



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

**“BIOMATERIALI”
ANNO ACCADEMICO
2014/15**

Andrea Bagno

Dipartimento di Ingegneria Industriale

andrea.bagno@unipd.it

049-8275004

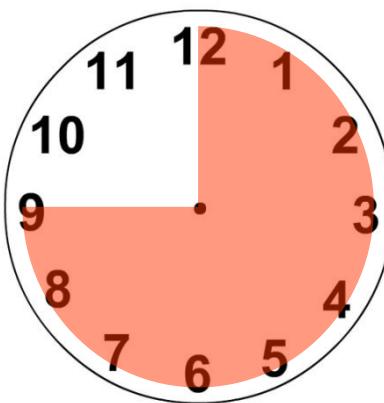
Ricevimento:

martedì dalle 10 alle 12 e su appuntamento

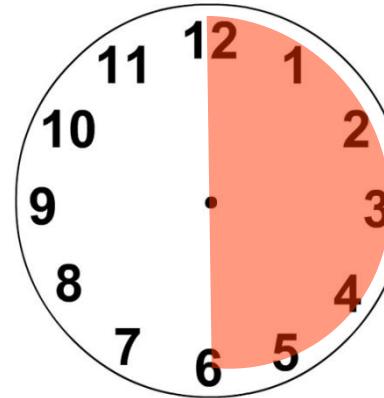
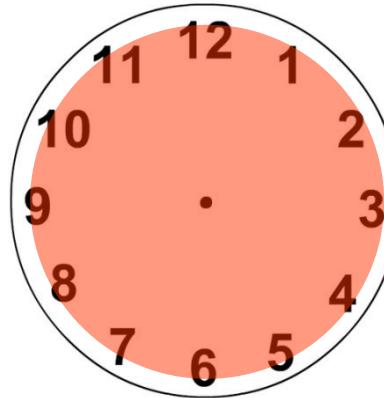
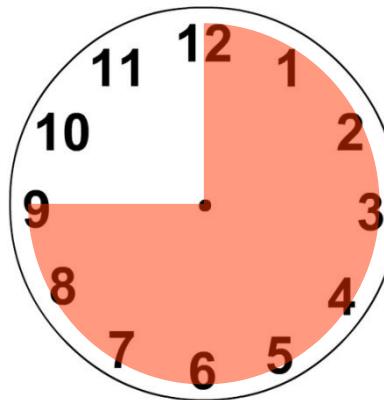


Orario settimanale

Lunedì	Martedì	Mercoledì	Giovedì	Venerdì
Aula Ve 14.15 – 16.15		Aula Le 8.15 – 10.15		



+



Durata del Corso:

2 marzo 2015 – 12 giugno 2015

Vacanze di Pasqua:

3 – 8 aprile 2015

Altre festività:

25 aprile 2015

1 maggio 2015





- **2 verifiche in itinere per gli studenti in corso**
(2 compitini con 3 domande aperte equivalenti per punteggio)
1° - mercoledì 22 aprile 2015
2° - mercoledì 10 giugno 2015
- **appelli orali nelle sessioni stabilite dalla Scuola**



Appelli per l'A.A. 2014/2015

	Giorno	Ora	Aula
1° Semestre	Venerdì 6 febbraio 2015	9.30	RHo3
	Venerdì 20 febbraio 2015	9.30	RHo3
2° Semestre	Giovedì 25 giugno 2015	9.30	RHo3
	Venerdì 24 luglio 2015	9.30	RHo3
Recupero	Giovedì 10 settembre 2015	9.30	RHo3

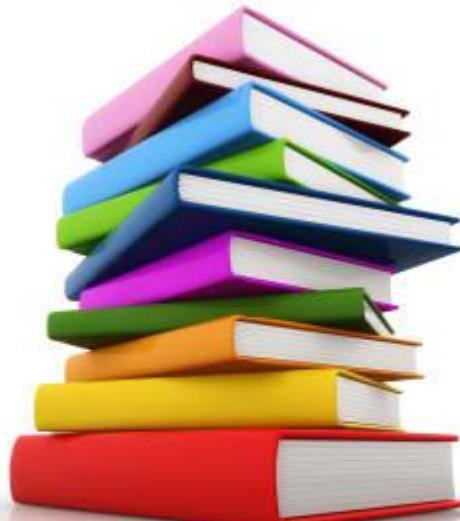
+ un appello da fissare nella prima sessione utile dell'AA 2015/2016

Testi consigliati:

- **C. Di Bello**

Biomateriali

Patron Editore, 2004



Testi per consultazione:

- **R. Pietrabissa**

Biomateriali per protesi ed organi artificiali

Patron Editore, 1996

Altro materiale didattico ed info aggiornate:

[https://elearning.dei.unipd.it /](https://elearning.dei.unipd.it/)

Composizione della classe:

- ✓ Ingegneria biomedica
- ✓ Ingegneria dell'informazione
- ✓ Ingegneria ???
- ✓ Ospiti ???





VALUTAZIONE DELLA DIDATTICA

Risultati di apprendimento previsti

è previsto che gli studenti comprendano, a partire dalla **relazione tra struttura e funzione**, quali sono le **principali caratteristiche e proprietà** dei materiali (biologici, metallici, polimerici, ceramici e compositi) comunemente utilizzati nelle **applicazioni biomediche**, con specifico riferimento ai materiali impiegati per la costruzione di **dispositivi protesici**.

Programma

Biomateriali: definizioni ed applicazioni; classificazione dei biomateriali: materiali tradizionali e tessuti biologici.

Lo stato solido: il legame chimico e la struttura cristallina.

Componenti della cellula. Fondamenti di morfologia e biologia cellulare per la definizione della struttura e della composizione dei materiali biologici.

I biomateriali polimerici, metallici, ceramici e compositi.

Applicazioni in campo medico dei biomateriali e problematiche connesse: caratteristiche e proprietà dei biomateriali; biocompatibilità.

Ambiti applicativi dei biomateriali: protesi vascolari, protesi valvolari cardiache, protesi articolari. Materiali sostitutivi ed innovativi.

Alcuni esempi ...

Che cos'è?



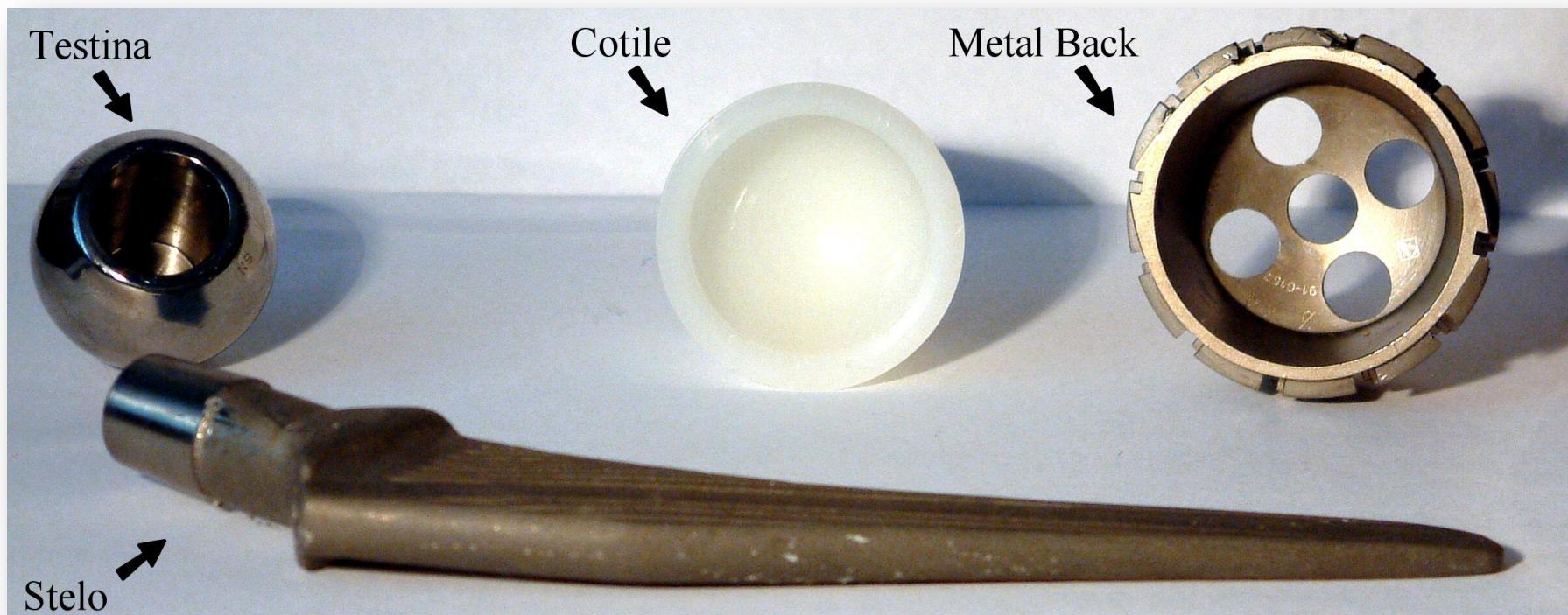
**È una vite in
acciaio
per ridurre
una frattura**

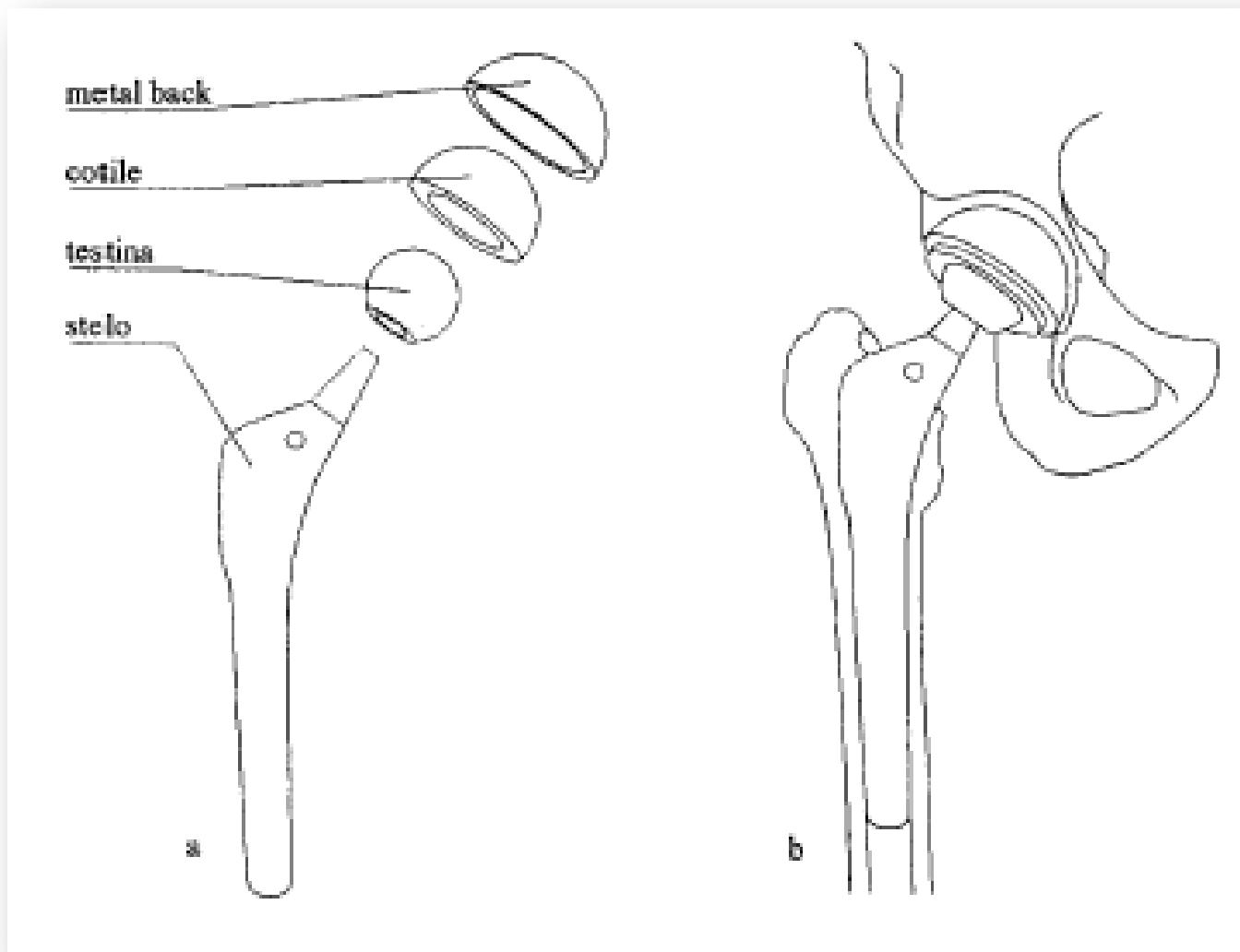




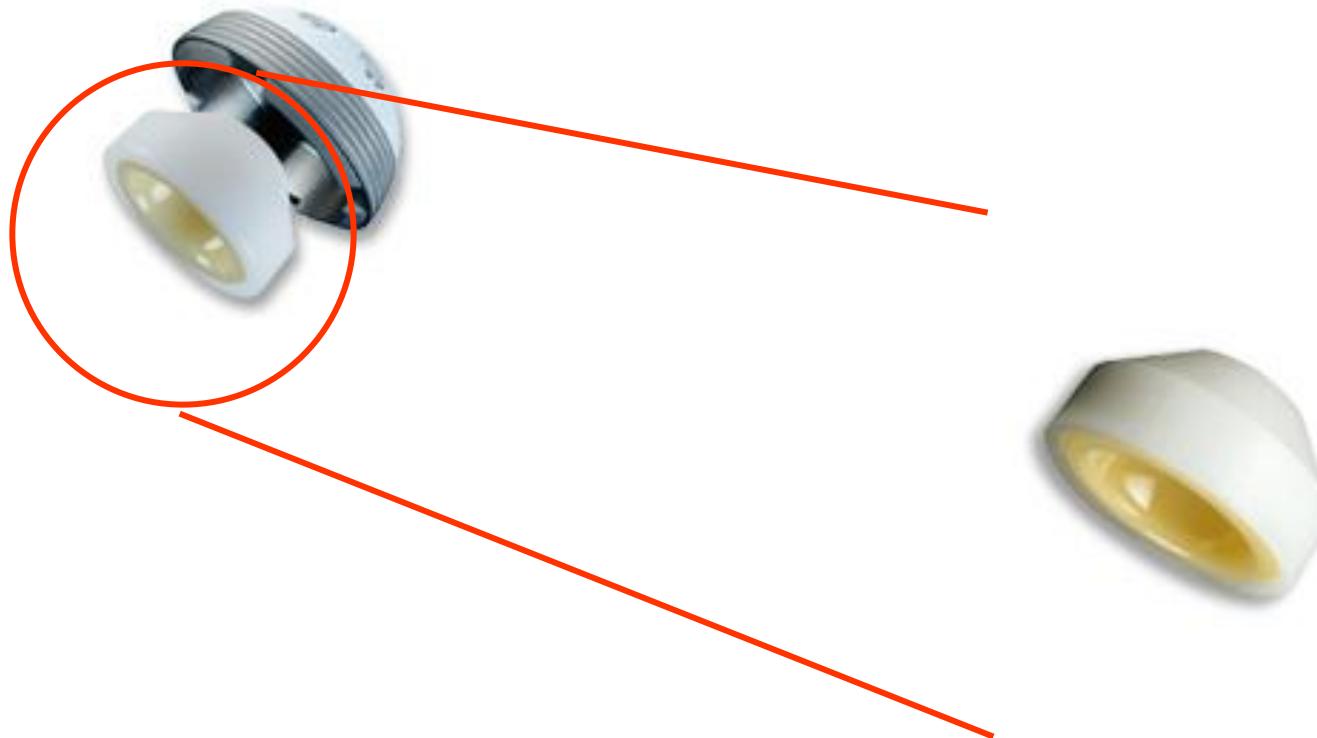


**È ciò che rimane di un
inserto accoppiato di
UHMWPE e ceramica
in una protesi d'anca**





In questo caso l'inserto cotiloideo era formato da polietilene UHMWPE e ceramica



Il paziente, ad un anno di distanza dall'intervento di sostituzione totale dell'anca, non avvertiva sintomi particolari; solo l'esame radiografico ha permesso di sospettare ciò che il chirurgo ha poi visto con i suoi occhi





Non c'è più la ceramica
e la testa femorale “balla” nel polietilene



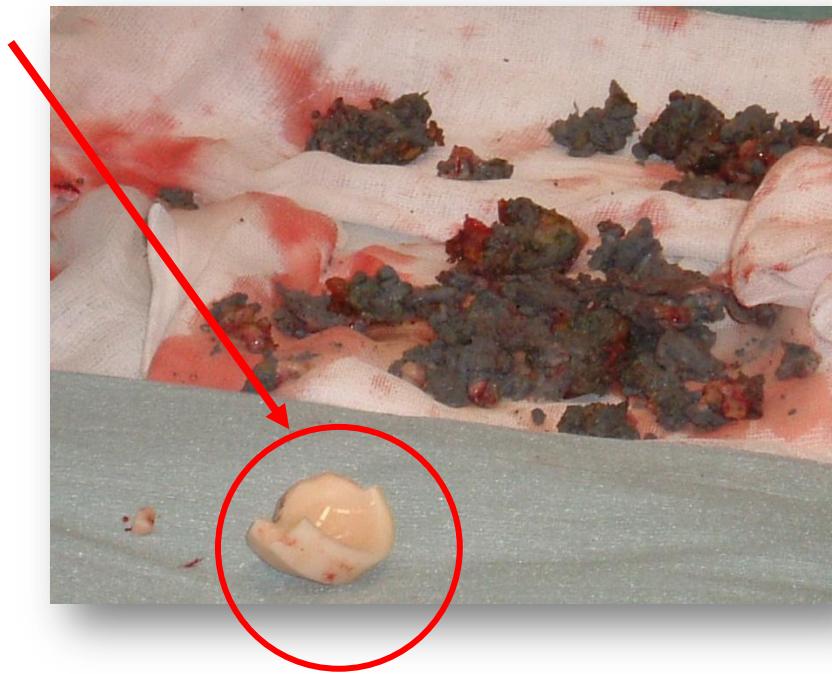
Il metal back non è danneggiato ma è
presente materiale fibroso



La sede in UHMWPE si è ovalizzata!

E la ceramica dell'inserto?

Questo è il pezzo
più grande, circa
metà ...



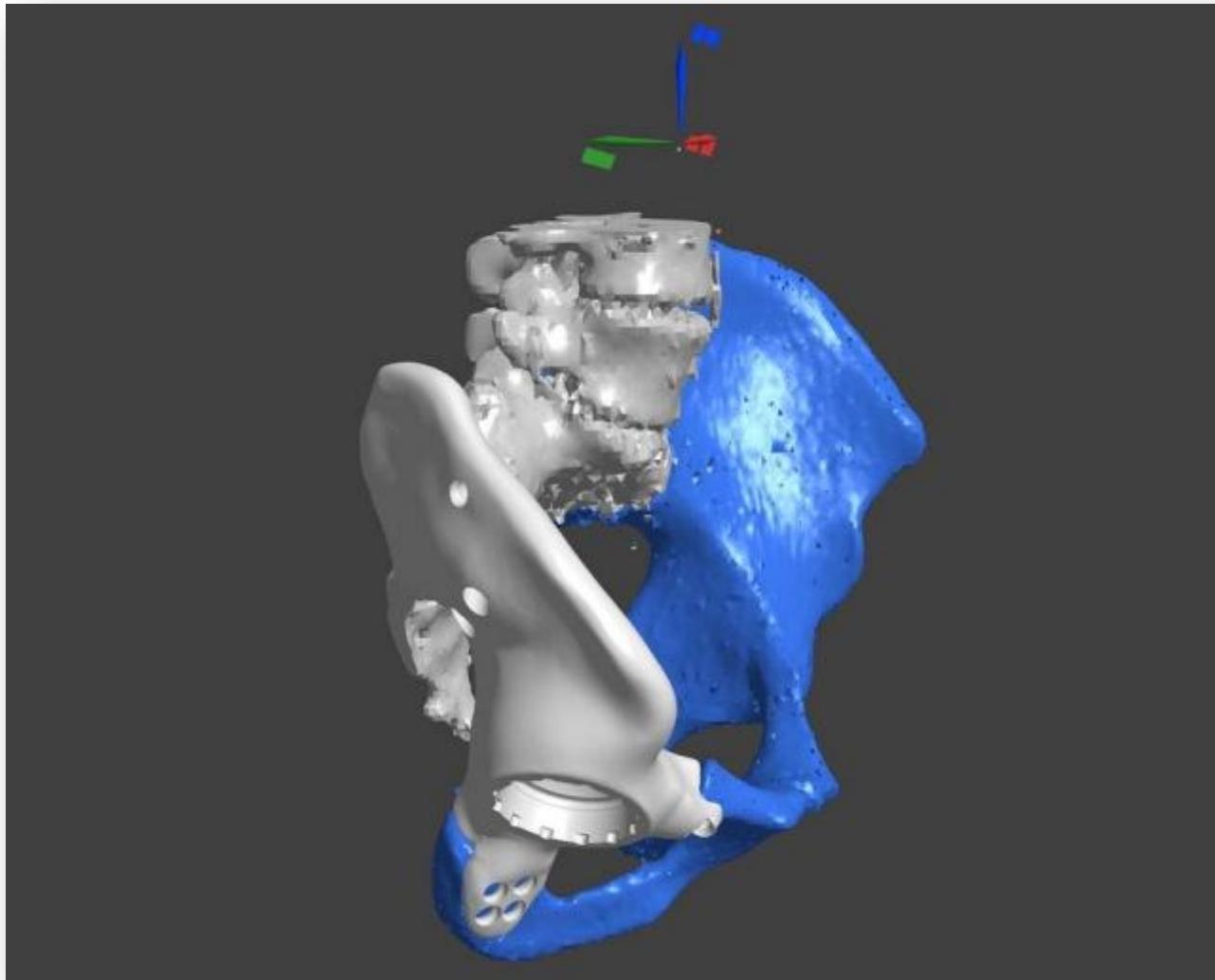
... l'altra metà è stata frammentata in pezzi più piccoli,
che sono stati “attaccati” dall'organismo e ricoperti da
tessuti fibrosi



Protesi artificiale - semibacino e anca - realizzata in titanio e tantalio (quest'ultimo materiale "lega" bene con le ossa umane) impiantata su un diciottenne torinese malato di tumore osseo all'ospedale Cto della Città della Salute di Torino (febbraio 2015)

L'intervento, durato dodici ore, è il primo al mondo di questo genere ed è frutto della collaborazione fra tre diverse équipe della Città della Salute

La protesi arriva dagli Usa: è stata realizzata sulla base di un calco ricavato da una Tac ad altissima definizione

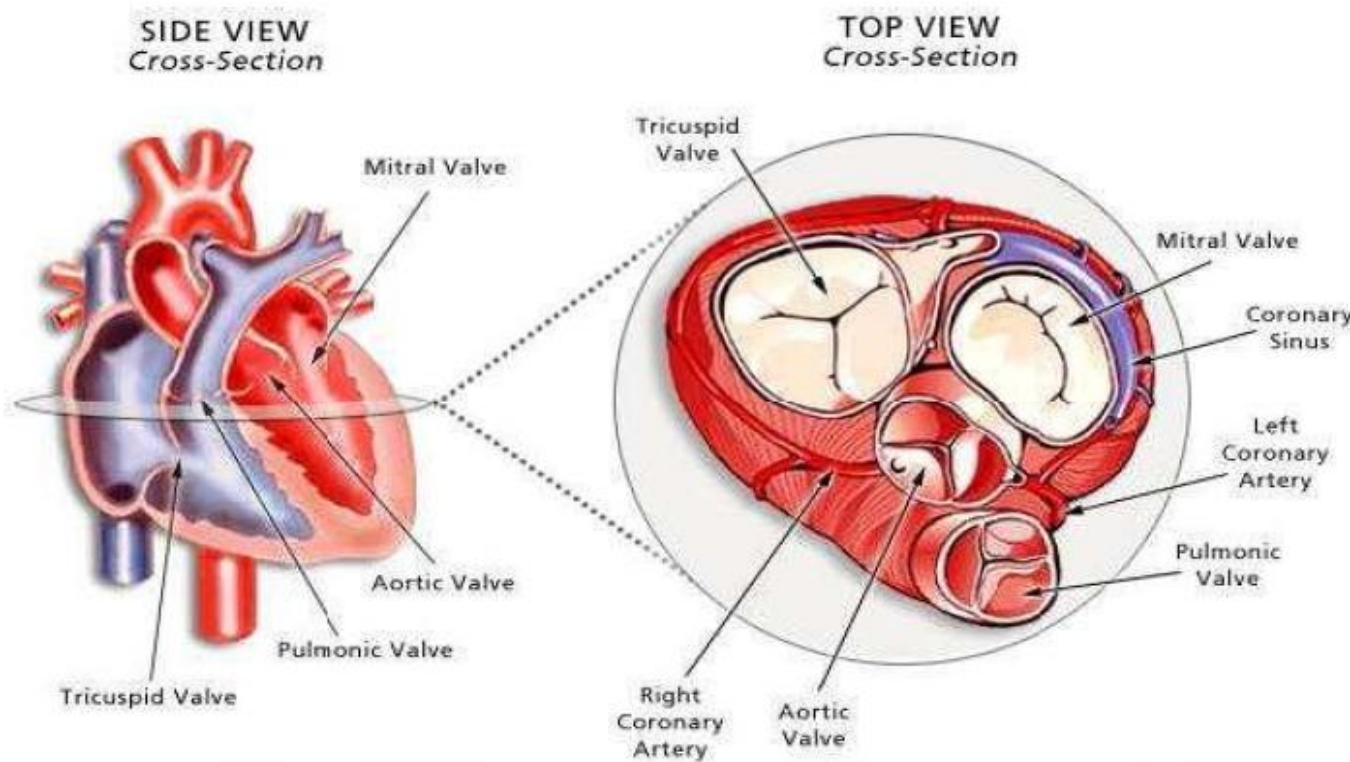




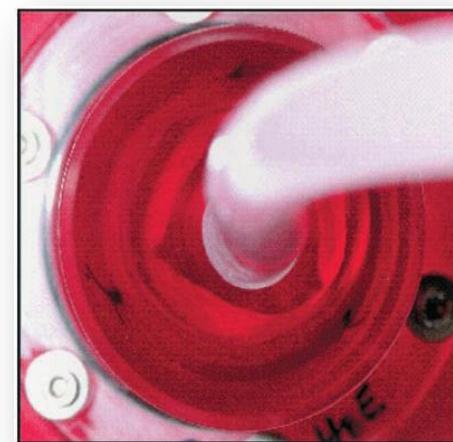
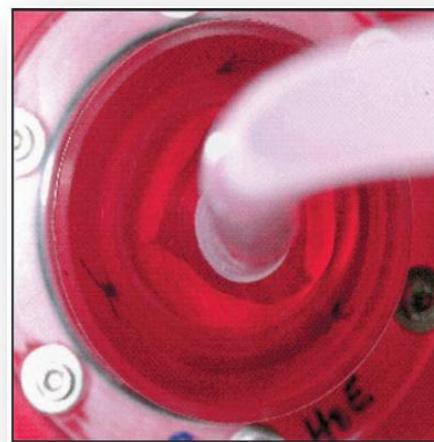
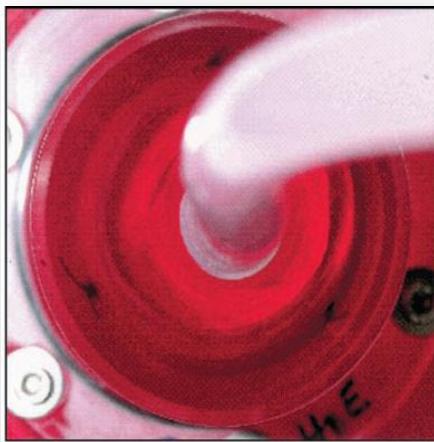


Che cos'è?

È una valvola cardiaca ricostruita con le tecniche di
ingegneria tessutale



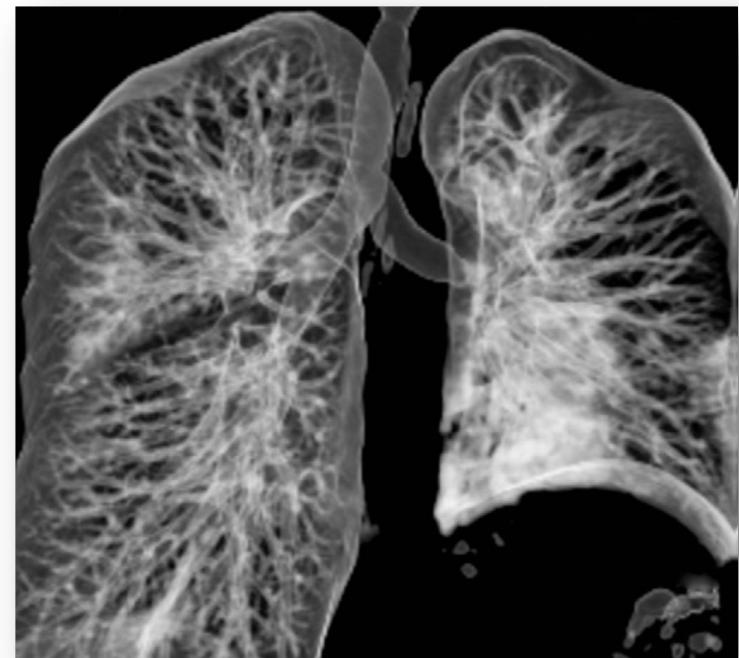
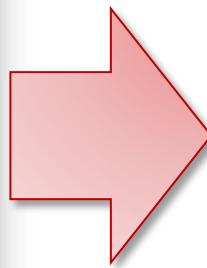
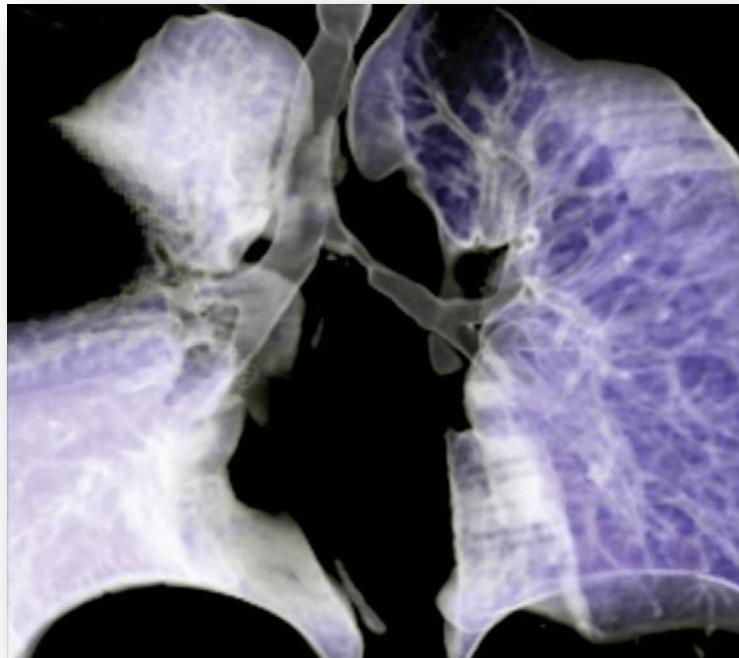
La valvola protesica biologica è stata riseminata con MSCs dopo 14 giorni di trattamento *in vitro* con un bioreattore a flusso pulsatile





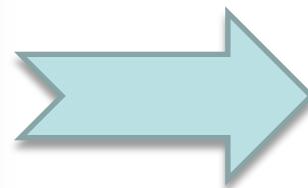
Che cos'è?

È un costrutto ingegnerizzato, ottenuto *in vitro* a partire dall'organo di un cadavere, per sostituire il tratto stenotico del bronco extra-polmonare sinistro di una giovane paziente per la quale ogni altro approccio terapeutico era risultato inefficace



L'immagine CT evidenzia la stenosi del tratto di trachea

Immagine CT dopo l'intervento chirurgico:
la funzionalità del bronco è stata ripristinata



Che cos'è?

Si tratta di un cuore di ratto sottoposto a decellularizzazione, per ricavarne uno “scaffold” da ripopolare con cellule autologhe

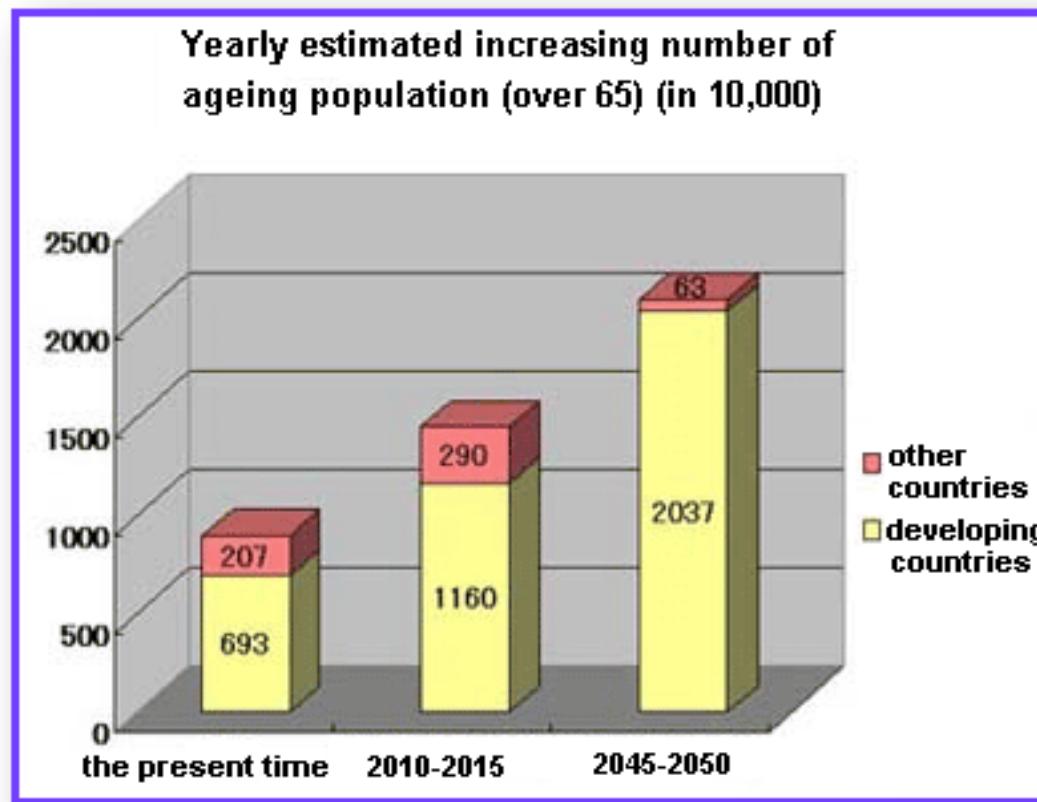
Si vuole “rigenerare” un organo intero!



Perché lo studio dei biomateriali?

15 kV x100 100µm 530011

Perché la popolazione invecchia!



Agli inizi dello scorso secolo:

Aspettativa di vita: 58 anni

Cause di decesso prevalenti: malattie infettive (influenza, polmonite, tubercolosi)

Dagli anni '40 (prima generazione di antibiotici) fino agli anni '90:

Aspettativa di vita: 78 anni

Cause di decesso prevalenti: patologie legate allo stile di vita (malattie cardiovascolari, tumori, ...)

Entro il 2025:

Progressivo declino della popolazione tra 0 e 25 anni
Aumento della popolazione anziana (oltre i 65 anni)

**La medicina dovrà tenere conto delle nuove
necessità di carattere sociale volte al miglioramento
della qualità della vita: gli impianti biomedicali
avranno crescente importanza e dovranno garantire
prestazioni sempre migliori**

Mercato mondiale dei biomateriali

- 25.5 miliardi di dollari nel 2008
- > 28 miliardi di dollari nel 2009
- 58.1 miliardi di dollari nel 2014

Mercati locali

USA: 22.8 miliardi di dollari per il 2014 (crescita 13.6%)

Europa: 17.7 miliardi di dollari per il 2014 (crescita 14.6%)

Asia: crescita del 18.2%

PREMESSA

Sono indicati come biomateriali quei particolari materiali che, per una serie di importanti proprietà, vengono comunemente utilizzati per la costruzione di dispositivi medici (ad esempio, protesi, impianti endossei, tessuti ed organi artificiali)

La medicina e la chirurgia fanno ricorso in maniera crescente a materiali estranei all'organismo al fine di porre rimedio, in via provvisoria o definitiva, al deficit di una funzione fisiologica

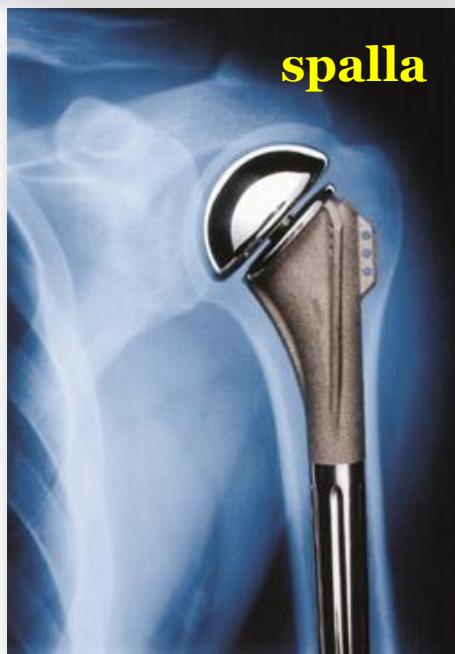
Tali materiali hanno la capacità di sostituire parzialmente o completamente le funzioni di un organismo vivente; devono possedere perciò il requisito fondamentale della **biocompatibilità**, vale a dire non devono interagire in maniera dannosa con l'organismo (almeno)



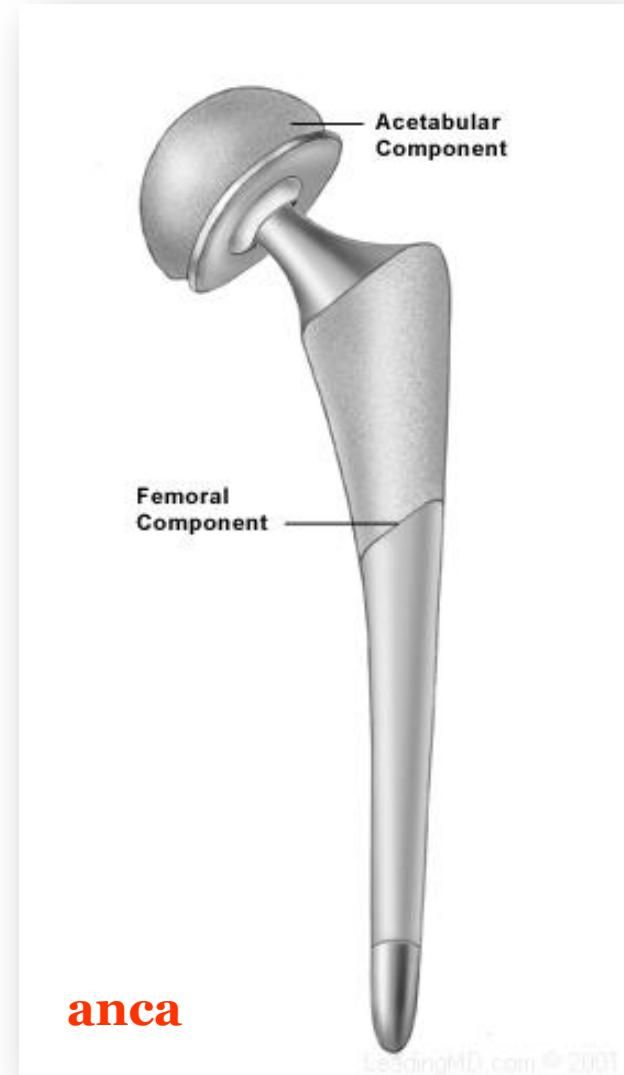
Naturalmente i biomateriali non comprendono solamente i dispositivi destinati ad essere impiantati nel corpo umano (protesi articolari, vascolari, valvolari, mammarie e osteosintetiche), ma anche materiali che hanno un contatto con tessuti della mucosa (lenti a contatto e dispositivi intrauterini) oppure destinati a trattare il sangue (rene artificiale); sono compresi in questa classificazione anche i sistemi che consentono il rilascio controllato dei farmaci



ginocchio



spalla



anca

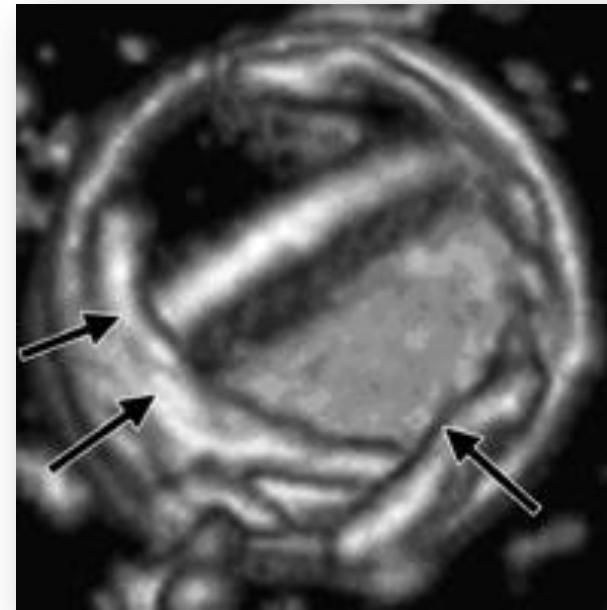
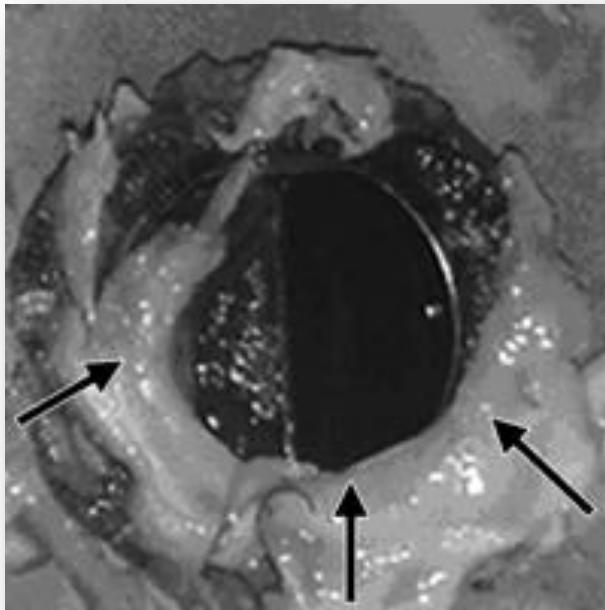


valvola cardiaca



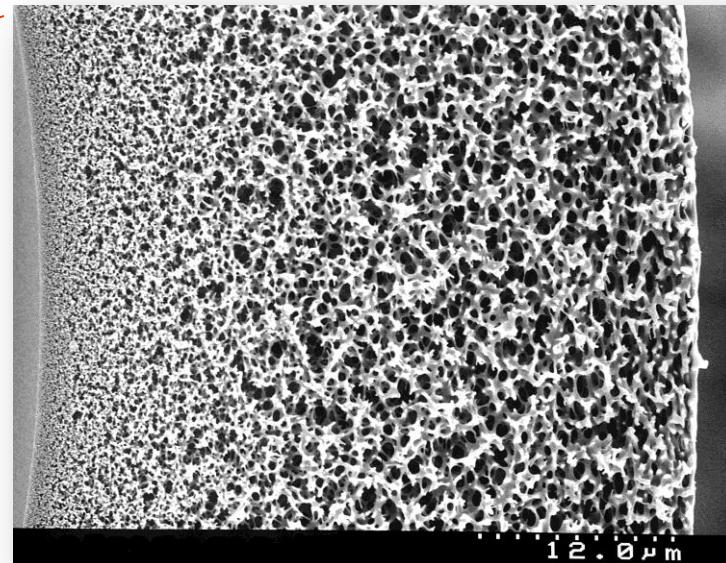


esempi di protesi bileaflet



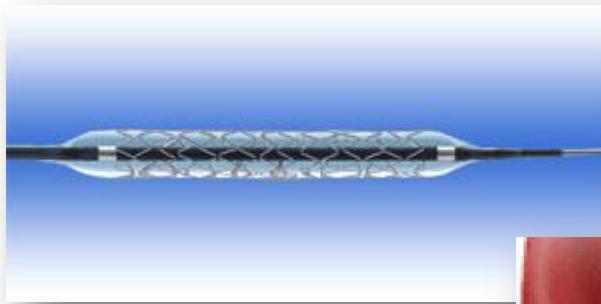
esempi di trombosi valvolare

filtro per emodialisi

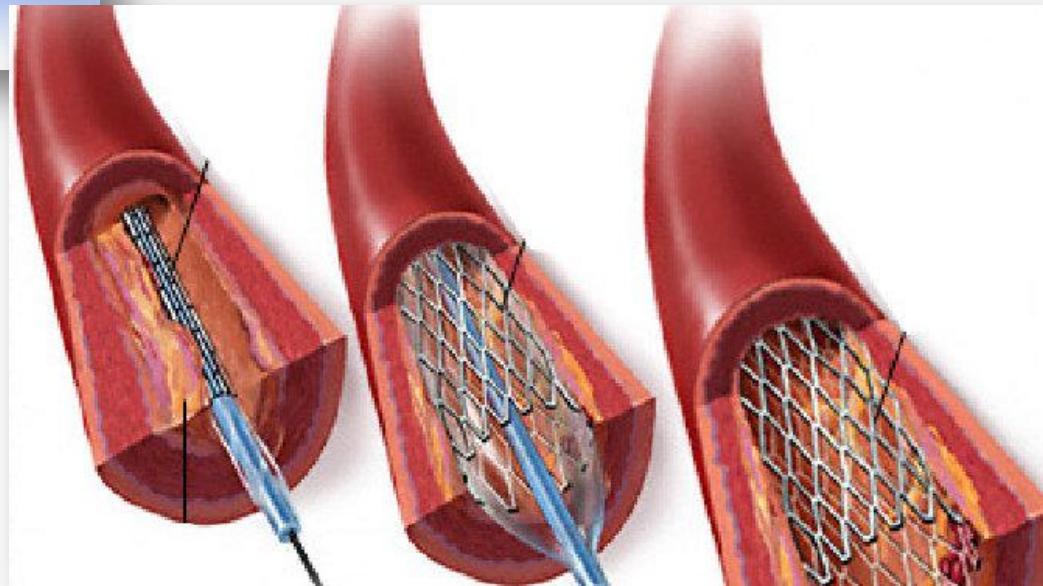




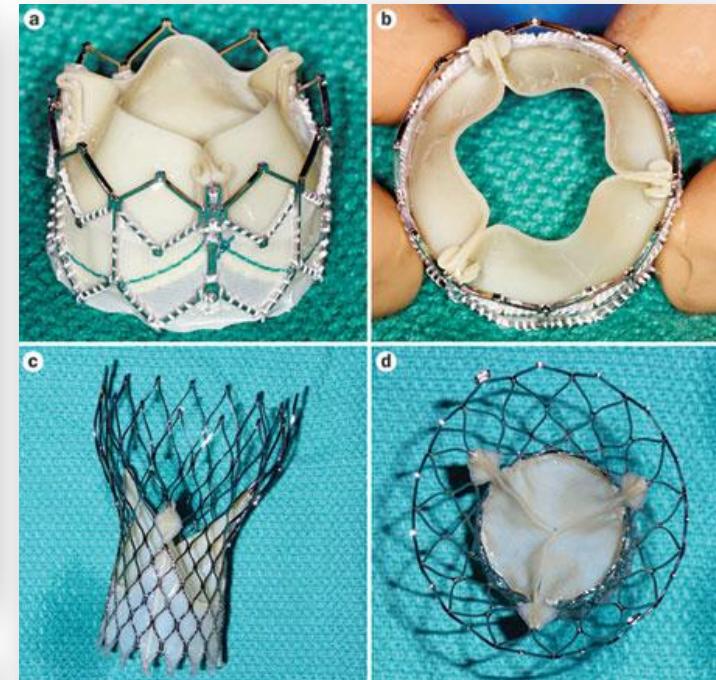
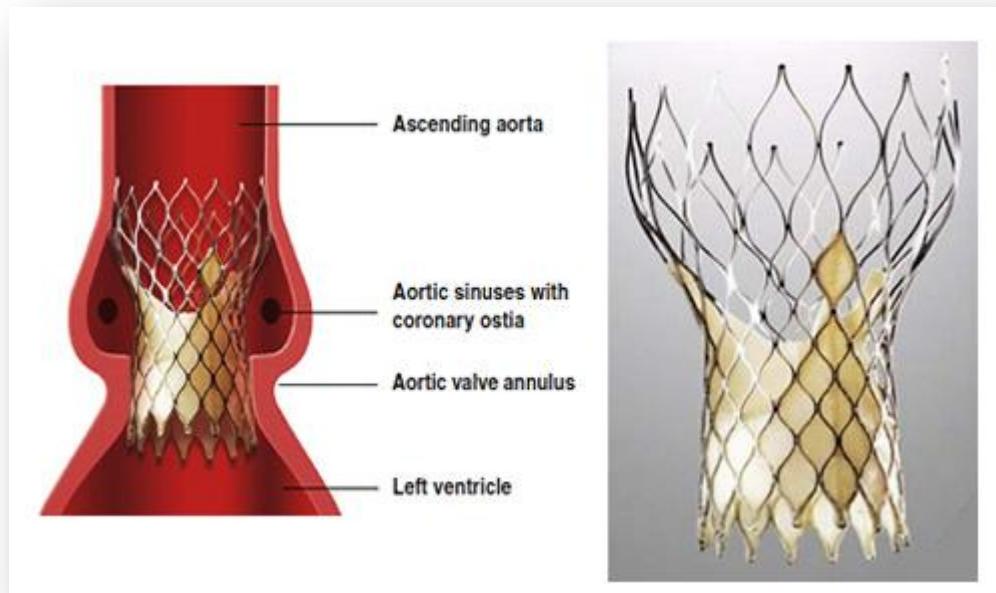
CARPEDIEM (Cardio-Renal Pediatric Dialysis Emergency Machine)



cateteri e stent per angioplastica



Valvole cardiache transcutanee





dispositivi di assistenza ventricolare (VAD)



Per la verità, la ricerca nel settore dei biomateriali sta
oggigiorno evolvendo nella direzione della cosiddetta
“medicina rigenerativa”

Ciò significa che il biomateriale potrà avere un utilizzo
diverso: non più solo legato alla costruzione di dispositivi
medici o di tessuti ed organi artificiali per trapianti, ma
dedicato alla crescita di tessuti ed organi **a partire da**
cellule dello stesso paziente

APPROCCIO ETEROLOGO *ELEKOGOEO*

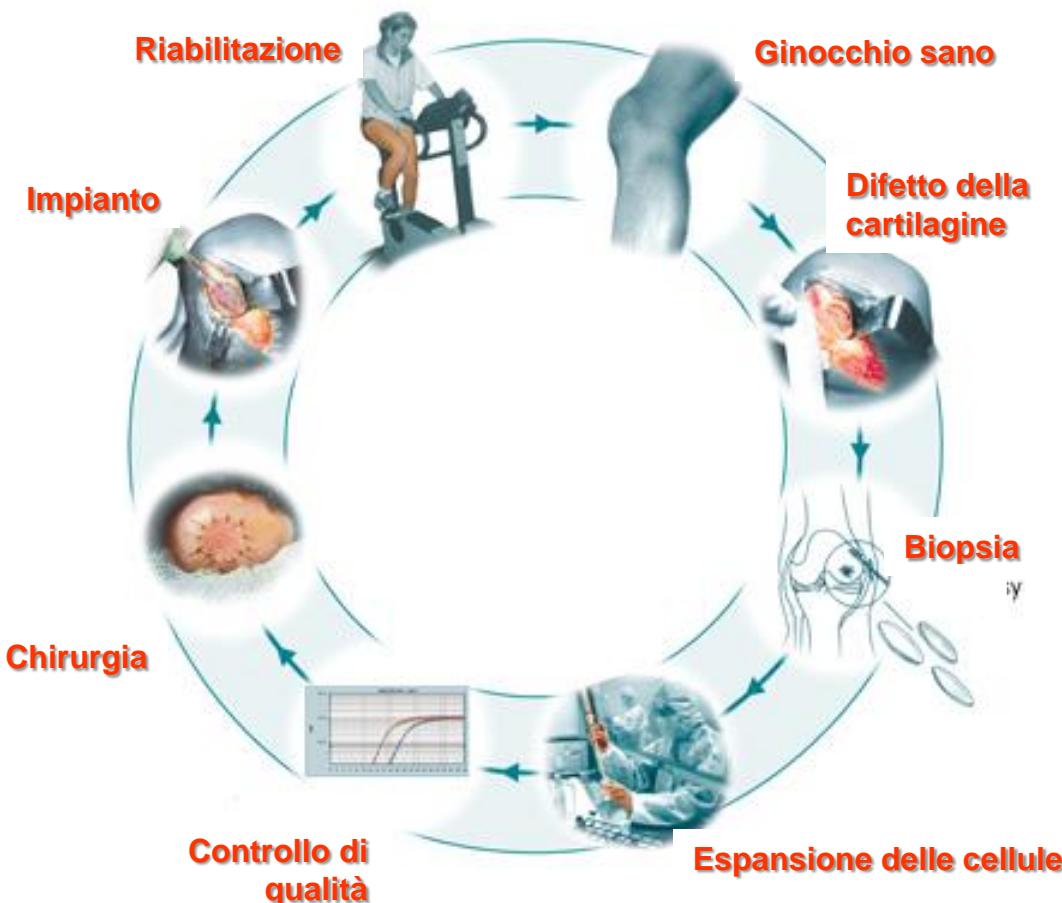
xenotrianti
allotrianti
farmaci
impianti

PAZIENTI COME GRUPPO *екольо*

APPROCCIO AUTOLOGO *AUTOGOEO*

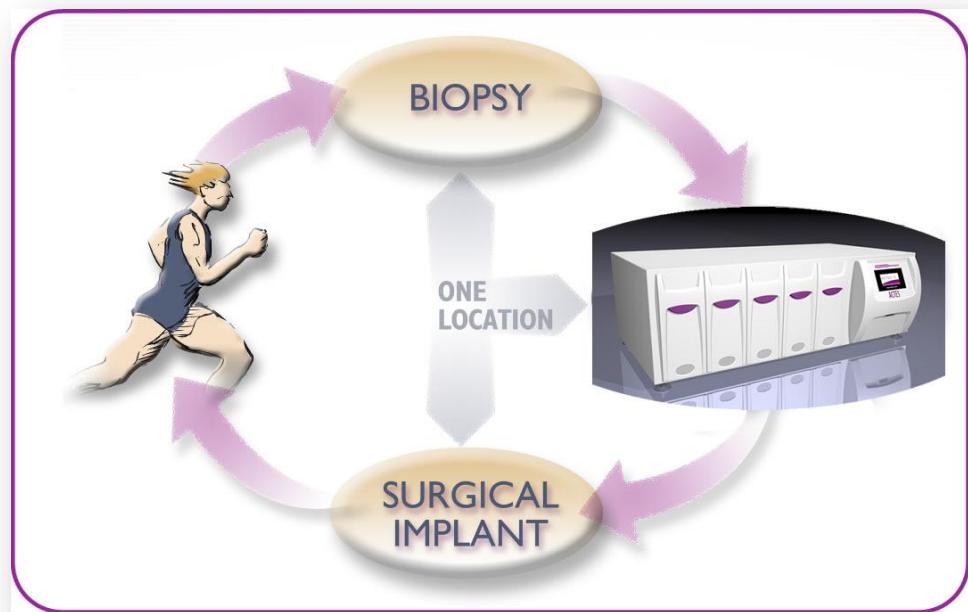
autotrianti
medicina rigenerativa

PAZIENTE COME INDIVIDUO *тидтайдо*



© TiGenix 15/12/2002

L'obiettivo finale di questo approccio è quello di “personalizzare” ogni trattamento terapeutico arrivando ad automatizzare il processo di produzione del tessuto (e in futuro dell'organo) da sostituire



Tutte le applicazioni della **medicina rigenerativa** saranno sviluppate quando si potranno conoscere (e controllare) diversi aspetti tra i quali:

- **proprietà delle cellule e proprietà dei materiali di supporto;**
- **interazioni tra cellule e superficie** dei materiali di supporto;
- **adesione e crescita** delle cellule sulla superficie e all'interno del materiale di supporto;
- **promozione** di adesione/crescita/differenziazione delle cellule mediante l'utilizzo di segnali molecolari specifici;
- **interazioni tra materiali di supporto ed ambiente biologico** (biocompatibilità, biodegradabilità, etc.)