

ΟΣΤΙΚΑ ΤΣΙΜΕΝΤΑ –ΑΣΦΑΛΕΙΑ –ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ

Λασκαρίδου Ελευθερία¹, Κροσάρη Ιουλία², Αθανασοπούλου Αικατερίνη³, Κωνσταντίνου Γεώργιος⁴

¹Αναπληρώτρια προϊστάμενη χειρουργείου, Γ.Ν.Β. «Αχιλλοπούλειο», ²Νοσηλεύτρια ΤΕ, Γ.Ν.Β. «Αχιλλοπούλειο», ³Νοσηλεύτρια ΤΕ, Γ.Ν.Β. «Αχιλλοπούλειο», ⁴Ιατρός εργασίας, Γ.Ν.Β. «Αχιλλοπούλειο»

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το οστικό τσιμέντο ή πολύ-μεθυλ-μεθακρυλικό οξύ (polymethyl- methacrylate acid –PPMA) είναι παράγωγο του ακρυλικού οξέως. Η χρήση του στην χειρουργική και ιδιαίτερα στην ορθοπαιδική είναι διαδεδομένη. Το οστικό τσιμέντο χρησιμοποιείται συχνά σαν υλικό στερέωσης για τις ολικές αρθροπλαστικές και για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων. Συμβάλλει επίσης σημαντικά στην καταπολέμηση των μυοσκελετικών λοιμώξεων, όταν αναμιγνύεται με αντιβιοτικά.

Η χρήση του οστικού τσιμέντου δεν είναι άμοιρη επιπλοκών. Οι επιπλοκές που μπορεί να εμφανιστούν στον ασθενή σχετίζονται κυρίως με το αναπνευστικό και το καρδιαγγειακό σύστημα. Οι επιπλοκές για τους νοσηλευτές ή τους γιατρούς που χειρίζονται το υλικό, έχουν σχέση με την εισπνοή των ατμών και την άμεση επαφή με το τοξικό υλικό.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Το 1843 δημιουργήθηκε το πρώτο ακρυλικό οξύ στη Γερμανία. Το 1877 οι Γερμανοί χημικοί Fittig και Paul δημιούργησαν το πολυμεθυλικό – μεθακρυλικό οξύ. Το 1901 αρχίζουν να χρησιμοποιούνται προϊόντα πολυμερισμού από το ακρυλικό οξύ και το 1928 δημιουργείται το σύγχρονο οστικό τσιμέντο (polymethyl methacrylate) PMMA, πολλές άλλες εφαρμογές στην καθημερινή ζωή όπως plexi glass, βαφές και χρώματα.

Για πρώτη φορά χρησιμοποιήθηκε στην ιατρική, το 1941, στη διάρκεια του Β' Παγκόσμιου πολέμου, για την κάλυψη κρανιακών οστικών ελλειμμάτων.

Η εξαιρετική ιστοσυμβατότητα με το οστό οδήγησε στην πρώτη χρήση του για σταθεροποίηση πρόθεσης ολικής αρθροπλαστικής ισχίου το 1958 από τον Άγγλο ορθοπεδικό Sir John Charnley. Με το πέρασμα των χρόνων έγιναν βελτιώσεις στη σύνθεση του υλικού και κυκλοφόρησε το πρώτο τσιμέντο με αντιβιοτικό το 1972.

ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΝΘΕΣΗ

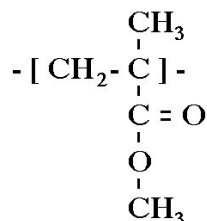
Όλα τα τσιμέντα για οστική χρήση βασίζονται την ίδια χημική ουσία και είναι παράγωγα του ακρυλικού οξέως. (Εικ 1.) Αποτελούνται από δύο συστατικά, το ένα σε στερεή μορφή, τη σκόνη (90%) και από το υγρό στοιχείο (διαλύτης).

Το κύριο συστατικό της πολυμερούς σκόνης είναι pre-polymerized PMMA. Περιέχει επίσης υπεροξείδιο του βενζολίου που εκκινεί τον πολυμερισμό, διοξείδιο του ζirkονίου ή θειικό βάριο ως ακτινοσκιερό παράγοντα, μπορεί ακόμη να περιέχει οπτικοποιητή π.χ χλωροφύλλη για να ξεχωρίζει οπτικά από το οστό.

Ο διαλύτης είναι ένα άχρωμο, εύφλεκτο υγρό με χαρακτηριστική οσμή και το κύριο συστατικό του είναι ο μεθυλ-μεθακρυλικός μονομερές (MME). Περιέχει ακόμη υδροκινόννη ως σταθεροποιητής για την αποτροπή πρόωγου πολυμερισμού και έναν ενεργοποιητή διμέθυλο - παρατολουιδίνη για την επαγωγή του πολυμερισμού μετά την ανάμιξη των δύο συστατικών.

Η αντίδραση πολυμερισμού που προκαλείται από την ένωση της σκόνης με το διαλύτη είναι εξώθερμη και αναπτύσσει θερμοκρασίες που φτάνουν περίπου τους 82-86°C.

Τα συστατικά αυτά συσκευάζονται και κατόπιν αποστειρώνονται με οξείδιο του αιθυλίου ή ακτίνες γ και εφαρμόζονται πάντα με άσηπτη τεχνική.



Εικ 1. Χημική δομή PMMA.

ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ- ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Οι ιδιότητες του τσιμέντου που λαμβάνονται υπ'οψιν για το χειρισμό είναι:

Ο συνολικός χρόνος επεξεργασίας (γρήγορος ή αργός)

Το χρονικό παράθυρο για την εφαρμογή (σύντομο ή παρατεταμένο)

Το αρχικό ιξώδες (υψηλό, μεσαίο ή χαμηλό)

Η μεταβολή του ιξώδους (αργή ή γρήγορη)

Η προετοιμασία γίνεται τη στιγμή που πρέπει να χρησιμοποιηθεί με άσηπτη τεχνική από το νοσηλευτή του χειρουργείου και πραγματοποιείται σε 4 φάσεις:

Η ανάμιξη. Στη φάση αυτή αναμιγνύεται το υγρό με την σκόνη και αρχίζει η χημική αντίδραση του πολυμερισμού. Τα μικρά σφαιρίδια της σκόνης με την δράση του μονομερούς σχηματίζουν αλυσίδες και προκύπτει μια ομοιογενής πάστα. Διαρκεί περίπου 1' λεπτό (30-60 δευτ.)

Αναμονή. Ο σχηματισμός αλυσίδων προχωρεί, το ιξώδες αυξάνεται και το τσιμέντο είναι ακόμη κολλώδες. Διαρκεί περίπου δύο λεπτά.

Εφαρμογή:Επιτρέπεται όταν το τσιμέντο δεν είναι κολλώδες. Ο χρόνος εξαρτάται από τη ρευστότητα.

Πολυμερισμός:Στη φάση αυτή το τσιμέντο δεν είναι πλέον εύπλαστο και αρχίζει να θερμαίνεται.Η όλη διαδικασία διαρκεί 10-12' λεπτά, χρόνος που εξαρτάται από τη θερμοκρασία της αίθουσας και του υλικού, από την τεχνική ανάμιξης, από την υγρασία και από την αρχική σύνθεση των υλικών.

ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ

Το οστικό τσιμέντο χρησιμοποιείται για την σταθεροποίηση προθέσεων, διασφαλίζοντας την υψηλή αρχική στερέωση, καθώς και την ενίσχυση της οστικής δομής, ειδικά σε οστικά ελλείμματα όπως μετά από λοιμώξεις ή αφαίρεση όγκων.

Πιο συχνά χρησιμοποιείται σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αρθροπλαστική λόγω ρευματοειδούς αρθρίτιδας, βαριάς οστεαθρίτιδας, μετατραυματικής αρθρίτιδας, δρεπανοκυτταρικής αναιμίας, οστεοπόρωσης, σε ανάγγεια νέκρωση, νοσήματα του κολλαγόνου, αναθεώρηση προηγούμενης αρθροπλαστικής, οστεοσύνθεση παθολογικών καταγμάτων και σπονδυλικών καταγμάτων (κυφοπλαστική). Χρησιμοποιείται επίσης για την αποκατάσταση οστικών ελλειμμάτων διασφαλίζοντας τη μεταφορά των φορτίων στο οστό.

Η προσθήκη αντιβιοτικών στο μίγμα του ΡΡΜΑ, είναι συχνή τεχνική, όταν θέλουμε να διανείμουμε τοπικά στους ιστούς αντιβιοτικά. Λόγω της εξώθερμης αντίδρασης που αναπτύσσεται δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλα τα αντιβιοτικά, αλλά αυτά που είναι ανθεκτικά σε αυτές τις θερμοκρασίες π.χ βανκομυκίνη.

Η ανάμιξη αντιβιοτικού στα οστικά τσιμέντα χρησιμοποιείται για την αποφυγή περιπροθετικών λοιμώξεων, οι οποίες αποτελούν μια από τις σοβαρότερες επιπλοκές ολικών αρθροπλαστικών, ειδικά σε ανοσοκατασταλμένους ασθενείς. Η αντιβιοτική ουσία απελευθερώνεται με μεγάλους ρυθμούς τοπικά τις επόμενες 72h μετά το χειρουργείο και μειώνεται σταδιακά τις επόμενες 2 εβδομάδες. Αυτό έχει σαν συνέπεια την επίτευξη υψηλών μικροβιοκτόνων συγκεντρώσεων του αντιβιοτικού, ειδικά σε ανάγγειο περιβάλλον όπου η συγκέντρωση αντιβιοτικού με την iv χορήγηση δεν είναι εφικτή.

ΕΠΙΠΛΟΚΕΣ

Παρά τις βελτιώσεις, το υγρό μονομερές του τσιμέντου είναι ιδιαίτερα πηκτικό και εύφλεκτο, γι'αυτό και η χειρουργική αίθουσα πρέπει να διαθέτει επαρκή εξαερισμό για να απομακρύνεται το μέγιστο ποσό των ατμών του μονομερούς.

Η ανάμιξη των υλικών γινόταν στο παρελθόν σε ανοικτό μπώλ, μέθοδος που χρησιμοποιείται και σήμερα. Τα τοξικά αέρια του μονομερούς υλικού απελευθερωνόταν στην ατμόσφαιρα της χειρουργικής αίθουσας, σε όλη τη διάρκεια της προετοιμασίας και της τοποθέτησης. Οι νοσηλευτές τα πρώτα χρόνια ήταν ντυμένοι σαν "αστροναύτες" για να προστατευθούν από την εισπνοή των τοξικών αερίων, κάτι που δεν μπορούσαν ν' αποφύγουν τελείως. Ο αναπόφευκτος κίνδυνος ήτανε πονοκέφαλος και ζάλη.

Η διεγχειρητική τοποθέτηση του μπορεί να γίνει είτε με τα χέρια είτε με σύριγγες έγχυσης.

Στις δεκαετίες που πέρασαν βελτιώθηκε η σύνθεση του υλικού και εξελίχθηκε η κλειστή μέθοδος ανάδευσης υπό αρνητική πίεση(κενό αέρος). Με αυτή τη τεχνική μειώνεται η εισπνοή των πτητικών ουσιών, όπως επίσης και η ανάμιξη αέρα στο παρασκευαζόμενο μείγμα, αυξάνοντας έτσι τη μηχανική αντοχή του τσιμέντου.

Έχει αναφερθεί ανάφλεξη ατμών με τη χρήση συσκευών ηλεκτροκαυτηρίασης κοντά σε οστικό τσιμέντο που είχε μόλις εμφυτευθεί. Επίσης οι συμπυκνωμένοι ατμοί του υγρού ενδέχεται να προκαλέσουν ερεθισμό της αναπνευστικής οδού, των οφθαλμών και πιθανώς του ήπατος. Το προσωπικό που φορά φακούς επαφής δεν θα πρέπει να αναμιγνύει οστικό τσιμέντο.

Η δερματίτιδα εξ επαφής είναι ένα ακόμη πρόβλημα που μπορεί να παρουσιαστεί σε ευαίσθητα άτομα. Το υγρό συστατικό είναι ισχυρός διαλύτης για τα λιπίδια, γι'αυτό ενδείκνυται η χρήση ενός δεύτερου ζευγαριού γαντιών και η αυστηρή τήρηση οδηγιών ανάμιξης. Το υγρό συστατικό δεν θα πρέπει να έρχεται σε επαφή με καουτσούκ, συμπεριλαμβανομένων των ελαστικών γαντιών έως ότου το τσιμέντο αποκτήσει τη συνοχή ζύμης, περίπου 2 min μετά την ανάμιξη.

Μια μελέτη σε επίμυες δεν έδειξε καμιά επίδραση στον αριθμό των γεννήσεων αλλά έδειξε κάποια επίδραση, στο βάρος των κνημάτων και στον αριθμό των εμβρυϊκών δυσμορφιών, η οποία και αποδόθηκε από τους ερευνητές στην τοξικότητα για τη μητέρα της υψηλής συγκέντρωσης, μονομερούς που χρησιμοποιήθηκε. Μια μελέτη καρκινογένεσης σε επίμυες δεν έδειξε καμιά πρόκληση καρκίνου που να μπορεί να αποδοθεί στο τσιμέντο. Εντούτοις έως όταν υπάρξουν δεδομένα, μακροχρόνιας χρήσης το καρκινογόνο δυναμικό του τσιμέντου στους ανθρώπους είναι άγνωστο.

Μία πρόσφατη εργασία μελέτησε την ασφάλεια του PMMA σε προσωπικό του χειρουργείου που θήλαζε ή ήταν σε κατάσταση εγκυμοσύνης. Η εργασία αυτή έδειξε ότι είναι ασφαλής η έκθεση σε αναθυμιάσεις του πολυμερούς καθώς ή συγκέντρωση του πολυμεθυλικό – μεθακρυλικού στον ορό ή το μητρικό γάλα ήταν σε πολύ χαμηλή συγκέντρωση.

ΑΝΕΠΙΘΥΜΗΤΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΣΘΕΝΗ

Η εφαρμογή του οστικού τσιμέντου σε κλειστές οστικές κοιλότητες, όπως το εγγύς μηριαία για την στερέωση του μηριαίου στελέχους επί αρθροπλαστικών, σχετίζεται με την ανάπτυξη του συνδρόμου εφαρμογής τσιμέντου.(Bone cement implantation syndrome BCIS).

Το σύνδρομο αυτό χαρακτηρίζεται από αιφνίδια υπόταση, υποξία, ακόμα και καρδιακή ανακοπή. Ο ακριβής παθογενετικός μηχανισμός δεν είναι σαφής, αλλά, φαίνεται να εμπλέκεται η εμβολή σφαιριδίων λίπους και στοιχείων μυελού στους πνεύμονες, όπως και η ενεργοποίηση του καταρράκτη του πηκτικού μηχανισμού.

Άλλες επιπλοκές που μπορεί να συμβούν είναι η εξώθερμη αντίδραση η οποία κατά τη σκλήρυνση του τσιμέντου ενδέχεται να προκαλέσει θερμική βλάβη στους πέριξι ιστούς .

Ενδέχεται να συμβεί διαφυγή του οστικού τσιμέντου πέραν της προοριζόμενης περιοχής εφαρμογής με επιπλοκές από πίεση ή εγκλωβισμό αγγείων ή νεύρων. Στις επεμβάσεις κυφοπλαστικής ενδέχεται να συμβεί διαρροή οστικού τσιμέντου εκτός σπονδυλικού σώματος στο σπονδυλικό σωλήνα με ακόλουθα νευρολογικά προβλήματα από πίεση των γειτονικών νευρικών στοιχείων.

ΟΔΗΓΙΕΣ

Η σωστή προετοιμασία του ασθενούς περιλαμβάνει:

Επαρκής ενυδάτωση του ασθενούς. Καλός διεγχειρητικός αιμορραγικός έλεγχος. Απαιτείται σχολαστικός καθαρισμός της μυελικής κοιλότητας, πριν την εισαγωγή του τσιμέντου καθώς έχει βρεθεί ότι μειώνονται σημαντικά οι εμβολές λίπους, μυελού των οστών και αέρα. Λεπτομερής αφαίρεση της περίσσειας οστικού τσιμέντου γύρω από την πρόθεση. Σημαντική είναι η παρακολούθηση των ζωτικών σημείων κατά την διαδικασία εισαγωγής τσιμέντου για την έγκαιρη ανίχνευση αναπνευστικών και καρδιαγγειακών επιπλοκών.

Γενικοί κανόνες ασφαλείας που πρέπει να τηρούνται είναι:

Ορθή χρήση σύμφωνα με τις οδηγίες του υλικού.

Ορθή άσηπτη χειρουργική τεχνική.

Φύλαξη του προϊόντος μέχρι 23 βαθμούς Κελσίου.

Έλεγχος ημερομηνίας λήξης του προϊόντος .

Χρήση κλειστών συσκευών ανάμιξης .

Σύστημα εξαερισμού.

Συνεχής κατάρτιση, εξοικείωση και εκπαίδευση του προσωπικού.

Γνώση των επιπλοκών χρήσης τσιμέντου και αρχών αντιμετώπισης αυτών εκ μέρους του εμπλεκόμενου ιατρικού και νοσηλευτικού προσωπικού.

Βιβλιογραφία

1. Schmidt R , Cakir B , Mattes T , Wegener M , Puhl W , Richter M . Cement leakage during vertebroplasty: an underestimated problem? Eur Spine J 2005 ; 14 : 466 – 473 .
2. Linehan CM, Gioe Tj. Serum and breast milk levels of PMMA following surgeon exposure during arthroplasty. JBJS Am 2006; 88: 1957-61
3. Govil P, Kakar PN, et al. Bone cement implantation syndrome. Indian Journal Anaesth. 2009; 53(2):214-8