



# Οδοντικά Εμφυτεύματα

## Ενότητα 4: Μικροδιεργασίες Επούλωσης

Γεώργιος Μακρής  
Τμήμα Οδοντιατρικής



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Μικροδιεργασίες Επούλωσης

# Περιεχόμενα ενότητας

1. Μικροδιεργασίες Επούλωσης
  - i. Σχηματισμός  $TiO_2$
  - ii. Σχηματισμός υδάτινου φλοιού (υδροφιλία)
  - iii. Επικάθηση ιόντων
  - iv. Προσρόφηση πρωτεϊνών
  - v. Σύνδεση κυττάρων
2. Χημικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις μικροδιεργασίες επούλωσης
  - i. Υδροφιλία ή Μέγεθος Διαβροχής
  - ii. Κατάσταση επιφανειακής ενέργειας
3. Μηχανικοί παράγοντες μικροδομής που επηρεάζουν τις μικροδιεργασίες



# Σκοποί ενότητας

- Σε αυτή την ενότητα περιγράφονται τα χρονικά στάδια εξέλιξης του χημικοβιολογικών διαδικασιών που εξελίσσονται αμέσως μετά τη διάνοιξη του οστικού φρεατίου και την κοχλίωση του εμφυτεύματος.



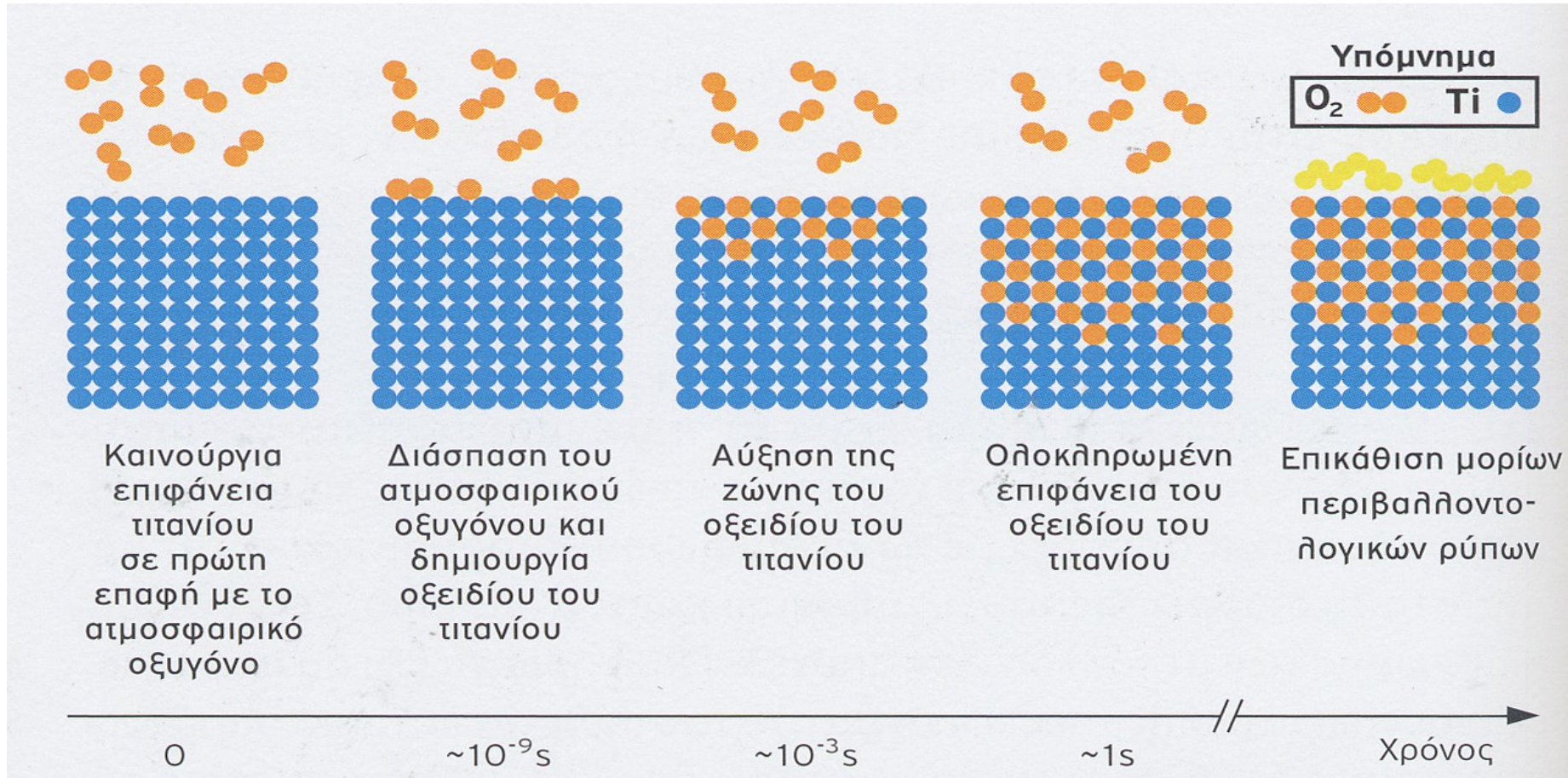


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

**Τι είναι οι διεργασίες επούλωσης;**

# Στάδιο 1 - Σχηματισμός $\text{TiO}_2$



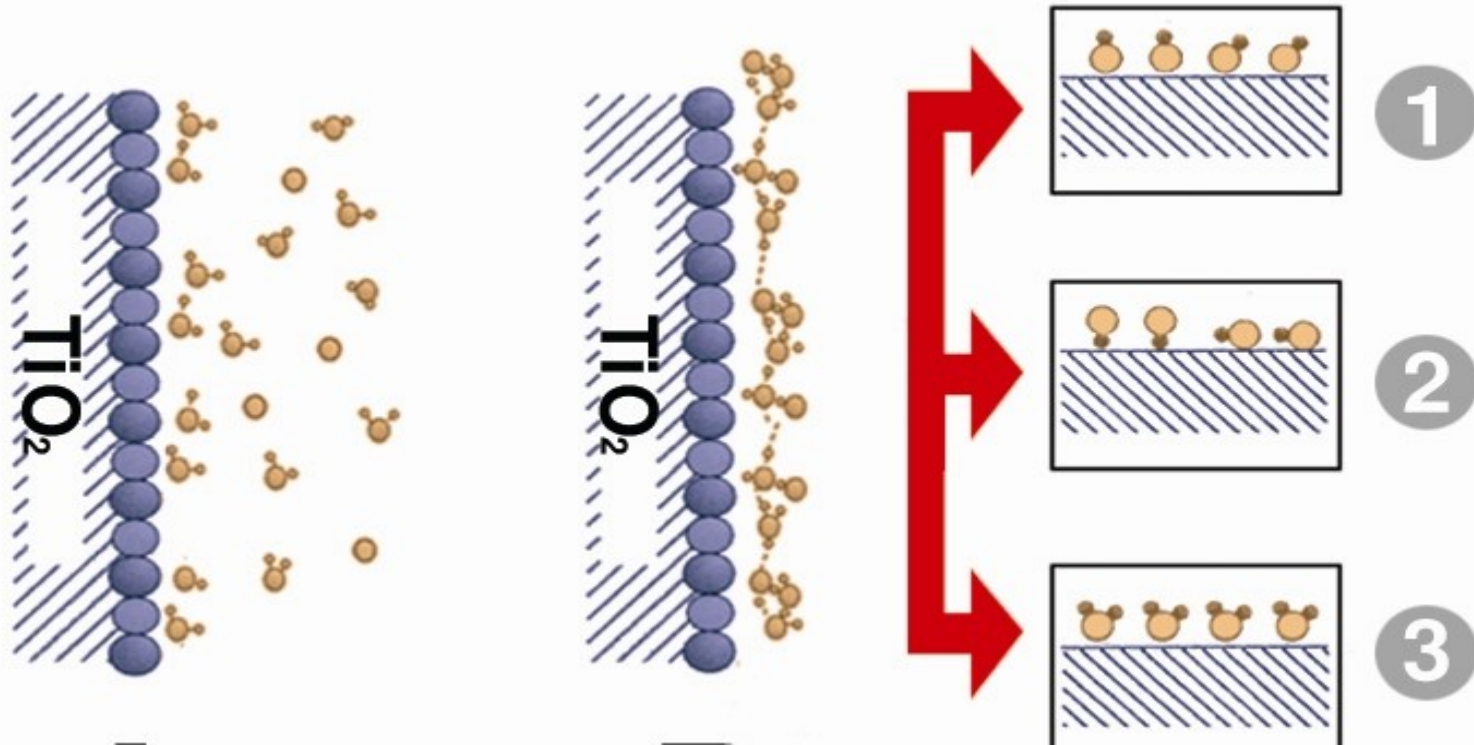


# Στάδιο 1 - Σχηματισμός $\text{TiO}_2$

- Είναι εμφανές από το σχήμα ότι σε νανοδευτερόλεπτα ( $1 \text{ νανοδευτερόλεπτο} = 10^{-9} \text{ s}$ ), ακαριαία δηλαδή, το τιτάνιο μόλις έρθει σε επαφή με τον αέρα δημιουργεί οξειδίο του τιτανίου και ενδεχομένως μολύνεται από περιβαλλοντολογικούς ρύπους.
- Έπειτα από 1 δευτερόλεπτο το οξειδίο του τιτανίου ανέρχεται σε εύρος 20-100 Å.
- Οι ρύποι μπορεί να επικάθονται στην επιφάνεια του τιτανίου ή να ενσωματώνονται στο εσωτερικό του οξειδίου του τιτανίου.



# Στάδιο 2 - Σχηματισμός υδάτινου φλοιού (υδροφιλία)

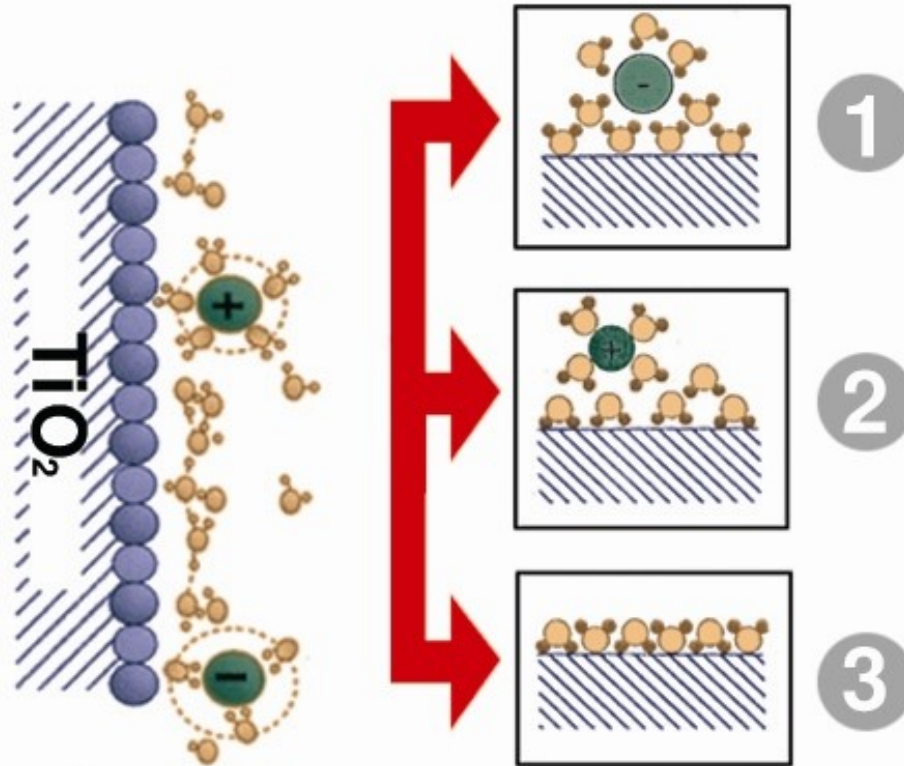


# Στάδιο 2 - Σχηματισμός υδάτινου φλοιού (υδροφιλία )

- Το οξείδιο του τιτανίου στην καθαρή κρυσταλλική του μορφή θεωρείται υδρόφιλη επιφάνεια.
- Στην περίπτωση αυτή, τα μόρια του νερού προσροφώνται αυτούσια.
- Τα εμφυτεύματα στο εμπόριο μπορεί να εμφανίζουν ατέλειες. Τότε, υπάρχουν περιοχές που συμπεριφέρονται τόσο σαν υδρόφιλες όσο και σαν υδρόφοβες.



# Στάδιο 3 - Επικάθιση ιόντων

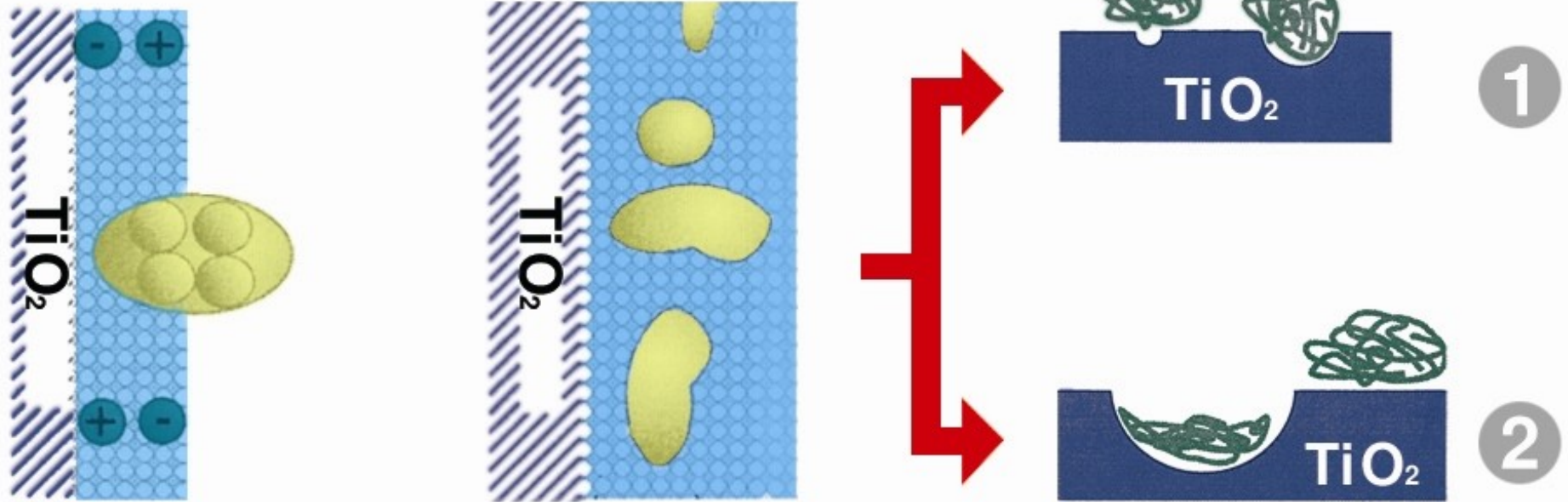


# Στάδιο 3 - Επικάθιση ιόντων

- Ιόντα  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Na}^+$  και  $\text{Cl}^-$  θα επικάθισουν στην υδάτινη στιβάδα σαν ενυδατωμένα ιόντα
- Ο τρόπος ενσωμάτωσής τους θα εξαρτηθεί από τον τρόπο διάσπασης των μορίων του νερού



# Στάδιο 4 - Προσρόφηση πρωτεϊνών

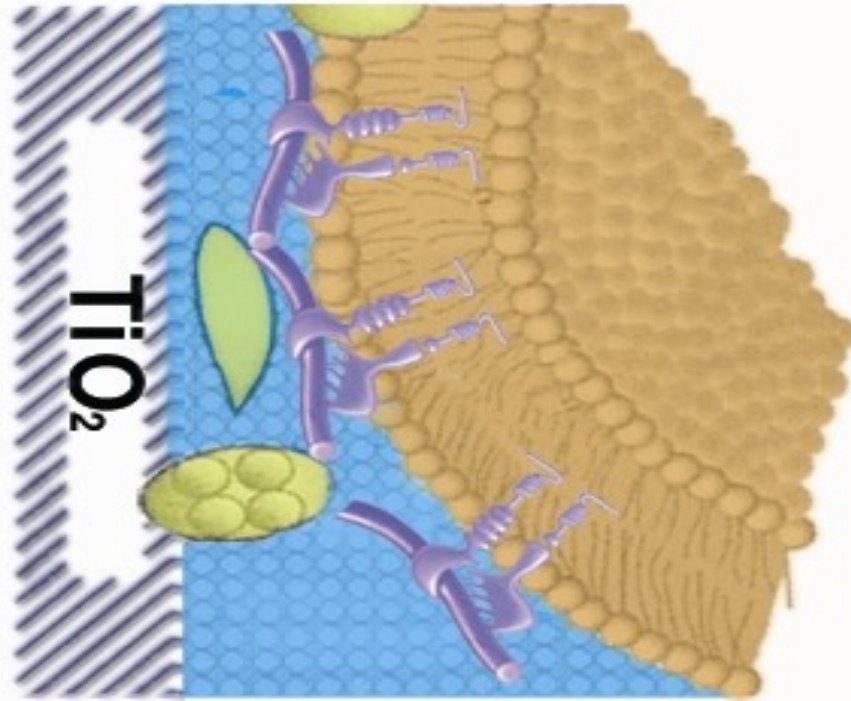


# Στάδιο 4 - Προσρόφηση πρωτεϊνών

- Πρωτεΐνες από το αίμα και υγρά των ιστών που έχουν διαχυθεί γύρω από το εμφύτευμα προσροφώνται στην υδάτινη στιβάδα.
- Η πρωτεϊνική στιβάδα δεν παραμένει σταθερή. Αναδιατάσσεται, αλλάζει σχήμα και δομή ανάλογα με τη χημική δομή της επιφάνειας, τη μικροδομή, τη θερμοκρασία και το pH.
- Ανάμεσα στις πρωτεΐνες που επικάθονται είναι η φιμπρονεκτίνη και η βιτρονεκτίνη. Διαθέτουν μία συγκολλητική ομάδα αμινοξέων (RGD: αργινίνη, γλυκίνη, ασπαρτικό οξύ) που αποτελούν την περιοχή συγκόλλησης με τα κύτταρα.



# Στάδιο 5 - Σύνδεση κυττάρων





# Στάδιο 5 - Σύνδεση κυττάρων

- Πάνω στην πρωτεϊνική επιφάνεια κύτταρα 100 έως 10000 φορές μεγαλύτερα σε όγκο θα συνδεθούν με διάφορους τρόπους.
- Η χημική δομή του εμφυτεύματος θα προσδιορίσει το είδος και τον τρόπο σύνδεσης των κυττάρων
- Μπορεί λοιπόν να προσελκυστούν οστεοβλάστες, με αποτέλεσμα την οστική εναπόθεση, ή αντιθέτως κύτταρα που χαρακτηρίζουν τη φλεγμονώδη αντίδραση με επακόλουθο το σχηματισμό ουλώδους ιστού.

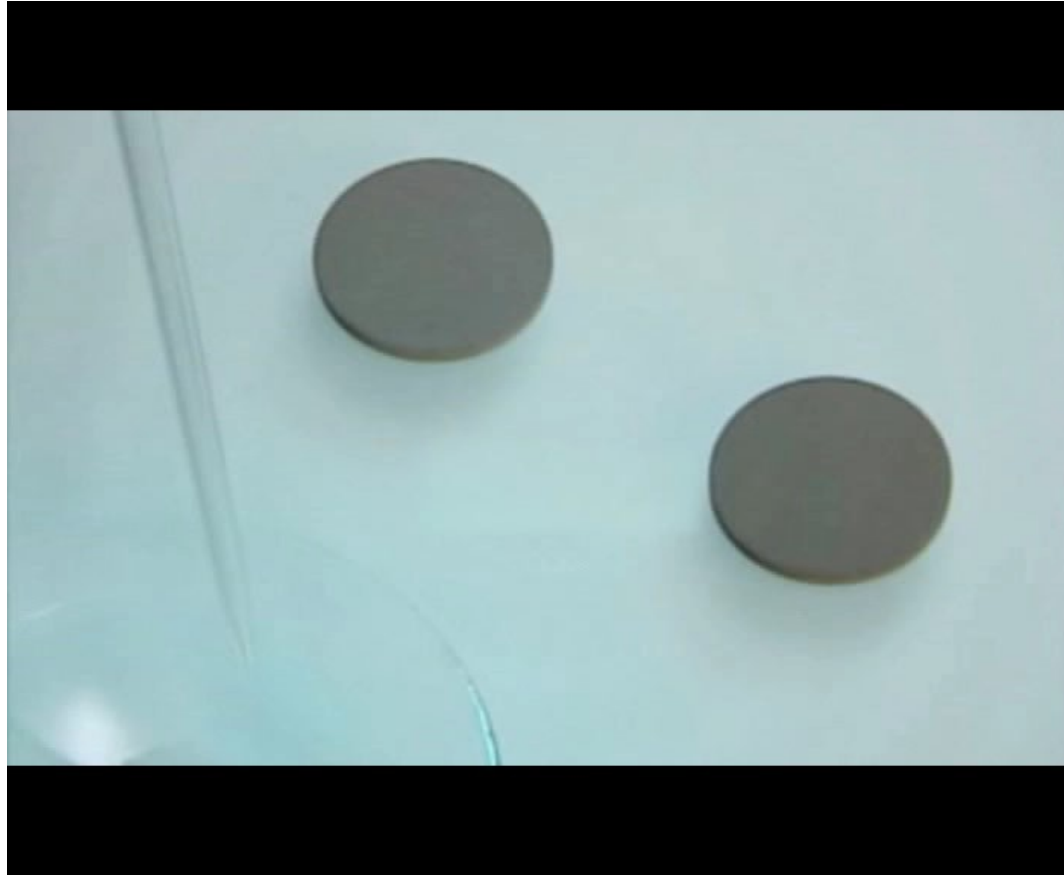


# Υδροφιλία ή μέγεθος διαβροχής

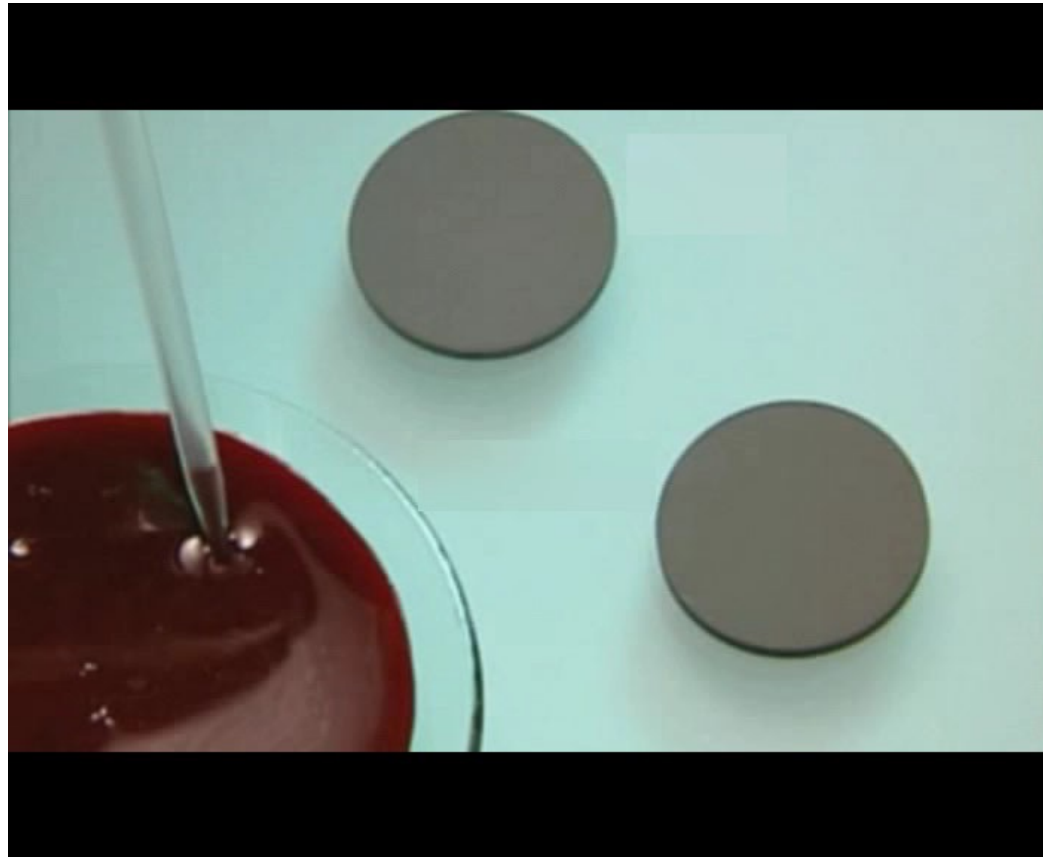
- Δύο, λοιπόν, σημαντικές ιδιότητες που θα προσδιορίσουν τον τρόπο και το είδος των κυττάρων που θα προσέλθουν είναι
  - Η υδροφιλία της επιφάνειας που με τη σειρά της εξαρτάται από την «καθαρότητα» της επιφάνειας του εμφυτεύματος
  - Η κατάσταση αδράνειας ή επιφανειακής ενέργειας, δηλαδή αν πραγματοποιείται απελευθέρωση ιόντων ή άλλων μορίων που μπορεί να αντιδράσουν θετικά ή αρνητικά στο βιοπεριβάλλον



# Υδροφιλία ή μέγεθος διαβροχής – Βίντεο 1



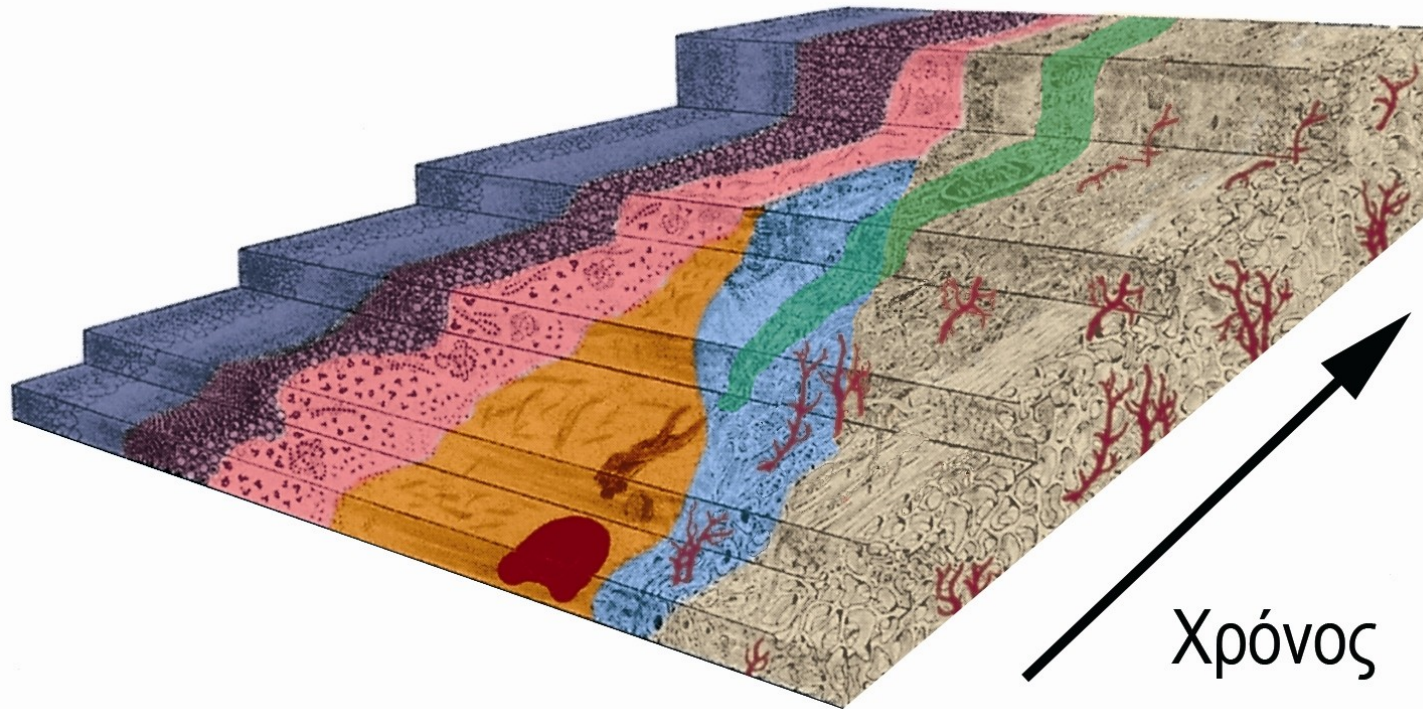
# Υδροφιλία ή μέγεθος διαβροχής – Βίντεο 2



# Υδροφιλία ή μέγεθος διαβροχής – Βίντεο 3



# Εξέλιξη της οστεοενσωμάτωσης στο χρόνο



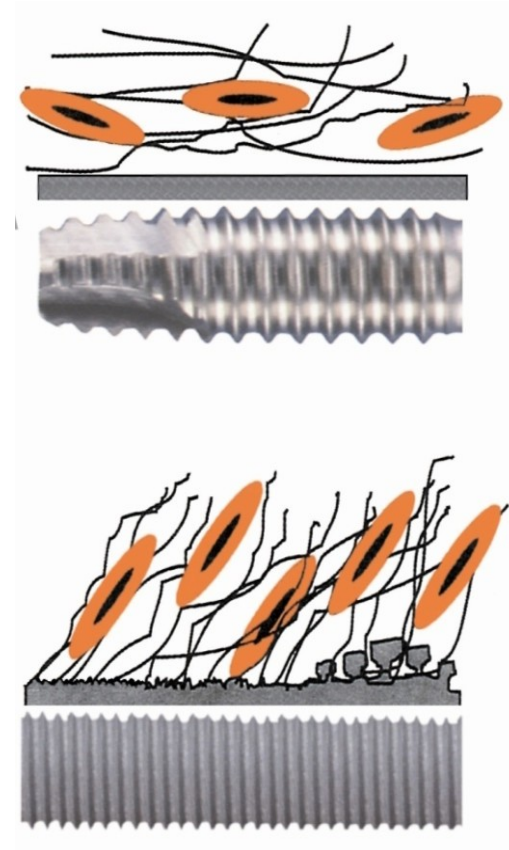
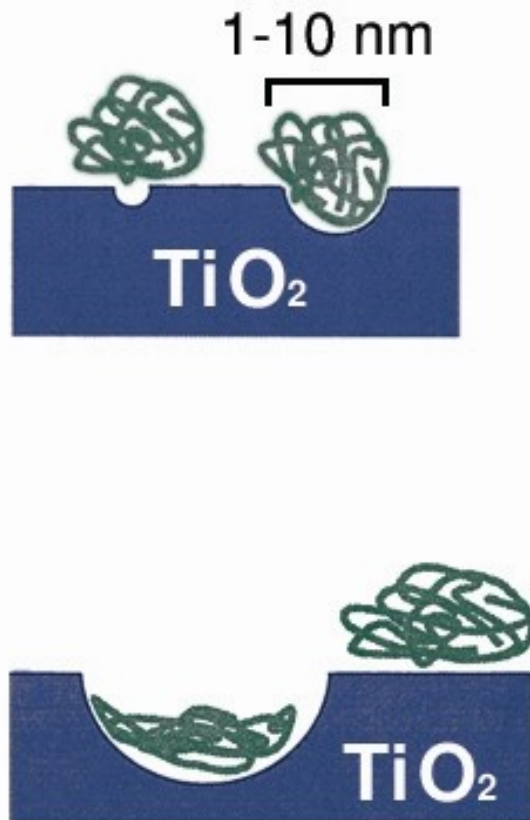
Το μέγεθος και η έκταση της οστεοενσωμάτωσης είναι χρονοεξαρτώμενα

# Εξέλιξη της οστεοενσωμάτωσης στο χρόνο

- Προϊόντα διάβρωσης στις περιπτώσεις εμφυτευμάτων από κράματα ή επικαλύψεις (κεραμικά οξείδια του αλουμινίου) τα οποία απελευθερώνονται από την επιφάνεια του μετάλλου θα δράσουν αρνητικά προκαλώντας φλεγμονώδεις αντιδράσεις.
- Η φλεγμονώδης αντίδραση θα εξελιχθεί σε κοκκιωμάτωδη και όχι οστίτη ιστό.



# Μηχανικοί παράγοντες μικροδομής που επηρεάζουν τις μικροδιεργασίες



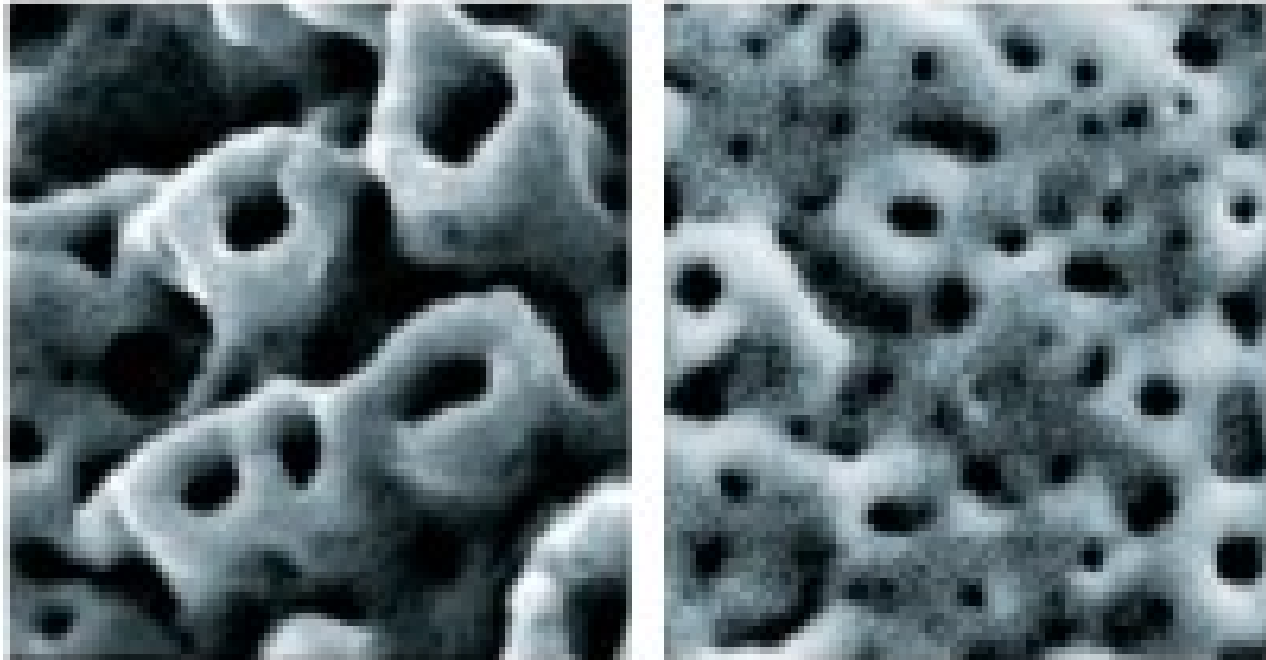


# Μηχανικοί παράγοντες μικροδομής που επηρεάζουν τις μικροδιεργασίες

- Εντυπώματα, αδρότητες ή προεξέχουσες άκρες στην επιφάνεια του εμφυτεύματος διαστάσεων 1-100  $\mu\text{m}$  είναι αντιληπτά από τα κύτταρα λόγω της αντιστοιχίας των μεγεθών.
- Μεγαλύτερα εντυπώματα θα γινόταν αντιληπτά σαν λείες επιφάνειες.
- Οστεοβλαστικά κύτταρα προσκολλώνται εντονότερα σε αδρές επιφάνειες τιτανίου παρά σε λείες.
- Συνεπώς, οι μικροανωμαλίες επηρεάζουν τη μορφολογία τον προσανατολισμό των κυττάρων και τον τρόπο προσκόλλησης



# Μηχανικοί παράγοντες μικροδομής που επηρεάζουν τις μικροδιεργασίες



Μικροφωτογραφία μικροδομής εμφυτευμάτων

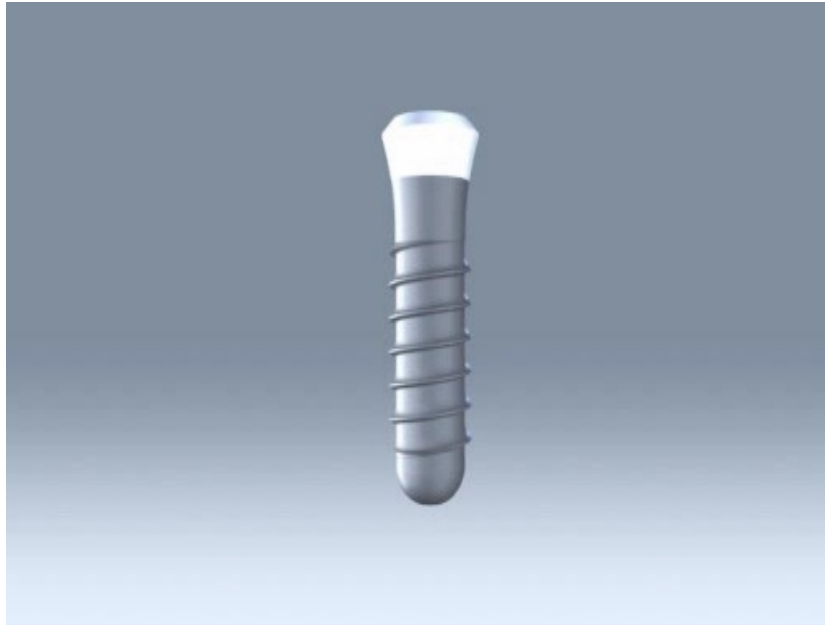


# Μηχανικοί παράγοντες μικροδομής που επηρεάζουν τις μικροδιεργασίες

- Συνεπώς, κάθε βιολογικό σύστημα αναγνωρίζει όχι μόνο τη χημική δομή του υποστρώματος αλλά κυρίως τη μικροαρχιτεκτονική της επιφάνειας πάνω στην οποία θα αναπτυχθεί, και επηρεάζει ανάλογα τη βιολογική έκφρασή του.



# Μηχανικοί παράγοντες μικροδομής που επηρεάζουν τις μικροδιεργασίες



Σχηματική Διαδικασία  
μικροεπούλωσης



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά - Παρόμοια Διανομή [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

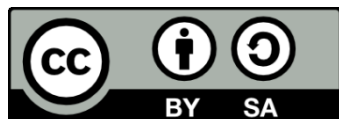
[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>





# Τέλος ενότητας

Επεξεργασία: Διονυσία Δημητράκη  
Θεσσαλονίκη, 9/2015



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

---

# Σημειώματα

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

