a proper concentration of a therapeutic agent and to control infection in morbid changes. This leads to restriction of the systemic action of an antibiotic and to decrease of its side effects. Efficiency of this method is determined by the choice of a proper non-toxic, biocompatible and biodegradable antibiotic carrier. Analysis of the literature shows that chitosan is one of the most interesting polymers that can be used for this purpose. Chitosan as a dressing material has been examined extensively. From researches carried out on animals it is known that chitosan enhances wound healing by increasing the inflow of phagocytic cells (segmented granulocytes and macrophages) to the infection site, stimulating the migration and proliferation of cells in endothelium vessels and fibroblasts, and also keratinocytes.

The authors present a method for the formation of chitosan hybrid membranes and sponges containing gentamycin in their structure. The membranes were formed from chitosan of molecular weight 500 kD by the phase inversion method,



RYS. 1a. Uwalnianie gentamycyny wprowadzonej do struktury - koagulacja NaOH.
FIG. 1a. Release of gentamycin introduced to the structure - NaOH coagulation.



RYS. 1b. Uwalnianie zaadsorbowanej gentamycyny.
FIG. 1b. Release of adsorbed gentamycin.

rze gentamycynę. Membrany wytwarzano metodą inwersji z chitozanu o masie cząsteczkowej 500 kD, przy zastosowaniu jako rozpuszczalnika kwasu octowego. Koagulację prowadzono do wodnych roztworów NaOH. Gentamycynę, w ilości 100 mg/g chitozanu wprowadzano do membrany w czasie jej formowania, dodając antybiotyk do roztworu błotwórczego oraz po uformowaniu - drogą adsorpcji. Chitozanowe gąbki wytwarzano bez koagulacji - do formowania wysokoporowatych struktur zastosowano kwaśny węgiel sodu. NaHCO_3 posiada słabo zasadowy charakter, a przy jego rozkładzie uwalnia się ditlenek węgla. Wprowadzony zatem w odpowiedniej proporcji do roztworu neutralizuje go i powoduje wytrącenie polimeru, a uwalniany CO_2 formuje wysokoporowatą strukturę. Gąbki wytwarzano z 10% roztworów chlorku chitozanu. Gentamycynę dodawano w ilości 125 mg/g, NaHCO_3 w ilości nie powodującej pienienia oraz powodującej spienienie: 20-100% w stosunku do polimeru.

Uwalnianie antybiotyku

Przydatność membran chitozано-gentamycynowych oraz gąbek jako opatrunków o kontrolowanym uwalnianiu antybiotyku określano na podstawie szybkości uwalniania gentamycyny oraz badania wpływu tych błon na wzrost kolonii bakteryjnych. Uwalnianie prowadzono do buforu o $\text{pH}=7$. Wyniki przedstawiono na RYS. 1a i b oraz 2.

Badanie działania bakteriobójczego błon chitozано-gentamycynowych

Właściwości bakteriobójcze błon chitozано-gentamycynowych oceniano w stosunku do testowych gatunków bakterii *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 i *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442, które pochodziły z Kolekcji

using acetic acid as a solvent. Coagulation was carried out to water solutions of NaOH. Gentamycin, in the amount of 100 mg/g chitosan was introduced to the membrane while forming it; the antibiotic was added to the membrane-forming solution and after it had been formed - by means of adsorption. The chitosan sponges were formed by the process without coagulation - sodium bicarbonate was used to form super porous structures. NaHCO_3 has a slightly basic character, and during its decomposition carbon dioxide is released. When introduced in a proper amount to the solution, sodium bicarbonate neutralises it and causes a polymer precipitation; the released CO_2 forms a super porous structure. Sponges were formed from 10% chitosan chloride solution. Gentamycin was added in the amount of 125 mg/g and NaHCO_3 in the amount that did not and did provoke foaming: 20-100% in relation to the polymer.

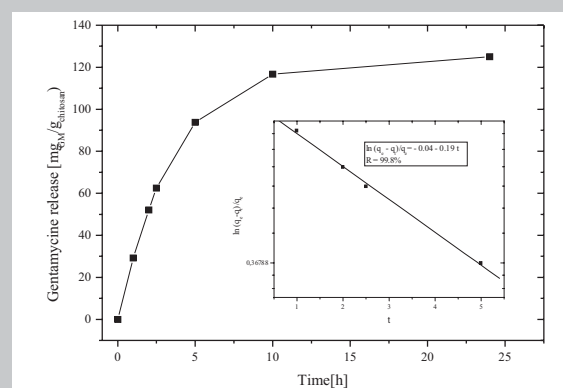
Antibiotic release

Suitability of chitosan-gentamycin membranes and sponges as wound dressings of controlled antibiotic release was determined on the basis of gentamycin release rate and examination of the effects of these membranes on the growth of bacterial colonies. The antibiotic was released to a buffer of $\text{pH}=7$. Results are shown in FIGURES 1a and b, and in FIGURE 2.

Examination of the bactericidal action of chitosan-gentamycin membranes

Bactericidal properties of the chitosan-gentamycin membranes were assessed on test bacterial species of *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 and *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 coming from the ŁOCK 105 Collection of the Institute of Fermentation Technology and Microbiology, Lodz Technical University. A suspension of the above mentioned bacteria of the density 10^8 cells in 1 cm^3 was prepared in the physiological sodium chloride solution. One cm^3 of this suspension was added to 100 cm^3 Mueller-Hinton agar nutrient and plated in the amount of 15 cm^3 on Petri dishes. Afterwards, $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ membrane samples were placed on the nutrient surface. After incubation at the temperature 37°C for 16-24h, bactericidal action of the tested membranes was assessed basing on the criteria described by SN 195921 and SN 195922 standards, i.e. with reference to:

- the presence and dimensions of the zone inhibiting growth



RYS. 2. Uwalnianie gentamycyny wprowadzonej do struktury (przy współdziałaniu NaHCO_3).
FIG. 2. Release of gentamycin introduced to the structure (in the presence of NaHCO_3).

	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Błona z chitozanu Chitosan membrane	0	0	0
Błona z chitozanu + gentamycyna w strukturze Chitosan membrane + gentamycin included	8	11	-
Błona z chitozanu + gentamycyna w strukturze po 48 h desorpcji Chitosan membrane + gentamycin included after 48 h desorption	-	0	-
Błona z chitozanu + gentamycyna po adsorpcji Chitosan membrane + gentamycin after adsorption	20	14	15
Błona z chitozanu + gentamycyna po adsorpcji po 48 h desorpcji Chitosan membrane + gentamycin after adsorption followed by 48 h desorption	10,5	2	3,5
Gąbka z chitozanu Chitosan sponge	8	1	0
Gąbka z chitozanu + gentamycyna Chitosan sponge + gentamycin	12,5	11	8

ŁOCK 105 Instytutu Technologii Fermentacji i Mikrobiologii Politechniki Łódzkiej. Zawiesinę w/w bakterii o gęstości 10^8 komórek w 1 cm^3 przygotowano w roztworze fizjologicznym chlorku sodu. Jeden cm^3 tej zawiesiny dodawano do 100 cm^3 agarowej pożywki Muellera-Hintona i wlewano w ilości 15 cm^3 na płytki Petriego. Po czym na powierzchni pożywki umieszczano próbki błon o wymiarach $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$. Po inkubacji w temperaturze 37°C w czasie 16-24h oceniano działanie bakteriobójcze badanych błon w oparciu o kryteria zawarte w opisie norm SN 195921 i SN 195922, tj. na podstawie:

- obecności i rozmiaru strefy hamującej wzrost testowanych bakterii wokół badanej błony

- wzrostu bakterii lub jego braku w strefie kontaktu błony z pożywką hodowlaną.

Antybakteryjne działanie różnych form chitozanu na wybrane szczepy przedstawiono w TABELI 1.

Membrany i gąbki chitozanowo-gentamycynowe wykazują silne działanie bakteriobójcze w stosunku do *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, a także *Pseudomonas aeruginosa*. Bakteriostatyczne działanie obserwuje się także dla chitozanu uformowanego w postaci hydrożelowej membrany oraz gąbki. Lepszą aktywność wykazują gąbki chitozanowe. Chitozan w połączeniu z gentamycyną tworzą struktury charakteryzujące się trwałym działaniem bakteriobójczym. Prezentowane zatem membrany i gąbki stanowią mogą dobry materiał opatrunkowy na rany zakażone.

TABELA 1. Strefy hamowania wzrostu badanych szczepów bakterii.

TABLE 1. Zones of growth inhibition of tested bacterial strains.

of the tested bacteria around the membrane,
- the presence or absence of bacterial growth in the zone of membrane contact with a culture medium.

Antibacterial action of different chitosan forms on selected strains is given in TABLE 1.

The chitosan-gentamycin membranes and sponges reveal strong bactericidal action against *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and also *Pseudomonas aeruginosa*. Bacteriostatic action is also reported in the case of chitosan formed into hydrogel membranes and sponges. Better activity have chitosan sponges. Chitosan combined with gentamycin forms structures that are characterised by durable bactericidal action. Hence, the presented membranes and sponges can form a good dressing material to be applied on infected wounds.

ZASTOSOWANIE TECHNIKI MIKROSKOPOWEJ W OBRAZOWANIU I LECZENIU WCZESNEJ ZMIANY PRÓCHNICOWEJ

D. PIESIAK-PAŃCZYŹYŃ, A. CZAJCZYŃSKA, U. KACZMAREK

AKADEMIA MEDYCZNA WE WROCŁAWIU
KATEDRA I ZAKŁAD STOMATOLOGII ZACHOWAWCZEJ I DZIECIĘCEJ

Streszczenie

Próchnica tkanek twardych zębów jest chorobą infekcyjną wywołaną przez kilka jednocześnie działających czynników, tj. bakterie kwasotwórcze, ulegające fermentacji węglowodany, podatność tkanek oraz czas działania tych czynników. Wczesna zmiana próchnicowa jest jedyną odwracalną postacią tej choroby. Celem badania było określenie zmian strukturalnych

APPLICATION OF MICROSCOPE TECHNIQUE IN REPRESENTATION AND TREATMENT OF EARLY CARIES LESION

D. PIESIAK-PAŃCZYŹYŃ, A. CZAJCZYŃSKA, U. KACZMAREK

DEPARTMENT OF CONSERVATIVE AND PEDIATRIC DENTISTRY,
WROCLAW MEDICAL UNIVERSITY,
50-425 WROCLAW, KRAKOWSKA STREET 26

Abstract

Dental carious lesion is determined as an infectious disease caused by several factors acting concurrently i.e. bacterial factors, carbohydrates undergoing fermentation, tooth susceptibility and reaction time of these factors. Early carious lesion is the only reversible form of disease. The aim of the study is to determine the structural changes characteristic to early stages of caries appearing within enamel in compari-