

# Ιατρικά Αυτοκόλλητα και Συγκολλητικά

# 12

# Συγκόλληση



- Ορισμός: Η κατάσταση κατά την οποία δύο επιφάνειες κρατούνται κολλημένες με δυνάμεις αλληλεπίδρασης, οι οποίες μπορεί να είναι χημικές δυνάμεις, καθώς και μηχανικές δυνάμεις αλληλοσύνδεσης.



# Αυτοκόλλητα

- Ως αυτοκόλλητο ορίζεται μια ουσία ικανή να κρατάει δυο υλικά ενωμένα με λειτουργικό τρόπο με προσαρτώμενη επιφάνεια.
- Είναι ένας γενικός όρος που συμπεριλαμβάνει διαφορετικά υλικά όπως για παράδειγμα τσιμέντο, κόλλα και πάστα συγκόλλησης.



# Υλικό στεγανοποίησης

- Ένα υλικό που εφαρμόζεται σε μια άρθρωση (σύνδεσμος) σε στερεή ή υγρή μορφή που σκληραίνει ή θεραπεύει το σημείο, δημιουργώντας μια ασπίδα κατά της εισροής αερίου ή υγρού.

# Αυτοκόλλητα και υλικά στεγανοποίησης - βιοϋλικά



- Ενώνουν τμήματα ιατρικών συσκευών –μηχανικά στερεώματα.
- Προλαβαίνουν τη διάβρωση.
- Αντιστέκονται στην καταπόνηση.
- Γεμίζουν κενά διαστήματα- ομαλοποιούν το περίγραμμα.
- Κλείσιμο τραυμάτων.



# Τα συγκολλητικά υλικά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με διάφορους τρόπους



- Βάση από συνθετικό ή φυσικό πολυμερές.
- Θερμοπλαστικά ή διαμορφωμένα.
- Φυσική μορφή (ένα ή περισσότερα τμήματα).
- Τύπος λειτουργικότητας (κατασκευαστική, ευαισθησία στην πίεση).
- Χημικές οικογένειες (συγκολλητικές, σιλικόνη).

# Γενικές αρχές στην εφαρμογή της συνδεσμολογίας με συγκόλληση



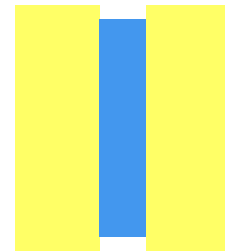
- Όταν εφαρμόζονται τα συγκολλητικά θα πρέπει να «υγραίνουν» την επιφάνεια.
- Πρέπει να μπορούν να κινούνται και να μπαίνουν σε όλα τα μικρά κοιλώματα και χαραμάδες του υποστρώματος.
- Αν το συγκολλητικό δεν υγραίνει την επιφάνεια, το πιθανότερο είναι η άσχημη συγκόλληση.
- Αν υπάρχει επαρκής ύγρανση, το συγκολλητικό πρέπει να στερεοποιηθεί και να μην είναι καθόλου ρευστό. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται τοποθέτηση (πολυμερισμός).
- Ένδειξη τοποθέτησης (imaging).



# Συγκολλητικοί αρμοί

Η δύναμη διάσπασης καθορίζεται από:

- Μηχανικές ιδιότητες των υλικών της άρθρωσης.
- Έκταση της επιφάνειας αλληλεπίδρασης (αριθμός, έκταση, τύπος και κατανομή των κενών).
- Παρουσία εσωτερικών πιέσεων.
- Γεωμετρία της άρθρωσης.
- Λεπτομέρειες μηχανικού φορτίου.





# Τα συγκολλητικά είναι πολυμερή

- Θερμοπλαστικά
- Θερμοσέτ

Είναι διαθέσιμα σαν στερεά, υγρά και αλοιφές, ενώ τα περισσότερα μπορούν να υποστηριχθούν από μεμβράνες με διαφορετική πυκνότητα.



# Συγκολλητικά

- Ακρυλικά
- Εποξικές κόλλες
- Πολυουρεθάνες
- Σιλικόνες



# Μηχανισμοί δεσίματος

- Μηχανική αλληλοσύνδεση.
- Σχηματισμός ομοιοπολικών δεσμών κατά μήκος της επιφάνειας αλληλεπίδρασης.
- Στηρίζονται στην ηλεκτροστατική αλληλεπίδραση.
- Οι δυνάμεις δεν είναι ισχυρές όταν ασκούνται σε απόσταση πάνω από 0.5 nm – επομένως η επαφή είναι απαραίτητη.



# Επεξεργασία επιφανειών

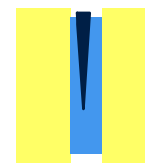
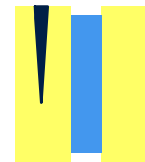
- Καμία επεξεργασία (χαμηλού κόστους και επαναληψιμότητας).
- Σκούπισμα διαλύτη.
- Καθαρισμός με ατμό.
- Μηχανική τριβή.
- Επεξεργασία με πλάσμα.
- Χάραξη με οξύ.
- Χημική εναπόθεση – οργανοσιλοξάνες.



# Περιπτώσεις αποτυχίας

Σπάνια δημιουργείται μια γενική εικόνα της δύναμης που ασκείται σε μια διεπιφάνεια από την εφαρμογή εξωτερικής δύναμης.

- Κατασκευαστική αποτυχία.
- Αποτυχία συγκόλλησης.
- Συνεκτική αποτυχία.

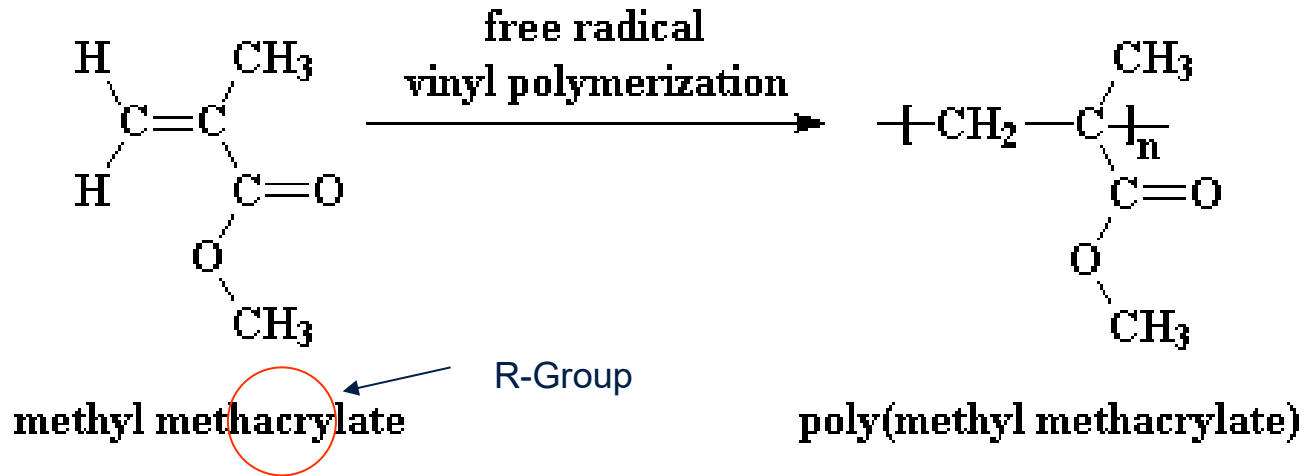


# Ουρεθάνες



- Πολυμερισμός ουρεθάνης – διισοκυάνιο και μια διόλη.
- Σύστημα δύο τμημάτων.
- Εύκαμπτη διεπιφάνεια.

# Poly (μεθυλ-μεθακρυλικό οξύ) PMMA



Bone Cement



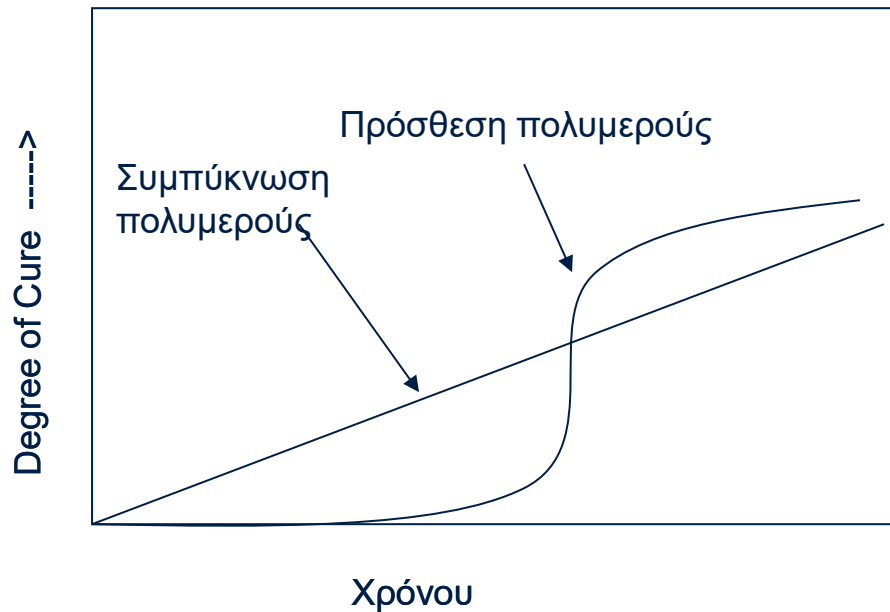
# Επιλογή αρχικών μονομερών

- C4-C12 – αλκυλακρυλικό οξύ είναι η αρχική συγκολλητική ουσία στη θερμοκρασία υαλώδους μετάπτωσης ( $T_g$ ).

**Table 1.** Tackifying alkyl acrylates

Monomer	$T_g$ [°C]
Octyl acrylate	-80
2-Ethylhexyl acrylate	-75
Isooctyl acrylate	-70
Isononyl acrylate	-58
Hexyl acrylate	-57
Butyl acrylate	-54

# Προφίλ συμπίκνωσης σε σχέση με επιπλέον πολυμερισμό





# Κυανοακρυλικά

- Το 1959, αναπτύχθηκε μια ποικιλία από κυανοακρυλικά συγκολλητικά, μερικά από τα οποία χρησιμοποιούνται σήμερα για χειρουργικούς σκοπούς σε ΗΠΑ, Καναδά και Ευρώπη.
- Η πρώτη κόλλα που αναπτύχθηκε ήταν από μεθυλικό κυανοακρυλικό οξύ, το οποίο μελετήθηκε διεξοδικά για ιατρικές εφαρμογές και απορρίφθηκε λόγω της πιθανής τοξικότητάς του όπως φλεγμονή ή τοπικές ανοσολογικές αντιδράσεις. Η μεθυλική αλκοόλη έχει κοντή μοριακή αλυσίδα πράγμα που ευνοεί αυτές τις επιπλοκές.
- Αλλάζοντας τον τύπο της αλκοόλης στο μόριο με μία μεγαλύτερης μοριακής αλυσίδας, μειώνουμε κατά πολύ την κυτταρική τοξικότητα. Όλα τα ιατρικά αυτοκόλλητα ιστών που είναι διαθέσιμα επί του παρόντος για ανθρώπινη χρήση περιέχουν βουτυλ – εστέρες.

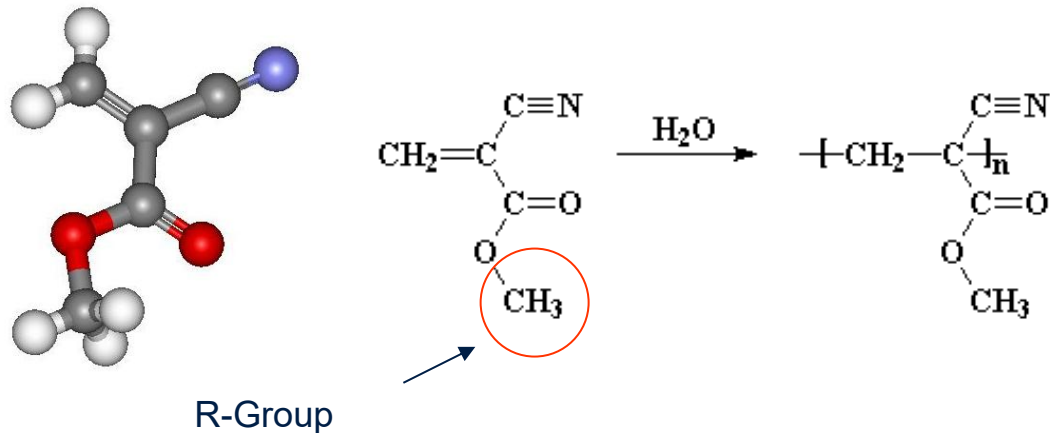


# Κυανοακρυλικά

- Τα κυανοακρυλικά αυτοκόλλητα χρησιμοποιήθηκαν αρχικά σε τραυματισμένους στρατιώτες στο Βιετνάμ: η εφαρμογή τους στην πληγή σταματούσε την αιμορραγία και κέρδιζε χρόνο μέχρι να μπορέσει ο ασθενής να χειρουργηθεί κανονικά.
- Οι νοσηλεύτριες βρήκαν χρήσιμες τις κυανοακρυλικές κόλλες σαν συγκολλητικά ιστών. Μερικές χρησιμοποίησαν ακόμα και Super Glue στον σημείο ραφής για να κλείσει το περίνεο.
- Οι χειρουργοί χρησιμοποιούσαν κυανοακρυλικές κόλλες για να εφαρμόσουν περικαρδιακά αυτοκόλλητα που σταματούσαν την αιμορραγία σε βαριάς μορφής ασθενείς με διάρρηξη μυοκαρδίου.
- Τα κυανοακρυλικά χρησιμοποιούνται επίσης στη θεραπεία του κερατοειδούς και στην εναπόθεση τεχνητού δέρματος στη θεραπεία βαριάς μορφής εγκαυμάτων.



# Methyl 2-cyanoacrylate



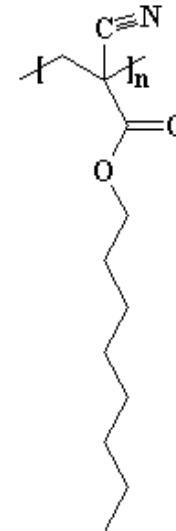
Το μονομερές μεθυλ α-κυανοακρυλικό πολυμερίζεται παρουσία ενώσεων που δρουν ως ηλεκτρονιοδότες (έναρξη ανιονικού βινυλικού πολυμερισμού), όπως το νερό, οι αλκοόλες, οι αμίνες και ιόντα καρβοξυλίου.



# Methyl 2- cyanopropanoate

- Τα ιατρικά προϊόντα που υπάρχουν διαθέσιμα προς το παρόν περιέχουν βουτύλιο, ισοβουτύλιο ή οκτυλ- εστέρες. Χαρακτηρίζονται ως βακτηριοστατικά και ανώδυνα στην εφαρμογή, βιοδιασπώνται εύκολα στον ιστό με υδρόλυση και είναι αδρανή όταν είναι στεγνά.
- Τα βουτυλικά προϊόντα είναι άκαμπτα όταν είναι στεγνά, αλλά παρέχουν έναν δυνατό δεσμό. Τα οκτυλικά προϊόντα είναι περισσότερο ευέλικτα όταν είναι στεγνά αλλά παράγουν έναν ασθενέστερο δεσμό.
- Το Ιστοακρυλικό Μπλε (n – βουτυλ κυανοακρυλικό) χρησιμοποιήθηκε ευρέως για μια ποικιλία χειρουργικών εφαρμογών συμπεριλαμβανομένων επεμβάσεων στο μέσω αυτή, στο οστό και εμφυτεύματα χόνδρων, θεραπεία διαρροών εγκεφαλονωτιαίου υγρού και θεραπεία δέρματος.
- DMSO (διμεθυλοσουλφοξείδιο) ή ακετόνη λειτουργούν σαν διαλύτες.

poly(octyl cyanoacrylate)





# Η αγορά

- Η παγκόσμια αγορά ιατρικών και χειρουργικών συγκολλητικών είναι 542 εκατομμύρια \$ και αναπτύσσεται ραγδαία (19%), κυρίως στις ΗΠΑ.
- Τα συγκολλητικά είναι ένα σημαντικό τμήμα διαφόρων ιατρικών συσκευών.
- 7,5 εκατομμύρια άνθρωποι αποκτούν εμφυτεύματα ιατρικών συσκευών κάθε χρόνο.
- Καθώς οι ιατρικές συσκευές γίνονται μικρότερες και περισσότερο πολύπλοκες, υπάρχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις στα υλικά και στα μέρη από τα οποία αποτελούνται.
- Οι ιατρικές συσκευές εξάγονται από τις ΗΠΑ σε ξένες χώρες σε αυξανόμενο ποσοστό.
- Συσκευές που προορίζονται για την αναπτυσσόμενη αγορά της Νοτίου Αμερικής πρέπει να κατασκευάζονται ώστε να έχουν μικρότερο κόστος.



# Επιπλοκές

- Όταν μιλάμε για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών στην αγορά των συγκολλητικών ο σημαντικότερος παράγοντας είναι η ταχύτητα με την οποία παράγεται το συγκολλητικό και ο χρόνος που χρειάζεται πριν το προϊόν καταλήξει στην αγορά.
- Τα συγκολλητικά UV έχουν τη μεγαλύτερη τεχνολογική πρόοδο σε σχέση με τις νεότερες τεχνολογίες που βρίσκονται στην αγορά.



# Συστήματα ελαφρών τραυμάτων

- Σχεδιασμένα για ταχεία ανάρρωση.
- Χωρίς διαλύτη.
- Μεγάλο εύρος από συντελεστές τριβής.





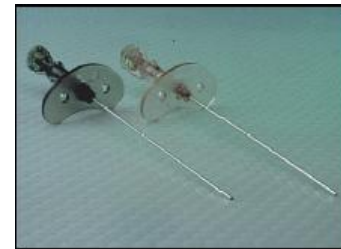
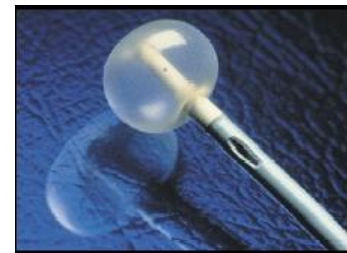
# Συγκολλητικά ελαφρών τραυμάτων

- Αποτελούνται ιδανικά από ρητίνες χαμηλού ή μέσου μοριακού βάρους (ολιγομερή), μονολειτουργικά ή πολυλειτουργικά μονομερή και/ή φωτοευαισθητοποιητές.
- Μήκη κύματος 250 – 365 nm.
- Τυπικά 5 – 15 δευτερόλεπτα στα 80-100 mW/cm<sup>2</sup> είναι αρκετά για να κολλήσει.
- Υλικά που πολυμερίζονται με ορατό φως (π.χ. ρητίνες στα οδοντικά σφραγίσματα και φωτο-οπτικές συσκευές) μπορούν να πολυμεριστούν με μπλε φως (470 nm).



# Τυπικές εφαρμογές

- Δέσμευση μπαλονιού λάτεξ σε κοιλότητα PVC σε καθετήρες.
- Δέσμευση μπαλονιών λάτεξ υψηλής πίεσης σε κοιλότητες καθετήρων ουρεθάνης υψηλής πίεσης.
- Δέσμευση μπαλονιών σε σωλήνες αγγειοπλασίας πολλαπλών κοιλοτήτων και σε υψηλής πίεσης καθετήρες.
- Δέσμευση βελόνας σε σωλήνες σε συσκευές έγχυσης.





# Ευέλικτες συγκολλητικές εφαρμογές

- Δέσμευση/σφράγιση σωληνώσεων τραχείας (λάστιχο σιλικόνης).
- Δέσμευση/σφράγιση μερών σιλικόνης, στην κολοστομία, ιλεοστομία, ουροστομία.
- Δέσμευση/σφράγιση μπαλονιού της τραχειακής σωλήνας.
- Δέσμευση/σφράγιση σωληνώσεων τραχειοτομής, γαστρονομικών συσκευών και άλλα μέρη κατασκευασμένα από σιλικόνη.
- Σφραγίσματα φουσκωτών μερών.



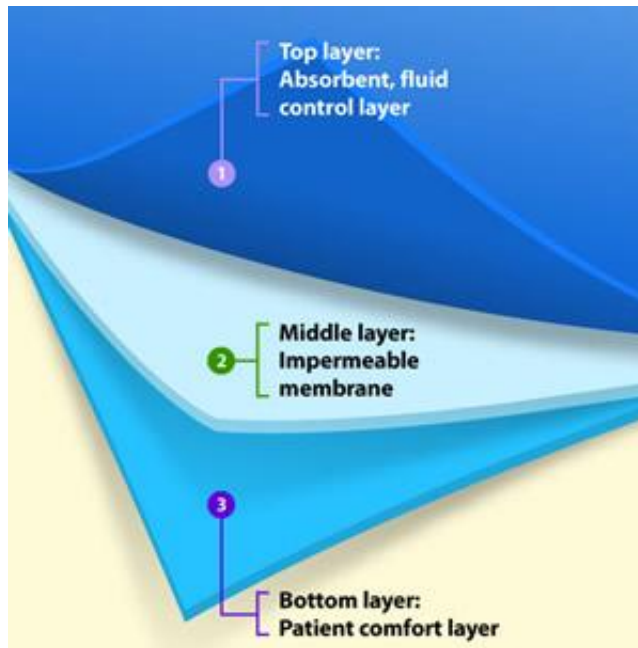


# Συγκολλητικά ευαίσθητα στην πίεση

- Ακρυλικά σε PET.
- Ετικέτες – πολλές ιατρικές συσκευές έχουν ανάγκη από μια ετικέτα στην οποία μπορούμε να σημειώσουμε πριν ή και μετά την εφαρμογή της συσκευής.
- Συγκολλητικές ταινίες για τη συγκόλληση αποστειρωμένου εξοπλισμού.
- Προστατευτική ασπίδα εναντίον της μόλυνσης κατά την αποθήκευση ή τη μεταφορά.
- EKG Σύνδεση ηλεκτροδίων.



# Χειρουργικά καλύμματα



Χημεία	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Τυπικές Εφαρμογές
Κυανοακρυλικά	Προσαρμοστικότητα υποστρώματος Γρήγορη Θεραπεία Δέσμευση σε πολυολεφίνες	Θερμοπλαστικές ρητίνες Αδύναμος φλοιός, άκαμπτος Απαιτείται ψύξη	Μέρη καθετήρων Δέσμευση σωληνώσεων Συνένωση Πολυολεφίνων
Ελαφρώς – Επαγόμενα Ακρυλικά	Προσαρμοστικότητα Υποστρώματος Καλές ιδιότητες αντίστασης	Δαπάνη κεφαλαίου για εξοπλισμό που επάγεται ελαφρώς	Συναρμολόγηση βελονών Μάσκες αναισθησίας Οξυγονωτές Συνένωση σωληνώσεων.
Εποξικά	Προσαρμοστικότητα Υποστρώματος Υψηλή θερμική και χημική αντίσταση Χαμηλή συστολή	Χαμηλή ανθεκτικότητα φλοιού, άκαμπτη Εξωθερμική αντίδραση Τα συστήματα με δύο μέρη απαιτούν ανάμειξη	Συναρμολόγηση βελονών
Πολυουρεθάνες	Προσαρμοστικότητα υποστρώματος Σκληρός φλοιός Καλές ιδιότητες αντίστασης	Moisture sensitivity Primers required for some substrates Two-part systems require mixing Ευαισθησία στην υγρασία Απαιτούνται primers για κάποια υποστρώματα Τα συστήματα δύο μερών απαιτούν ανάμειξη	Σύνδεση άκρων σε διάφορα μέρη



# Πλεονεκτήματα αυτοκόλλητων

- Συνδέουν ανόμοια υλικά.
- Ίση κατανομή δύναμης.
- Γεμίζουν μεγάλα κενά.
- Εύκολα αυτοματοποιημένα.
- Αισθητικά αποδεκτά.



# Μειονεκτήματα αυτοκόλλητων

- Απαιτείται επαγωγή.
- Απαιτείται χρόνος προσαρμογής.
- Απαιτεί χημικές ουσίες κατά την εμφύτευση.



# Συγκολλητική οδοντιατρική

Ενδείξεις:

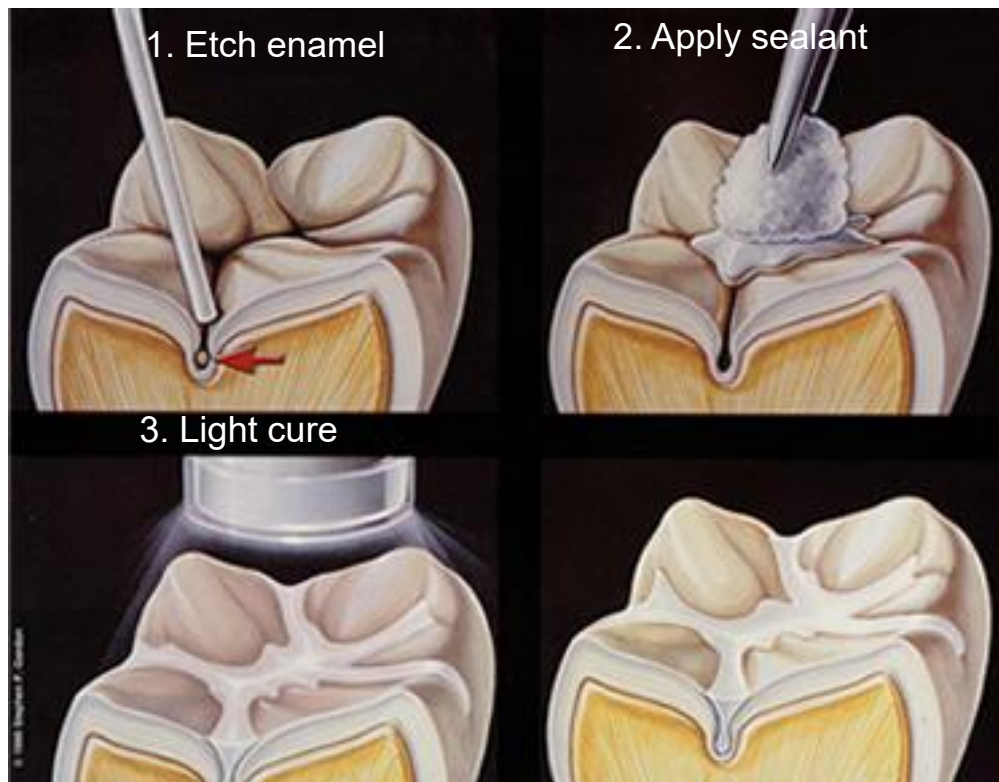
- Αντικατάσταση δοντιών που έχουν τερηδόνα.
- Γέμισμα ελαττωμάτων από διάβρωση ή απόξεση σε αυχενικές περιοχές.
- Διόρθωση αντιαισθητικών σχημάτων, θέσεων, διαστάσεων ή σκιών.
- Αποκατάσταση με δεσμούς αμαλγάματος ασημιού.
- Κορώνες από τσιμέντο.



## Ενδείξεις - Συνέχεια

- Σιδεράκια ορθοδοντικά.
- Θεραπεία οδοντικής υπερευαισθησίας.
- Επιδιόρθωση σπασμένης πορσελάνης, αμαλγαμάτων και αποκατάστασης ρητινών.
- Στεγανοποίηση σχισμών.
- Χτίσιμο θεμελίων πυρήνα.

# Στεγανοποιητικά



<http://www.loosdental.com/sealants.htm>



# Ιοντομερή γυαλιού

- Συνήθως αναφέρονται ως ιοντομερή γυαλιού τσιμέντου (GIC's).
- Είναι υλικά τα οποία αποτελούνται από υδάτινα πολυακρυλαμίδια και γυαλί φθοροαλουμινοσιλικόνης.
- Ορίζονται από μια αντίδραση οξέος – βάσεως με την παρουσία νερού.
- Αυτές οι κόλλες φαίνεται να προσκολλώνται στη δομή του δοντιού με το σχηματισμό ιοντικών δεσμών σαν αποτέλεσμα του δακτυλίου ιόντων των καρβοξυλομάδων του οξέος με το ασβέστιο και/ή των φωσφορικών ιόντων που βρίσκονται στον απατίτη του σμάλτου και της οδοντίνης.



Σκόνη = CALCIUM

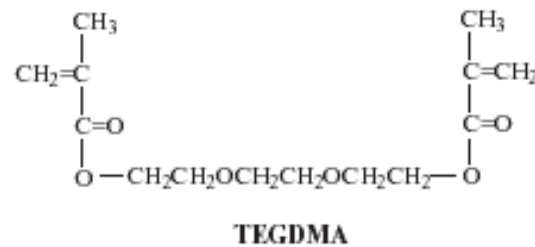
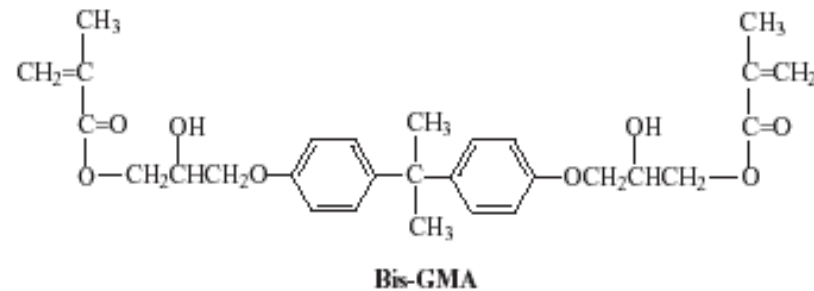
FLUOROALUMINOSILICATE GLASS

- Σιλίκονη 13.3% Φώσφορος 2.5%
- Αλουμίνιο 13.3% Φθόριο 22.7%
- Ασβέστιο 17.3% Οξυγόνο 28.0%
- Νάτριο 1.6%
- Υγρό = ΠΟΛΥΑΚΡΥΛΙΚΟ ΟΞΥ Ή
  - ΣΥΜΠΟΛΥΜΕΡΕΣ ΤΟΥ ΑΚΡΥΛΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ
  - ΝΕΡΟ

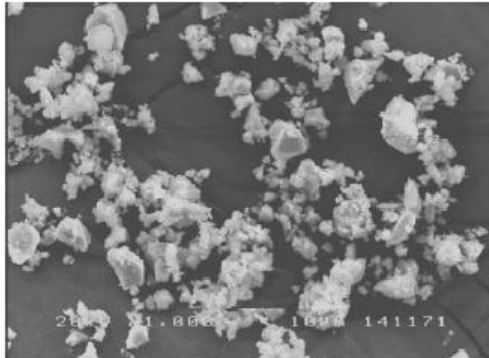


# Συνηθέστερη οδοντική ρητίνη

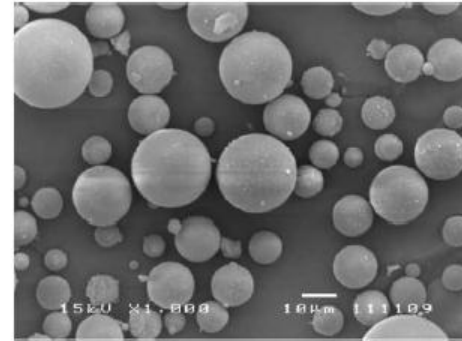
bisphenol A glycol dimethacrylate



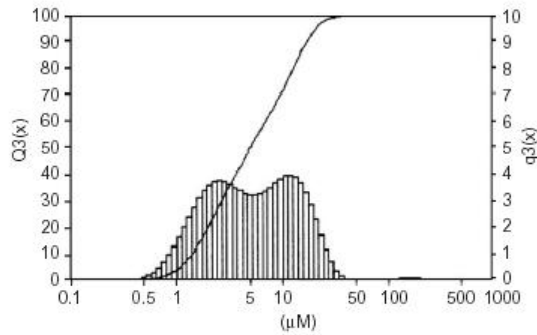
triethylene glycol dimethacrylate



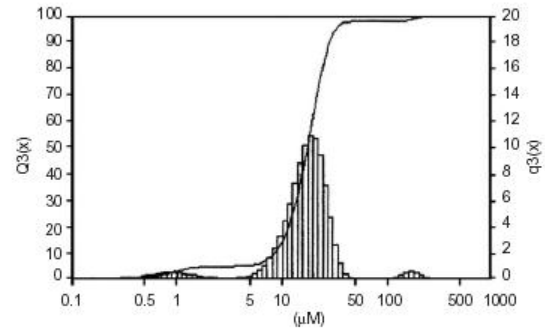
Morphology of original glass powders.



Morphology of the powders after flame spheroidization.



Particle size distribution of glass powders from GC Fuji IX GP.



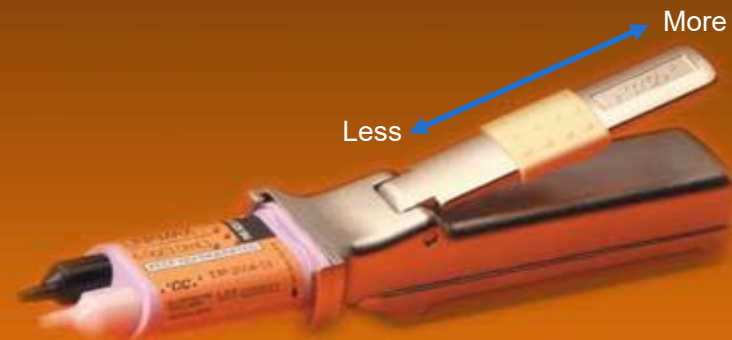
Particle size distribution of glass powders after flame spheroidization.

# Σπασμένοι κοπτήρες



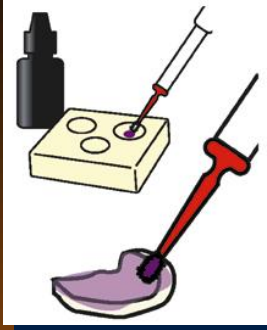


- Παράγει την ιδανική συνοχή κάθε φορά.
- Παράγει την ιδανική ποσότητα ανάμειξης άσχετα με την ποσότητα του υλικού.
- Ο μετρητής επιτρέπει στον χρήστη να ελέγχει τον όγκο του υλικού για να αποφεύγεται η σπατάλη υλικού.

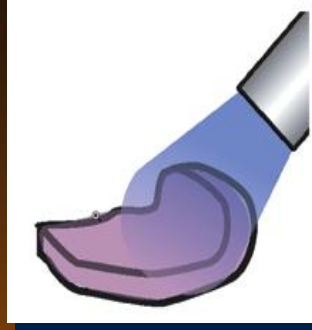


- Το προσωρινό για ελαφρές περιπτώσεις Linkmax αφαιρείται εύκολα με εργαλείο ένα λεπτό μετά τον πολυμερισμό.
- Δεν απαιτείται διαδικασία καθαρισμού.
- Όταν χρησιμοποιείται κάτω από μέταλλο ή όταν είναι κόλλα είναι δύσκολο να εκτεθεί στο φως.

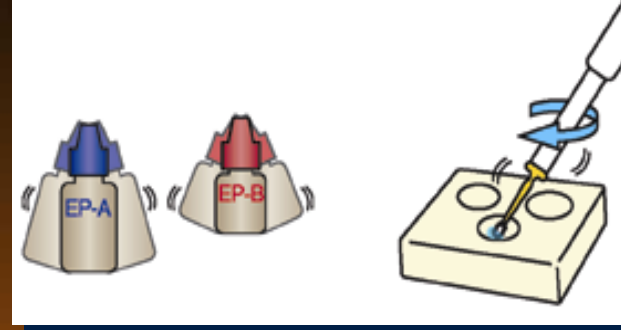




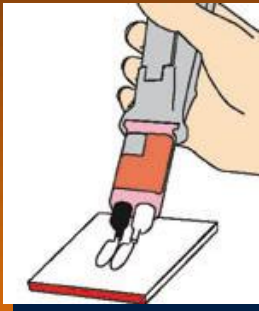
Εφαρμόζεται ένα λεπτό στρώμα



Επάγεται μέσω φωτός για 20 δευτερόλεπτα χρησιμοποιώντας ένα VLC φως.



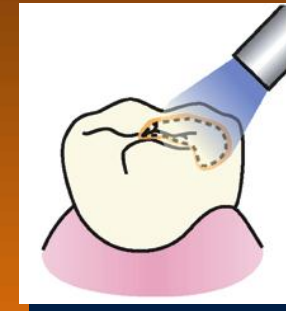
Ανακινούμε τα δοχεία με τους primers και τοποθετούμε μία σταγόνα στο δοχείο και αναμιγνύουμε για 5 δευτερόλεπτα. Εφαρμόζουμε στην επιφάνεια του δοντιού.



Τοποθετούμε το LINKMAX και αναμιγνύουμε για 10 δευτερόλεπτα.



Εφαρμόζουμε το LINKMAX σε πορσελάνινη επιφάνεια.



Τοποθετούμε για ένα λεπτό, επάγουμε με φως για 1 – 2 δευτερόλεπτα, κατόπιν αφαιρούμε το πλεονάζων.



Επάγουμε με φως κάθε επιφάνεια για 20 δευτερόλεπτα.

- Composite
- Primer LINKMAX
- Self-Etching Primer

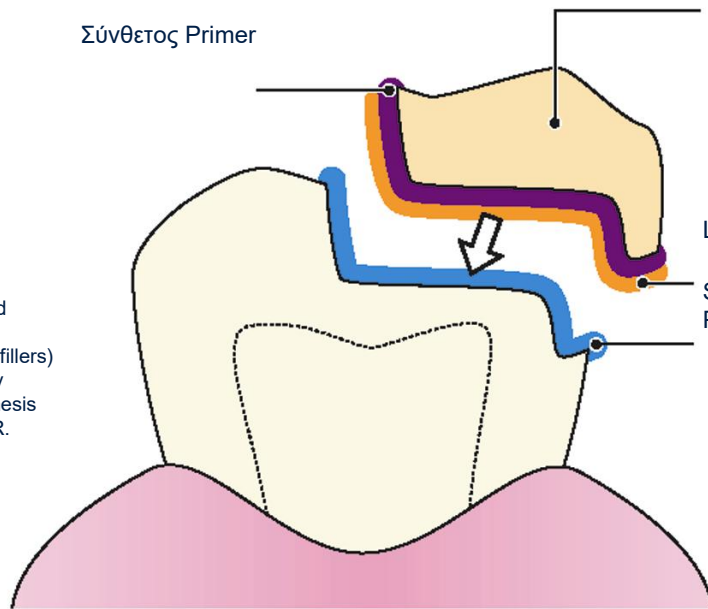
Σύνθετος Primer

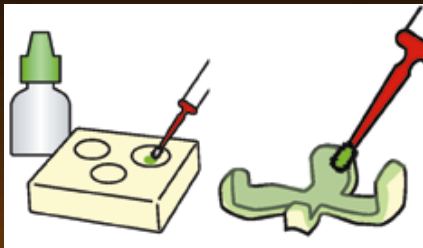
MFR Hybrid Resin Inlay

LINKMAX

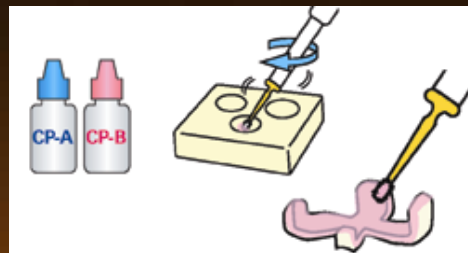
Self-Etching Primer

NOTE: When bonding MFR hybrid resin (with main ingredients of organic fillers) from another manufacturer, apply CERAMIC PRIMER to the prosthesis instead of COMPOSITE PRIMER.

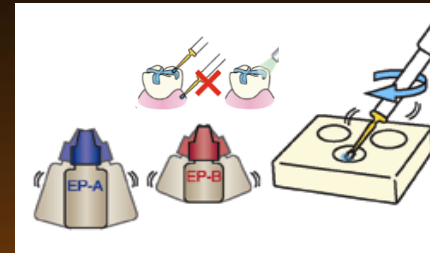




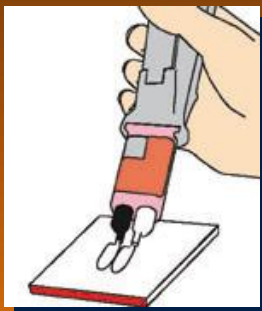
Εφαρμόζουμε το χαρακτικό, μετά από 30 δευτερόλεπτα, ξεπλύνουμε με νερό και στεγνώνουμε.



Εναποθέτουμε μια σταγόνα από κάθε κεραμικό Primer στο ειδικό σκεύος και αναμιγνύουμε για 5 δευτερόλεπτα. Εφαρμόζουμε στην επιφάνεια σύνδεσης και στεγνώνουμε



Ανάδευση των δοχείων που περιέχουν τα Self - Etching Primer, κατόπιν τοποθετούμε μία σταγόνα σε κάθε δοχείο και αναμιγνύουμε για 5 δευτερόλεπτα. Εφαρμογή στην επιφάνεια του δοντιού



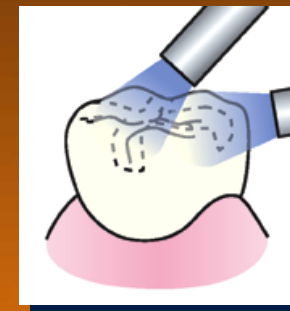
Τοποθέτηση LINKMAX και ανάμειξη για 10 δευτερόλεπτα.



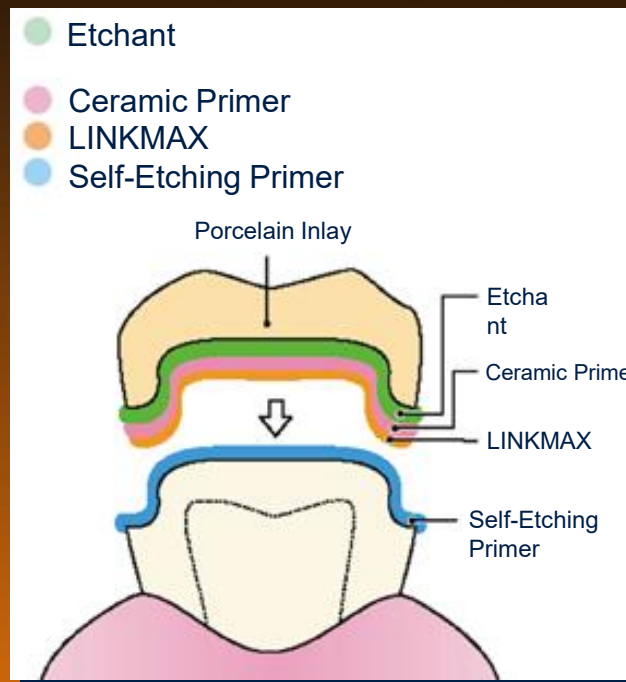
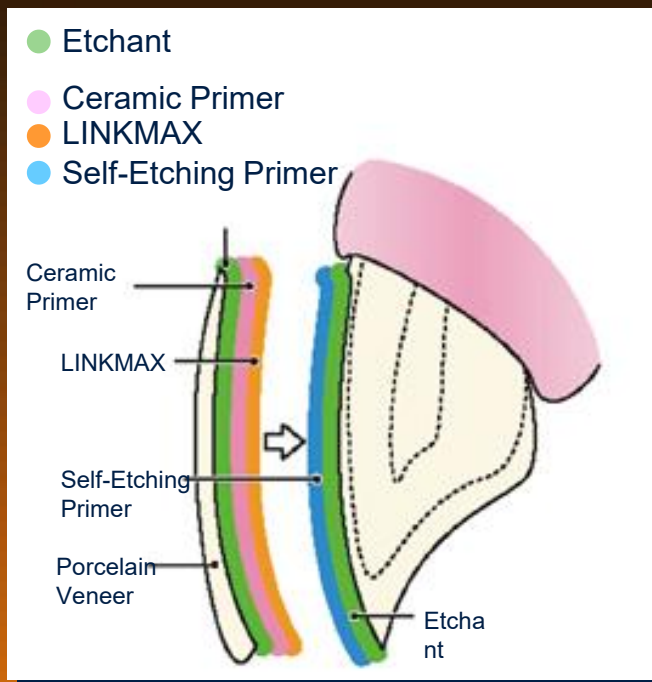
Εφαρμογή του LINKMAX σε μια επιφάνεια πορσελάνης.

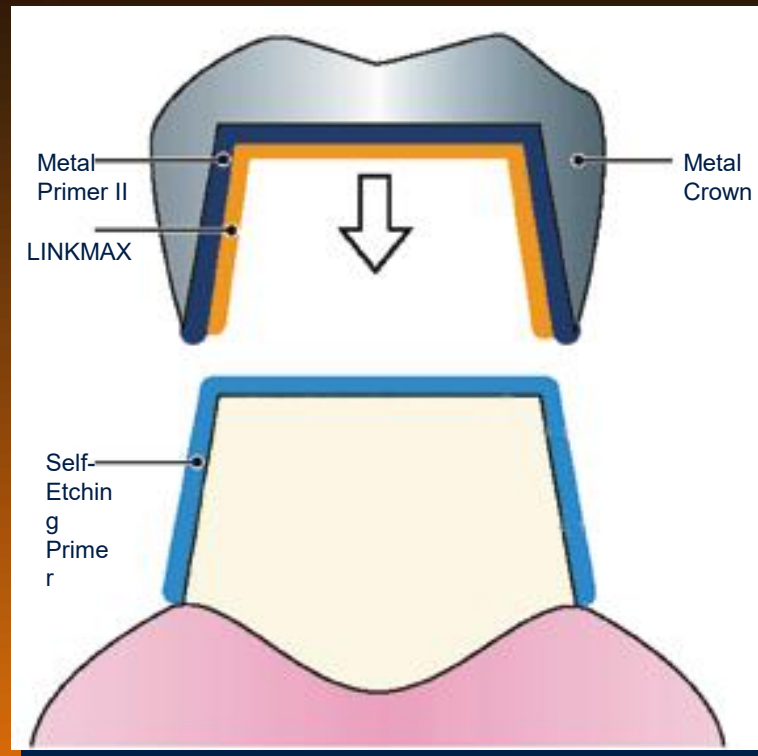


Επαγωγή με φως - φωτοπολυμερισμός για 1-2 δευτερόλεπτα. Αφαίρεση του υλικού που πλεονάζει.



Επαγωγή κάθε επιφάνειας για 20 δευτερόλεπτα.







# Το Μέλλον

- Συγκολλητική οδοντιατρική.
  - Βελτιώνει τις ιδιότητες των συγκολλητικών υλικών δηλ. αντίσταση στη φθορά, δύναμη.
- Βιοσυμβατά υλικά.
  - Αντιβακτηριακά, βιοενεργά, χορήγηση φαρμάκων
- Αύξηση χρήσης εμφυτευμάτων.
  - Συντομότερες περίοδοι επούλωσης.
  - Οστά χειρότερης ποιότητας.
  - Λιγότερο οστό.
- Ανάπτυξη φυσικών δοντιών.



# Βιβλιογραφικές αναφορές

- J. Park and R.S. Lakes, Biomaterials an Introduction, 3rd Edition, Springer, New York, 2007.
- B.D. Ratner, A.S. Hoffman, Biomaterials Science, 2nd Edition: An Introduction to Materials in Medicine, Elsevier Academic Press, San Diego, 2004.
- Biomaterials, Edited by J.Y. Wang and J.D. Bronzino, CRC Press, Boca Raton, 2007.
- Patric Tresco, Biomaterials course, University of Utah
- Materials Science and Engineering - An Introduction, 4th Ed, WD Callister, Jr.
- [www.ex-med.co.uk](http://www.ex-med.co.uk)
- [kca.com.au](http://kca.com.au)
- <http://www.loosdental.com/sealants.htm>