

# Osteointegrazione

# Osteointegrazione

Definizione della **American Academy of Implants Dentistry**:

"**Contatto** che interviene **senza interposizione** di tessuto non osseo **tra osso normale rimodellato** e un **impianto** in grado di **sostenere e accogliere** il trasferimento e la distribuzione di un **carico** dell'impianto fino ed entro il tessuto osseo"

# Effetto del tipo di metallo sull'osteointegrazione

- Esistono evidenze ed è accettato il fatto che il **titanio puro** pur **non** essendo “**riconosciuto**” dagli **osteoblasti** come superficie da colonizzare è comunque il metallo che **meno ostacola** i processi di **osteointegrazione**
- Le **leghe di titanio** (Ti6Al4V, Ti6Al7Nb, Ti6Al2.5Fe) hanno un comportamento **inferiore** dal punto di vista dell'osteointegrazione **rispetto al titanio puro**, ma che è comunque considerato **migliore rispetto alle leghe di cobalto** e agli **acciai inossidabili**

# Trattamenti superficiali per migliorare l'osteointegrazione

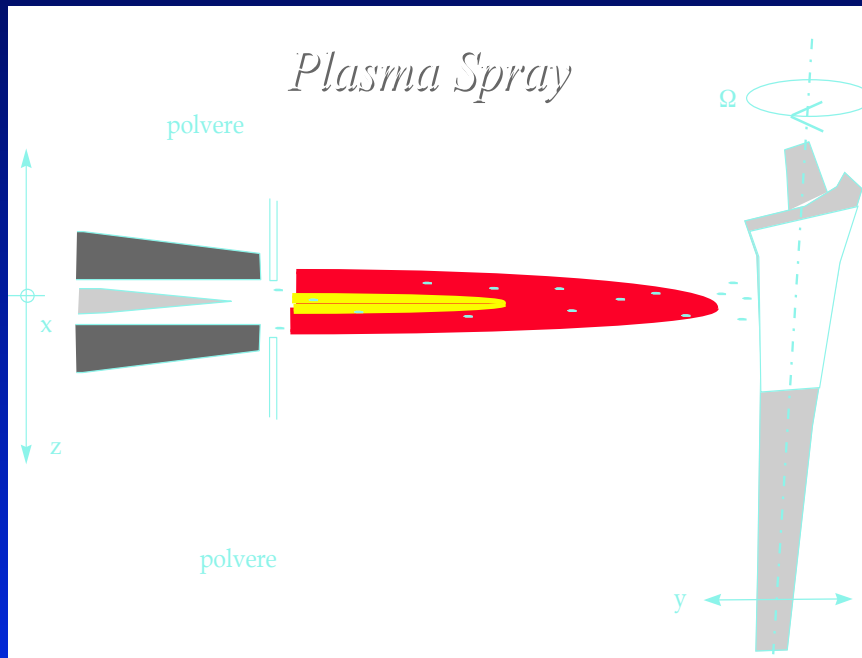
Per migliorare i processi di osteointegrazione delle protesi si può ricorrere a:

- **idrossiapatite**
- **biovetri**
- **irruvidimento** mediante:
  - **microsfere** metalliche
  - **filamenti** metallici
  - **titanio** plasma spray
  - **sabbiatura**
  - **attacco chimico**
- **spugne metalliche a bassa rigidità**

# Rivestimenti osteoconduttori di HA

Per la realizzazione di protesi non cementate, ampia diffusione ha trovato l'uso di rivestimenti **osteoconduttori** di idrossiapatite (**HA**), un fosfato di calcio di tipo  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$ , che ha la stessa composizione della parte minerale dell'osso

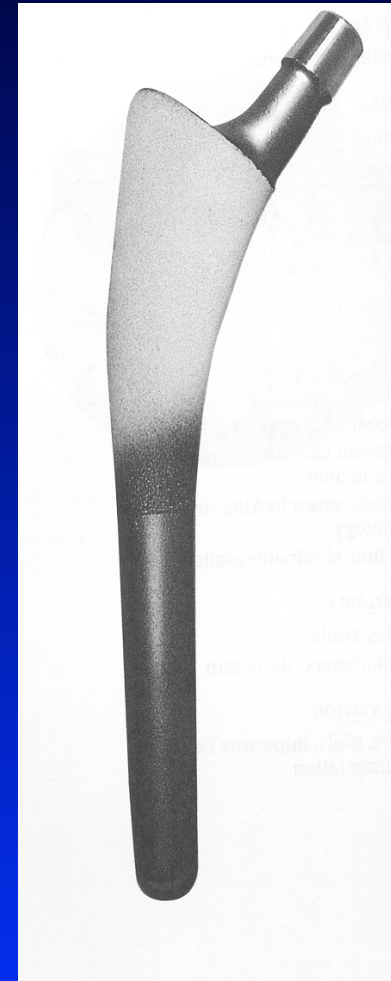
# Tecniche tradizionali di ottenimento dei depositi di HA



I depositi di HA vengono normalmente realizzati con tecniche **plasma spray** in aria (**APS**) e in vuoto (**VPS**), ed hanno spessori variabili

# Caratteristiche dei depositi di HA

- A seconda delle condizioni di deposizione, si ottengono depositi con differente **struttura, cristallinità e adesione**
- Dopo la deposizione plasma spray i depositi possono essere sottoposti a **trattamenti termici**



# Adesione in funzione di APS/VPS, cristallinità e trattamento termico

- Con la tecnica **VPS** è possibile ottenere depositi **più cristallini** e con maggior adesione di quelli ottenibili con tecnica **APS**
- Tanto **maggiore** è la **cristallinità**, tanto **minore** è l' **adesione** del deposito al substrato
- **Trattamenti termici** a temperatura **intermedia aumentano la cristallinità** (formazione di tetracalciofosfato), ma **non** migliorano l' **adesione**



# Riassorbimento dei depositi di HA

- I depositi di **bassa cristallinità** (più aderenti) vengono **riassorbiti più velocemente**
- I depositi di **alta cristallinità** (meno aderenti) vengono **riassorbiti più lentamente**
- I singoli grani sono **meno cristallini in superficie** che al **cuore**, e ciò può favorire il **distacco di particelle** dal deposito

# Problematiche dei depositi massivi di HA

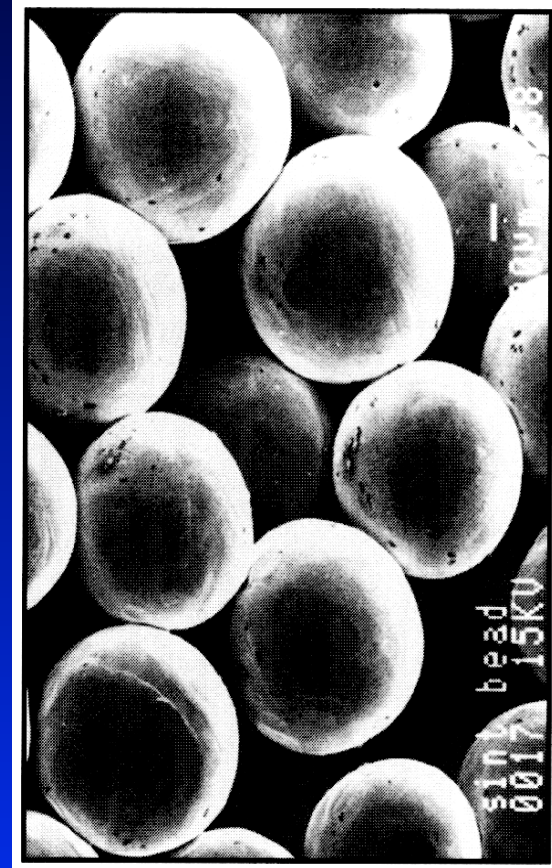
- Nel lungo periodo si possono verificare fenomeni di **granulazione** del deposito, che possono determinare attivazione della **reazione infiammatoria**, con proliferazione di **cellule macrofagiche e giganti**, che determinano **osteolisi periprotetica**

# Biovetri

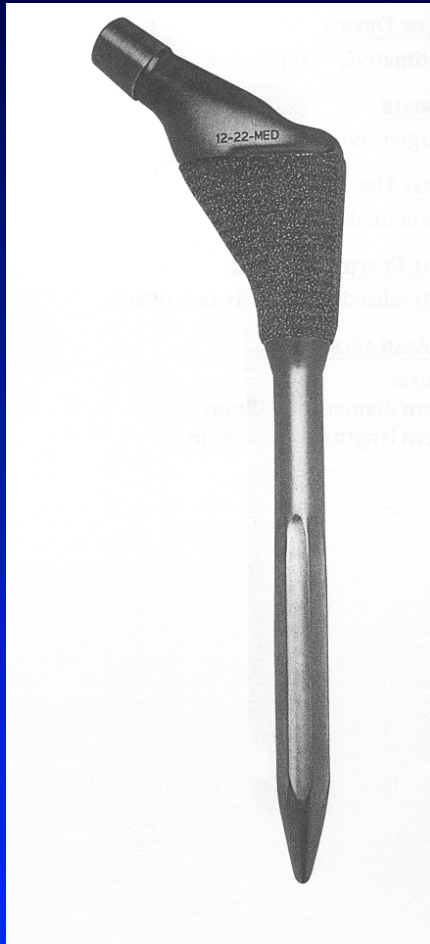
- I **biovetri** sono **vetri inorganici** con varia composizione contenenti **Si, Ca e P**, che vengono **riassorbiti** in tempi più o meno rapidi e creano **condizioni chimiche** locali che favoriscono i processi di **osteointegrazione**
- Film di biovetro possono essere ottenuti mediante **plasma spray**
- La **sperimentazione clinica** è fino ad oggi **limitata**
- I biovetri sembrano un materiale promettente anche come materiale per **riempimento di lacune ossee**

# Microsfere sinterizzate

- Mediante tecniche di **sinterizzazione** è possibile depositare sulla superficie metallica delle **microsfere** (uno o più strati) che determinano **macroporosità** (alcune **centinaia di  $\mu\text{m}$** ) all'interno delle quali possono crescere le **trabecole ossee**



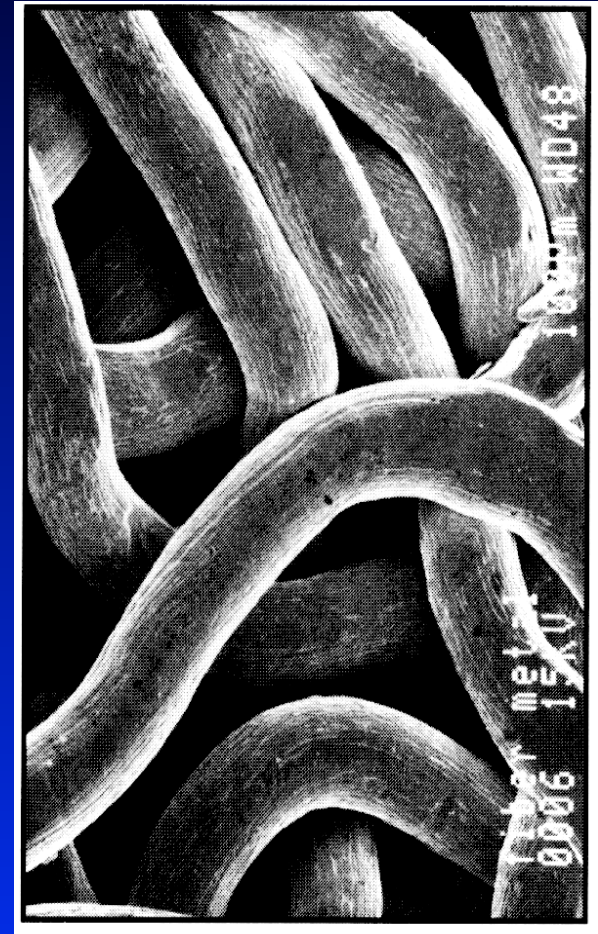
# Microsfere sinterizzate



- La maggior **“interconnessione”** osso/ impianto **non** si è dimostrata **utile** a garantire una buona osteointegrazione, in quanto gli sforzi che agiscono sono essenzialmente di taglio e compressione
- Si verifica un drastico **decadimento** della **resistenza a fatica** (per la lega Ti6Al4V da più di 600 a circa 50 MPa)
- **Difficoltà** di estrazione possono sorgere **in fase di** eventuale intervento di **revisione** della protesi

# Filamenti legati per diffusione

- **Filamenti metallici** possono essere **connessi** alle superfici protesiche mediante trattamenti di diffusione (“**diffusion bonding**”) ottenendo superfici **macroporose con ampi vuoti**
- Il trattamento **limita** gli **effetti negativi** sulla resistenza a **fatica**
- La presenza di ampi spazi vuoti facilita la **diffusione** di **particelle di usura**, non ostacolando fenomeni di **osteolisi distale**

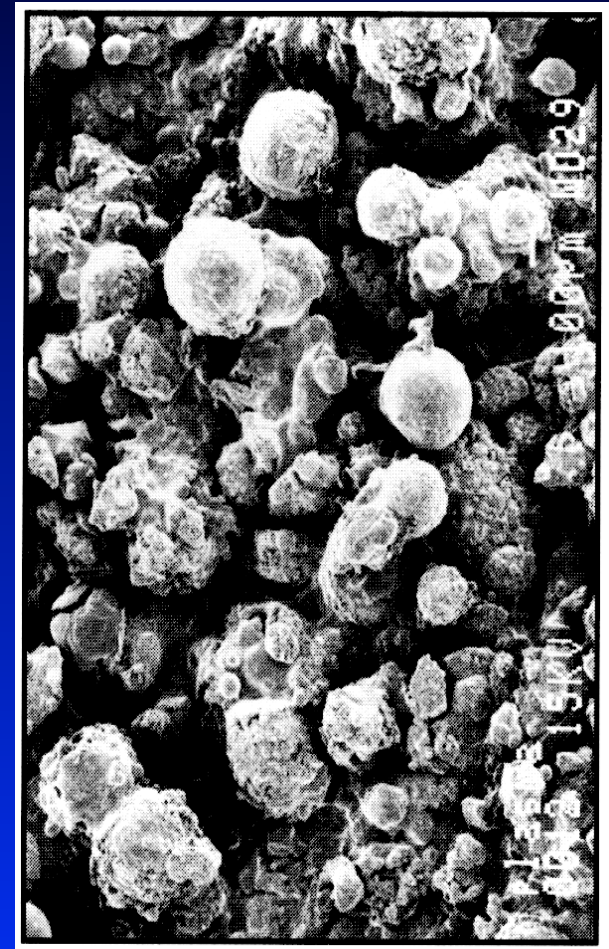




# Titanio rugoso plasma spray

Grazie alla deposizione **plasma spray** (in vuoto) di **polvere di titanio**, è possibile ottenere una superficie caratterizzata dai seguenti **vantaggi**:

- superficie di deposizione e osteointegrazione in **titanio puro**
- **rugosità** elevata (soprattutto a T relativamente bassa della polvere) in grado di garantire buon comportamento sotto **taglio** e **compressione**
- possibilità di **sovrapporre** un film sottile di **HA**



# Titanio rugoso plasma spray

Gli **svantaggi** sono:

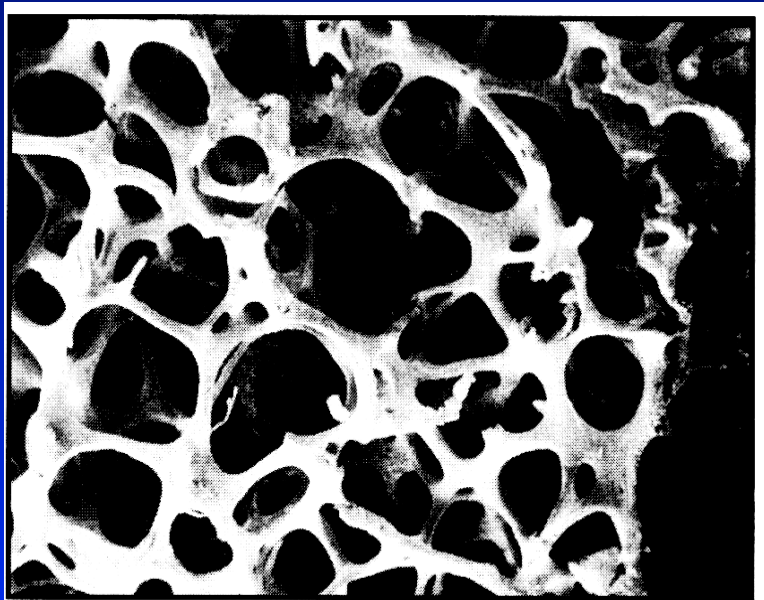
- superficie di **non elevata purezza**
- possibilità di **distacco di particelle** (soprattutto a T relativamente bassa della polvere)



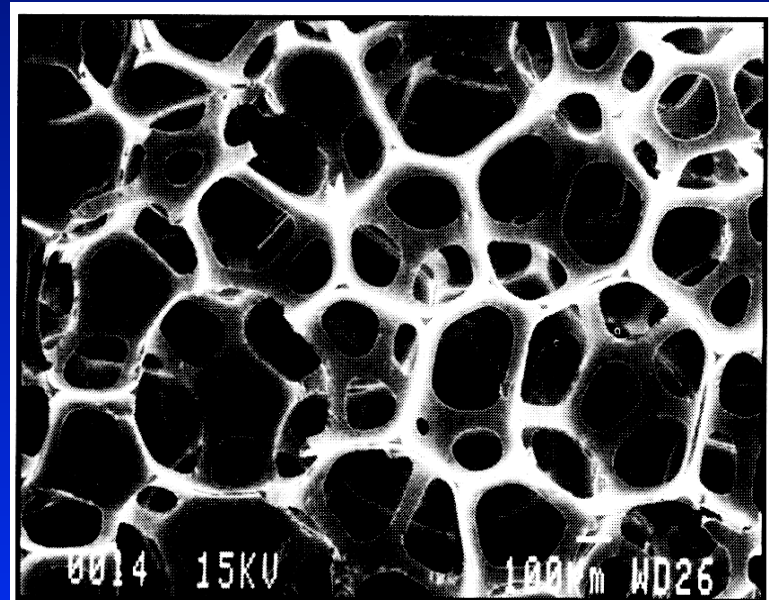
# Spugne metalliche a bassa rigidezza

Si parte da un precursore polimerico reticolato, con dimensione dei pori paragonabile a quella delle trabecole ossee, che viene vetrificato ad alta temperatura

Osso trabecolare

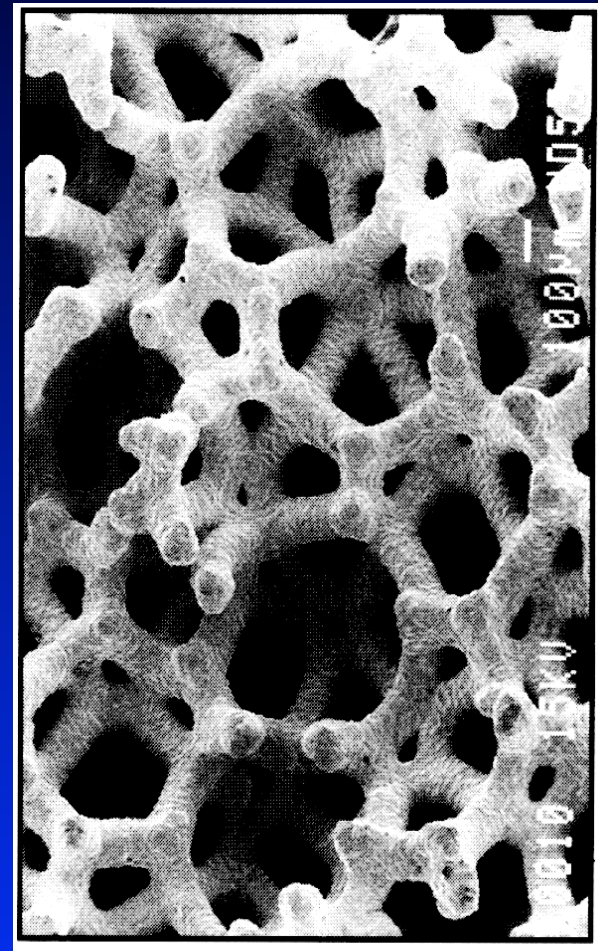


Precursore polimerico vetrificato



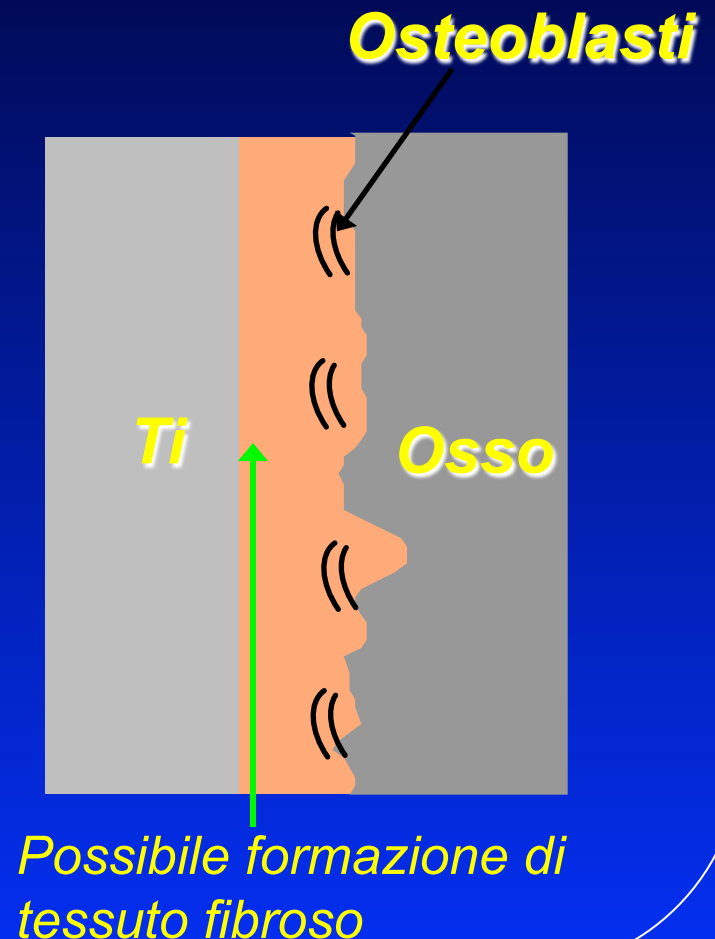
# Spugne metalliche a bassa rigidezza

- Sul precursore vetrificato viene depositato mediante tecnica Physical Vapor Deposition (PVD) uno strato di 40-50  $\mu\text{m}$  di tantalio
- Si ottiene in questo modo una spugna di tantalio caratterizzata da un volume dei pori del 75-80%



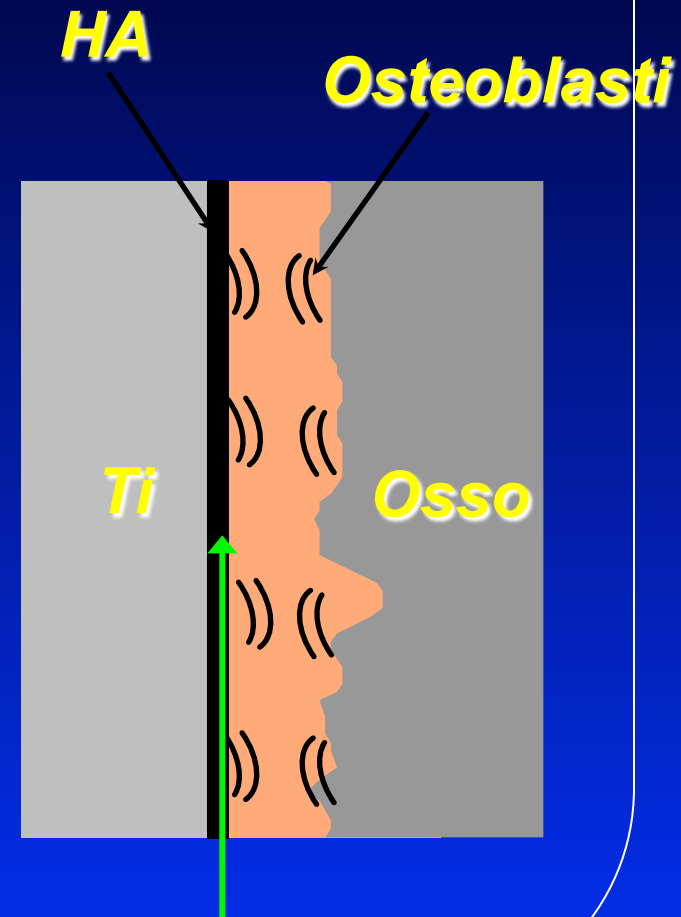
# Osteointegrazione

- Il **titanio** non ostacola i fenomeni di **osteointegrazione**, anche se la superficie **non è riconosciuta** dagli **osteoblasti** come superficie da colonizzare
- Il processo di **osteointegrazione** è lento, favorendo la formazione di **tessuto fibroso**



# Osteointegrazione

- In presenza di depositi di HA gli **osteoblasti riconoscono** tale superficie come da colonizzare favorendo una rapida **osteointegrazione primaria**
- Il deposito di HA tende però ad essere **riassorbito**, **frammentandosi** e formando **detriti**



*Possibile riassorbimento e frammentazione*

# Meccanismi dell' osteointegrazione

Fasi:

- formazione dello **strato proteico**
- crescita di **cellule osteoblastiche**
- **mineralizzazione** della matrice extracellulare