

Biomaterials Biomateriały

1.) Basic definitions of biomaterial engineering

Podstawowe definicje inżynierii biomateriałów

2.) Elements of anatomy:

Elementy anatomii:

-general information

wiadomości ogólne

-human bone structure

układ kostny

- selected soft anatomy section

wybrane działy anatomii miękkiej

3.) Classification of materials used in medicine

Klasyfikacja materiałów stosowanych w medycynie

4.) Application of materials in medicine

Zastosowanie materiałów w medycynie

5.) Biological tests

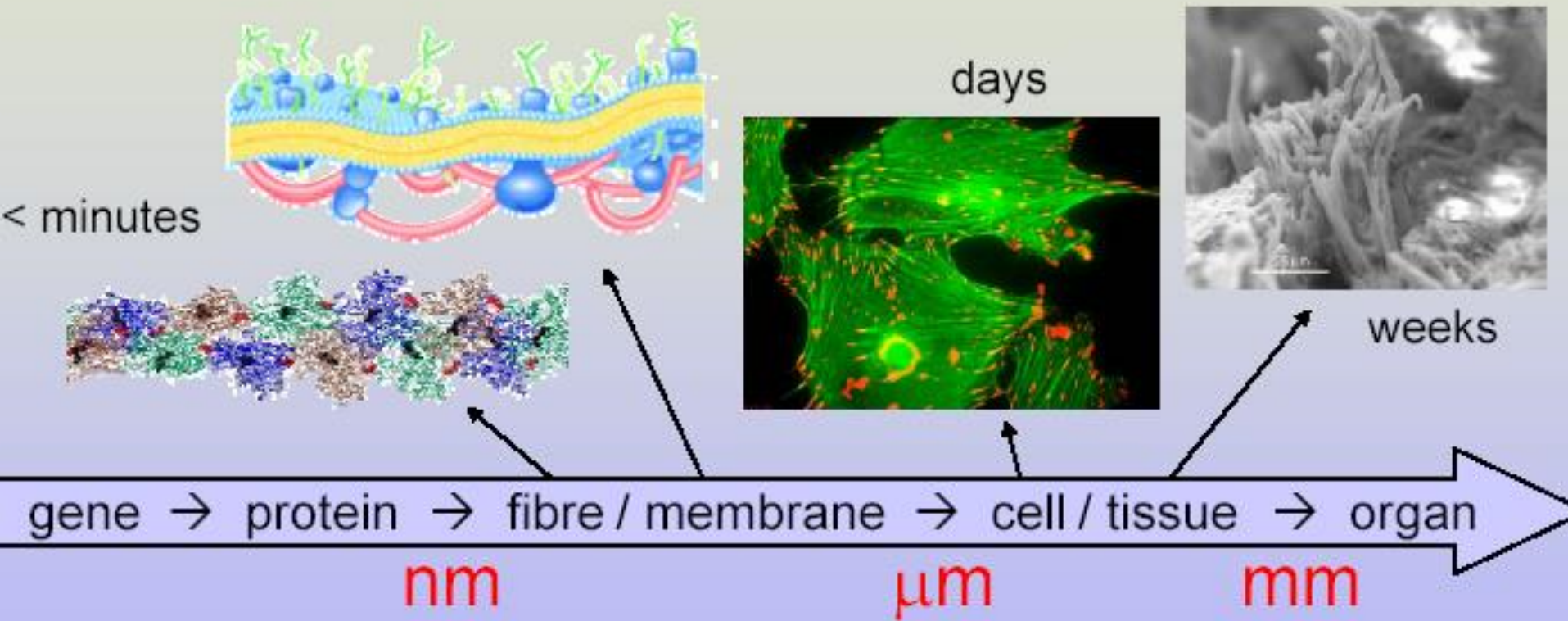
Testy biologiczne



Biomateriały stanowią specyficzną grupę materiałów o różnym składzie, budowie i właściwościach, mających tę cechę, że są akceptowane przez organizm ludzki (niektóre łączą się trwale z żywą tkanką lub biorą udział w jej regeneracji).

Biomaterials constitute a specific group of materials of various composition, structure, and properties that have the feature that they are acceptable to the human body (some are permanently connected to living tissue or are involved in its regeneration)

Hierarchies in Structure and Dynamics



Understand – Control – Heal / Replace

Biological system

Engineered material

Biomaterials are any substance other than medicine combination of natural or synthetic substances, which can be used at any time, whose task is to supplement or replace the tissue of the organ or part thereof or fulfill their functions.

Biomateriał to każda substancja inna niż lek albo kombinacja substancji naturalnych lub syntetycznych, która może być użyta w dowolnym okresie, a której zadaniem jest uzupełnienie lub zastąpienie tkanek narządu, albo jego części lub spełnienie ich funkcji.

[European Society for Biomaterials]

Biocompatibility is the ability to behave properly material in contact with the tissue in a specific application

Biozgodność jest to zdolność prawidłowego zachowania materiału w kontakcie z tkanką w określonym zastosowaniu

[Biomaterials Science An Introduction to Materials in Medicine-
ELSEVIER 2004 Academic Press]

Biomateriały, to także dziedzina wiedzy, zajmująca się badaniami nad: otrzymywaniem i charakterystyką materiałów farmakologicznie obojętnych, odtwarzaniem i poprawą funkcji w organizmach żywych, oraz badaniami oddziaływania pomiędzy żywymi organizmami a materiałami syntetycznymi i naturalnymi.

Wyróżnia się następujące grupy biomateriałów:

metalowe

ceramiczne

polimerowe

węglowe

kompozytowe

Biomateriały metaliczne:

Pierwsza wzmianka o implantach metalicznych – XVI w.

Na początku XVIII w. wprowadzono zszywanie kości za pomocą drutów ze złota i srebra

W 1877 r. Listers zwrócił uwagę na konieczność zachowania septyczności implantu

W 1893r. Lane zaobserwował proces wchłaniania metalu do kości

1907 r. bracia Lambotte poruszyli problem metalowy

Od 1920 r. wyraźna poprawa biotolerancji – zastosowanie stali chromowo-niklowych

W 1926 r. Lange zastosował stal austenityczną V2A – wynik intensywnych badań nad biotolerancją.

W 1940 r. Danis wprowadził zmianę składu chemicznego stosowanych stali austenitycznych – stal V4A

Endoprotezy stawu kolanowego

Materiały metaliczne w kardiochirurgii i kardiologii:

Elementy sztucznych zastawek serca

Stenty (rusztowania

Kompozyty

Są to materiały makroskopowo-monolityczne, dla otrzymania których połączono składniki o różnych właściwościach. W wyniku czego otrzymano właściwości albo wyższe, albo dodatkowe w stosunku do właściwości osobnych składników.

Kompozyty stanowią obszerną rodzinę materiałów konstrukcyjnych, z których wytwarzane są najróżniejsze wyroby szeroko stosowane w wielu dziedzinach techniki i życia codziennego. Kompozyty utworzone są z co najmniej dwóch składników, znacząco różniących się właściwościami. Celem takiego połączenia jest uzyskanie materiału o nowych właściwościach, lepszych w porównaniu z właściwościami składników

Materiały bioceramiczne

Z porównania różnych biomateriałów stosowanych na implanty wynika, że materiały ceramiczne są to tworzywa kruche o małej wytrzymałości na zginanie. Są nieodporne na obciążenia dynamiczne i nie wykazują odkształcalności. Duża twardość oraz odporność na ścieranie oraz korozje w środowisku tkanek i płynów ustrojowych minimalizują, lecz nie eliminują zużycia się materiałów bioceramicznych po długotrwałym użytkowaniu. Najczęściej używane w stomatologii.

Biomateriały polimerowe

Polimery to substancje złożone z makrocząsteczek charakteryzujących się regularnym lub nieregularnym cyklicznym rozmieszczeniem jednostek podstawowych (merów) jednego lub kilku rodzajów.

W odniesieniu do zastosowań medycznych można je podzielić na naturalne i sztuczne.

Do naturalnych można zaliczyć białka (kolagen, fibrynogen, jedwab, wszczepy, tkankowe) i wielocukry (celuloza, chityna).

Rodzaje i zastosowanie polimerów syntetycznych:

silikony – chirurgia plastyczna i rekonstrukcyjna,

politetrafluoroetylen – protezy naczyniowe, nici chirurgiczne,

poliuretany – elementy sztucznego serca, protezy naczyniowe o małym przekroju,

polietylen – chirurgia plastyczna i rekonstrukcyjna, cewniki, główki i panewki endoprotez stawowych

polipropylen – nici chirurgiczne, siatki,

politereftalan etylu – protezy naczyniowe, siatki, nici chirurgiczne,

polimetakrylan metylu – ortopedia, soczewki wewnątrzgałkowe,

poliamidy – nici i siatki chirurgiczne.

Materiały węglowe

Węgiel jako grafit, diament i fulleren,

Mogą to być: warstwy węglowe, materiały kompozytowe węgiel(włókna) -węgiel
Plecionki z włókien węglowych, przeznaczone na protezy więzadeł i ścięgien.

Ważne: Właściwości funkcjonalne oraz fizykochemiczne implantu decydują o ostatecznym wyniku jakościowym zabiegu i komforcie fizycznym oraz psychicznym pacjenta.

Użyteczność implantu i biomateriału musi być sprawdzona eksperymentalnie w warunkach laboratoryjnych.

Następnie prowadzi się eksperymenty w tkankach zwierząt doświadczalnych, w reszcie ostatnia faza to zastosowania kliniczne.

Dwie cechy wymagane od biomateriałów:

Zgodność bioelektroniczna (odpowiednie właściwości półprzewodnikowe, piezoelektryczne, magnetyczne)

Odpowiednie właściwości zapewniające współpracę implantu z tkanką i płynami ustrojowymi (biofizyczny mechanizm przenoszenia obciążeń)

Part

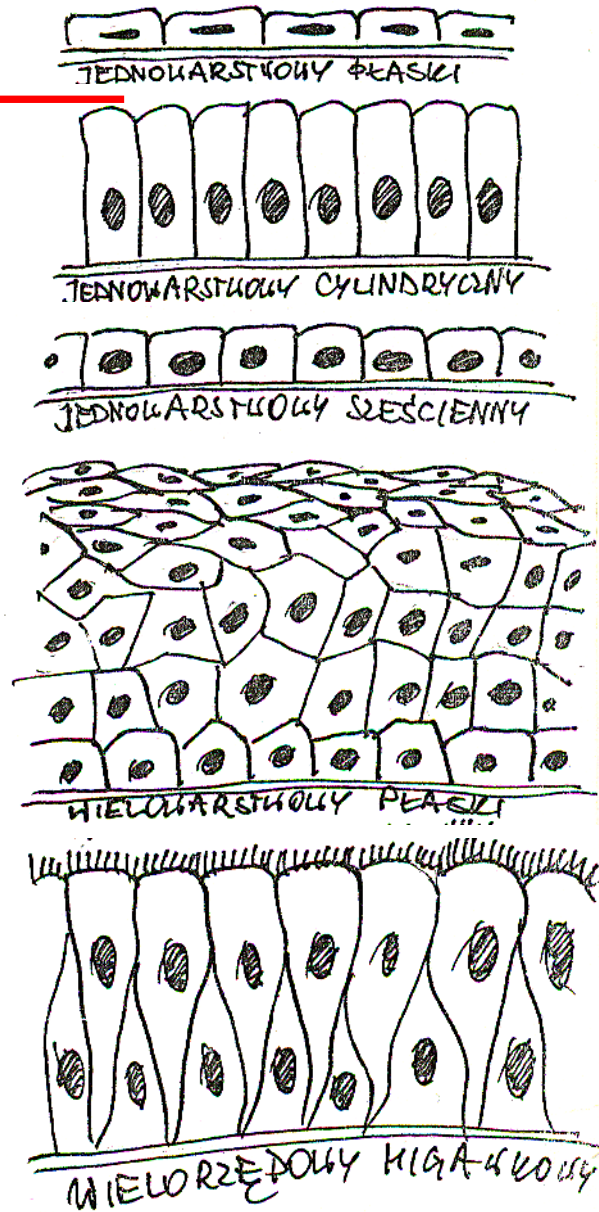
1

Introduction to the human body building

Wprowadzenie do budowy ciała ludzkiego

Tissue Tkanki

- Epithelial Nabłonkowa
- Connective Łączna
- Muscle Mięśniowa
- Nervous Nerwowa



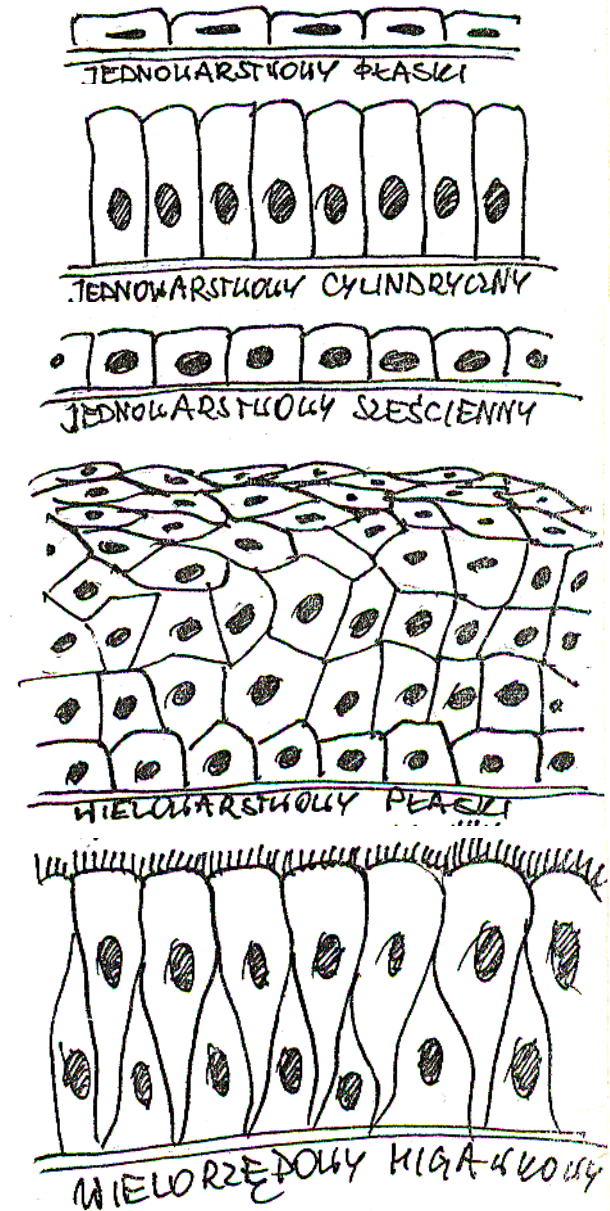
Epithelial tissue Tkanka nabłonkowa

Functions:

Protective cover
Resorption
Secretory
Barrier
Sensual

Funkcje:

-Pokrywowo ochronna
-Resorbcyjna
-Wydzielnicza
-Barierowa
-Zmysłowa



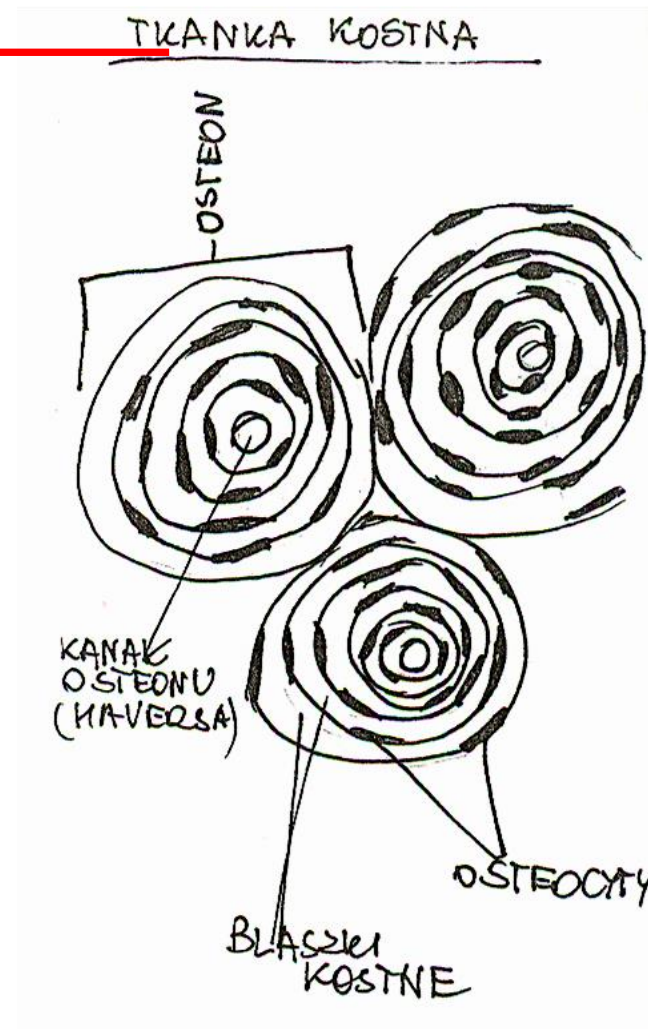
Tissue Tkanka

Epithelial Nabłonkowa

→ Connective Łączna

Muscle Mięśniowa

Nervous Nerwowa



Connective tissue Tkanka łączna

Division
Podział:

-Connective right
Łączna właściwa

fluffy wiotka

squeezed zbita

adipose tłuszczowa

dye barwnikowa

**-Connective specialized in
-specific activity**
Łączna wyspecjalizowana w
swoistych czynnościach

cartilage chrzęstna

mesh siateczkowa

-Connective skeleton
Łączna szkieletowa

bone kostna

Tissue Tkanka

Nabłonkowa

Łączna

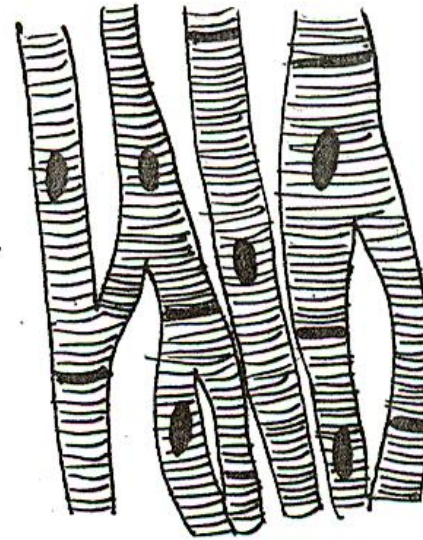
→ Muscle Mięśniowa

Nerwowa

MIĘŚNIÓWKA CIĄDKA



MIĘSIEŃ SERCOWY



Tissue Tkanka

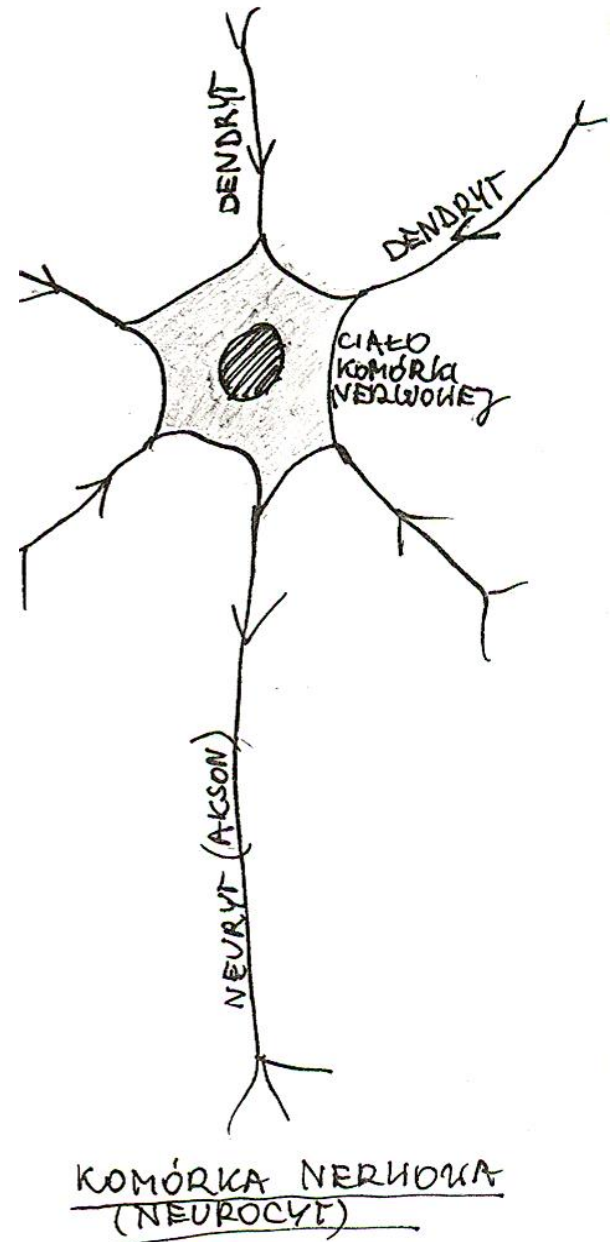
Nabłonkowa

Łączna

Mięśniowa

→ Nervous **Nerwowa**

Neurone Neuron



Organ systems Układy narządów

Główne osie i płaszczyzny ciała

Osteo arthritis Kostno-stawowy
Muscle Mięśniowy
Vascular Naczyniowy
Alimentary Pokarmowy
Respiratory Oddechowy
Urinary Moczowy
Sexual Płciowy
Nervous Nerwowy
Common shell Powłoka wspólna



Body planes:
Frontal
Transverse
Sagittal

System osteo arthritis Układ kostno stawowy



Ryc. 15 Więzozrost, *articulatio fibrosa*,
na przykładzie szwów czaszki.



Ryc. 16 Chrzątkozrost, *articulatio cartilaginea*,
na przykładzie spojenia tonowego.



Ryc. 17 Kośćozrost, *articulatio ossea*,
na przykładzie kości krzyżowej.

Strict (immobile) **Ściste (nieruchome)**

Więzozrosty (syndesmosis)

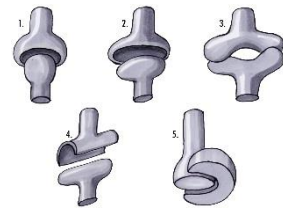
Chrzątkozrosty (synchondrosis)

Kośćozrosty (synostosis)

Strict (immobile) (stationary) joints

Wolne (ruchome) czyli stawy (articulatio)

Joints Stawy



Division Podział

Hinge Zawiasowy (ginglymus)

Rotary Obrotowy (trochoidea)

Screw Śrubowy (cochlearis)

Ellipsoidal Elipsoidalny (elipsoidea)

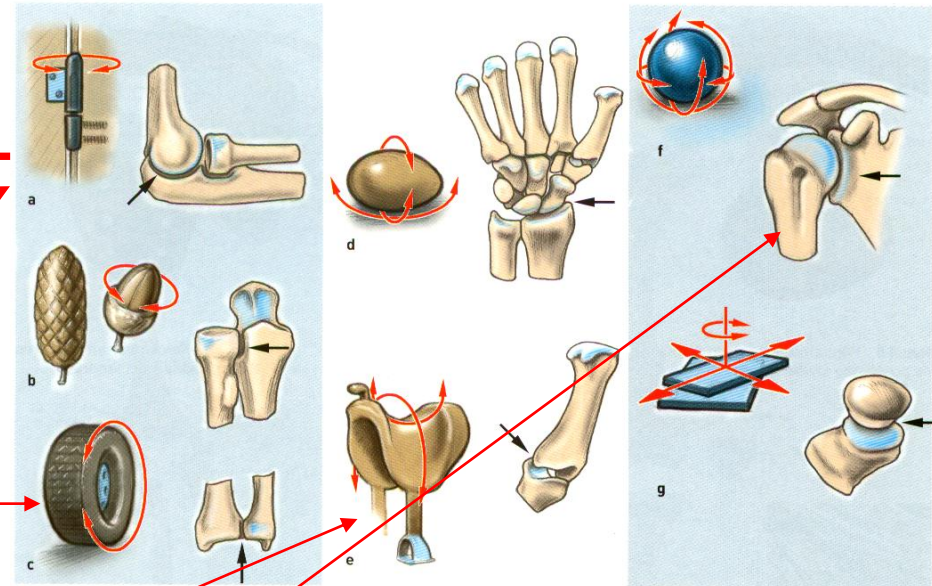
Saddle Siodełkowaty (sellaris)

Spherical free Kulisty wolny (spheroidea)

Spherical pan Kulisty panewkowy (cotylica)

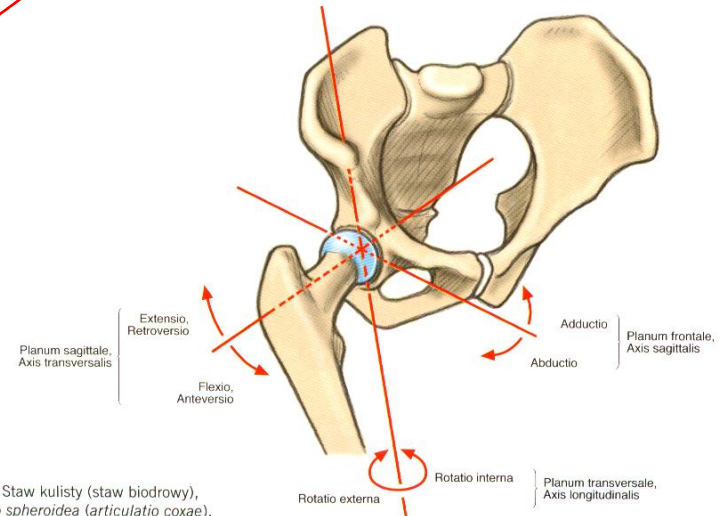
Irregular Nieregularny

Plane, Flat Płaski



Ryc. 19 a-g Stawy, juncturae synoviales.
 a staw zawiasowy, *articulatio cylindrica*
 b staw stożkowy, *articulatio conoidea*
 c staw obrotowy, *articulatio trochoidea*

d staw owalny, *articulatio ovoidea*
 e staw siodełkowy, *articulatio sellaris*
 f staw kulisty, *articulatio spherioidea*
 g staw płaski, *articulatio plana*



Ryc. 20 Staw kulisty (staw biodrowy),
articulatio spherioidea (articulatio coxae).

Spine Kręgosłup

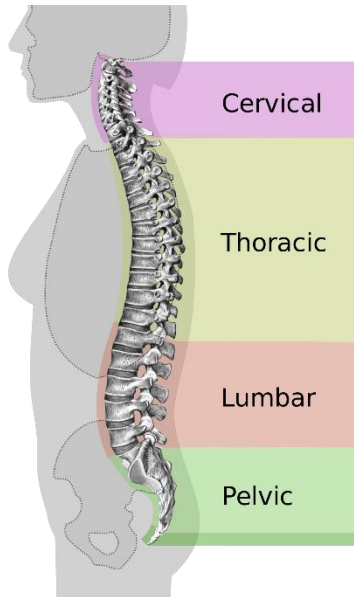
Cervical vertebrae Kręgi szyjne (vertebrae cervicales) (7)

Thoracic vertebrae Kręgi piersiowe (vertebrae thoracicae) (12)

Lumbar vertebrae Kręgi lędźwiowe (5)

Sacrum Kość krzyżowa (5)

Tailbone; Coccyx Kość ogonowa (os coccygis; kręgi guziczne)



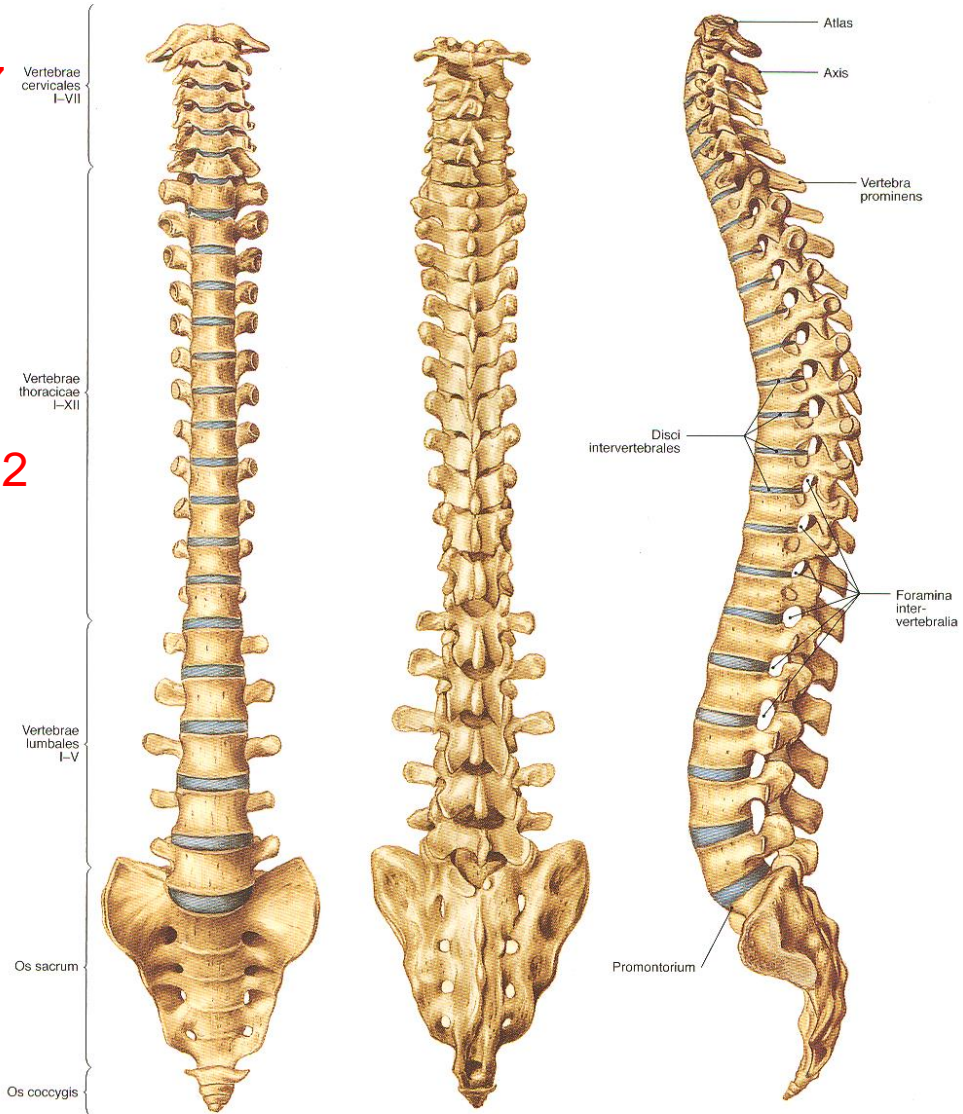
C 1-7 Vertebrae cervicales I-VII

Th 1-12

L 1-5

S 1-5

Co 1-4; 1-5



Ryc. 733 Kręgosłup, *columna vertebralis*, widok od strony brzusznej.

Ryc. 734 Kręgosłup, *columna vertebralis*, widok od strony grzbietowej.

Ryc. 735 Kręgosłup, *columna vertebralis*, widok od strony lewej.

Spine Kręgosłup

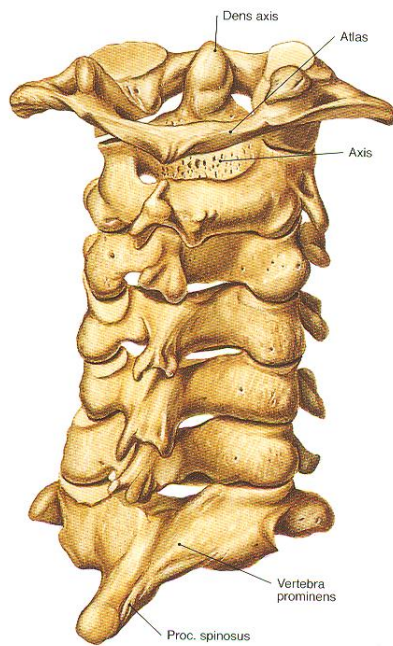
Kręgi szyjne (vertebrae cervicales)

Kręgi piersiowe (vertebrae thoracicae)

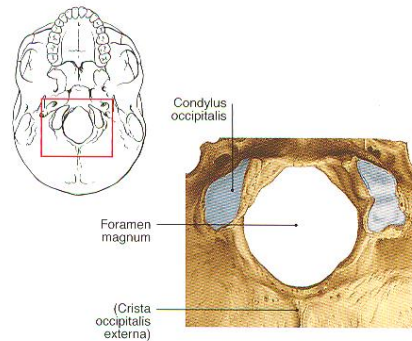
Kręgi lędźwiowe

Kość krzyżowa

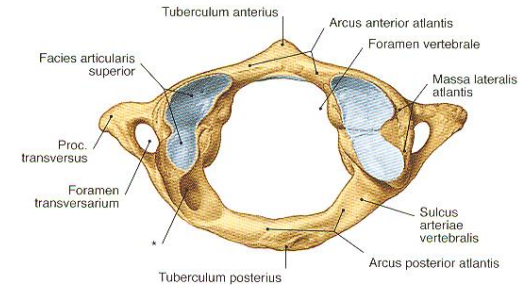
Kość ogonowa (os coccygis)



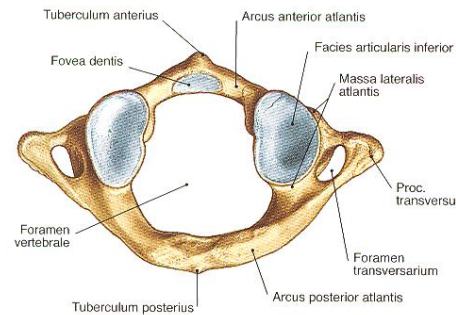
Ryc. 748 Kręgi szyjne 1.-7., *vertebrae cervicales I-VII*; widok od strony tylno-bocznej.



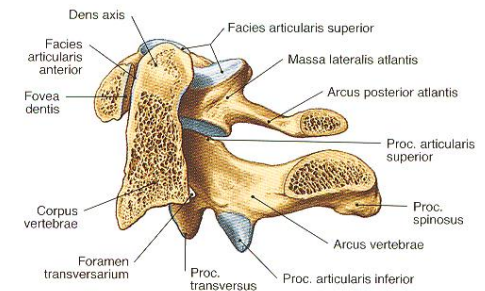
Ryc. 739 Kość potyliczna, os *occipitale*; wycinek kości potylicznej z otworem wielkim i kłykcami potylicznymi oraz powierzchniami stawowymi dla stawu szczytowo-potylicznego (tzw. stawu górnego głowy); widok od dołu.



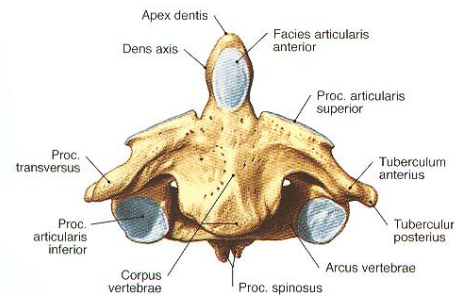
Ryc. 740 Krąg szczytowy, *atlas*; widok od góry. Górne powierzchnie stawowe kręgu szczytowego są często przedzielone.
* Odmiana: zamiast *sulcus a. vertebralis* może występować *canalis a. vertebralis*.



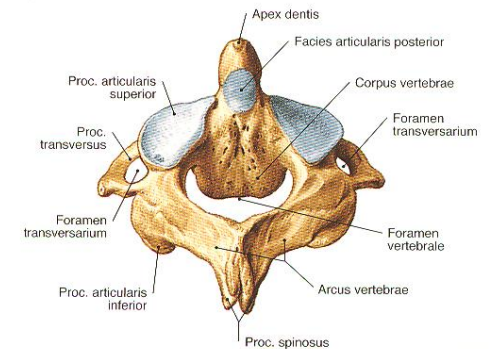
Ryc. 741 Krąg szczytowy, *atlas*; widok od dołu.



Ryc. 742 Krąg szczytowy, *atlas*, i krąg obrotowy, *axis*; przecięte w płaszczyźnie pośrodkowej.



Ryc. 743 Krąg obrotowy, *axis*; widok od przodu.



Ryc. 744 Krąg obrotowy, *axis*; widok od tyłu.

Spine Kręgosłup

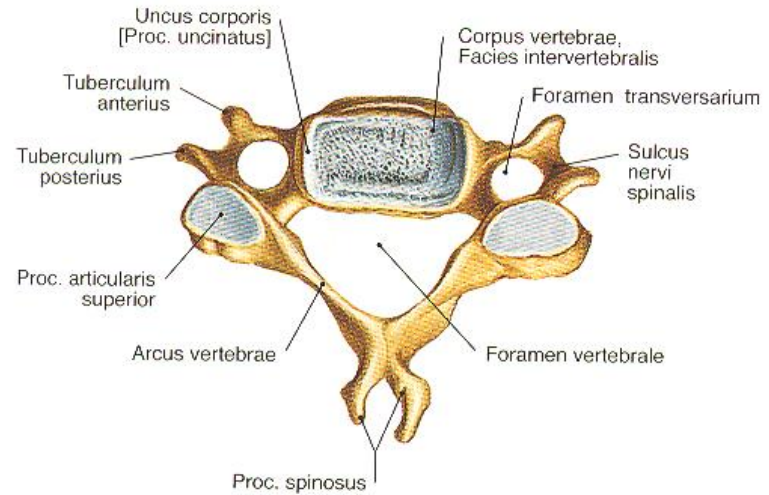
Cervical Kręgi szyjne (*vertebrae cervicales*)

Kręgi piersiowe (*vertebrae thoracicae*)

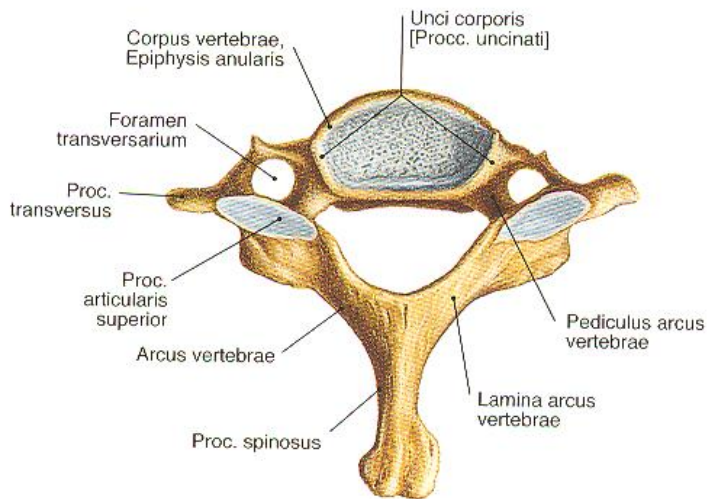
Kręgi lędźwiowe

Kość krzyżowa

Kość ogonowa (*os coccygis*)



Ryc. 745 Piąty kręg szyjny, *vertebra cervicalis V*:



Ryc. 746 Kręg wystający (siódmy kręg szyjny), *vertebra*

Kręgosłup

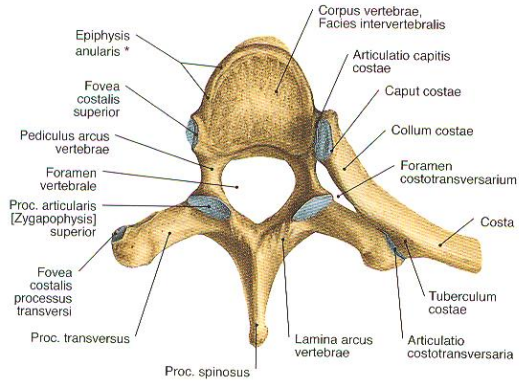
Kręgi szyjne (vertebrae cervicales)

Thoracic Kręgi piersiowe (vertebrae thoracicae)

Kręgi lędźwiowe

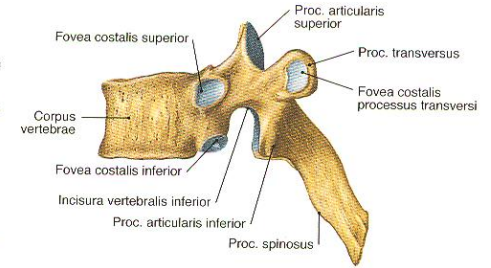
Kość krzyżowa

Kość ogonowa (os coccygis)

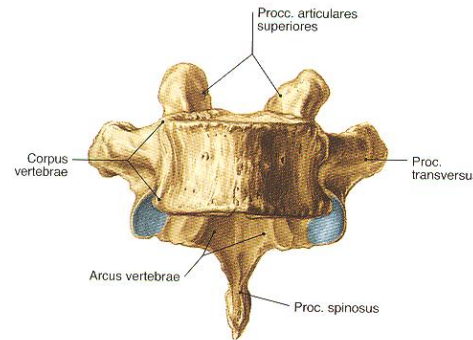


Ryc. 749 Szczegóły budowy kręgów piersiowych na przykładzie 5. kręgu piersiowego, *vertebra thoracica V*; widok od góry.

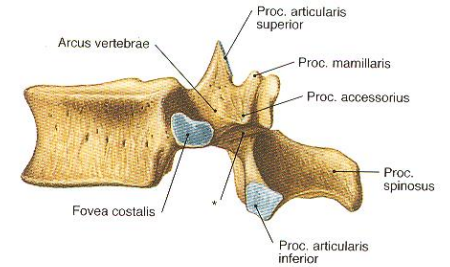
* widoczna również nasada pierścieniowata



Ryc. 750 Szósty kręgi piersiowy, *vertebra thoracica VI*; widok od strony lewej.



Ryc. 751 Dziesiąty kręgi piersiowy, *vertebra thoracica X*; widok od przodu.



Ryc. 752 Dwunasty kręgi piersiowy, *vertebra thoracica XII*; widok od strony bocznej.

* część łuku kręgowego położona pomiędzy wyrostkami stawowymi górnym i dolnym, tzw. cieśń, *isthmus*

Kręgosłup

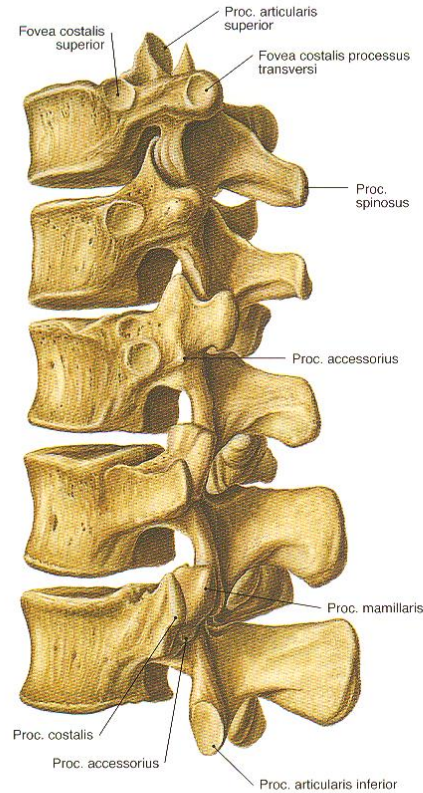
Kręgi szyjne (vertebrae cervicales)

Kręgi piersiowe (vertebrae thoracicae)

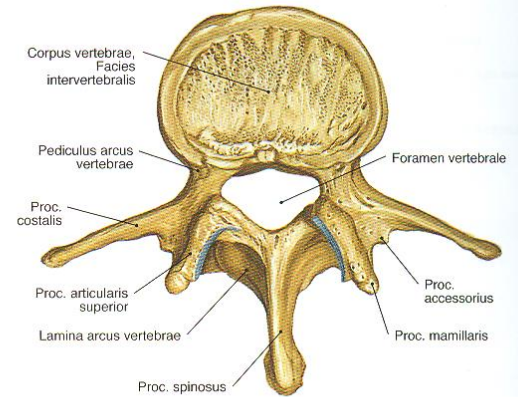
Lumbar **Kręgi lędźwiowe**

Kość krzyżowa

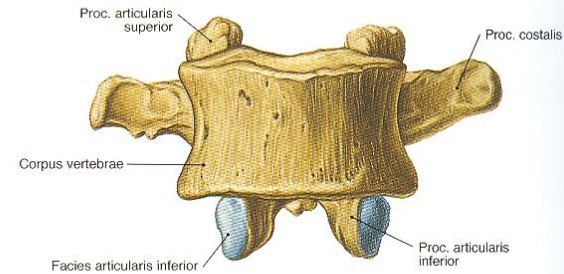
Kość ogonowa (os coccygis)



Ryc. 754 Kręgi piersiowe 10.–12., *vertebrae thoracicae X–XII*, i kręgi lędźwiowe 1.–2., *vertebrae lumbales I–II*; widok od strony tylno-bocznej.



Ryc. 755 Czwarty kręgi lędźwiowy, *vertebra lumbalis IV*; widok od góry.



Ryc. 756 Czwarty kręgi lędźwiowy, *vertebra lumbalis IV*; widok od przodu.

Kręgosłup

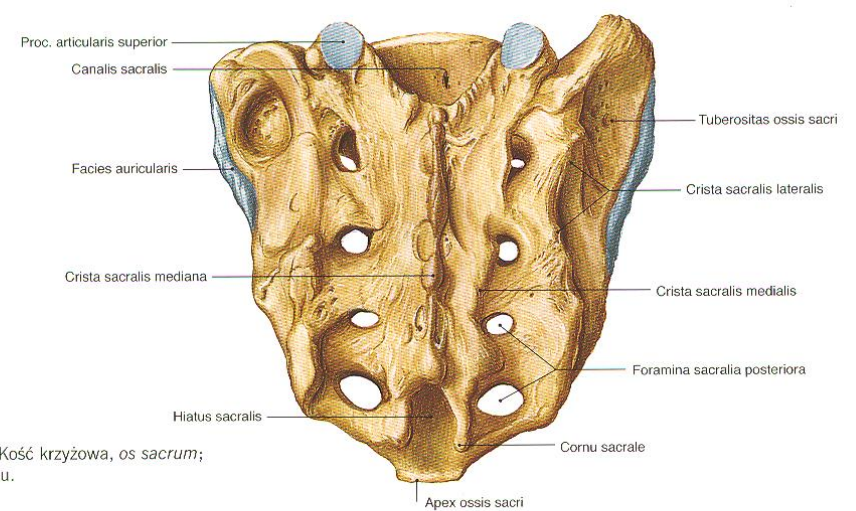
Kręgi szyjne (vertebrae cervicales)

Kręgi piersiowe (vertebrae thoracicae)

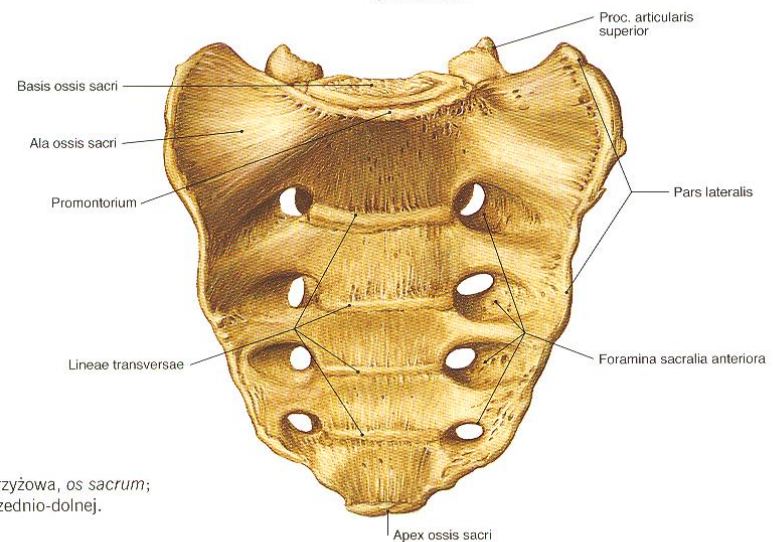
Kręgi lędźwiowe

Sacrum **Kość krzyżowa**

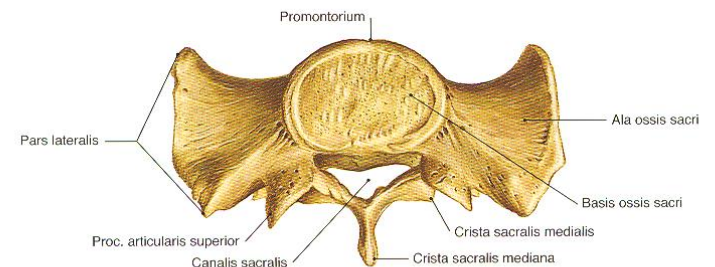
Kość ogonowa (os coccygis)



Ryc. 758 Kość krzyżowa, os *sacrum*; widok od tyłu.

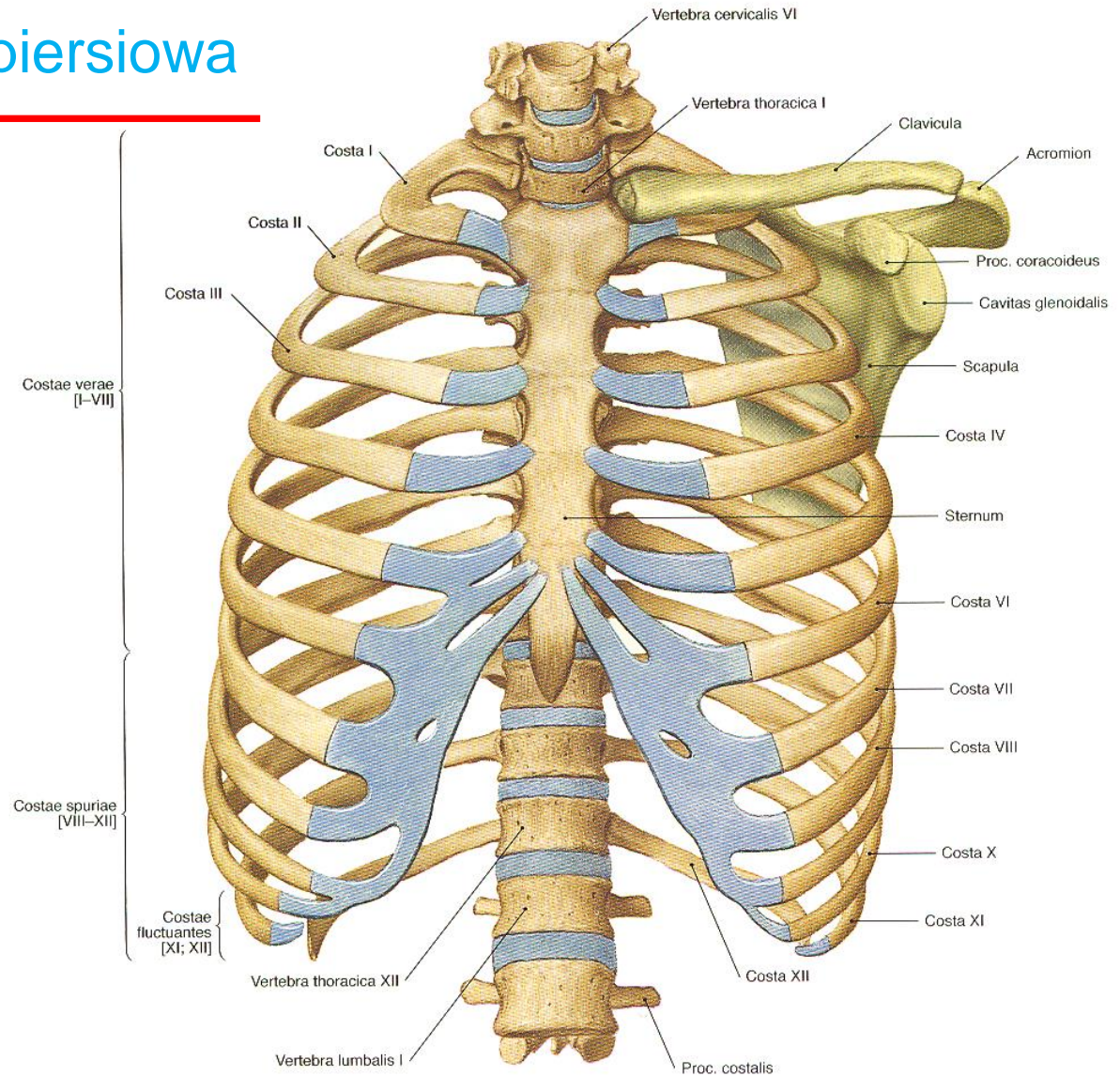


Ryc. 759 Kość krzyżowa, os *sacrum*; widok od strony przednio-dolnej.



Ryc. 760 Kość krzyżowa, os *sacrum*; po oddzieleniu jej górnej części na wysokości 2. kręgu krzyżowego; widok od góry.

Chest Klatka piersiowa



Ryc. 831 Klatka piersiowa, *cavea thoracis*, i obręcz piersiowa lewa, *cingulum pectorale*.

Upper limb **Kończyna górna** Cingulum pectorale

(membrum superius)

Collarbone **Obojczyk**

Shoulder **Łopátka**

Shoulder bone **Kość ramienna**

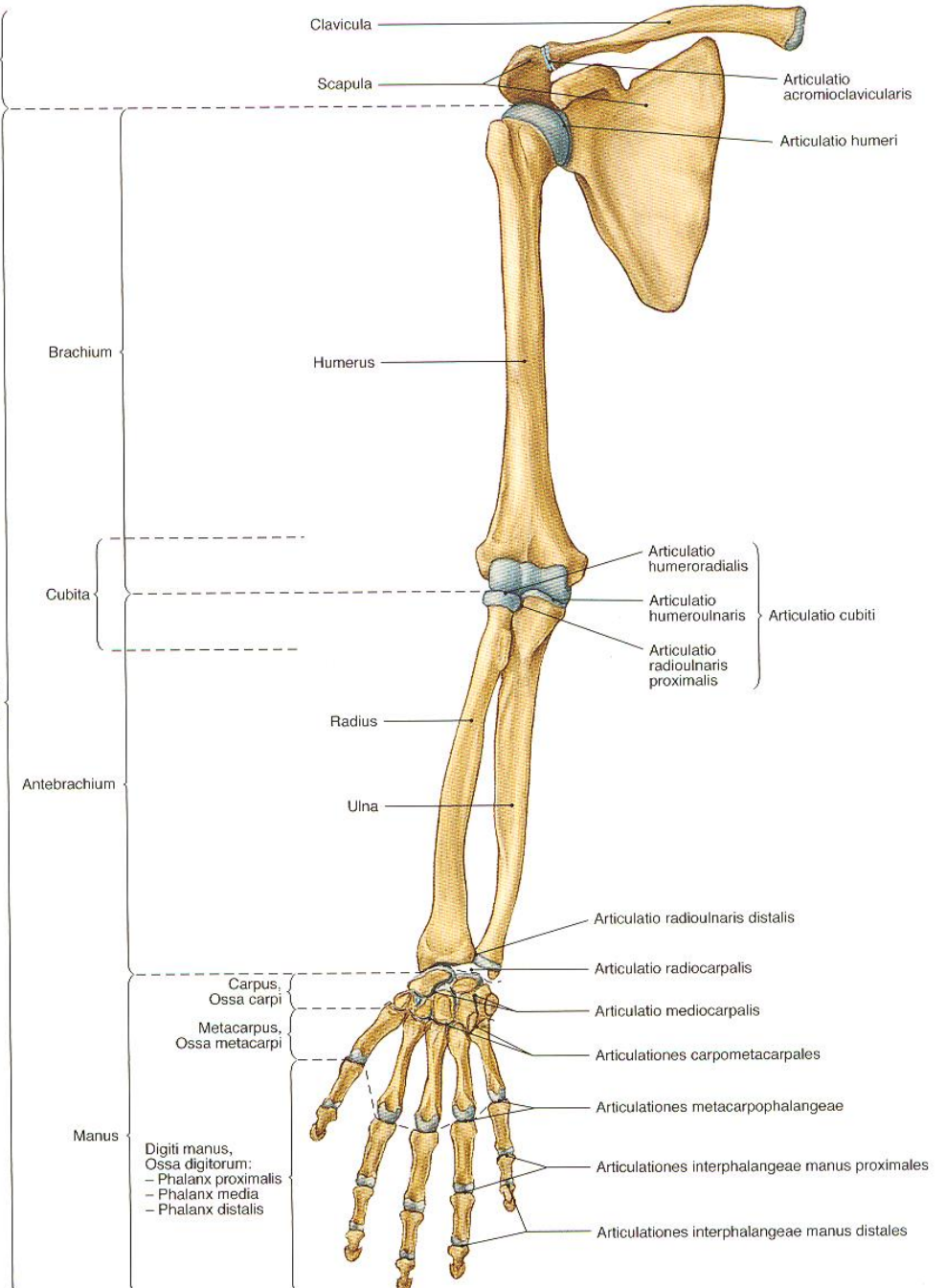
Ulna **Kość łokciowa**

Radius **Kość promieniowa**

Wrist bones **Kości nadgarstka** Pars libera membri superioris

Metacarpal bone **Kość śródreżcza**

Phalanges **Paliczki**



Kończyna dolna

(membrum inferius)

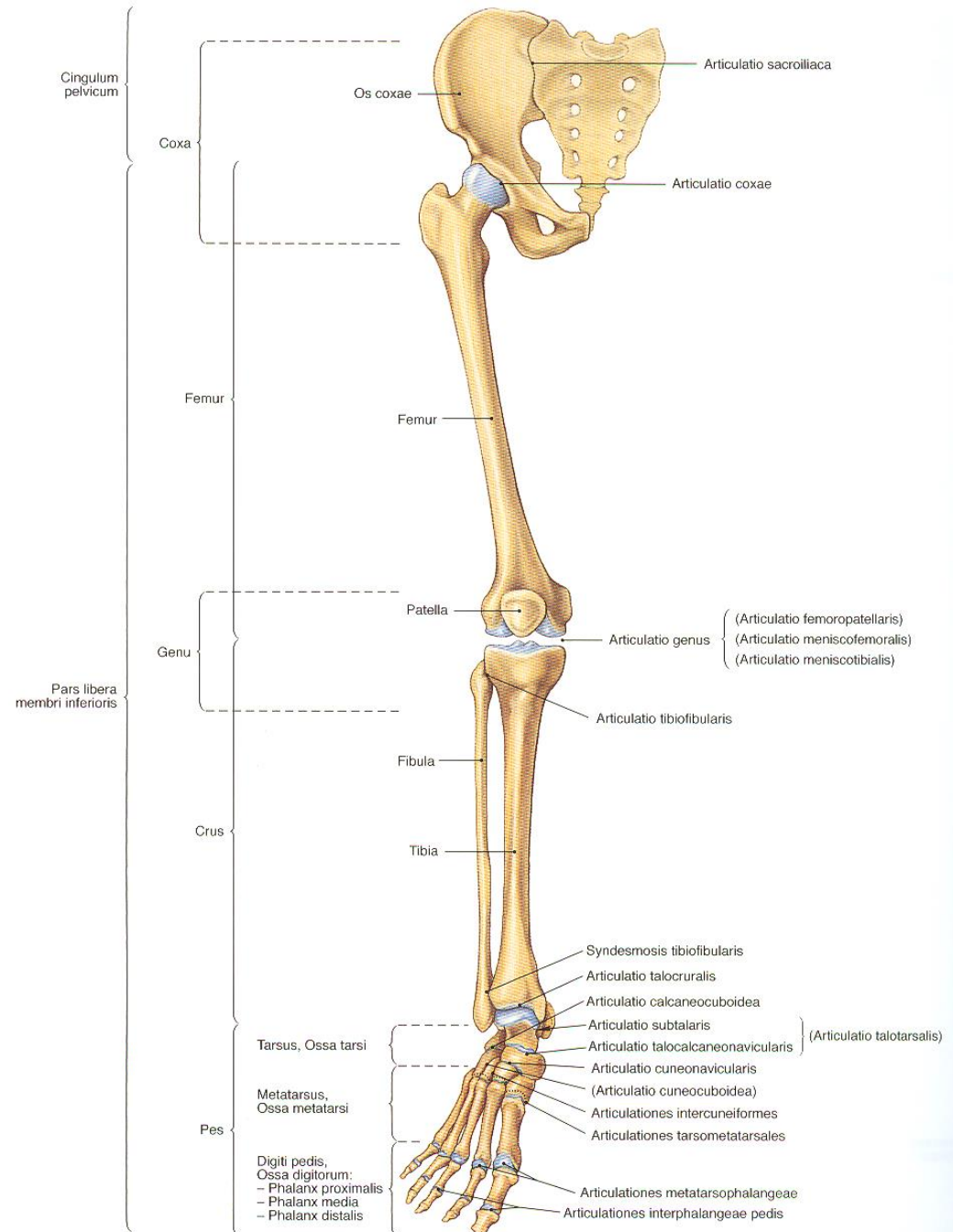
Pelvic bone Kość miedniczna

Femur Kość udowa

Tibial bone Kość piszczelowa

Arrow Strzałka

Tarsal bone Kości stępu



Układ krążenia- serce (cor)

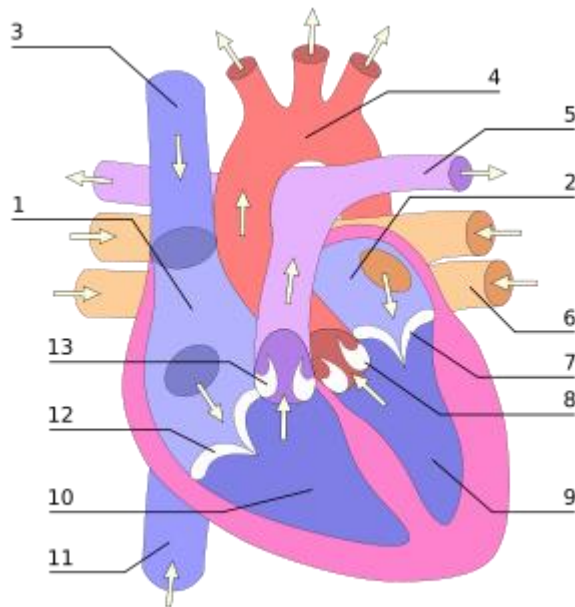
Naczynia krwionośne

Tętnice krążenia dużego

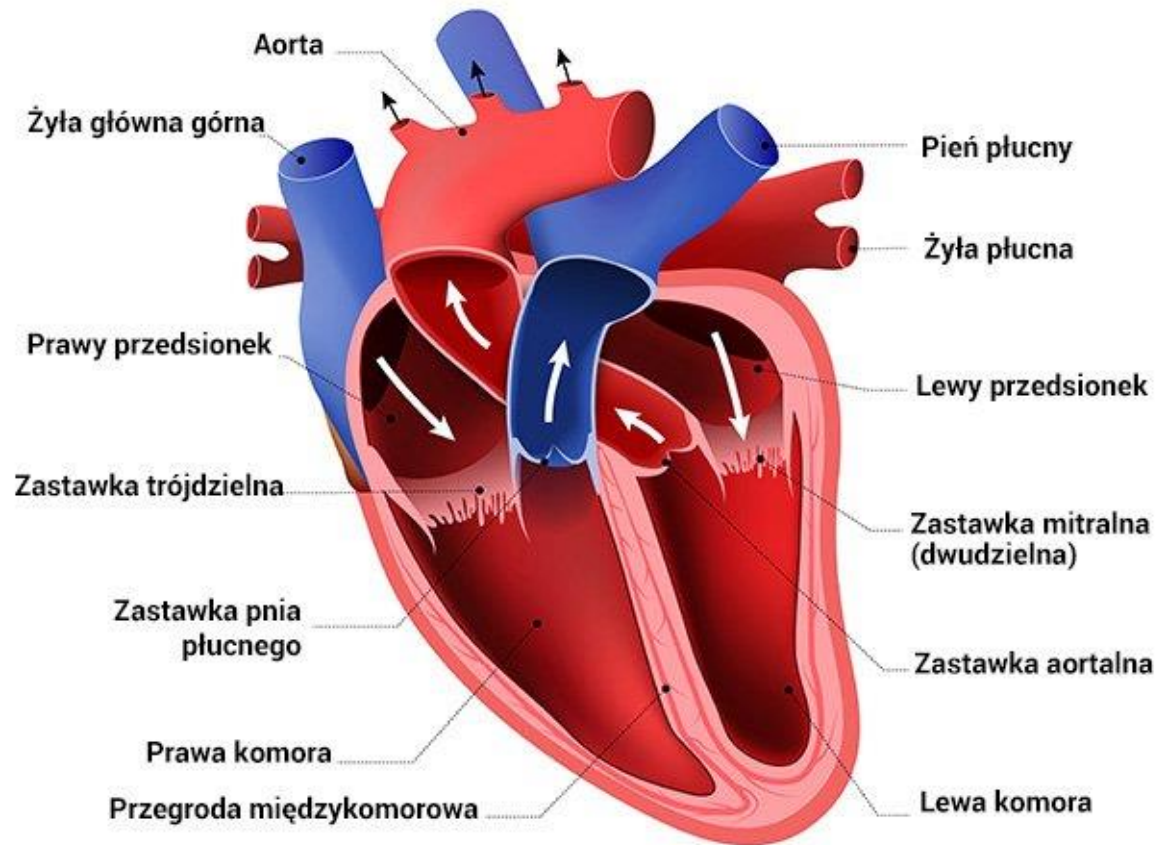
Żyły krążenia dużego

Naczynia chłonne

Krążenie małe
(czynnościowe)



Budowa serca



Cardiovascular system - heart

Układ krążenia- serce (cor)

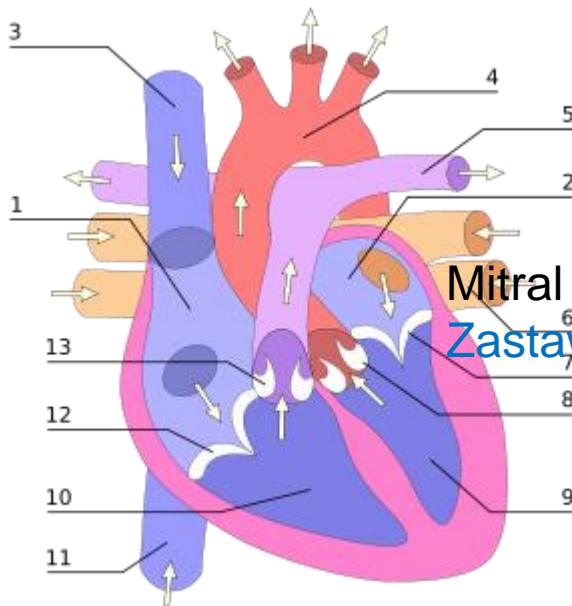
Naczynia krwionośne

Tętnice krążenia dużego

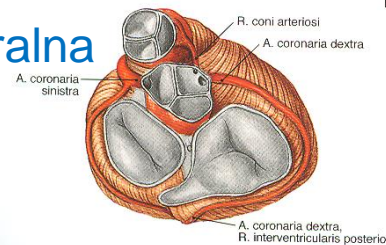
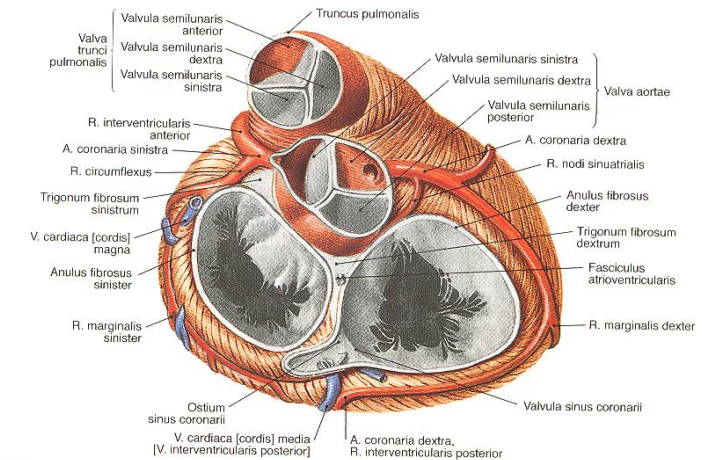
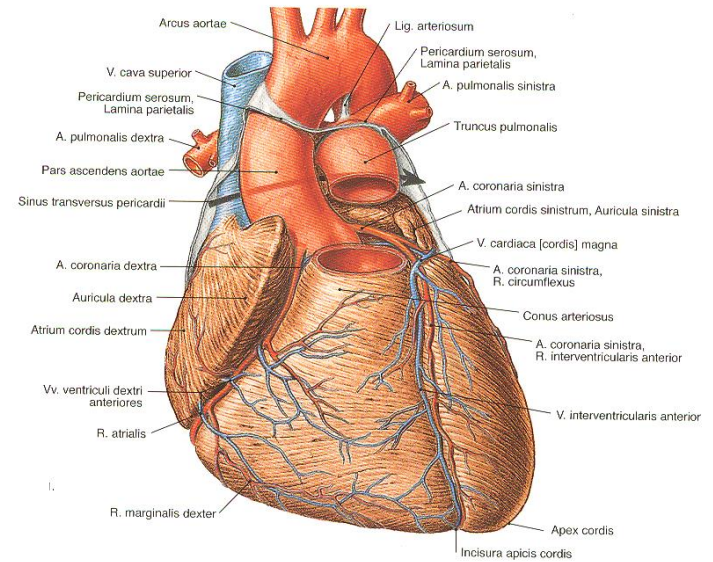
Żyły krążenia dużego

Naczynia chłonne

Krążenie małe
(czynnościowe)



Mitral valve
Zastawka mitralna



Part

2

Classification of materials used in medicine Klasyfikacja materiałów stosowanych w medycynie

Division of materials Podział materiałów

Polymers Polimery

Metals Metale

Ceramics (carbides, ceramic glass and glass)

Ceramika (węgliki, szkła ceramiczne i szkła)

Natural materials (plant and animal)

Materiały naturalne (roślinne i zwierzęce)

Composite materials (silica reinforced silicone rubber, carbon fibers, hydroxyapatite particle- reinforced poly (lactic acid))

Materiały kompozytowe (wzmacniana krzemionką guma silikonowa, włókna węglowe, cząstki hydroksyapatytu- wzmacniane polilaktydy (kwas mlekowy))

New materials developed de novo

Nowe materiały opracowane *de novo*

Biodegradable polymers Biodegradowalne polimery

Bioactive ceramics Bioaktywne ceramiki

Cellulose Celuloza

Pyrolytic carbon Węgiel pyrolityczny

Modified materials, surfaces preventing clots

Materiały zmodyfikowane, powierzchnie przeciwdziałające skrzeplinom

Natural tissues and polymers combined with living cells

Tkanki naturalne i polimery połączone z żywymi komórkami

Implants - basic definitions

Implanty- podstawowe pojęcia

Implant - all medical devices made of one or more biomaterials that can be placed inside the body as well partially or completely below the surface of the epithelium and which may remain for a longer period in the body

Implant- wszelkie przyrządy medyczne wykonywane z jednego lub więcej biomateriałów, które mogą być umieszczone wewnątrz organizmu, jak również częściowo lub całkowicie pod powierzchnią nabłonka i które mogą pozostać przez dłuższy okres w organiźmie

The surgical implant is used in the context of placing it in intended place in the surgical procedure. There are also implants introduced other way. These include needles, drains, filters, etc.

Implant chirurgiczny- używany jest w kontekście umieszczenia go w zamierzonym miejscu w procedurze chirurgicznej. Istnieją także implanty wprowadzane innym sposobem. Do nich zalicza się igły, dreny, sączki itp.

Implants –basic definitions

Implanty- podstawowe pojęcia

Implantable prosthesis - (internal prosthesis or endoprosthesis) – a device that physically

it replaces the organ or tissue. In contrast, the bioprosthesis is an implanted prosthesis made in whole or in part from the donor's tissues

Proteza implantowalna- (proteza wewnętrzna lub endoproteza)- przyrząd, który fizycznie zastępuje organ lub tkankę. W odróżnieniu, bioproteza stanowi implantowaną protezę wykonaną w całości lub częściowo z tkanek dawcy

Artificial organ - medical material that replaces all or part of functions one of the main organs of the body. Artificial organs replace the functions of the organs of the sick, partly in a non-anatomic way

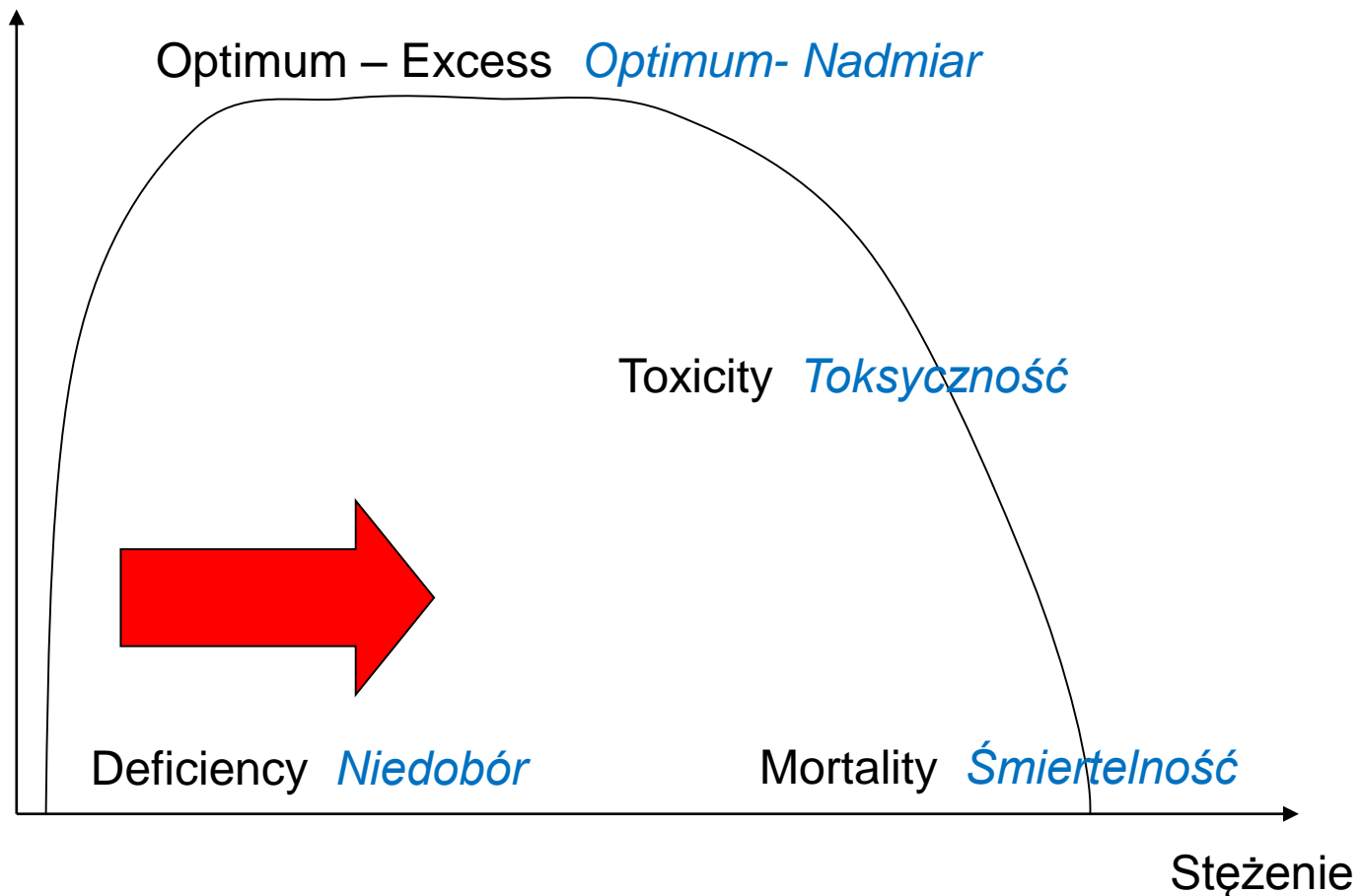
Sztuczny organ- materiał medyczny, który zastępuje w całości lub częściowo funkcje jednego z głównych organów ciała. Sztuczne organy zastępują funkcje organów chorych, częściowo w nieanatomiczny sposób

Implants – interaction *Implanty- oddziaływanie*

The effect of the concentration of elements on reactions life processes

Implanty- oddziaływanie stężenia pierwiastków na reakcje procesów życiowych

Oddziaływanie



Metallic implants Implanty metaliczne

Mo:

Deficiency Niedobór

- próchnica zębów
- zrzesztnienie kości
- zaburzenia w funkcjonowaniu gonad

Excess Nadmiar

- utrudnienie dyfuzji enzymów przez błony komórkowe
- odczyny alergiczne

Mn: reakcje biochemiczne i przemiana witaminy C

Deficiency Niedobór

- zaburzenia rozwoju kości i narządów płciowych

Excess Nadmiar

- podrażnienie dróg oddechowych i zapalenie płuc
- uszkodzenie kompleksu chrząstki OSN

Ti: w śledzionie, wątrobie i nerkach

Deficiency Niedobór

- obojętny

Excess Nadmiar

- alergia lub reakcja okołowszczepowa w międzywarstwie implant- kość o czym świadczy obecność makrofagów i limfocytów T

Gonada, gruczoł płciowy, gruczoł rozrodczy – występujący u zwierząt narząd płciowy produkujący męskie bądź żeńskie komórki

Metallic implants Implanty metaliczne

Fe: hemoglobin

hemoglobina

Deficiency Niedobór

-zaburzenie odczynów immunologicznych

Excess Nadmiar

-utrudnienie dyfuzji enzymów przez błony komórkowe

-niekorzystnie katalizuje reakcja prowadzące do powstania wolnych rodników => miażdżyca naczyń, marskość wątroby, nowotwory oraz uszkodzenia DNA i RNA prowadzące do zmian mutagennych

Cr: glucose absorption and its penetration through the membrane into the cell **przyswajanie glukozy i jej przenikanie poprzez błonę do wnętrza komórki**

Deficiency Niedobór

-wzrost poziomu cholesterolu i cukru we krwi

Excess Nadmiar

-toksyczny

-uszkodzenie tkanek okołowszczepowych i narządów mięsaszowych

Ni: in the spleen, liver and kidneys

w śledzionie, wątrobie i nerkach

Deficiency Niedobór

-anemia lub zahamowanie wzrostu

Excess Nadmiar (Ni(CO)₄)

-uszkodzenie błon śluzowych oskrzeli

-uszkodzenie ośrodkowego układu nerwowego

Co: associated with vitamin B12 - stimulates hematopoietic processes and regeneration of the body after disease

związany z witaminą B₁₂- pobudza procesy krwiotwórcze i regeneracja organizmu po przebytych chorobach

Deficiency Niedobór

-niedokrwistość

Excess Nadmiar

-koncentruje się w śledzionie

-odczyny alergiczne

Metallic dental implants Metaliczne implanty stomatologiczne

- **Metallic alloys (frame dentures)** Stopy metaliczne (protezy szkieletowe)

Na bazie Co-Cr

bezniklowe Co Cr Mo Mn Al Si W Fe C
65 29 6 0.6

Na bazie tytanu

Ti6Al4V;

Ti13Zr13Nb

Ti6Al6Nb1Ta; Ti5Al2.5Fe; Ti5Al3Mo4Zr;

Ti29Nb13Ta.6Zr; Ti13Nb13Zr;

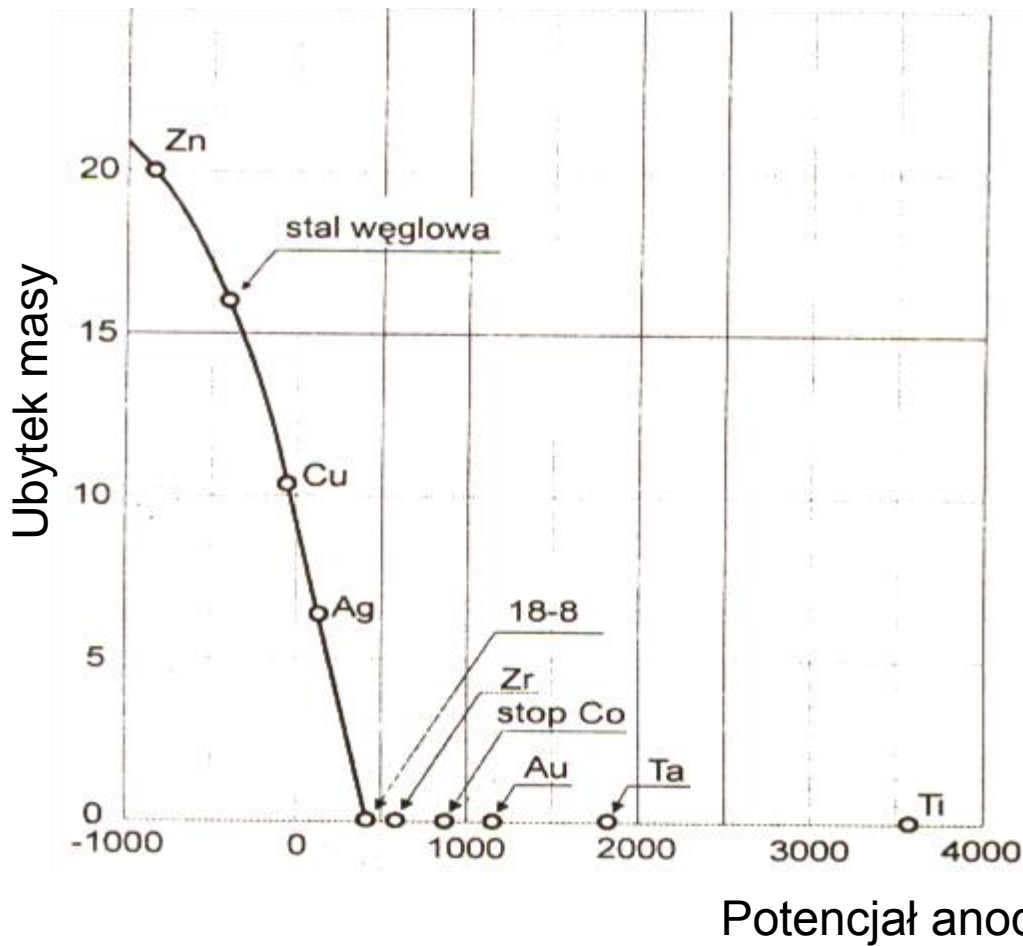
Ti5Mo; Ti15Mo5Zr3Al; Ti15MoNb3Al0.2Si; Ti15Mo3Nb0.2Si;

Ti15Mo3Nb3Al0.3; Ti12Mo6Zr2Fe; Ti7.5MoxFe;

Ti15Zr4Nb4Ta; Ti15Zr4Nb4Ta0.2Pd;

Ti15Sn4Nb2Ta0.2Pd;

Implants – corrosion Implanty- korozja



Division of corrosive reactions

- quiet
- sharp
- discreet

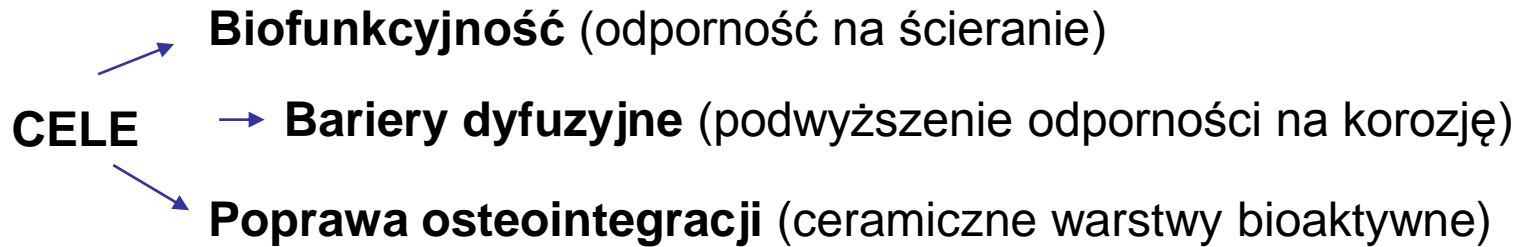
Podział reakcji korozyjnych

- cichy
- ostry
- dyskretny

[Frank E., Zitter H.: *Metallische Implantate in der Knochenchirurgie*. Wien-New York, Springer Verlag 1977]

[Clarke E. G. C., Hickman J.: *J. Bone Jt. Surg.* 35-A, 1953]

Implants – coating **Implanty- powłoki**



Typy

- warstwy dyfuzyjne związków tytanu
- warstwy diamentowe (NCD, DLC)
- powłoki hydroksyapatytowe
- **warstwy kompozytowe – nowość**

Metody nanoszenia

- metody wykorzystujące plazmę, fotony, jony:
 - procesy PDT – Plasma Diffusion Treatment
 - RFCVD – Radio Frequency Chemical Vapour Deposition
 - MWCVD – Microwave CVD
 - PLD – Pulsed Laser Deposition
- metoda zol-żel



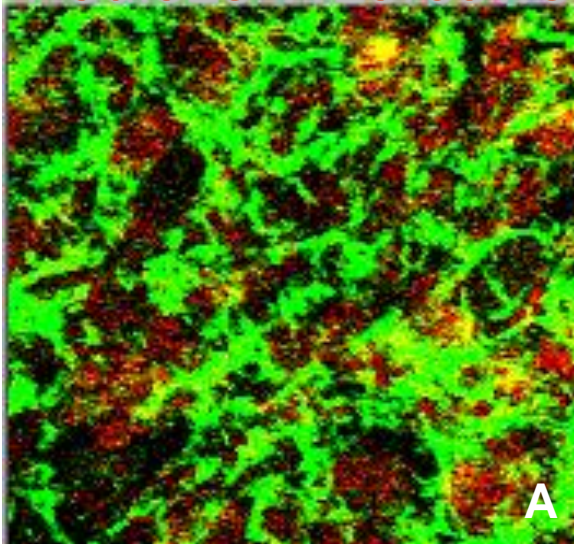
Materiały

Powłoki: TiN, Ti(C,N), Ti(C,N,O), TiO_x, PLC, Si-PLC...

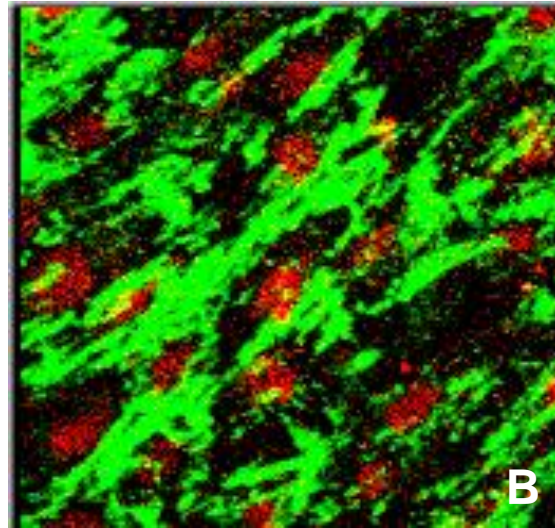
Implants – Coatings Implanty- Powłoki

EKSPRESJA FIBRONEKTYNY

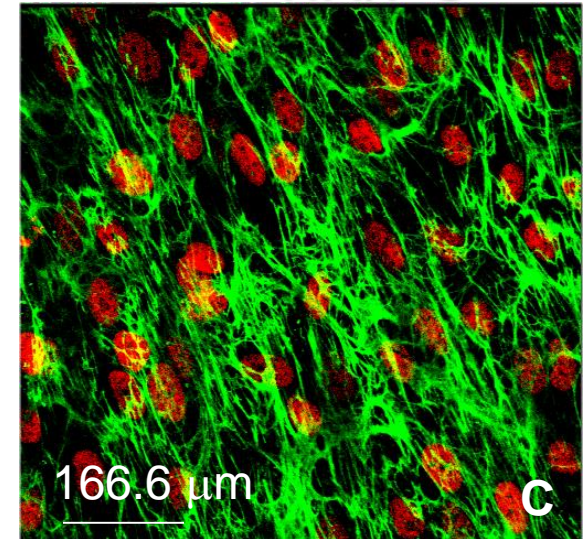
Podłoże Wzorcowe



Ti/PU



TiN/PU



Fibronektyna, FN – [glikoproteina](#) występująca w [macierzy pozakomórkowej](#).
Fibronektyny regulują oddziaływania komórka–macierz przez interakcje z [integrynami](#).
Oddziałując z receptorem integrynowym, rozpoczynają kaskadę zdarzeń,
której wynikiem jest przekaz sygnałów ze środowiska zewnętrznego do wnętrza komórki.
Biorą udział w [adhezji](#), [prolifracji](#), rozplaszczaniu i migracji komórek, procesach [embriogenezy](#)
oraz w tkankowych procesach naprawczych po zranieniach

Implants – polymers **Implanty- polimery**

Synthetic **SYNTETYCZE**



BIOSTABILNE

- polietylen
- polisulfon
- polipropylen
- politetrafluoroetylen (PTFE)
- poliamidy
- poliuretany
- silikon
- poliwęglany
- politereftalan etylu
- polimery akrylowe

BIODEGRADOWALNE

- polilaktyd (PLA)
- poliglikolid (PGA)
- polilaktyd glikolid (PLGA)
- poli (kaprolakton)
- poli (dioksan)
- węglan trójmetylenowy
- poli (β -hydroksymaślan)
- poli (g-etyloglutaminian)
- poli (DTH iminowęglan)
- poli (biofenolAiminowęglan)
- poli (ortoester)
- poli (cyjanoakrylan)
- poli (fosfazen)

Natural **NATURALNE**



PROTEINY

- kolagen
- soja
- fibrynogen

POLISACHARYDY

- celuloza
- kwas alginowy, alginiany
- chityna
- chitozan
- kwas hialuronowy

Implants - bioceramic materials Implanty- materiały bioceramiczne

Forms Formy:

- ❖ kształtki gęste
- ❖ kształtki porowate
- ❖ granule
- ❖ proszek
- ❖ pokrycia ceramiczne na implantach metalicznych

Coating techniques: Techniki pokrywania:

- ❖ plazma
- ❖ elektroforeza
- ❖ CVD, PVD
- ❖ rozpylanie jonowe
- ❖ IBAD
- ❖ osadzanie elektrochemiczne



Ion beam assisted deposition or **IBAD** or **IAD** (not to be confused with [ion beam induced deposition](#), IBID) is a [materials engineering](#) technique which combines [ion implantation](#) with simultaneous [sputtering](#) or another [physical vapor deposition](#) technique. Besides providing independent control of parameters such as ion [energy](#), [temperature](#) and arrival rate of atomic [species](#) during deposition, this technique is especially useful to create a gradual transition between the [substrate](#) material and the deposited film, and for depositing films with less built-in [strain](#) than is possible by other techniques. These two properties can result in films with a much more durable [bond](#) to the substrate. Experience has shown that some [meta-stable compounds](#) like [cubic boron nitride](#) (c-BN), can only be formed in thin films when bombarded

Implants - bioceramic materials Implanty- materiały bioceramiczne

Advantages ZALETY:

- ❖ Very good chemical biocompatibility with bone tissue
- ❖ Bardzo dobra biozgodność chemiczna z tkanką kostną

- ❖ Porous ceramics - the ability to create a natural connections with bone tissue (biological attachment - the process of overgrowing the implant with live tissue; eliminating bone cements)
- ❖ Ceramika porowata - zdolność tworzenia naturalnego połączenia z tkanką kostną (mocowanie biologiczne – proces przerastania implantu żywą tkanką →eliminacja cementów kostnych)

- ❖ Bioactive ceramics - interfacial connection
implant with bone tissue through biological formation
active hydroxyapatite on the implant surface
in vivo
- ❖ Ceramika bioaktywna – międzyfazowe połączenie implantu z tkanką kostną poprzez formowanie biologicznie aktywnego hydroksyapatytu na powierzchni implantu w warunkach *in vivo*

- ❖ Resorbable ceramics - replacing the submitting implant resorption through bone tissue
- ❖ Ceramika resorbowalna – zastąpienie ulegającego resorpcji implantu przez tkankę kostną

- ❖ The possibility of impregnation with medicines
- ❖ Możliwość impregnacji lekami

Problems PROBLEMY:

- ❖ Modeling of substrate microstructure for tissue regeneration

Modelowanie mikrostruktury podłoża dla regeneracji tkanek

- ❖ Lack of biocompatibility with bone tissue (too big E, too small energy of cracking compared to bone)

Brak biozgodności fizycznej z tkanką kostną (za duży E, za mała energia pęknięcia w porównaniu z kością)

- ❖ The decrease in mechanical strength in vivo

Spadek wytrzymałości mechanicznej *in vivo*

- ❖ Negative effect of Al on the nervous system

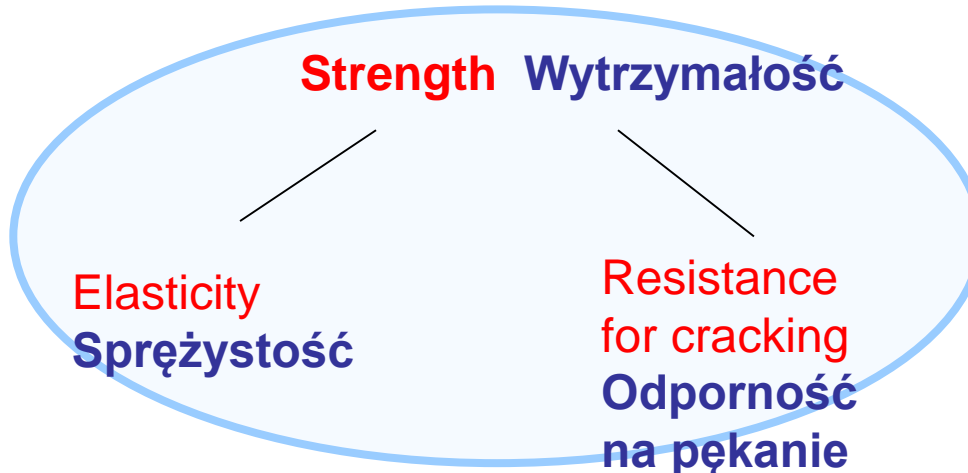
Ujemny wpływ Al na układ nerwowy

- ❖ Resorbable ceramics - difficulties in maintaining the right one strength and stability of the implant area with the bone over time degradation of the material and its replacement by living tissue (too much resorption rate compared to speed bone tissue regeneration)

Ceramika resorbowalna – trudności w utrzymaniu odpowiedniej wytrzymałości i stabilności obszaru implantu z kością w czasie degradacji materiału i zastępowaniu go przez tkankę żywą (zbyt duża szybkość resorpcji w porównaniu z szybkością regeneracji tkanki kostnej)



Implants – Composite Implanty- kompozyty



The right relationship
Właściwa relacja
 σ , E , K_{IC}

Composites Kompozyty

The possibility of receiving material
Możliwość otrzymania materiału

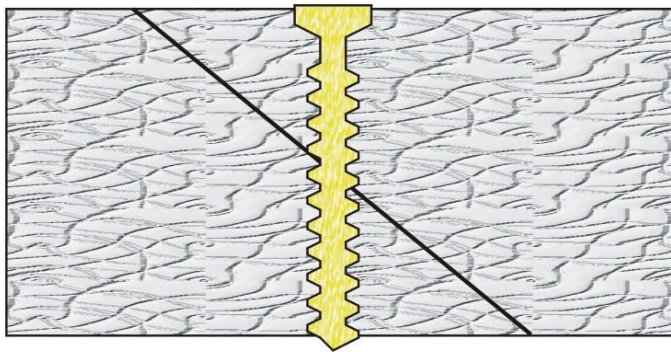
$\sigma \uparrow$, $E \downarrow$, $K_{IC} \uparrow$



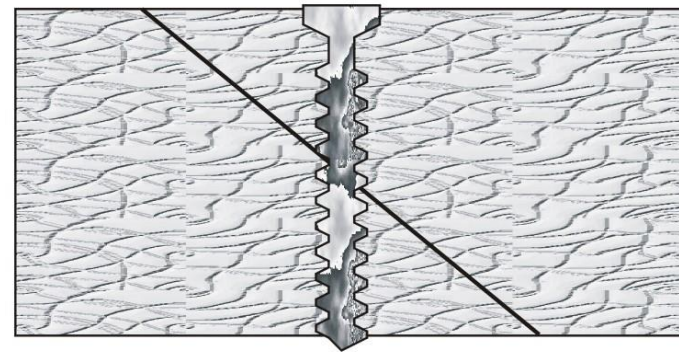
K_{IC} resistance to brittle fracture
odporność na kruche pękanie

Implanty- kompozyty polimerowo- ceramiczne

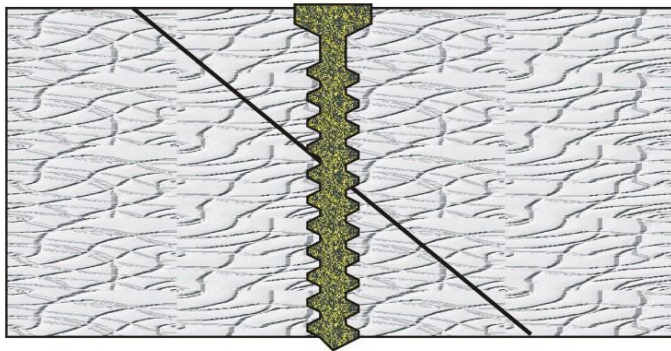
Zastępowanie implantu przez tkankę



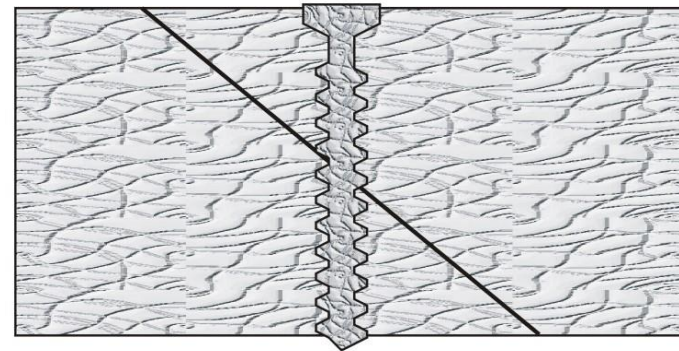
PLA



Po resorpcji →
Tworzenie tkanki włóknistej



PLA + faza bioaktywna



Po resorpcji →
Tworzenie tkanki kostnej

Implants - drug carriers **Implanty- nośniki leków**



- ❖ Kontrolowane uwalnianie leków
- ❖ Optymalne dawki dla określonej terapii
- ❖ Utrzymywanie odpowiednio wysokiego miejscowego stężenia leku przez maksymalnie długi okres czasu
- ❖ Typy leków: antybiotyki, cytostatyki, hormony, leki przeciwreumatyczne, leki przeciwrakowe

NOŚNIKI LEKÓW

ceramiczne
(mikroporowate kapsuły)
hydroksyapatyt,
TCP, bioszklą
fosforanowe cementy kostne

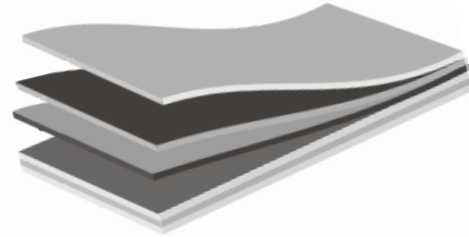
polimerowe
(wiązanie chemiczne ulegające
hydrolitycznemu rozpadowi)
polimery
biodegradowalne

biologiczne

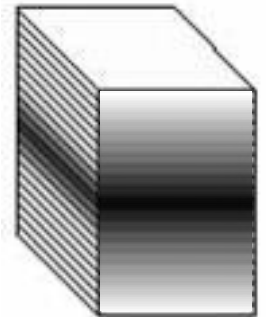
Implanty- biomimetics Implanty- biomimetyka

Naśladowanie struktur i procesów występujących w organizmach żywych

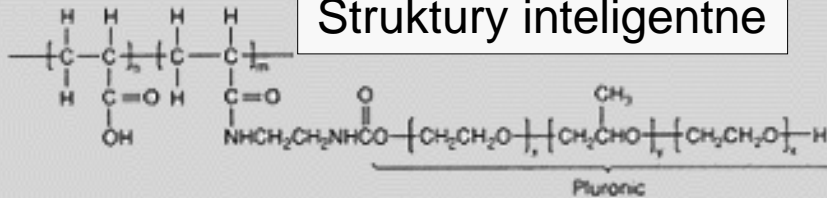
Struktury laminatowe i włókniste



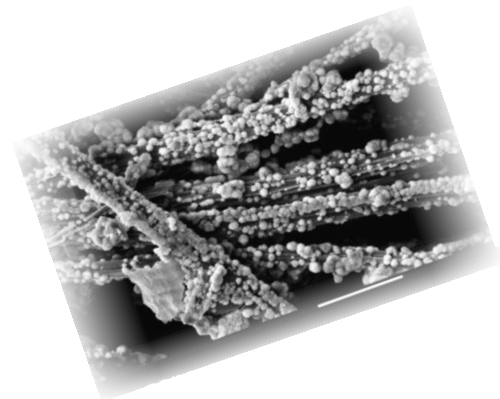
Struktury gradientowe (gradient porowatości, modułu Younga, bioaktywności)



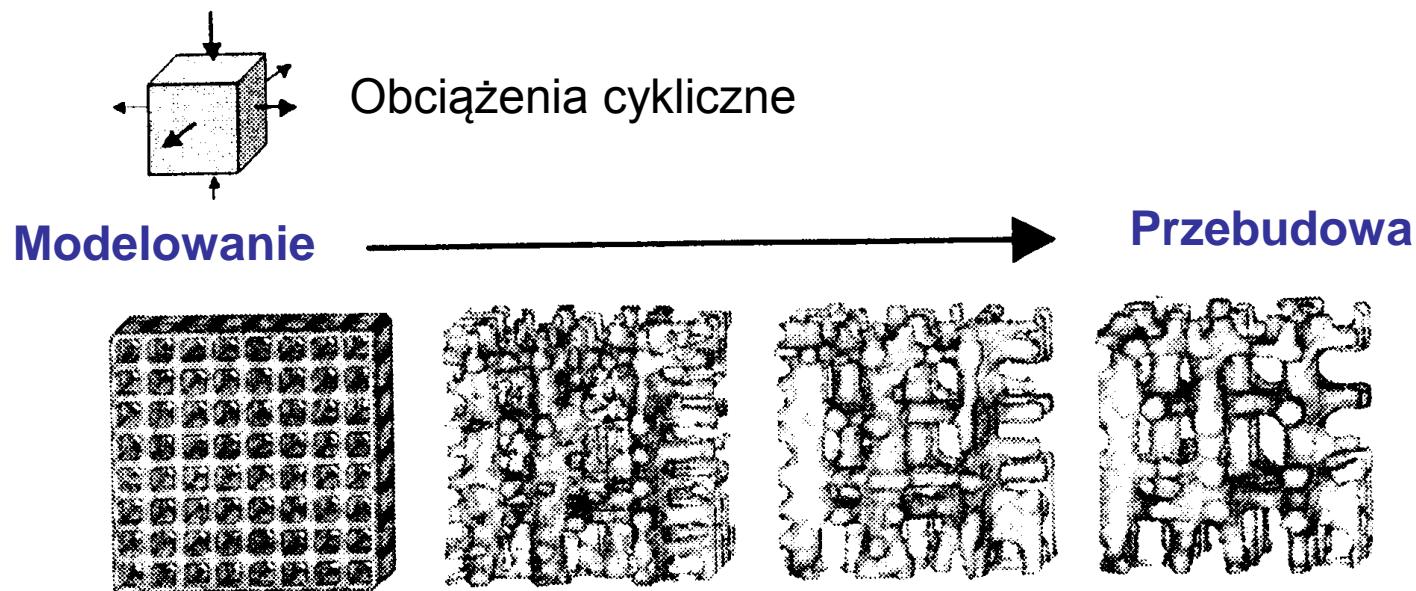
Struktury inteligentne



Procesy narastania hydroksyapatytu w SBF



Implants - mechanical stimulation Implanty- mechaniczna stymulacja



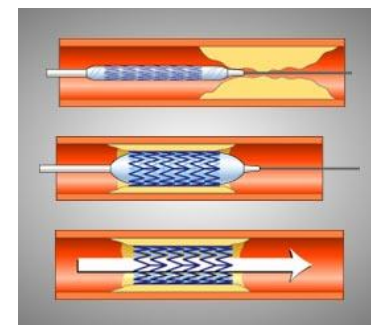
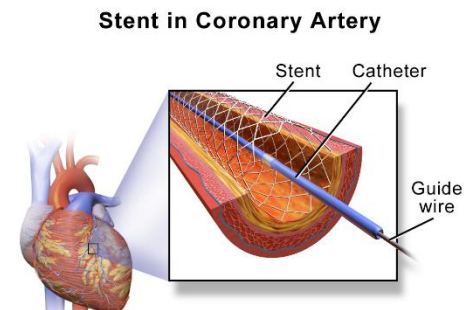
**Przebudowa przez sieć kanalików –
osteoblastyczna aktywacja**

Vascular stents (scaffolds) Steny naczyniowe (rusztowania)

Kardiochirurgia- stenty naczyniowe

KIERUNKI ROZWOJU

- ❖ Poprawa giętkości – nowe rodzaje stopów metalicznych CoNi, CoCr
monofilamenty metaliczne o grubości ok. 0,001 mm
- ❖ Poszukiwanie nowych przeciwzakrzepowych leków
- ❖ Leki immunosupresyjne – obniżające aktywność komórek (antyproliferacyjne)
- ❖ Stenty wielofunkcyjne – pokrywane polimerem jako nośnikiem leków
- ❖ Nowe techniki operacyjne:
 - angioplastyka balonowa wspomagana stentem – rozprężanie ciśnieniowe
 - stenty samorozprężające – metale z pamięcią kształtu



STENT – jest rusztowaniem (nie jest implantem)

Istota inżynierii tkankowej

- 1930 – Alexis Carrell – koncepcja przeszczepów narządowych – opracował metodę zespalania naczyń krwionośnych
 - 1950 – Joseph Murray – pierwszy przeszczep nerki
- Brak optymalnej immunosupresji , brak możliwości monitorowania i kontrolowania odrzutu, ograniczona liczba dawców.....

.....

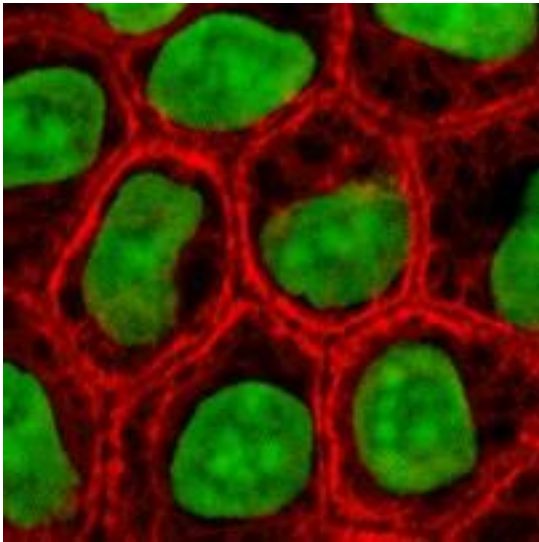
poszukiwanie alternatywnych rozwiązań

- era materiałów syntetycznych i ich wykorzystanie do odtwarzania tkanek---- teflon, silikon ---- zastępniki strukturalne ---- NIE FUNKCJONALNE
- Rozwój technik hodowli komórkowych, badania nad macierzą pozakomórkową, analiza oddziaływań komórek z macierzą i czynnikami wzrostu w niej rezydującymi
- 1960 - mariaż technologii materiałowej z biologią komórki – transplantacje komórek

1980 – tissue engineering inżynieria tkankowa

an interdisciplinary field using material engineering principles and biology to create biological substitutes that reproduce and improve tissue functions

dziedzina interdyscyplinarna wykorzystująca zasady inżynierii materiałowej i biologii w celu stworzenia biologicznych substytutów, które odtwarzają i usprawniają funkcje tkanek



Komórki nabłonkowe mikr.konfokalny





Cellula- najmniejsza funkcjonalna jednostka życia

**„Klucza do rozwiązania każdego problemu związanego z biomateriałami należy szukać w komórce, ponieważ każdy żywy organizm jest lub był pojedynczą komórką”
E.B. Wilson, (1925)**





Pionierzy w badaniach komórek macierzystych

Odkrycie komórek macierzystych (stem-cells discovery Ernst Haeckel 1868)

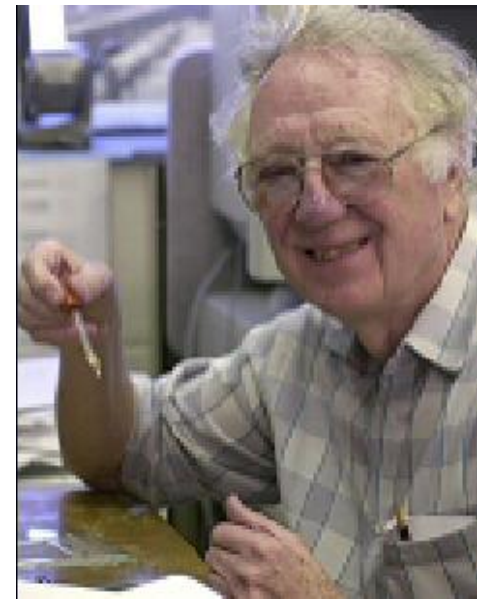
Mario Capecchi
University Utah



Martin J. Evans
University Cardiff



Olivier Smithies
University Chapel Hill



2007- nagroda Nobla w dziedzinie fizjologii i medycyny za *odkrycie zasad użycia zarodkowych komórek macierzystych do modyfikacji genetycznych myszy*



Komórka macierzysta (stem-cell) na fibroblacie (zygota)





General characteristics Ogólna charakterystyka

- **Ability to unlimited divisions**

Asymmetrical distribution: daughter cells, cells to be differentiated

Zdolność do nieograniczonych podziałów

Podział asymetryczny: komórki potomne, komórki przeznaczone do różnicowania

- **It gives rise to at least one type of differentiated cells**

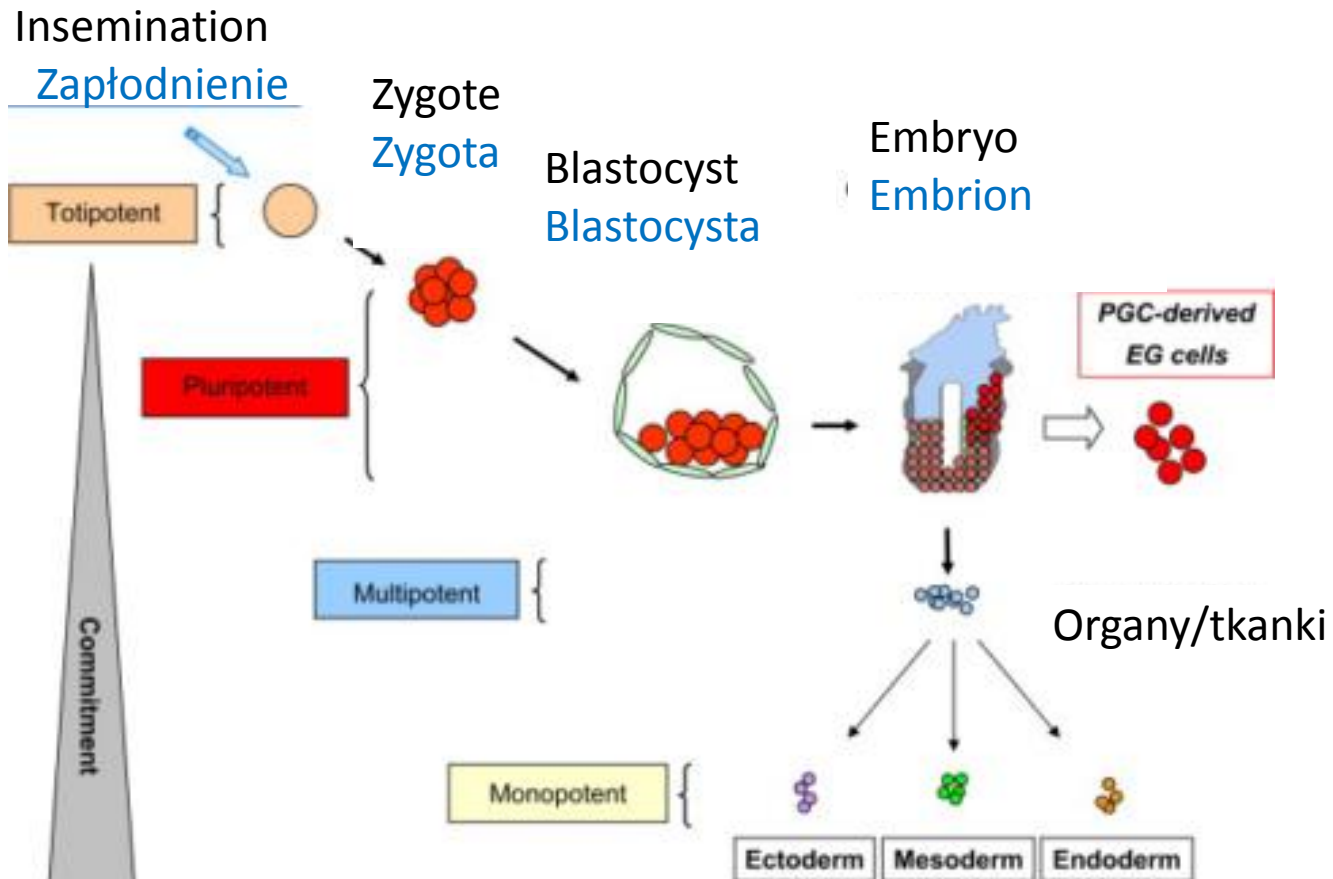
Daje początek co najmniej jednemu typowi zróżnicowanych komórek



Division due to the ability to differentiate

Podział ze względu na zdolność do różnicowania

PGC – primordial germ cells
EG – embryonic germ cells



Zygota – komórka powstała w wyniku zapłodnienia, czyli połączenia haploidalnej gamety męskiej z haploidalną gametą żeńską w procesie rozmnażania płciowego
Blastocysta – stadium rozwoju zarodkowego ssaków. Składa się z trofoblastu i węzła zarodkowego (embrioblast).
Następuje po stadium rozwoju moruli. W stadium blastocysty zarodek zagnieżdża się w śluzówce macicy.



Division due to their origin

Podział ze względu na ich pochodzenie

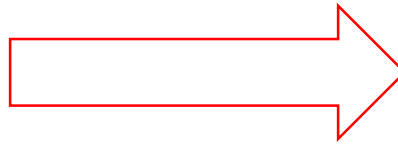
- Embryonic **Embrionalne**
- Isolated from a mature body **Izolowane z dojrzałego organizmu**
- Isolated from umbilical cord blood **Izolowane z krwi pępowinowej**



Embrionic Embrionalne



50 μm



10^{13} komórek

250 typów morfologicznie zróżnicowanych komórek i około 2000 typów komórek rozróżnialnych metodami immunologicznymi i biochemicznymi



Embryonic – characteristics

Embrionalne- charakterystyka

- Zdolne do różnicowania w komórki z 3 warstw germinalnych
Ektoderma, Mesoderma, Endoderma
- Różnicują *in vitro* pod nieobecność czynników wzrostu warunkujących samoodnawianie komórek macierzystych
- Niski poziom spontanicznego różnicowania podczas pasaży
- Ekspresja telomerazy

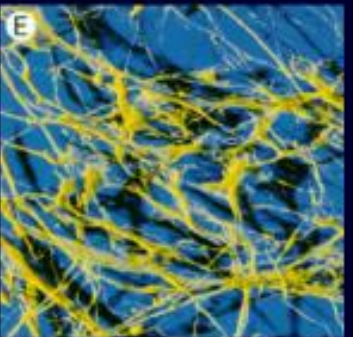
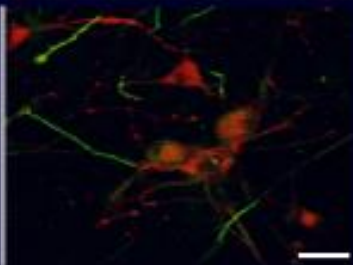
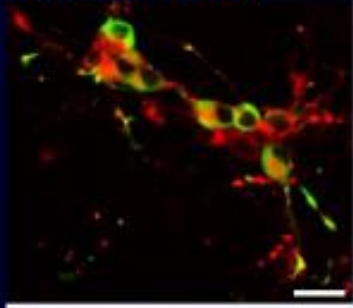
Telomeraza – [enzym](#) rybonukleoproteinowy, którego zadaniem jest dobudowanie brakującego (w związku z tzw. [problemem replikacji końca](#)) 3'-terminalnego odcinka nici [DNA](#) (tak zwanej [nici wiodącej](#))^[1]. Telomeraza posługuje się w tym celu zintegrowaną z nią cząsteczką [RNA](#). Cząsteczka ta ma odcinek bogaty w [cytozyny](#), odgrywający rolę matrycy do wydłużenia końca 3' [DNA](#). Do nici tej dobudowywane są sekwencje [telomerowe](#). Z kolei [prymaza](#) syntetyzuje [primer](#) (RNA starterowy), którego obecność pobudza [polimerazę](#) do odtworzenia brakującego fragmentu [nici opóźnionej](#) DNA. Po [replikacji](#) RNA starterowy jest usuwany. Powstaje nowy ubytek - tym razem jednak w obrębie [telomeru](#), a nie obszaru kodującego

- **Możliwość wielokierunkowego różnicowania *in vitro***
- **Możliwość manipulacji genetycznych**

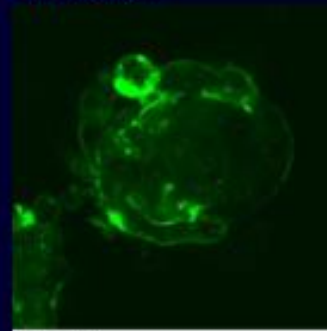


Embrionalne- analiza fluorescencyjna

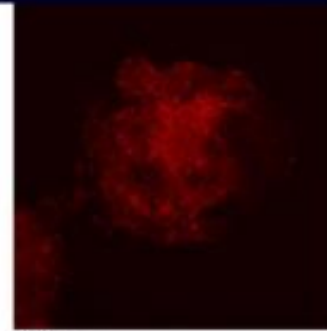
Układ nerwowy



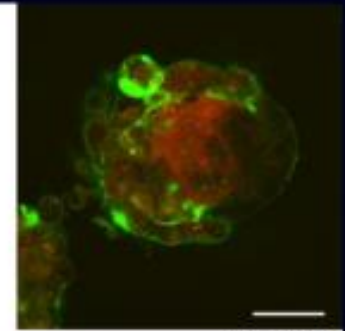
Trzustka



Glucagon

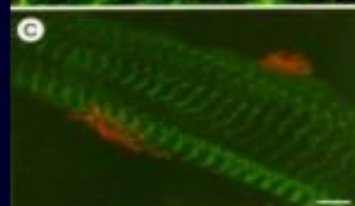


Insulin

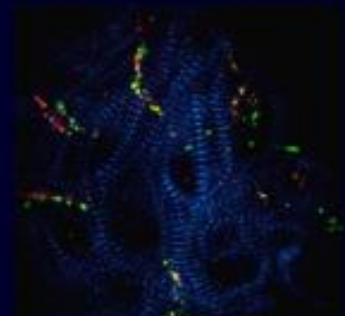
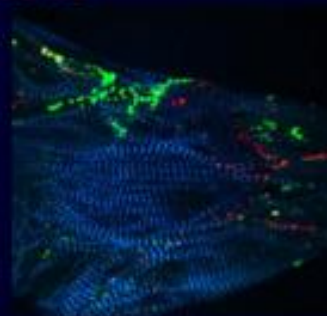


Bar = 20µm

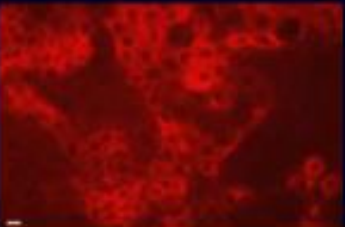
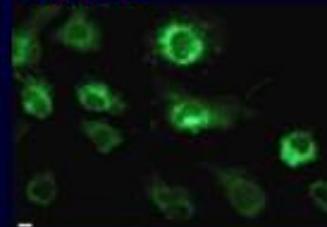
Mięśnie szkieletowe



Serce



Wątroba

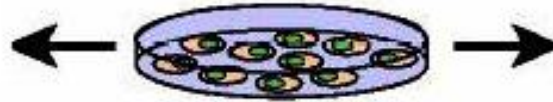




Embryonic - Perspectives of stem cell research

Embrionalne- Perspektywy badań komórek macierzystych

Badanie leków,
testy cytotoksyczności

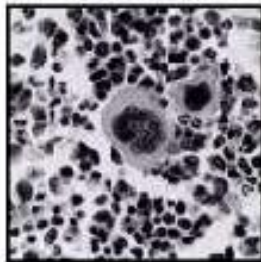


Badanie rozwoju,
kontroli genów

Pluripotencjalne komórki macierzyste
w hodowli *in vitro*



Komórki/tkanki dla celów terapeutycznych



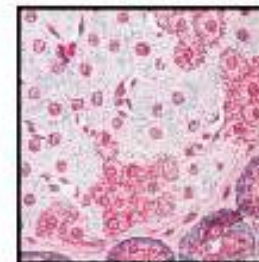
szpik kostny



komórki nerwowe



komórki mięśnia
serca



komórki trzustki



The use of somatic stem cells

Zastosowanie somatycznych komórek macierzystych

- Treatment of hematopoietic diseases
 -
- Treatment of burns and hard-healing wounds
 -
- Treatment of cartilage and bone defects

Leczenie chorób układu krwiotwórczego
Leczenie oparzeń i trudno gojących się ran
Leczenie ubytków chrzęstnych i kostnych



Zastosowanie somatycznych komórek macierzystych



Part

3

The essence of cell and tissue engineering

Istota inżynierii komórkowej i tkankowej

Cells embedded on a three-dimensional carrier after
implantation must have access to nutrient

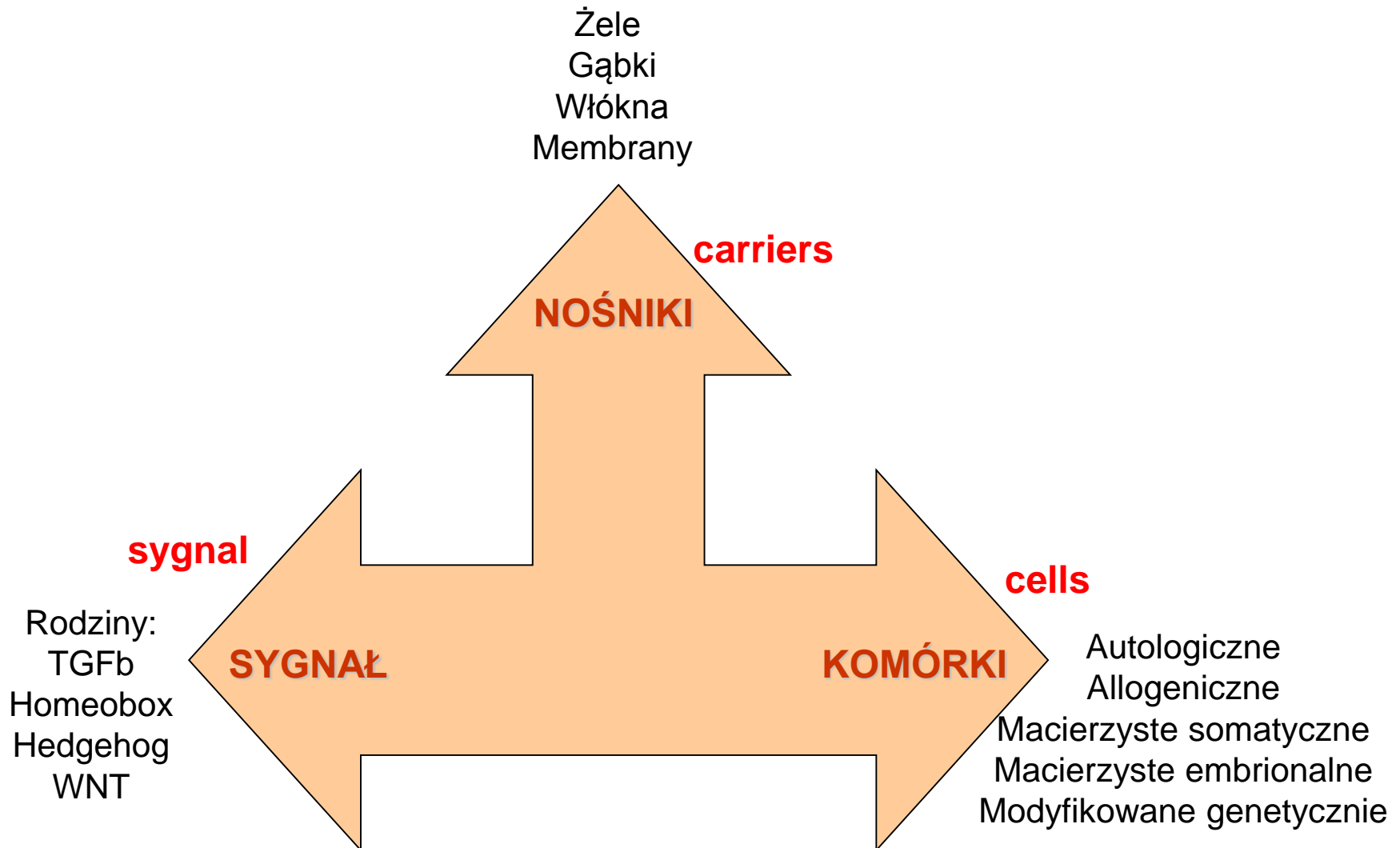
Komórki osadzone na nośniku trójwymiarowym po
implantacji
muszą mieć dostęp do substancji odżywczych

Tissue

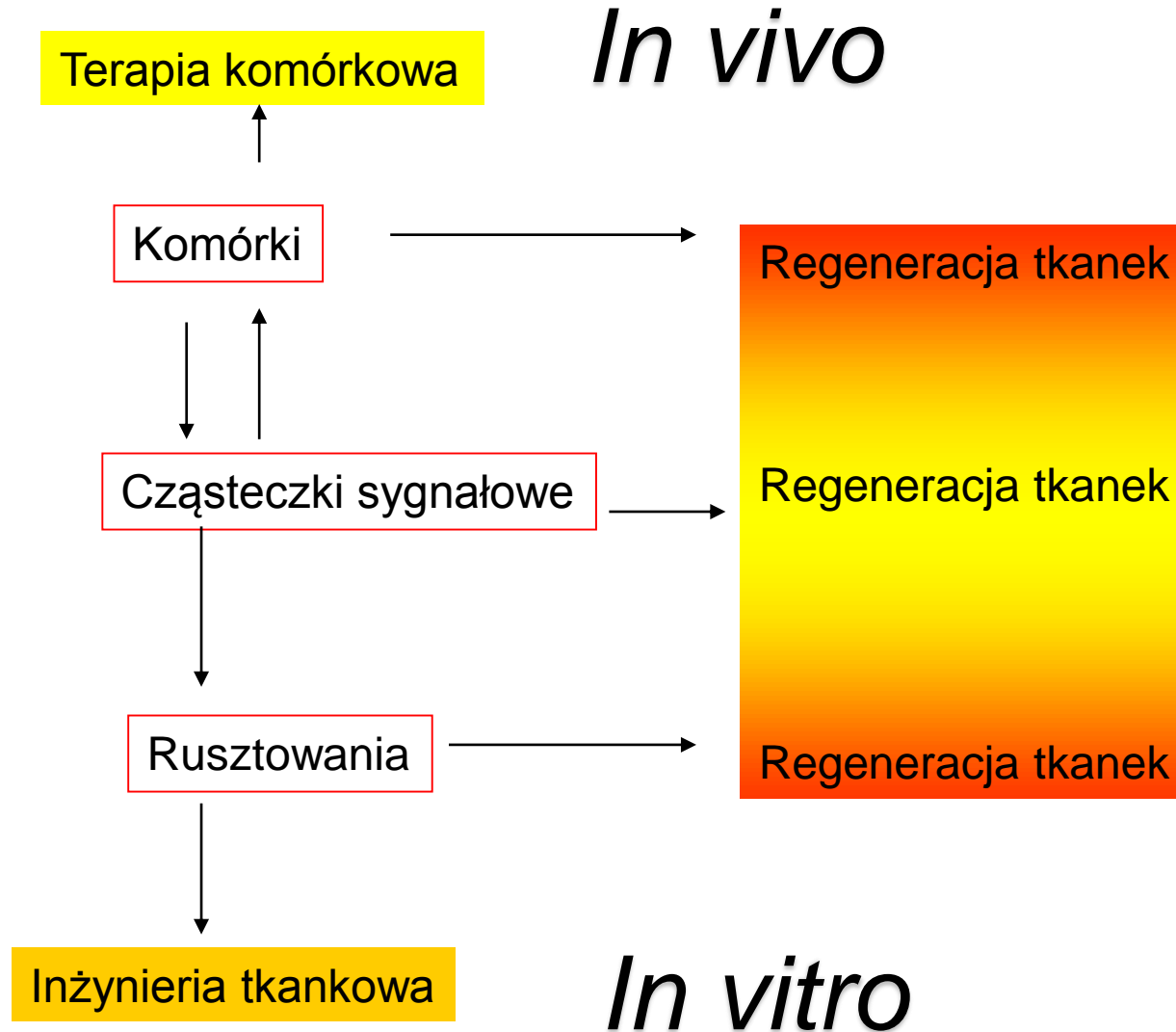
Tkanka

- Cells
 - The extracellular matrix
 - Signaling systems
-
- Komórki
 - Macierz zewnątrzkomórkowa
 - Systemy sygnalizacyjne

TRIADA of tissue engineering TRIADA inżynierii tkankowej



TRIADA of tissue engineering TRIADA inżynierii tkankowej



Limitations of in vitro production of tissue substitutes

Ograniczenia wytwarzania in vitro substytutów tkanek

- sensitivity to biodegradation by metalloproteinases before remodeling tissue remodeling occurs
 - limited possibilities of reconstruction of all tissue structures (e.g. glands and follicles in the skin)
 - delayed neovascularization of the tissue
-
- wrażliwość na biodegradację przez metaloproteinazy zanim nastąpi przebudowa przeszczepionej tkanki (ang. remodeling)
 - ograniczone możliwości odtwarzania wszystkich struktur tkankowych (np. gruczoły i mieszki w skórze)
 - opóźniona neowaskularyzacja tkanki

The optimal carrier Optymalny nośnik

- ↳ Biocompatible
- ↳ Induces intercellular interactions and tissue development
- ↳ Suitable mechanical and physical properties
- ↳ Biodegradable - at an appropriate pace - not to overtake remodeling and do not cause an immune response, products non-toxic degradation
- ↳ Properly regulates the behavior of cells - adhesion, proliferation, migration, differentiation - through adhesion proteins and growth factors

- ↳ Biokompatybilny
- ↳ Indukuje oddziaływania międzykomórkowe i rozwój tkanki
- ↳ Odpowiednie właściwości mechaniczne i fizyczne
- ↳ Biodegradowalny – w odpowiednim tempie- aby nie wyprzedzić przebudowy i nie wywołać odpowiedzi immunologicznej, produkty degradacji nie toksyczny

Właściwie reguluje zachowanie się komórek – adhezja, proliferacja, migracja, różnicowanie- poprzez białka adhezyjne i czynniki wzrostu

The optimal carrier Optymalny nośnik

- Biocompatible
 - Induces intercellular interactions and tissue development
 - Suitable mechanical and physical properties
 - Biodegradable - at an appropriate pace - not to overtake remodeling and do not cause an immune response, products non-toxic degradation
 - Properly regulates the behavior of cells - adhesion, proliferation, migration, differentiation - through adhesion proteins and growth factors
 - Enriched with an optimal cocktail of signaling molecules remodeling of implanted tissue
 - The ability to mobilize the appropriate cells surrounding the tissue to colonization, circulating body fluids, or circulating parent cells
- Biokompatybilny
 - Indukuje oddziaływania międzykomórkowe i rozwój tkanki
 - Odpowiednie właściwości mechaniczne i fizyczne
 - Biodegradowalny ; w odpowiednim tempie- aby nie wyprzedzić przebudowę i nie wywołać odpowiedzi immunologicznej, produkty degradacji nie toksyczne
 - Właściwie reguluje zachowanie się komórek ; adhezja, proliferacja, migracja, różnicowanie- poprzez białka adhezyjne i czynniki wzrostu
 - Wzbogacony w optymalny koktajl cząsteczek sygnałowych kierujących przebudową implantowanej tkanki
 - Zdolność do mobilizowania odpowiednich komórek otaczającej tkanki do zasiedlania, krążących płynów ustrojowych, lub krążących komórek macierzystych

Biotechnology

Biotechnologia

-
- **Biotechnology** is the use of living systems and organisms to develop or make products, or "any technological application that uses biological systems, living organisms, or derivatives thereof, to make or modify products or processes for specific use" (UN Convention on Biological Diversity, Art. 2).^[1] Depending on the tools and applications, it often overlaps with the (related) fields of [bioengineering](#), [biomedical engineering](#), [biomanufacturing](#), [molecular engineering](#), etc.
 - For thousands of years, humankind has used biotechnology in [agriculture](#), [food production](#), and [medicine](#).^[2] The term is largely believed to have been coined in 1919 by Hungarian [engineer Károly Ereky](#). In the late 20th and early 21st centuries, biotechnology has expanded to include new and diverse [sciences](#) such as [genomics](#), [recombinant gene](#) techniques, applied [immunology](#), and development of [pharmaceutical](#) therapies and [diagnostic tests](#).^[2]

Part

4

Application of materials in medicine

Zastosowanie materiałów w medycynie

**Przezskórne zamykanie połączeń wewnątrz
i zewnętrzsercowych**

Implanty

Możliwości leczenia

1. Leczenie chirurgiczne

- Zamykanie ubytków przy pomocy łątek, podwiązek, klipsów lub szycia
- Ryzyko związane z krążeniem pozaustrojowym: krwawienia, zaburzenia neurologiczne, zakażenie
- Dolegliwości pooperacyjne: pragnienie, ból, duszność, zaburzenia rytmu serca
- Długi pobyt szpitalny
- Blizna i zrosty utrudniające ponowne operacje



2. Leczenie kardiologiczne interwencyjne

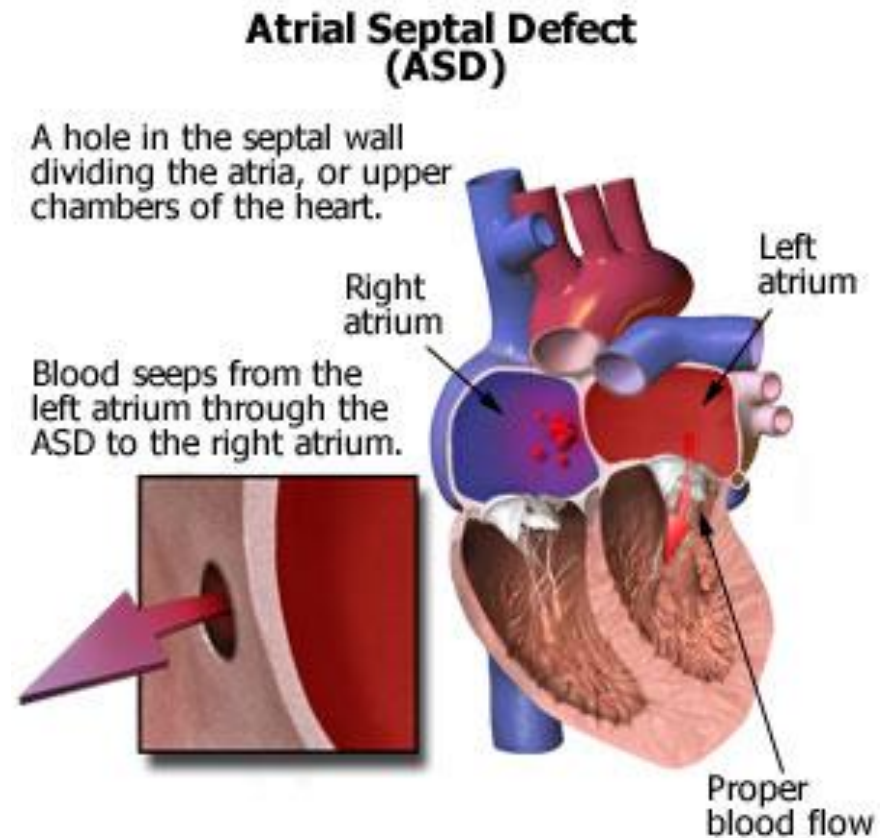
- Zamykanie ubytków przy pomocy małych implantów
- Wprowadzanie implantów przez naczynia obwodowe: eliminacja blizn
- Znikomy ból
- Często możliwość uniknięcia ryzyka znieczulenia ogólnego
- Krótki pobyt szpitalny
- Oszczędność pieniędzy podatników



Implanty

Ubytek przegrody międzyprzedsionkowej typu II – ASD II

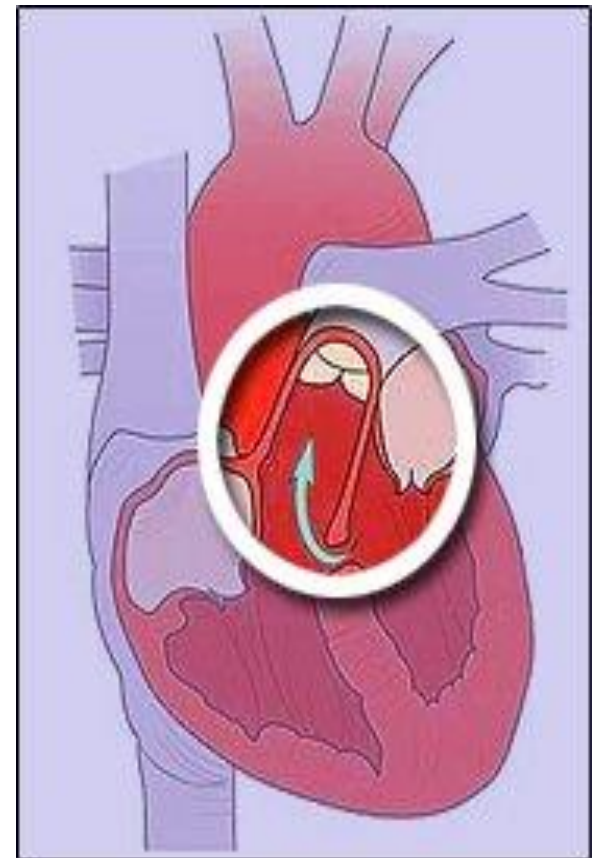
- Niepożądany przepływ krwi z lewego do prawego przedsionka
- Przeciążenie prawej komory
- Przekrwienie płuc
- Zaburzenia rytmu serca
- Ryzyko zatorów mózgowych



Implanty

UBYTEK PRZEGRODY MIĘDZYKOMOROWEJ - VSD

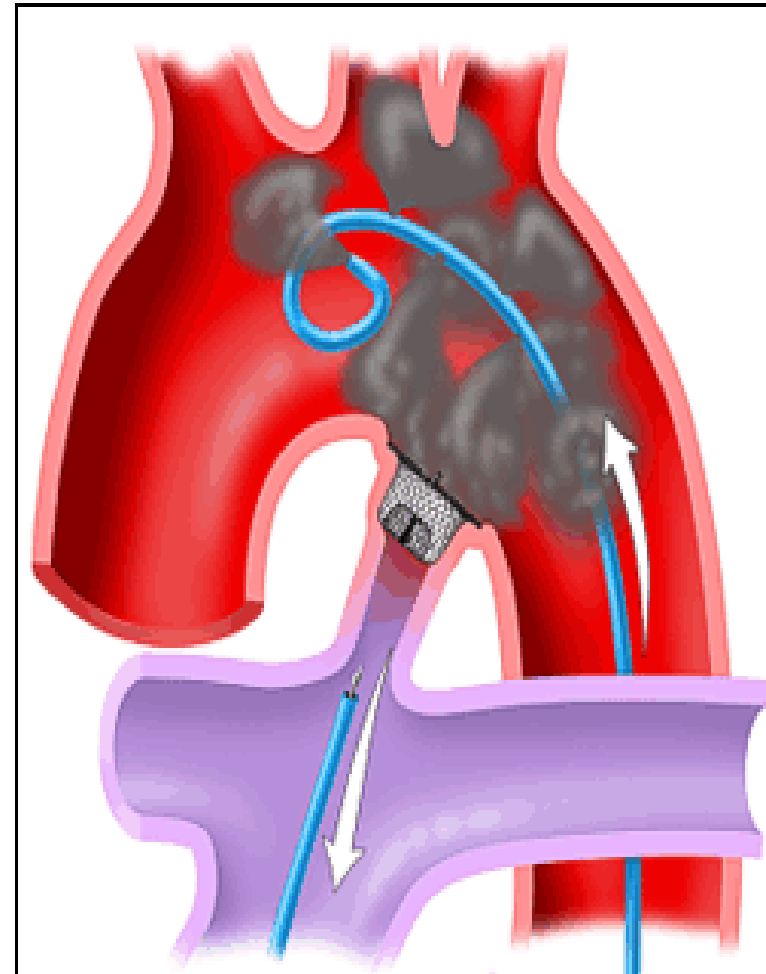
- Wrodzona wada serca lub powikłanie zawału mięśnia sercowego
- Powoduje objawy zastoinowej niewydolności serca – duszność, złą tolerancję wysiłku, słaby przyrost masy ciała u dzieci oraz zwiększoną częstość zapaleń płuc
- Późnym powikłaniem jest nadciśnienie płucne, które bardzo skraca życie



Implanty

Drożny przewód tętniczy Botall'a - WPROWADZENIE

- Pozostałość krążenia płodowego
- Może dawać objawy:
 1. Niewydolności serca
 2. Nadciśnienia płucnego
 3. Zapalenia naczyń



Implanty- metody zamknięcia



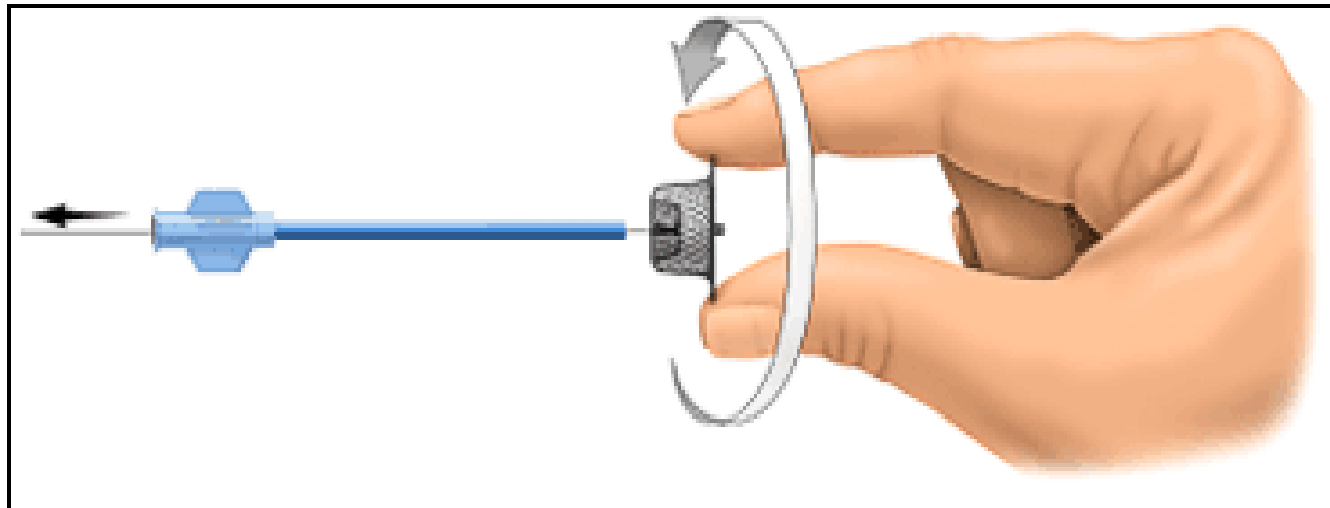
Korek Amplatz'a
- Amplatzer Septal Occluder

- Samorozprężalny – wykonany z pamiętającego kształt drutu nitinolowego
- Kształt „podwójnego dysku”
- Dyski połączone talią, odpowiadającą średnicą ubytkowi w przegrodzie międzyprzedsionkowej
- Wypełniony tkaniną poliestrową, zwiększającą możliwość tworzenia zakrzepu
- W czasie kilku miesięcy pokrywający się śródbłonkiem

Implanty- metody zamknięcia

PDA o średnicy >3 mm 29 cewnikowań

- ✓ Stosowane implanty:
 - Amplatzer Duct Occluder (ADO)
 - CardioSEAL / STARflex (CS/SF)



Rusztowania -stenty

Stenty wieńcowe – nowe możliwości kardiologii interwencyjnej

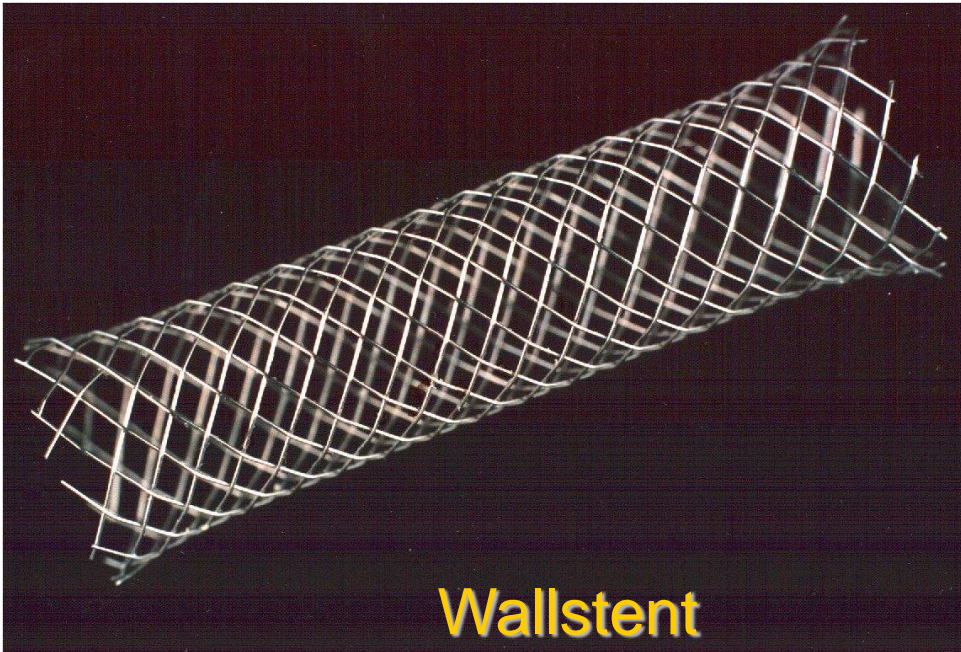
What is a stent? Co to jest stent?

- A type of scaffold of the coronary vessel wall reinforcing its wall from the side of the light
- A kind of endoprosthesis implanted by non-surgical method (catheterization of the heart from the peripheral artery)
- Implantation of the stent is performed by expanding a standard angioplasty balloon on which the stent is placed, or by releasing the stent self-expanding from the implantation set.
- Stents are implanted in a situation of threatening arterial occlusion or unsatisfactory balloon angioplasty (PTCA)
- Routine use of stents improves direct result and distant balloon angioplasty (PTCA)
- Rodzaj rusztowania ściany naczynia wieńcowego wzmacniającej jego ścianę od strony światła
- Jest rodzajem endoprotezy wszczepianej metodą niechirurgiczną (cewnikowanie serca z dostępu przez tętnicę obwodową)
- Implantację (wszczepienie) stentu wykonuje się poprzez rozprężenie standardowego balonu do angioplastyki, na którym umieszcza się stent lub poprzez zwolnienie stentu samorozprężającego się z zestawu służącego do implantacji
- Stenty wszczepia się w sytuacji zagrożenia zamknięcia tętnicy lub niezadowolającego wyniku angioplastyki balonowej (PTCA)
- Rutynowe użycie stentów poprawia wynik bezpośredni i odległych zabiegów angioplastyki balonowej (PTCA)

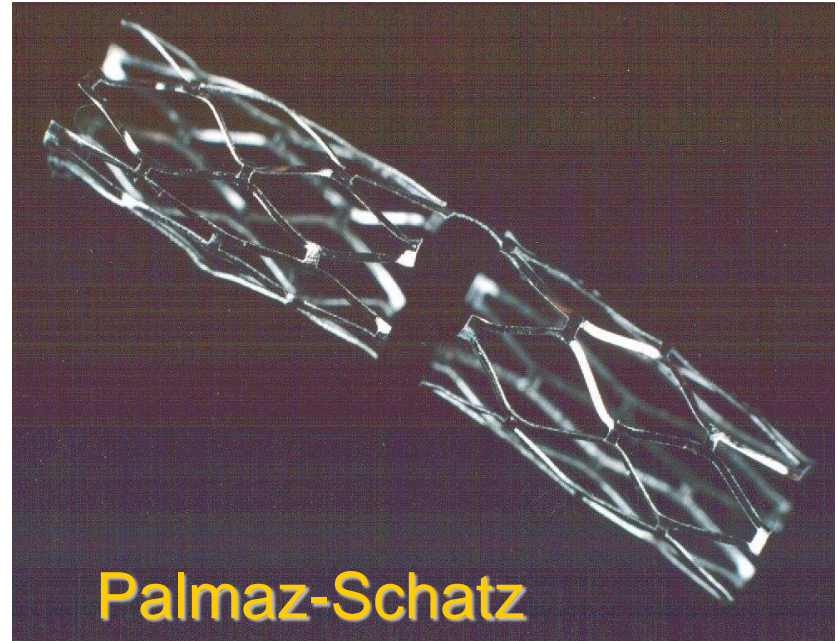
Coronary stents Stenty wieńcowe

- **Dotter: 1960 - tętnice obwodowe psa**
- **Sigwart: 1986 - wszczepienie pierwszych stentów u ludzi (*Wallstent*)**
 - wysoki odsetek powikłań zakrzepowych (do 24%)
 - brak doświadczeń w prowadzeniu profilaktyki przeciwzakrzepowej (heparyna, dekstran, sykumar, dipirydamol)
 - stosowane typy stentów: *Wallstent*,
Palmaz-Schatz, *Gianturko-Roubin*, *Wiktor*

stenty- lata 80-te



Wallstent



Palmaz-Schatz



Wiktor

lata 90- „stentomania”

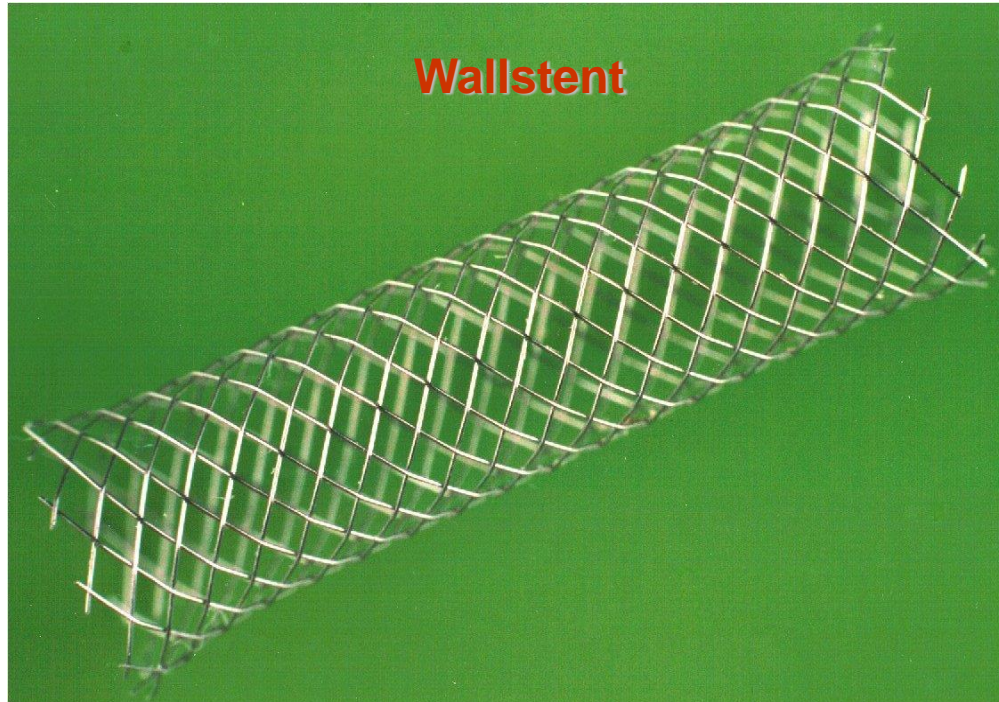
- **wprowadzenie ticlopidyny (1992)**
 - **blokery GP IIb/IIIa**
 - **nowe techniki implantacji stentów: (wysokie ciśnienia, IVUS)**
-

efekt : - zmniejszenie ilości zakrzepicy w stencie < 3%

- zwiększenie ilości planowych implantacji

- rozszerzenie wskazań: SVG, AMI, LM, <3,0mm

Stenty



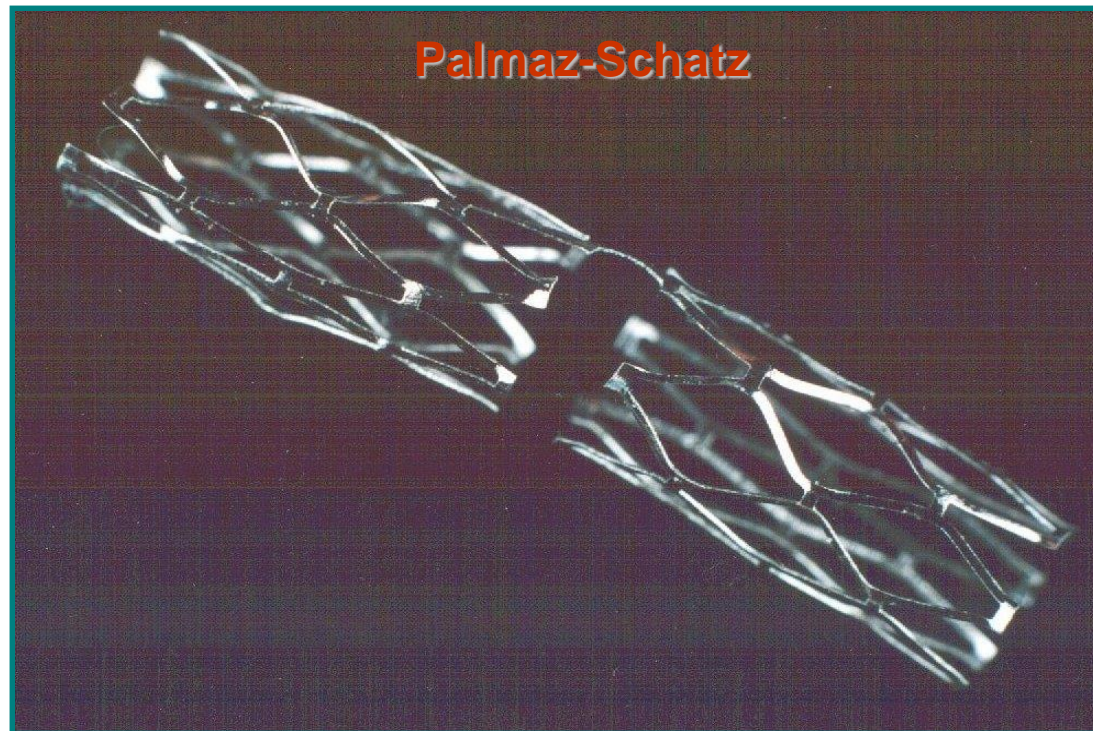
Material	Rdzeń platynowy, powłoka ze stopu kobaltowego
Grubość drutu	0,08-0,1 mm
Skracanie się stentu przy rozprężaniu	15-20%
Pokrycie metalem	~15%

Stenty



Material	Tantal
Grubość drutu	0,127 mm
Skracanie się stentu przy rozprężaniu	<5%
Pokrycie metalem	7-9%
Odbicie sprężyste	3%

Stents Stenty



Material	Stal 316L
Grubość drutu	0,07mm
Skracanie się stentu przy rozprężaniu	2,5-5,3%
Pokrycie metalem	<20%
Odbicie sprężyste	minimalne

Stents: materials Stenty: materiały

- stal austenityczna 316L (większość stentów)
- nitinol: Radius™ , Cardicoil™, HARTSTM, Paragon™
- platyna / iryd (90/10): Angiostent™
- tantal: Wiktor®, Cordis™ , Strecker™
- kobalt: Magic Wallstent™ (rdzeń platynowy)
- złoto: (zewnątrzna powłoka): NIROYAL™
- polimery: fosforylocholina - DyvYsio™ stent,
PTFE - Jostent®
- stopy kobaltu: Driver™, Vision™
- tytan: TTS

Stents – desirable features of stents Stenty - pożądane cechy stentów

- Giętkość (*flexibility*)
- Łatwość przesuwania w cewniku i tętnicach (*tractability*)
- Niski profil stentu na balonie (*low stent profile on the balloon*)
- Widzialność fluoroskopowa (*radiopacity*)
- Niska trombogenność (*low thrombogenicity*)
- Neutralność tkankowa (*biocompatibility*)
- Dobra rozprężalność (*expandability*)
- Brak odbicia sprężystego (*no elastic recoil*)
- Wytrzymałość mechaniczna na siły zewnętrzne (*mechanical strength for external forces*)
- Dobre pokrycie stentem ściany naczynia (*good stent coverage of the vessel wall*)
- Mała całkowita powierzchnia metalu (*small total surface area of metal*)
- Dobre własności reologiczne (*good rheological properties*)

Stent impact on the blood and artery wall

Oddziaływanie stentu na krew i ścianę tętnicy

Inflammation reaction Odczyn zapalny

- 0: Brak odczynu zapalnego
- I: Ogniska komórek w <25% otaczają drut
- II: Komórki zapalne w 25-50% otaczają drut
- III: Komórki zapalne w 50-75% otaczają drut
- IV: Komórki zapalne w 100% otaczają drut

Presence of fibrin Obecność fibryny

- 0: Brak obecności fibryny wokół drutu
- I: Złogi fibryny w <25% otaczają drut
- II: Złogi fibryny w 25-50% otaczają drut
- III: Złogi fibryny w 50-75% otaczają drut
- IV: Złogi fibryny w 100% otaczają drut

Blutung Ukrwotocznienie

- 0: Brak erytrocytów wokół drutu stentu
- I: Złogi krwinek w <25% otaczają drut
- II: Złogi krwinek w 25-50% otaczają drut
- III: Złogi krwinek w 50-75% otaczają drut
- IV: Złogi krwinek w 100% otaczają drut

Endotelialization Endotelializacja

- 0: Brak pokrycia drutu komórkami śródbłonna
- I: Pokrycie <25% powierzchni drutu
- II: Pokrycie 25-75% powierzchni drutu
- III: Pokrycie 100% powierzchni drutu
- IV: Drut pokryty przez neointymę

Fibryna, włóknik – [proste białko fibrylarne](#), wytrącające się z [osocza krwi](#) podczas procesu jej [krzepnięcia](#). tworzy rusztowanie [skrzepu](#). Powstaje z [fibrynogenu](#) w wyniku działania [trombiny](#)

Implanty

Komory wspomaganie serca



Najlepszym wyborem zamienników dla ludzkiego ciała lub organów są materiały biologiczne lub analogi tkanki

Prof. Zbigniew Religa czuwa przy pacjencie w trakcie operacji transplantacji serca. Zdjęcie zostało zrobione w 1987 r. przez Jima Stanfielda i zostało opublikowane w *National Geographic*.

Implanty- komory wspomaganie serca

Wspomaganie krótkoterminowe

Implanty- komory wspomagania serca

Pulsacyjna, pneumatyczna pompa zewnątrzustrojowa



BerlinHeart

- różne wielkości pompy
- wyposażone w zastawki dyskowe
- nowe pompy wyposażone w zastawki PU
- przeżycie > 1year

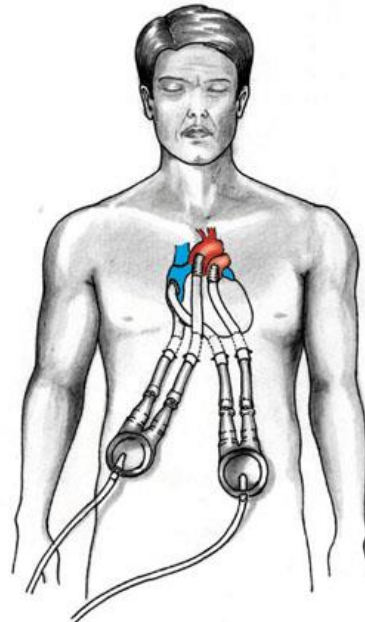
Implanty- komory wspomagania serca

Pulsacyjna, pneumatyczna pompa zewnątrzustrojowa



POLVAD – The Polish VAD

- 80 cc pompa z zastawkami dyskowymi

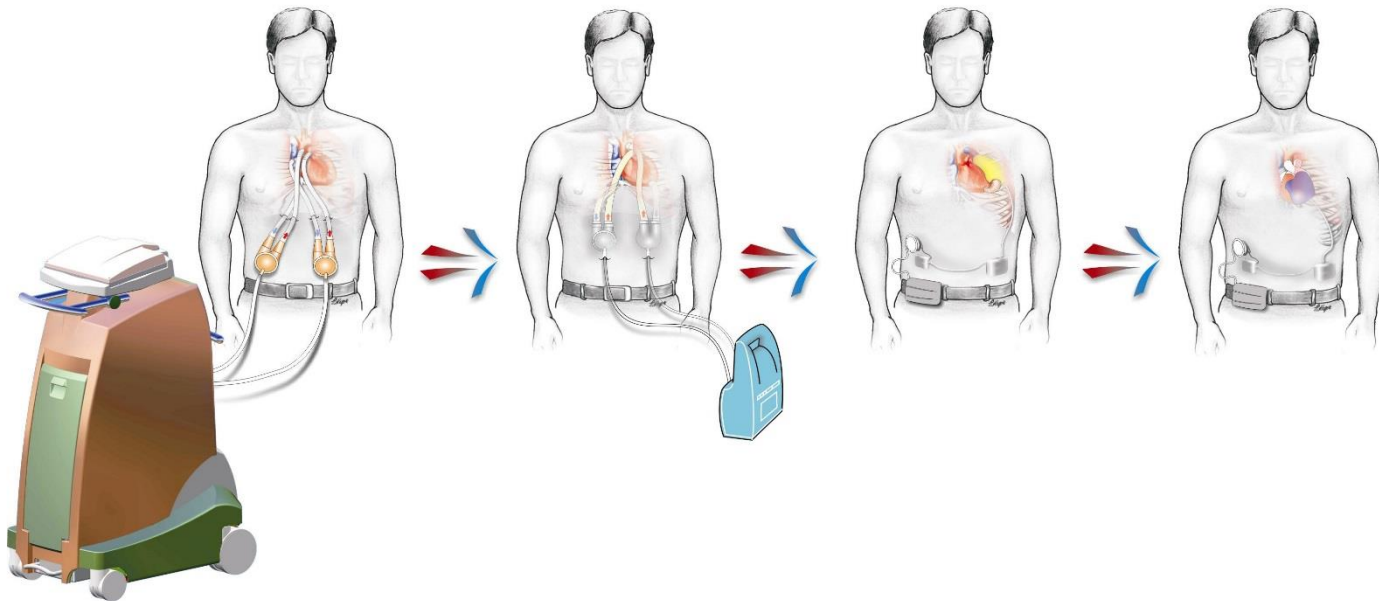


Implanty- komory wspomaganie serca

Mechaniczne wspomaganie serca- projekt Polski

Implanty- komory wspomagania serca

POLVAD



- A) – krótkoterminowe wspomaganie- system zewnątrzustrojowy
- B) – system implantowalny z przedłużonym czasem wspomagania
- C) – system całkowicie wszczepialny do wspomagania permanentnego
- D) – system całkowicie wszczepialny

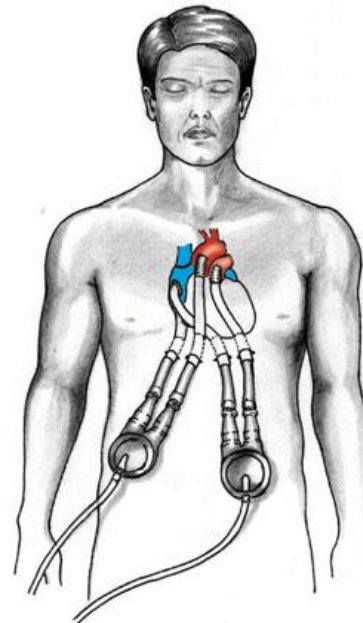
Implanty- komory wspomagania serca

Pulsacyjna, pneumatyczna pompa zewnątrzustrojowa

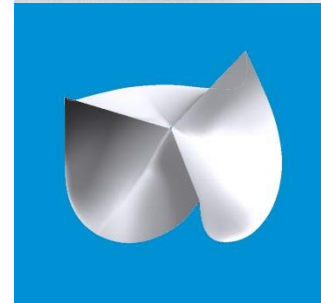
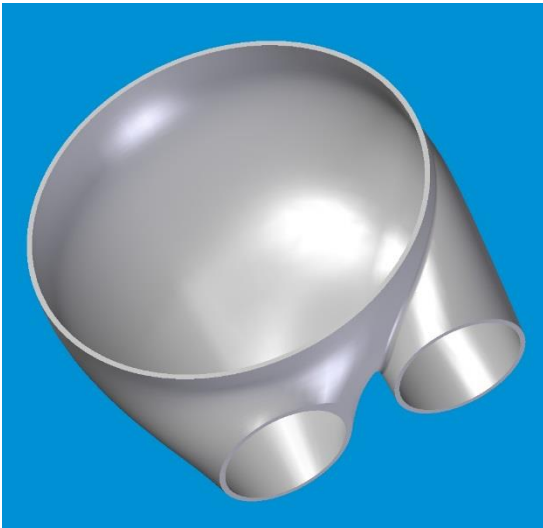
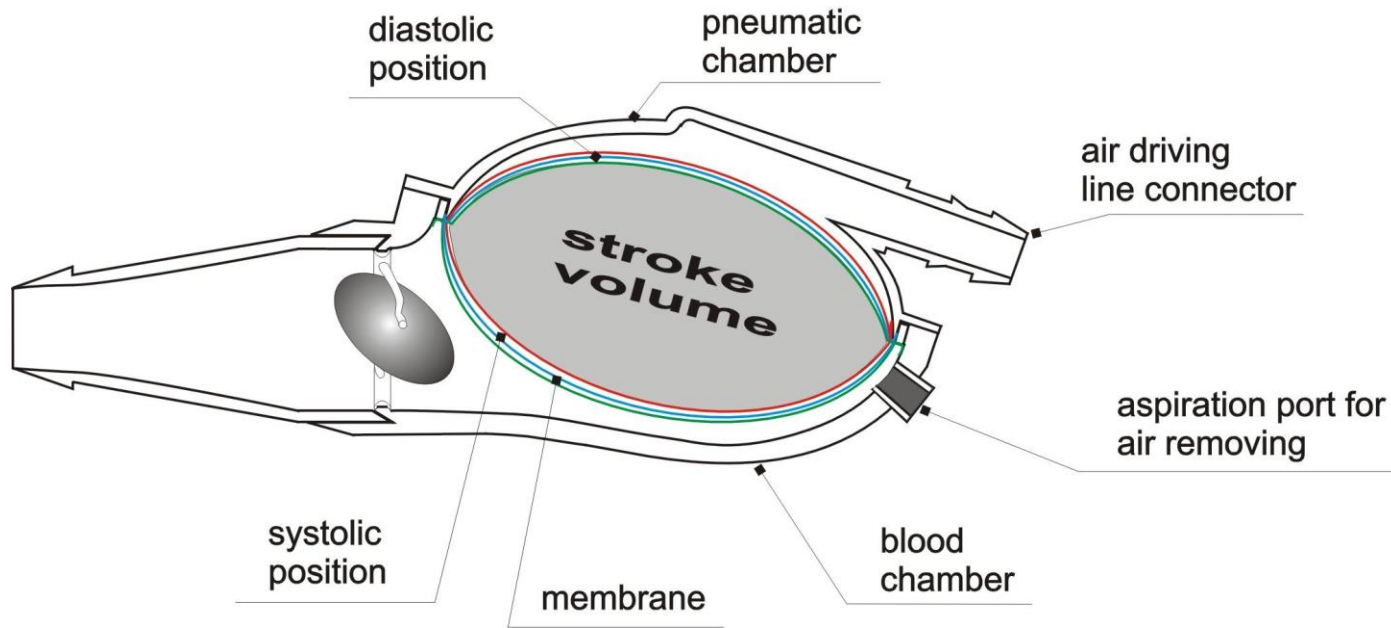


POLVAD – The Polish VAD

- POLVAD-EX
- POLVAD-IMPL



Polvad -MEV



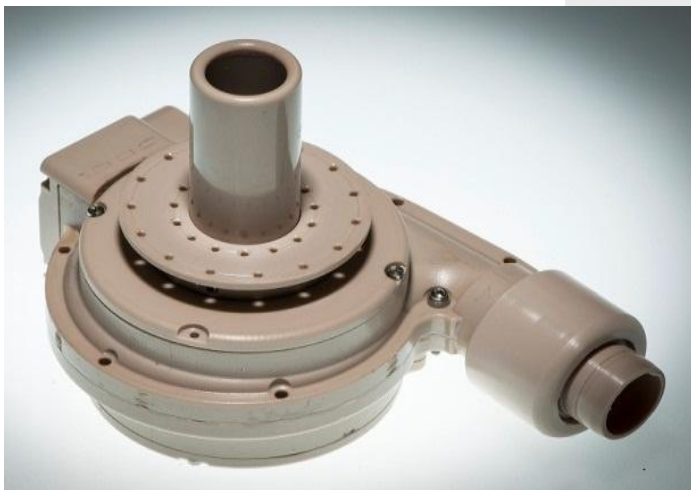
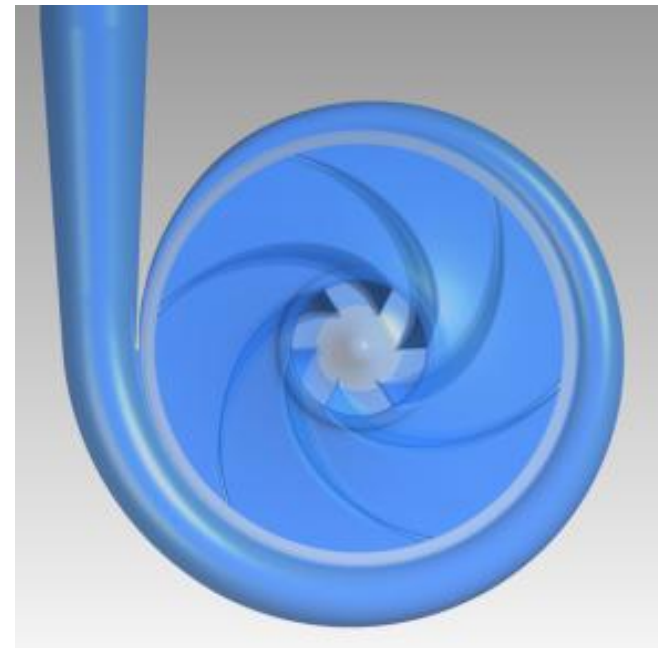
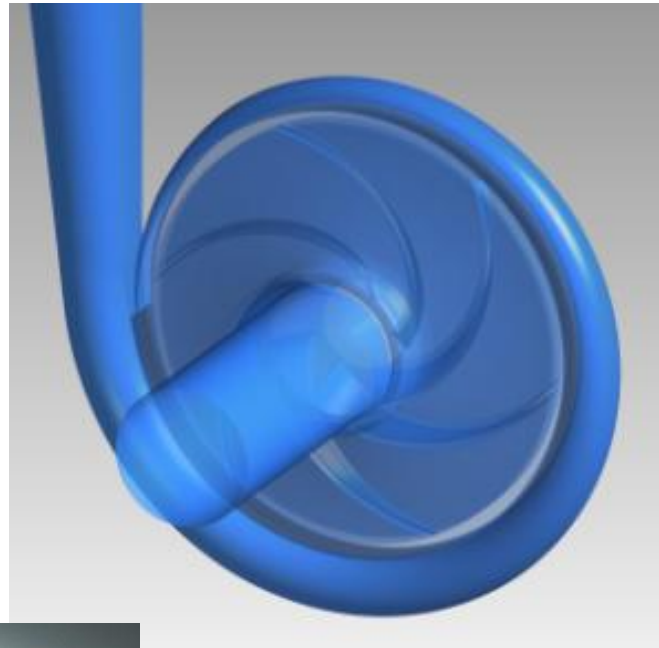


Konstrukcja wszczepialnej, pneumatycznej komory wspomagania serca ReligaHeart IMPL



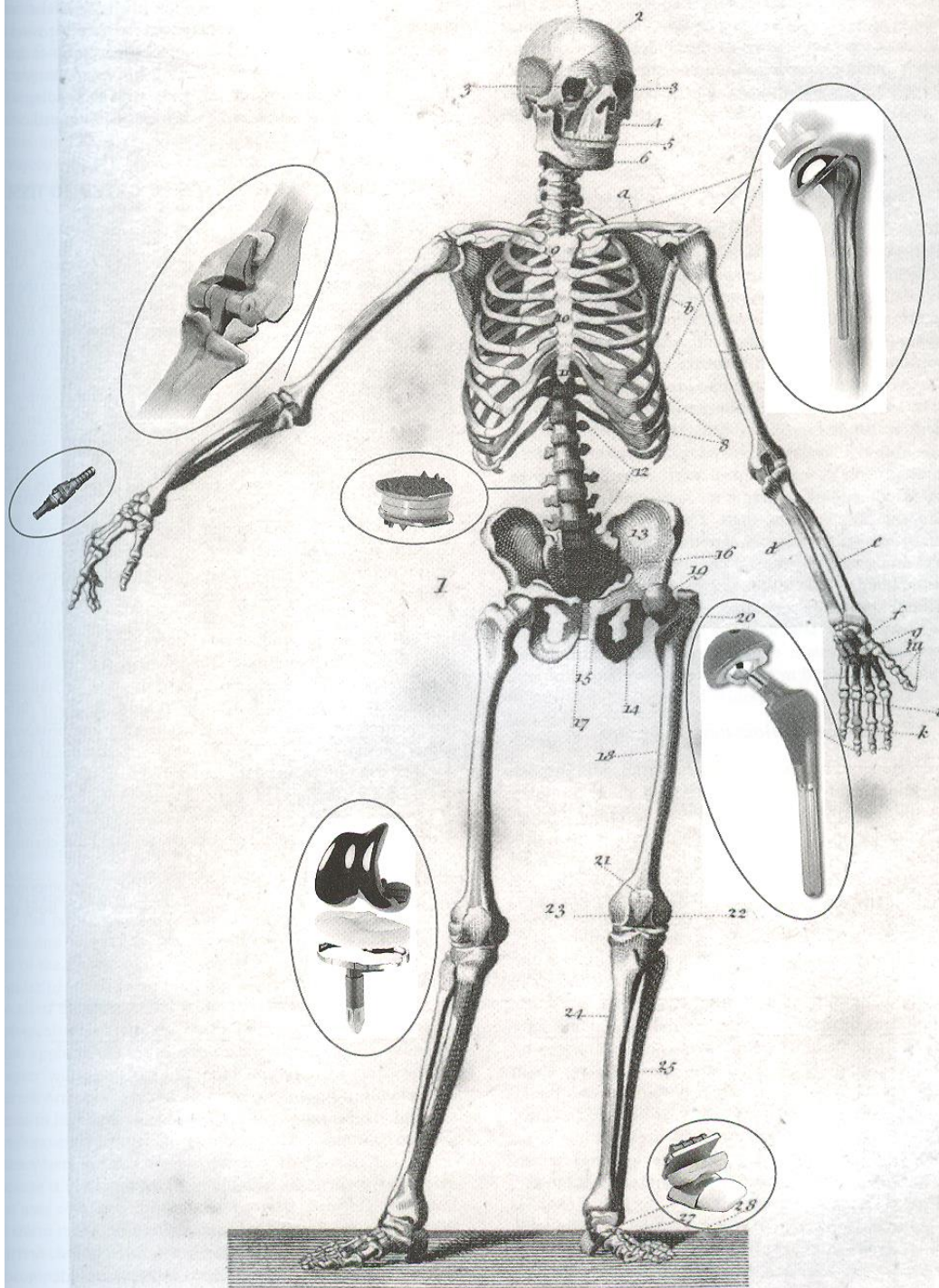


Powierzchnie wirnika pompy ReligaHeart ROT



Implanty

Implanty ortopedyczne



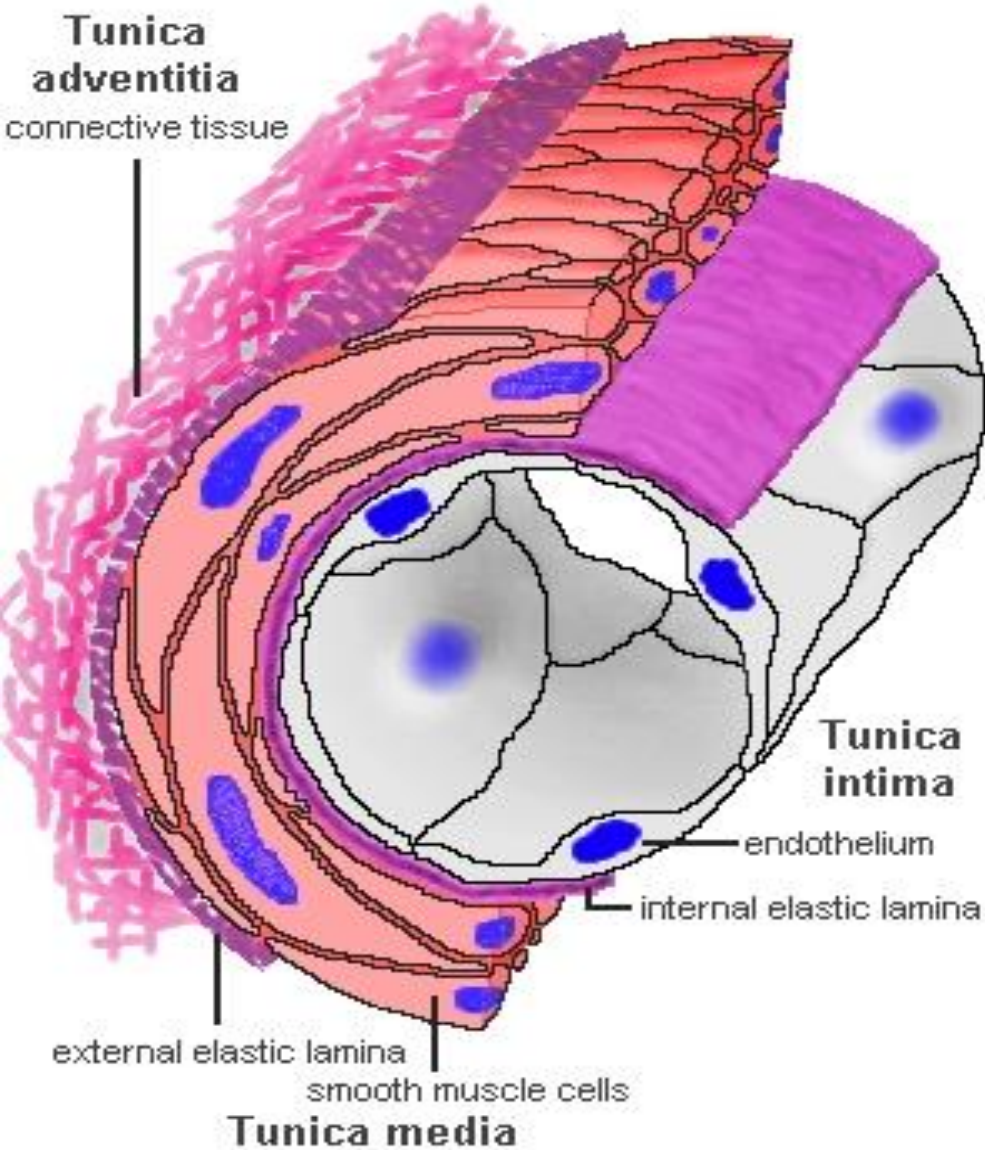


Badania własne

Modyfikacja powierzchni inspirowana biomedycznie

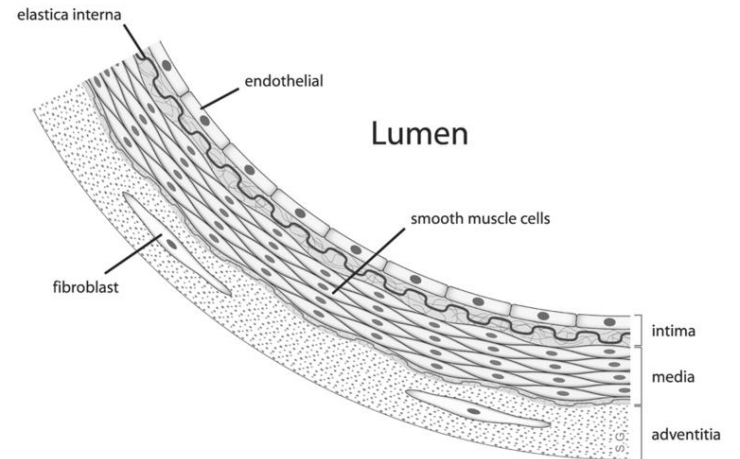


ANALOG TKANKI



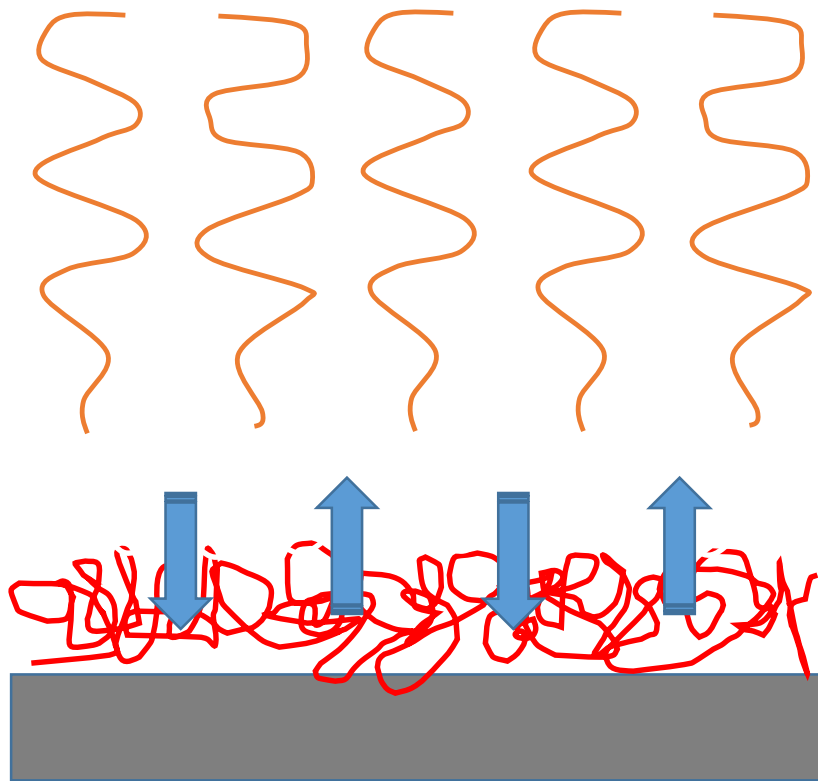
Natural vessel multilayer structure

- Tunica intima
- Tunica media
- Tunica adventita





Functional semi-porous materials



Proposition

Antythrombogenic function

Porous coatings

Substrate with ceramic/metallic coatings



Growth stimulation

Growth self-control

Endothelial cells

**Protein:
Fibronectin
or serum protein**

Muscle cells

**Synthetic semi-
porous
material**

Polymer with the modified functional surface



MODELE IN VIVO

