

ΚΡΑΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΣΚΕΛΕΤΟΥ ΚΙΝΗΤΩΝ ΠΡΟΣΘΕΣΕΩΝ

Ασπασία Σαραφιανού

Λέκτορας Προσθετολογίας
Οδοντιατρικής Σχολής ΕΚΠΑ

Επιθυμητές ιδιότητες κραμάτων για σκελετούς Μ.Ο

- ▣ Υψηλή βιοσυμβατότητα
- ▣ Υψηλό μέτρο ελαστικότητας-ακαμψία σκελετού
- ▣ Υψηλό σημείο διαρροής- να μην προκαλείται μόνιμη παραμόρφωση κατά τη μάσηση και κατά την τοποθέτηση και αφαίρεση (άγκιστρα)
- ▣ Αντοχή στην κόπωση
- ▣ Ικανοποιητική εκατοστιαία μήκυνση-Εύκολη επεξεργασία
- ▣ Σύνδεση με υλικά βάσεων και όχι απλά μηχανική συγκράτηση

Κράματα για σκελετούς Μ.Ο.

- ▣ Χρυσοκράματα τύπου IV
- ▣ Βασικά κράματα (Co-Cr, Co-Cr-Ni, Ni-Cr)
- ▣ CPΤιτάνιο και κράματά του (Ti-4Al-6V)

Εργαστήριο Προβιοτικής
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

Χρυσοκράματα τύπου IV

- ▣ Σύνθεση :Au 60%, Pt 2%, Pd 1%,Ag 16%

Ιδιότητες

- ▣ Υψηλό κόστος
- ▣ Μεγάλη πυκνότητα και βάρος
- ▣ Καλή εφαρμογή χυτών
- ▣ Ικανοποιητικό μέτρο ελαστικότητας

Ακαμψία σκελετού

- ▣ Ευνοϊκή εκατοστιαία μήκυνση

Γυαλίζονται εύκολα

- ▣ Υψηλό σημείο διαρροής

Συγκρατητικοί βραχίονες αγκίστρων με συγκρατητική ικανότητα και αντίσταση στην μόνιμη παραμόρφωση

Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε βαθιές εσοχές

Κράμα χρυσού IV κατηγορίας

Όριο θραύσης

470 N/ mm²

470 N/ mm²

Όριο διαρροής

274 N/ mm²

394 N/ mm²

Εργαστήριο Προσθτικής
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

- ▣ Η ευκολία στην επεξεργασία είναι ένας παράγοντας που μαζί με το κόστος βαρύνει ιδιαίτερα στην επιλογή του κατάλληλου κράματος.
- ▣ Τα κράματα ευγενών μετάλλων είναι τα πιο εύκολα στην επεξεργασία (χύτευση – διαμόρφωση με περιστρεφόμενα κοπτικά εργαλεία – γυάλισμα κλπ.), έχουν όμως απαγορευτικό κόστος.

Κράματα βασικών μετάλλων

Πλεονεκτήματα

- Υψηλό μέτρο ελαστικότητας (ακαμψία)
- Υψηλό σημείο διαρροής – αντίσταση στην παραμόρφωση
- Χαμηλό κόστος
- Μικρό βάρος

Μειονεκτήματα

- Μεγάλη σκληρότητα και χαμηλή εκατοστιαία μήκυνση - Δύσκολη επεξεργασία
- Ορισμένα προκαλούν αλλεργία (ύπαρξη Ni)
- Δυνητικά τοξικά

- ▣ Με την κραματοποίηση επιτυγχάνεται η μεταβολή των ιδιοτήτων των καθαρών μετάλλων σε τέτοιο βαθμό, ώστε να σχηματίζεται ένα νέο υλικό, με νέες φυσικές, χημικές και μηχανικές ιδιότητες. Οι ιδιότητες αυτές, οι οποίες εξαρτώνται από τη σύνθεση του κράματος, δεν είναι ο μέσος όρος των ιδιοτήτων των μετάλλων που το αποτελούν, αλλά εντελώς διαφορετικές.

Βασικά κράματα για Μ.Ο

Κράματα CoCr

- ▣ Co (60%) με Cr μέχρι 30%, Mo 4-5%, C, Al, Fe
- ▣ Κράματα CoCrNi (Cr 50%, Co 25%, Ni 19%)
- ▣ Κράματα Ni-Cr (Ni 70%, Cr 16%)

Εργαστήριο Προσοδευτικής
Μεταπτυχιακό ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Βασικά κράματα για Μ.Ο

- ▣ Ρόλος χρωμίου
- ▣ Cr μέχρι 30%
- ▣ Το Cr αυξάνει την αντίσταση στην παραμόρφωση, την σκληρότητα και την εκατοστιαία μήκυνση
- ▣ Περισσότερο από 30%Cr αυξάνει την ψαθυρότητα

Ακαμψία σκελετού (υψηλό μέτρο ελαστικότητας κράματος): Ελαχιστοποίηση εφελκυστικών και διατμητικών τάσεων

- ▣ Το μέτρο ελαστικότητας των κραμάτων Co-Cr είναι 250GPa ενώ των χρυσοκραμάτων Τύπου IV 70-100GPa.

Τα στοιχεία της Μ.Ο. από CoCr και ιδίως τα άγκιστρα μπορούν να έχουν πολύ μικρότερη διατομή συγκριτικά με τα χρυσοκράματα χωρίς να κάμπτεται η αποκατάσταση.



Ολκιμότητα: Η ικανότητα ενός υλικού να παρουσιάζει μεγάλες πλαστικές παραμορφώσεις μέχρι τη θραύση του.

Ψαθυρότητα: Η ικανότητα ενός υλικού να **μην** παρουσιάζει μεγάλες πλαστικές παραμορφώσεις μέχρι και τη θραύση του.

Ελατότητα: Η ικανότητα ενός υλικού να διαμορφώνεται σε έλασμα

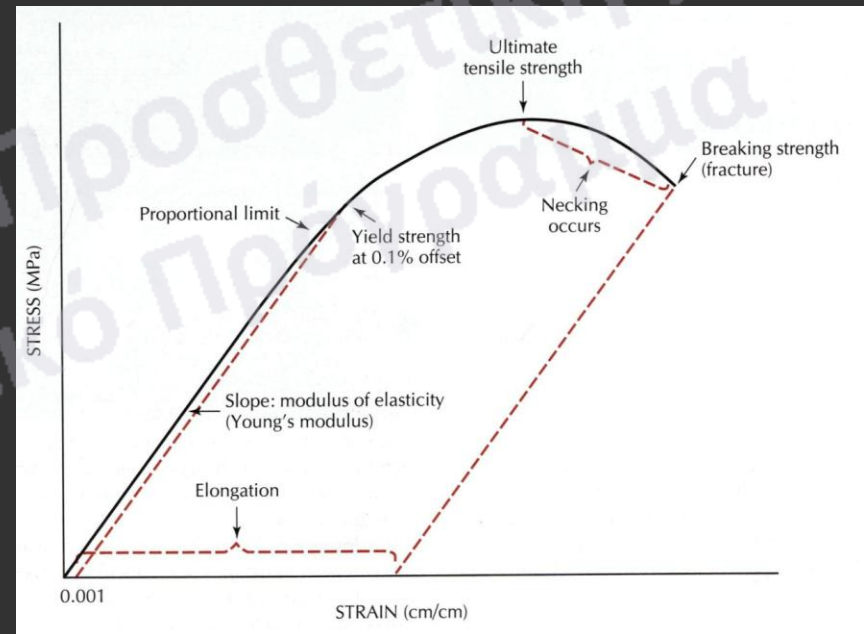
Κριτήριο της ολκιμότητας είναι η παραμένουσα (πλαστική) παραμόρφωση κατά τη θραύση

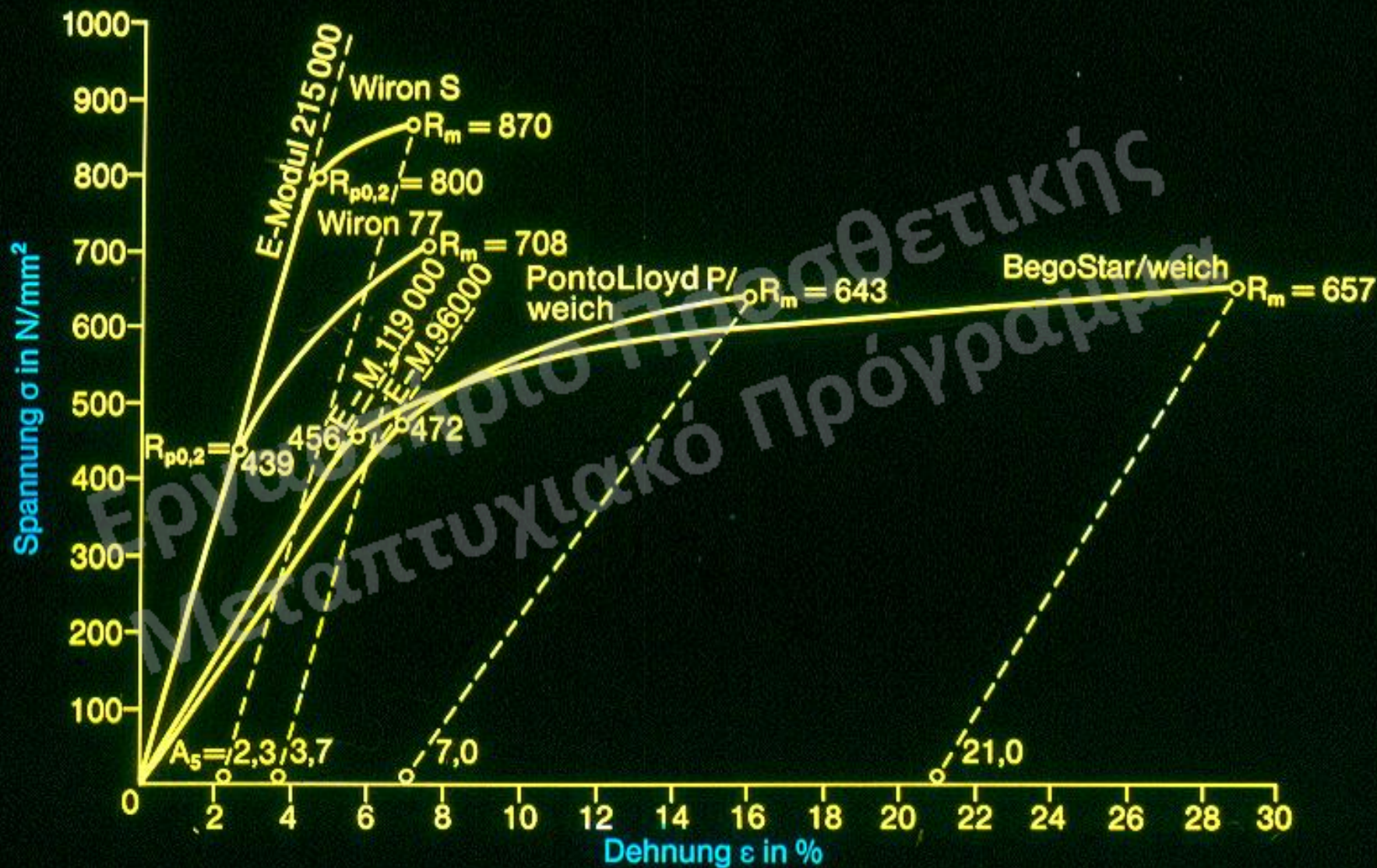
Η όλκιμη ή ψαθυρή συμπεριφορά εξαρτάται από την ταχύτητα επιβολής της τάσης και από την θερμοκρασία

Όριο διαρροής

Το σημείο πέρα από το οποίο εμφανίζεται μόνιμη (πλαστική) παραμόρφωση

Μέγεθος κλινικού ενδιαφέροντος διότι εκφράζει ουσιαστικά την αντοχή της αποκατάστασης στην φόρτιση: εφόσον επέλθει μόνιμη παραμόρφωση η αποκατάσταση δεν είναι αποδεκτή

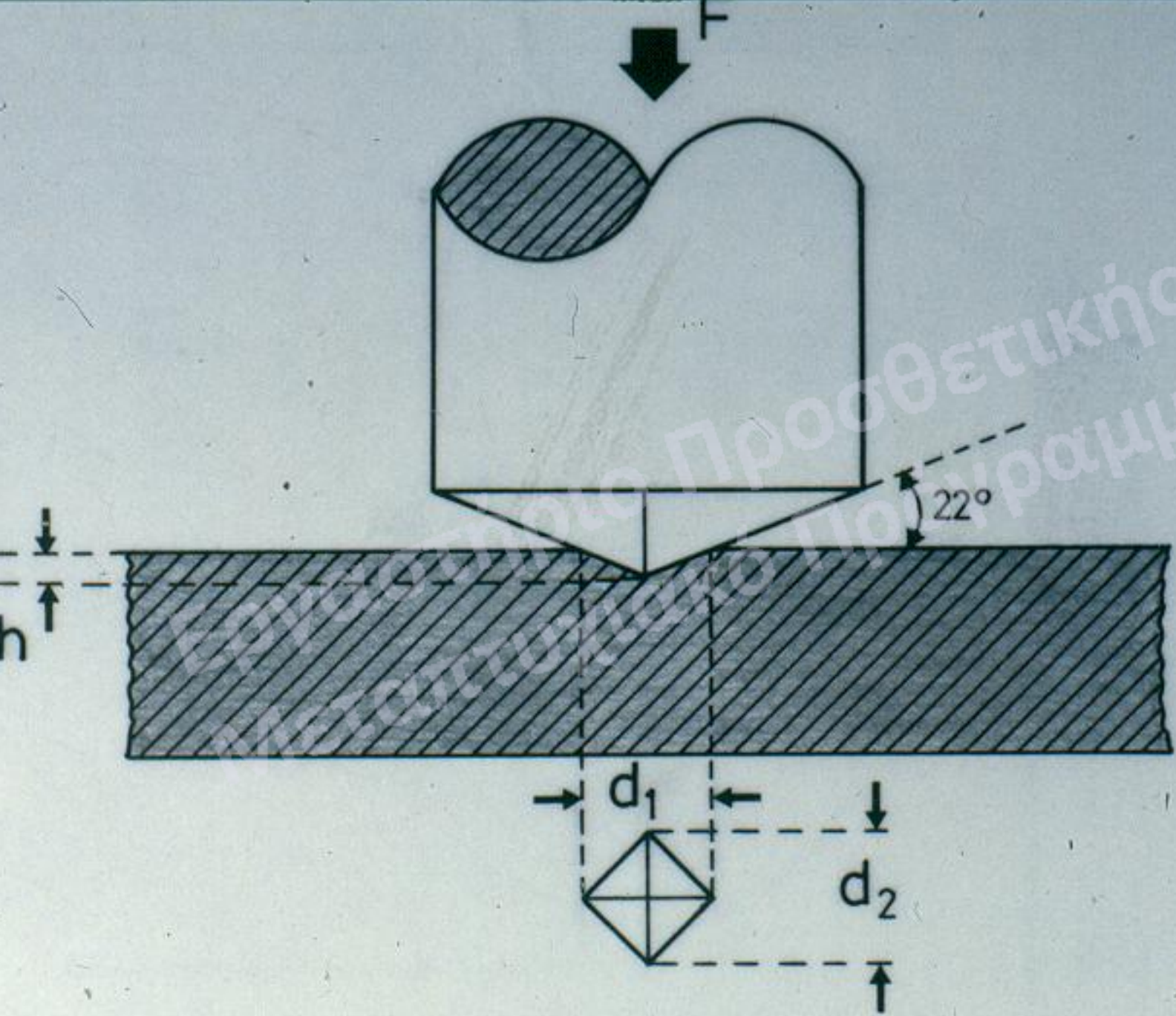




Σκληρότητα

Η επιφανειακή αντίσταση που προβάλλει ένα υλικό στη διείσδυση ενός άλλου σκληρότερου σώματος

Εργαστήριο Προσθετικής
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα



Σκληρότητες υλικών και ιστών (Knoop Hardness Number, KHN)

▣ Πορσελάνη	460
▣ Κράμα Co-Cr για Μ.Ο	391
▣ Αδαμαντίνη	343
▣ Οδοντίνη	68
▣ Οστεΐνη	40
▣ Σύνθετες ρητίνες επικάλυψης	350-
420	

Κράματα βασικών μετάλλων

- ▣ Σκληρά και με χαμηλή εκατοστιαία μήκυνση
- ▣ Δύσκολα στην επεξεργασία (διαμόρφωση με περιστρεφόμενα κοπτικά εργαλεία – γυάλισμα).
- ▣ Περισσότερος εργαστηριακός χρόνος –κόστος
- ▣ Δυσκολίες στην τροποποίηση του σκελετού
M.O. κλινικά
- ▣ Αποτριβή αποκαταστάσεων σε επαφή με σκελετούς

Μολυβδένιο

Περιεκτικότητα κραμάτων CoCr σε Mo:
4-5% κ.β.

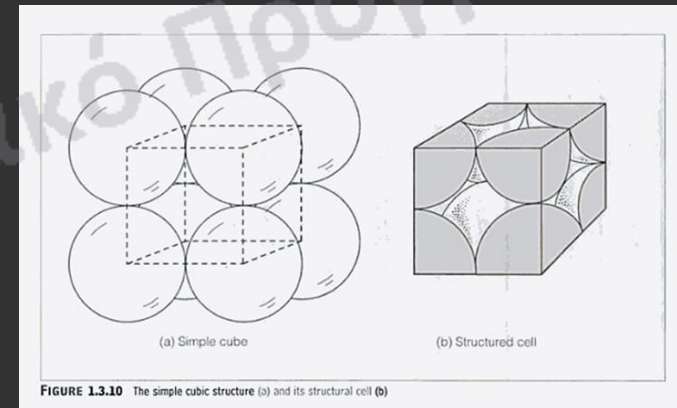
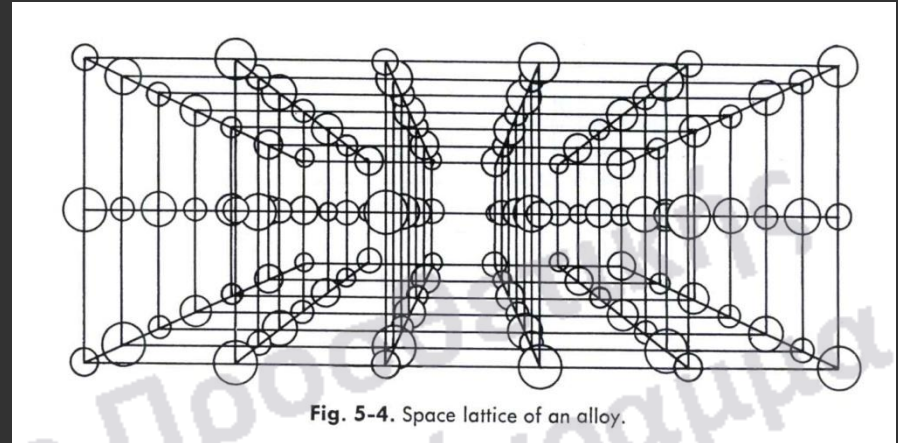
Η προσθήκη μολυβδενίου:

- ▣ Αυξάνει τον αριθμό των φύτρων στο τήγμα
- ▣ Μειώνει το μέγεθος των κόκκων(μικροκόκκο κράμα)

- ▣ **Ποιες ιδιότητες βελτιώνονται και ποιες όχι με τη λεπτόκοκκη δομή των κραμάτων;**
- ▣ Η δημιουργία λεπτόκοκκων μετάλλων ή κραμάτων έχει σαν αποτέλεσμα **την αύξηση της ανθεκτικότητας**, επειδή η διακίνηση των διαφόρων διαταραχών (π.χ. ρωγμών) παρεμποδίζεται από τα όρια των κόκκων. Έτσι, όσο μικρότερους κόκκους έχει ένα μέταλλο, τόσο μεγαλύτερη επιφάνεια αντίστασης θα συναντούν οι διαταραχές κατά τη μετακίνησή τους.
- ▣ Οι μηχανικές ιδιότητες όπως η **αντοχή στον εφελκυσμό και η μήκυνση** βελτιώνονται σημαντικά με τη λεπτόκοκκη δομή των κραμάτων. Αντίθετα, άλλες ιδιότητες, όπως η σκληρότητα ή το όριο διαρροής ελάχιστα επηρεάζονται από το μέγεθος των κόκκων.

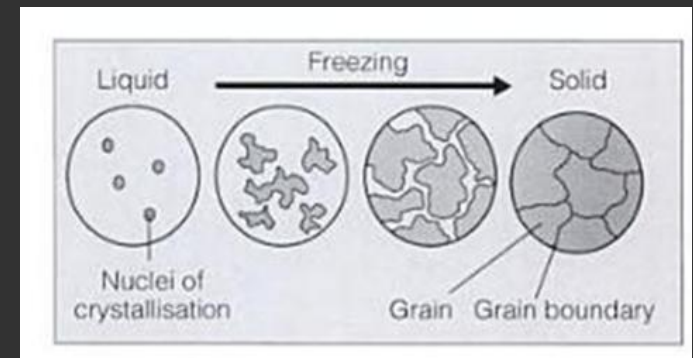
Τα μέταλλα διαθέτουν κρυσταλλική δομή

- Οι ωστικές δυνάμεις ανάμεσα στα θετικά ιόντα του μετάλλου τα αναγκάζουν να παρατάσσονται περιοδικά σε κανονικές αποστάσεις μέσα στο ηλεκτρονικό νέφος. Έτσι σχηματίζεται ένας κρύσταλλος, που χαρακτηρίζεται από την περιοδική επανάληψη ατόμων και προς τις τρεις διαστάσεις του χώρου
- Το στοιχειώδες κύτταρο είναι το μικρότερο τμήμα του κρυστάλλου, το οποίο κατέχει τις χαρακτηριστικές ιδιότητες του κρυστάλλου και το οποίο επαναλαμβάνεται στο χώρο δημιουργεί τον κρύσταλλο

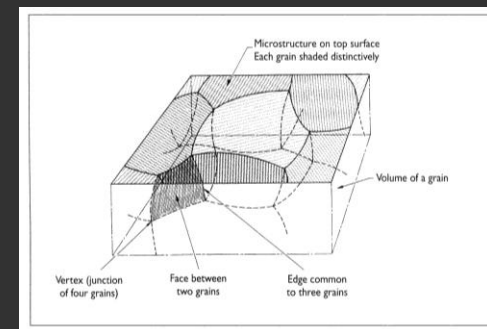
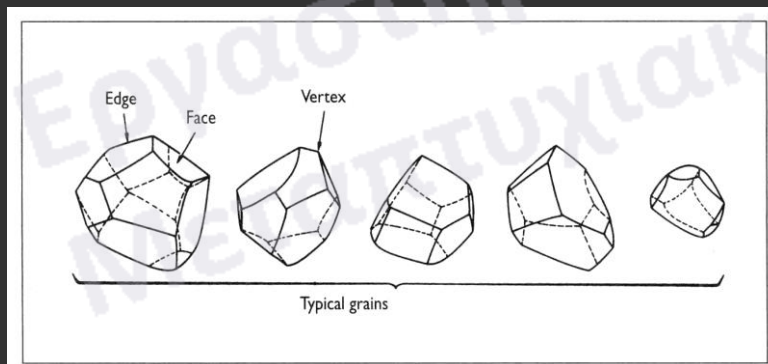


Πώς γίνεται η στερεοποίηση των μετάλλων; Τι ονομάζουμε ομογενή φύτρα;

- Κατά την στερεοποίηση (solidification) των μετάλλων από το τήγμα δεν σχηματίζεται συνήθως ένας μονοκρύσταλλος αλλά πολλοί μικρότεροι. Αυτό συμβαίνει διότι υπάρχουν πολλοί πυρήνες κρυστάλλωσης (nuclei of crystallisation): μόλις η θερμοκρασία του τήγματος φτάσει ή κατέβει ελαφρά κάτω από τη θερμοκρασία πήξης εμφανίζονται σε τυχαίες θέσεις φύτρα στερεού. Σχηματίζονται, δηλαδή, πολύ μικροί κρύσταλλοι με την κρυσταλλική δομή του στερεού, που δημιουργούνται από την τυχαία συνάντηση μερικών ατόμων. Τα φύτρα αυτά λέγονται ομογενή φύτρα



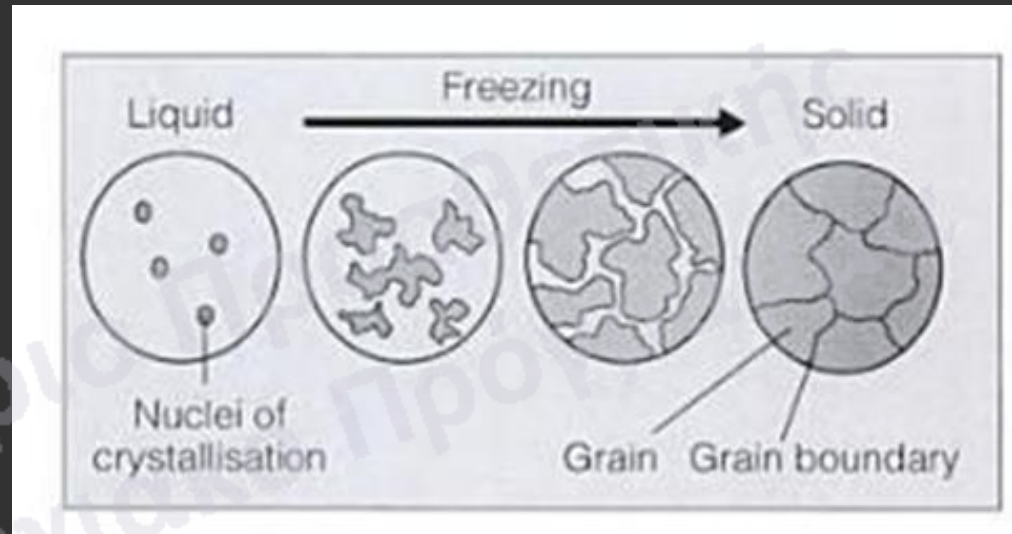
- ▣ . Τι ονομάζουμε ετερογενή φύτρα;
- ▣ Δύστηκτες στερεές ακαθαρσίες (π.χ. Al_2O_3), τα λεγόμενα ετερογενή φύτρα, μπορούν να αποτελέσουν πυρήνες για την έναρξη της στερεοποίησης. Η ετερογενής «φύτρωση» οδηγεί σε λεπτόκοκκα μέταλλα με καλύτερες μηχανικές ιδιότητες. Γι' αυτό και η δημιουργία ετερογενών φύτρων επιδιώκεται συχνά στην πράξη με κατάλληλες προσθήκες, που ονομάζονται και προσθήκες εκλέπτυνσης των κόκκων. (π.χ. ιρίδιο).
- ▣ Με την αφαίρεση θερμότητας από το τήγμα, όλα τα φύτρα αναπτύσσονται σε κρυστάλλους



Στερεοποίηση μετάλλων και κραμάτων

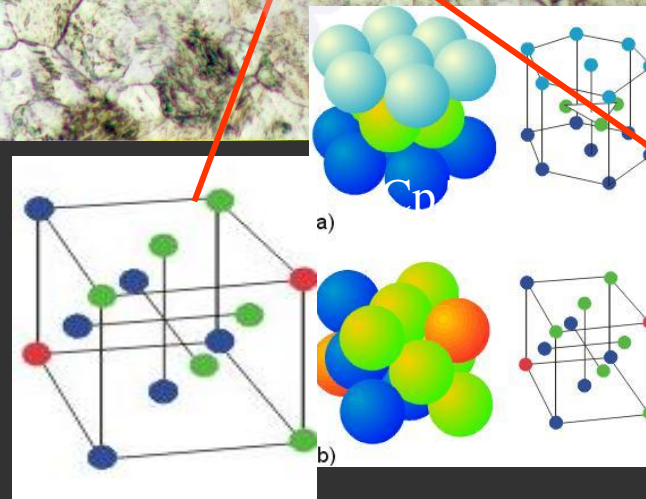
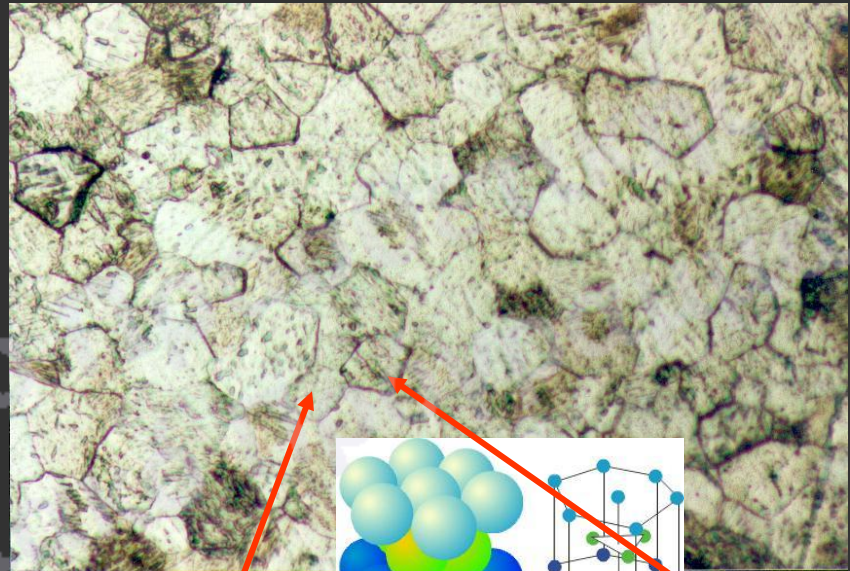
Τι είναι οι κόκκοι;

Όταν οι ελεύθερες επιφάνειες δύο γειτονικών κρυστάλλων συναντηθούν, η ανάπτυξη των κρυστάλλων σταματά. Κάθε χωριστός κρύσταλλος ονομάζεται κόκκος. Οι επιφάνειες που χωρίζουν τους κόκκους, λέγονται όρια των κόκκων.



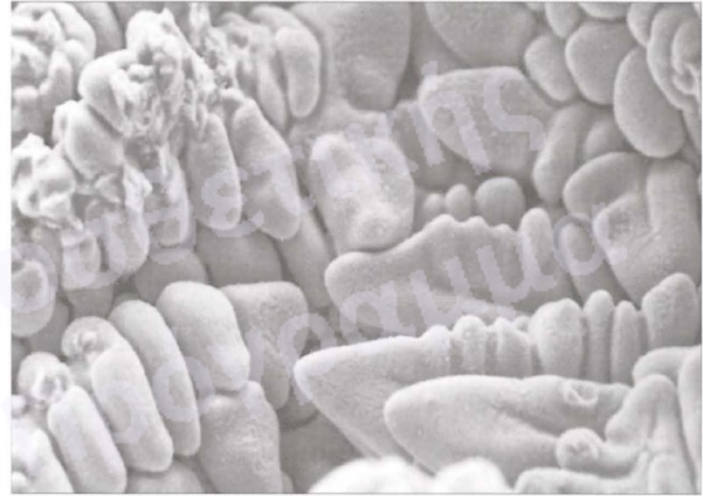
Μικροδομή μετάλλων και κραμάτων

- ▣ Τα μεταλλικά υλικά αποτελούνται από πολλούς κόκκους στον οποίο η κύρια διεύθυνση του κρυστάλλου στον καθένα έχει άλλο προσανατολισμό.



Δεντρίτες

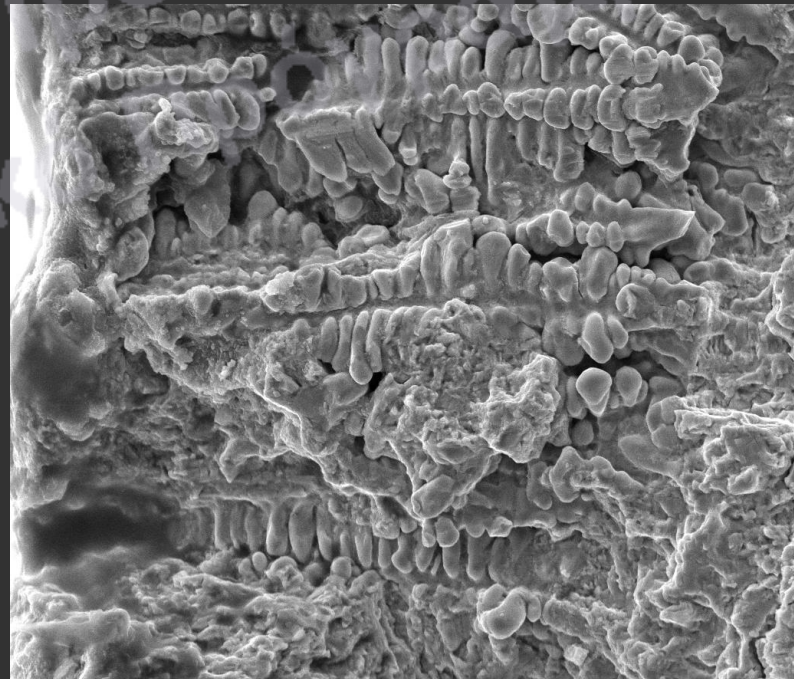
- ▣ Είναι κρύσταλλοι με ανομοιόμορφη ανάπτυξη, που τους προσδίδει μορφή δέντρου
- ▣ Χαρακτηρίζουν ιδιαίτερα τα χυτά αντικείμενα



- ▣ Δενδρίτες σε κράμα Co-Cr (φωτογρ. Από ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM))

Δενδριτική ανάπτυξη σε οδοντιατρικά κράματα χύτευσης Co-Cr

- ▣ Παρά τις προσπάθειες των κατασκευαστών, τα κράματα CoCr εξακολουθούν να έχουν μεγάλο μέγεθος κόκκων και δενδριτική δομή

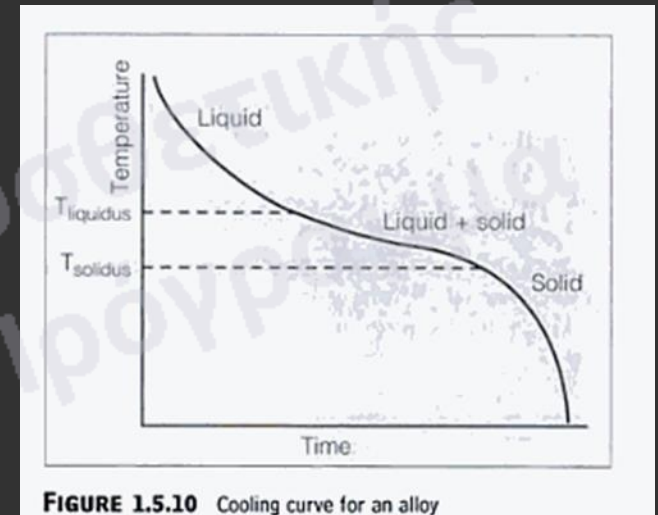


Det HV WD Mag VacMode
ETD 25.0 kV 9.9 mm 800x High vacuum

50.0μm

Διάγραμμα πήξης κράματος

Η διαδικασία στερεοποίησης ενός κράματος γίνεται μέσα σε μια περιοχή θερμοκρασίας, η οποία ονομάζεται θερμοκρασιακό διάστημα πήξης ή τήξης και το οποίο μπορεί να είναι αρκετά ευρύ (το θερμοκρασιακό διάστημα πήξης π.χ. των κραμάτων Au-Pt εκτείνεται μέχρι 300°C).



Βασικά κράματα για Μ.Ο

- ▣ Υψηλό θερμοκρασιακό διάστημα τήξης (περίπου 1400 - 1450° C)
- ▣ Υποδεέστερη εφαρμογή χυτών
- ▣ Ειδικά θερμοανθεκτικά πυροχρώματα (φωσφορικού ή πυριτικού τύπου)

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

Κατάγματα αγκίστρων

Οφείλονται σε:

Πόρους στη μάζα του χυτού

Χαμηλή εκατοστιαία μήκυνση του κράματος

Παρατηρούνται πιο συχνά μετά από επαναλαμβανόμενες προσπάθειες προσαρμογής

Προσθήκη Ni στα βασικά κράματα

- ▣ Αύξηση ολκιμότητας
- ▣ Μείωση σκληρότητας-ευκολότερη κατεργασία
- ▣ Πιθανό αλλεργιογόνο

Εργαστήριο Προσθητικής
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

Οι δυσμενείς επιδράσεις των οδοντιατρικών υλικών στον άνθρωπο μπορεί να οφείλονται:

- Σε χημική- τοξική αντίδραση
- Σε αλλεργικές αντιδράσεις
- Σε μηχανικό ερεθισμό
- Σε δημιουργία γαλβανικών ρευμάτων

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΡΟΣΘΕΤΙΚΗΣ
Μεταπλοήσιμο Πρόγραμμα

Στη στοματική κοιλότητα ελευθερώνονται:

- Από τα βασικά κράματα : Ni, Cr, Be.....
- Από τα αμαλγάματα: Hg, Ag, Cu, Sn, Zn.....
- Από τις κονίες: Ιόντα H⁺

Από τις συνθετικές ρητίνες: μονομερές, στοιχεία του ενεργοποιητή, χρωστικές

Schedle A. et al.: Do adverse effects of dental materials exist? What are the consequences, and how can they be diagnosed and treated? [Clin Oral Implants Res.](#) 18:232-56, 2007.

Τα μέταλλα απορροφώνται:

- Από το γαστρεντερικό σωλήνα υπό μορφή ιόντων (διάβρωση)
- Από τους πνεύμονες υπό μορφή ατόμων (ατμός) ή μορίων (οξειδία κατά την τήξη)

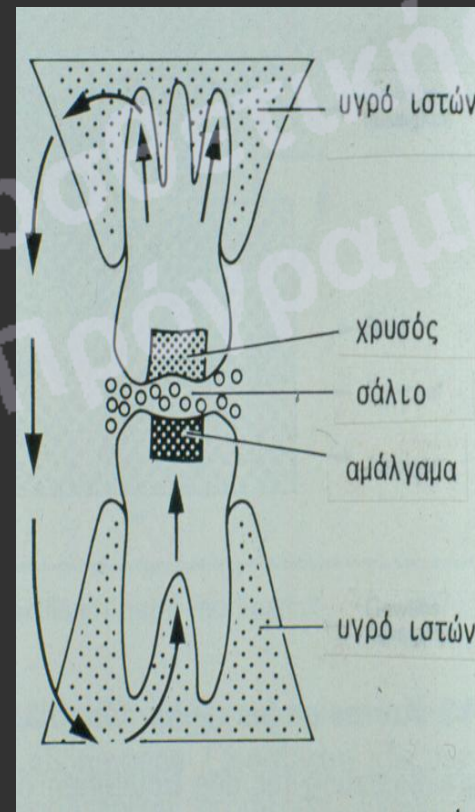
Εργαστήριο Προσθετικής
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

Διάβρωση: απώλεια υλικού από την επιφάνεια μετάλλων ή κραμάτων λόγω χημικής ή ηλεκτροχημικής αλλοίωσης

Η πιθανή τοξική ή αλλεργιογόνος δράση ενός υλικού οφείλεται στην απελευθέρωση στοιχείων του υλικού στο στόμα, ως επακόλουθο της διάβρωσης.

Η διάβρωση επηρεάζεται από ποικίλους βιολογικούς παράγοντες:

1. Οργανικά οξέα και ένζυμα
2. Γαλβανικά ρεύματα μεταξύ αποκαταστάσεων
3. Κατανάλωση όξινων τροφών και αναψυκτικών
4. Αποτριβή
5. Σύνθεση σάλιου



- ▣ Γαλβανικά ρεύματα μπορεί να δημιουργηθούν λόγω της ύπαρξης στη στοματική κοιλότητα διαφορετικών κραμάτων Μ.Ο. και ακίνητων αποκαταστάσεων
- ▣ Σημασία σωστής λείανσης- στίλβωσης
- ▣ Σημασία ύπαρξης επιφανειακών πόρων

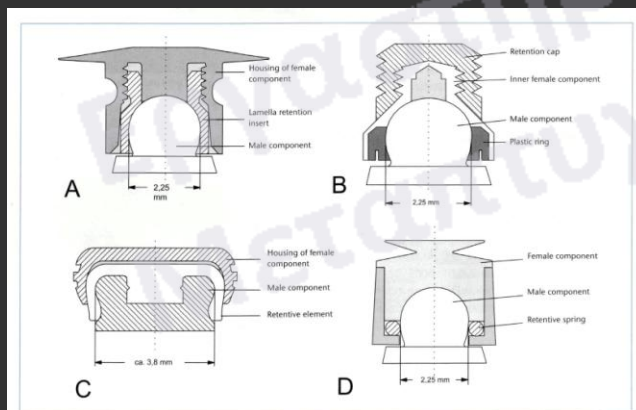


Fig 1 Schematic diagram of the structure of the anchor systems tested. A Dalbo-Plus elliptic, B Ecco, C Locator, D Tima.

Fig 12 Male component of the Dalbo-Plus elliptic titanium system after the end of the study.

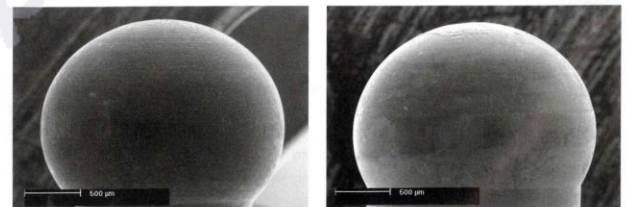


Fig 13 Male component of the Ecco system after the end of the study.

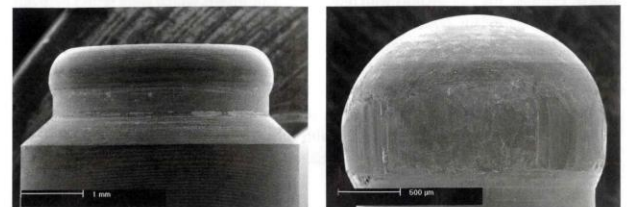


Fig 14 Male component of the Locator system after the end of the study.

Fig 15 Male component of the Tima system after the end of the study.



Τοξικότητα

Εξαρτάται από την ποσότητα του απορροφώμενου στοιχείου

Αφορά κυρίως σκόνη και ατμούς κατά την επεξεργασία των μετάλλων (εισπνεόμενη σκόνη κραμάτων με μέγεθος σωματιδίων $<6\mu\text{m}$). Τα κοπτικά εργαλεία παράγουν πολύ μεγαλύτερα σωματίδια ($10-500\mu\text{m}$)

Setcos JC et al : DentMater 2006,22:1163-8 The safety of nickel containing dental alloys.

Αλλεργικές αντιδράσεις

- Σύνδεση ημιαντιγόνου με πρωτεΐνες και δημιουργία αντισωμάτων
- Ημιαντιγόνα: Ni, Cr, Au, Hg, μονομερές MMA, καταλύτες αποτυπωτικών υλικών

Αλλεργικές αντιδράσεις: κυρίως εντοπισμένες (εξ επαφής)

1. Στοματίτιδα
2. Λειχηνοειδείς αλλοιώσεις
3. Υποκειμενικά συμπτώματα (κάψιμο, αλλοίωση γεύσης, πόνος)

Εργαστήριο Προσθητικής
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα

Επιδερμικοί έλεγχοι (Patch tests)

Δεν αποτελούν ελέγχους ρουτίνας. Διεξάγονται όταν υπάρχει ιστορικό ή υποψία αλλεργίας.

Τοποθέτηση εμπλάστρου με την υπό έλεγχο ουσία στη βάση του τραχήλου (ξέσματα κράματος, άλατα μετάλλου, σκόνη από τη βάση οδοντοστοιχίας)

ΑΡΝΗΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ : δεν υπάρχει αλλεργική αντίδραση από το στόμα

ΘΕΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ: δεν συνεπάγεται απαραίτητα αλλεργική αντίδραση από το στόμα

Ο βλεννογόνος είναι λιγότερο ευαίσθητος στα αλλεργιογόνα απ ότι το δέρμα

- ▣ Υπολογίζεται ότι το 2% των ανθρώπων είναι αλλεργικοί στο Ni.
- ▣ Το 34% με 64.5% των ασθενών που είναι αλλεργικοί στο Ni είναι επίσης αλλεργικοί στο Pd. Χρειάζεται προσοχή στη χρήση παλλαδιούχων κραμάτων σε αυτούς τους ασθενείς.

Geurtsen W.: Biocompatibility of dental casting alloys, *Crit Rev Oral Biol Med* 13(1):71-84 (2002)

There is no evidence that individual patients are at a significant risk of developing sensitivity solely due to contact with nickel-containing dental appliances

Dent Mater. 2006 Dec;22(12):1163-8. Epub 2006 Jan 6.

The safety of nickel containing dental alloys.

Setcos JC, Babaei-Mahani A, Silvio LD, Mjör IA, Wilson NH

Πλεονεκτήματα χρήσης Ti στην οδοντιατρική πράξη

- Αντοχή στη διάβρωση-Βιοσυμβατότητα
- Μικρό ειδικό βάρος
- Χαμηλή θερμική αγωγιμότητα
- Ακτινοδιαπερατότητα
- Χαμηλό κόστος
- Επιθυμητή η χρήση του σε επιεμφυτευματικές αποκαταστάσεις: με τη χρησιμοποίηση ίδιου μετάλλου σε εμφύτευμα και αποκατάσταση αποφεύγεται η δημιουργία γαλβανικών ρευμάτων, πού μπορούν να προκαλέσουν διάβρωση και αίσθημα μεταλλικής γεύσης.

Κράματα τιτανίου

- ▣ Titanium-6% Al-4% V
- ▣ Αύξηση αντοχής έναντι cpTi
- ▣ Υψηλή αντοχή στον εφελκυσμό(-1030MPa)
.κατάλληλο για χρήση σε Μ.Ο.
- ▣ Αντοχή στην κόπωση συγκριτικά με cpTi
450MPa.έναντι 75 MPa

Κράματα τιτανίου

Πιο εύκαμπτα από Co-Cr

Συγκρατητικοί βραχίονες αγκίστρων με μεγαλύτερη διατομή

Μικρότερη αντοχή στην κόπωση

Μείωση συγκρατητικής ικανότητας αγκίστρων

Πόροι στα χυτά

Κατάγματα αγκίστρων

Η απομάκρυνση του στρώματος οξειδίων με μηχανικά μέσα (λείανση) μπορεί να υποβαθμίσει την εφαρμογή του σκελετού

Χρήση οξέων για απομάκρυνση στρώματος οξειδίων

Προβλήματα κατά τη χύτευση του Ti

- ▣ Υψηλό σημείο τήξης 1670°C
- ▣ Ανάγκη για ειδικό εξοπλισμό
- ▣ Ειδικά θερμοανθεκτικά πυροχώματα ζirkονίου ή μαγνησίου
- ▣ Χύτευση σε αδρανή ατμόσφαιρα (αργού ή αζώτου), για αποφυγή αντίδρασης με οξυγόνο και σχηματισμό στρώματος οξειδίων-υποβάθμιση εφαρμογής χυτών
- ▣ Τάση για αντίδραση με πυροχώματα και σχηματισμό επιφανειακού στρώματος
- ▣ Πόροι στα χυτά

- ▣ Η τεχνολογία CAD/CAM δεν ενδείκνυται προς το παρόν για την κατασκευή σκελετών Μ.Ο., λόγω του πολύπλοκου σχεδιασμού τους

Εργαστήριο Προσθετικής
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα