

Ιστορική ανασκόπηση των αποτυπωτικών υλικών

Α. ΚΑΡΑΜΠΑΣΗΣ¹, Ε. ΣΚΟΤΑΡΙΔΟΥ², Α. ΣΤΕΑΣ³

Εργαστήριο Οδοντικής και Ανωτέρας Προσθετικής, Οδοντιατρική Σχολή Α.Π.Θ.

Historical overview of impression materials

A. KARAMPASIS¹, E. SKOTARIDOU², A. STEAS³

Department of Advanced Prosthodontics, School of Dentistry, Aristotle University of Thessaloniki

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία επιχειρείται να γίνει μια ιστορική ανασκόπηση, μέσα από την υπάρχουσα βιβλιογραφία, των αποτυπωτικών υλικών που έχουν χρησιμοποιηθεί και χρησιμοποιούνται στην οδοντιατρική. Περιγράφει τα διάφορα αποτυπωτικά υλικά που έχουν δουλευτεί κατά το παρελθόν από τον οδοντιατρικό κόσμο, καθώς αναφέρει τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα και τις ιδιότητες τους, ενώ αναφέρει και τις ιδιότητες που πρέπει να έχει το «ιδανικό» αποτυπωτικό υλικό, το οποίο μέχρι σήμερα δεν έχει ανακαλυφθεί και χρησιμοποιηθεί στην οδοντιατρική πράξη.

Summary

The following paper attempts to make a historical review of impression materials used in dentistry. It describes the various impression materials that have been used around the time from the dental world, and the properties required by the «ideal» impression material which has not yet been discovered and used in dental practice

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: ιστορική αναδρομή, αποτυπωτικά υλικά

KEY WORDS: historical overview, impression materials

¹ Προπτυχιακός φοιτητής Οδοντιατρικής Σχολής ΑΠΘ
² Προπτυχιακή φοιτήτρια οδοντιατρικής Σχολής ΑΠΘ
³ Αναπληρωτής καθηγητής Οδοντικής και Ανωτέρας Προσθετικής Οδοντιατρικής Σχολής ΑΠΘ

¹ Undergraduate student School of Dentistry Aristotle University of Thessaloniki
² Undergraduate student School of Dentistry Aristotle University of Thessaloniki
³ Associate professor of Advanced Prosthodontics, School of Dentistry Aristotle University of Thessaloniki

Εισαγωγή

Στην οδοντιατρική ως αποτυπωτικά υλικά χαρακτηρίζονται εκείνα τα υλικά που επιδιώκουν την ακριβή καταγραφή των διαστάσεων, την πιστή απόδοση των επιφανειακών λεπτομερειών και την παραγωγή αναλλοίωτων των σχέσεων των δοντιών με τους ιστούς του στόματος. Συνεπώς το καλούπι που δημιουργούμε με το αποτυπωτικό υλικό, αποτελεί την αρνητική απεικόνιση των ιστών που αποτυπώσαμε.⁵

Η επαφή με τους ιστούς του στόματος και οι απαιτήσεις των κλινικών διαδικασιών υπαγορεύουν ορισμένες προϋποθέσεις, που πρέπει να εκπληρώνουν τα οδοντιατρικά αποτυπωτικά υλικά.

Μέχρι σήμερα, δεν έχει ανακαλυφθεί κανένα αποτυπωτικό υλικό που να εκπληρώνει όλες αυτές τις προϋποθέσεις. Οπότε η επιλογή του ιδανικότερου αποτυπωτικού υλικού, για την εκάστοτε κλινική πράξη, εναπόκειται στο θεράποντα οδοντίατρο^{1,4,6}.

Οι βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να εκπληρώνει ένα αποτυπωτικό υλικό, σε γενικές γραμμές, είναι οι ακόλουθες.

1. Να μην είναι τοξικό ή αλλεργιογόνο και να μη βλάπτει τους ιστούς με τους οποίους έρχεται σε επαφή.
2. Να έχει ευχάριστη γεύση, οσμή και χρώμα.
3. Ο χρόνος πήξης του υλικού να είναι αρκετός, ώστε να δίνει στον οδοντίατρο τον απαραίτητο χρόνο για την υλοποίηση των κατάλληλων χειρισμών για την προετοιμασία του υλικού, την πλήρωση του δισκαρίου και την τοποθέτησή του στο στόμα του ασθενή. Επίσης, ο χρόνος αυτός να μπορεί να αυξομειώνεται ανάλογα με τις κλινικές απαιτήσεις.
4. Να είναι εύχρηστο. Να μην απαιτεί, δηλαδή, πολύπλοκες συσκευές ή χειρισμούς κατά τη χρησιμοποίησή του.
5. Να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής (> 3χρόνια).
6. Να μην αντιδρά χημικά, να είναι δηλαδή συμβατό με τα υλικά κατασκευής εκμαγείων.
7. Να μην είναι πολύ ακριβό.
8. Να μπορεί να απολυμανθεί, χωρίς αυτό να έχει επίδραση στην ποιότητα της αποτύπωσης.
9. Να διαθέτει υψηλό βαθμό πιστότητας, ώστε να αποδίδει με ακρίβεια τις λεπτομέρειες της αποτυπούμενης περιοχής.
10. Να διαθέτει ελαστικότητα κατά το στάδιο της αφαίρεσης, ώστε το αποτύπωμα, κατά την αφαίρεσή του από τις εισέχουσες περιοχές των δοντιών και γνάθων, να μην παρουσιάζει μόνιμη παραμόρφωση ή, όταν παρουσιάζει ελαστική παραμόρφωση, αυτή να είναι πρόσκαιρη και σύντομα να επανέρχεται στην ακριβή αρχική του κατάσταση.
11. Να έχει ικανοποιητική ακαμψία, ώστε να ελαχι-

στοποιείται ο κίνδυνος παραμόρφωσης του αποτυπώματος κατά την πλήρωσή του με φύραμα γύψου.

12. Να διατηρεί για αρκετό χρονικό διάστημα σταθερές τις διαστάσεις του (όχι ογκομετρικές μεταβολές) κάτω από τις συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας που επικρατούν συνήθως στην κλινική.

Ιστορία

Μέχρι τα μέσα του 18ου αιώνα δεν έχει αναφερθεί τεχνική λήψης αποτυπώματος γνάθου με άμεση κατασκευή εκμαγείου. Ο πρώτος που περιέγραψε αυτήν την τεχνική ήταν ο Philipp Pfaff (1713-1766), Γερμανός οδοντίατρος του μεγάλου Φρειδερίκου της Πρωσίας, το 1756 στο βιβλίο του *Abhandlungen von den Zahnennund und deren Krunkneifen*, ο οποίος ως υλικό αποτύπωσης χρησιμοποίησε το κερί μέλισσας. Έτσι ήταν και αυτός που έθεσε τα θεμέλια για τη χρήση της έμμεσης τεχνικής στην οδοντιατρική. Ο Pfaff, όπως αναφέρει και στο βιβλίο του, δεν πήρε κατευθείαν ένα καθολικό αποτύπωμα της γνάθου, αλλά τμήματα τεταρτημορίων και έπειτα τα ένωσε εκτός στόματος, ώστε να εξαλείψει, όσο μπορούσε, τον κίνδυνο παραμόρφωσης του αποτυπώματος⁷⁻¹⁰.

Στην αρχή της διαδικασίας εμβάπτιζε το κερί σε θερμό νερό έτσι ώστε να μαλακώσει και με τους κατάλληλους χειρισμούς να αποδώσει με λεπτομέρεια τη μορφολογία των μαλακών ιστών. Ενώ, όταν έβγαζε το αποτύπωμα από το στόμα, το εμβάπτιζε σε ψυχρό νερό ώστε να σκληρύνει.

Όμως, όπως φάνηκε στην κλινική πράξη, το κερί ως αποτυπωτικό υλικό είχε πολλές αδυναμίες. Εντούτοις χρησιμοποιήθηκε εκτεταμένα για την αποτύπωση μαλακών ιστών και για τη λήψη λειτουργικών αποτυπωμάτων για ολικές οδοντοστοιχίες.

Χαρακτηριστικό τους είναι ότι σε θερμοκρασία 37°C, η ρευστότητά τους φτάνει το 100%. Τα κεριά για αποτυπώματα εμφανίζουν μεγάλη αύξηση της ρευστότητάς τους για μικρές διακυμάνσεις θερμοκρασίας γύρω από αυτήν του στόματος. Αυτό είναι και το βασικό τους μειονέκτημα, που δεν επέτρεψε και την ευρεία χρησιμοποίησή τους ως αποτυπωτικά υλικά, καθώς αυτή η διακύμανση της ρευστότητάς τους, τα καθιστά ευαίσθητα και επιρρεπή στη στρέβλωση μετά την απομάκρυνσή τους από το στόμα. Ενώ, ένα εξίσου μεγάλο μειονέκτημα, είναι οι μεγάλες ογκομετρικές μεταβολές που παρουσίαζε και ο αυξημένος χρόνος αποτύπωσης^{5,6}.

Σήμερα το κερί των μελισσών περιέχεται σε διάφορες αναλογίες στους ποικίλους τύπους των αποτυπωτικών κηρών που χρησιμοποιούνται για τη λήψη των λειτουργικών αποτυπωμάτων, τόσο στις ολικές όσο και κυρίως στις μερικές οδοντοστοιχίες. Το κερί των μελισσών είναι μείγμα από υδαάνθρακες και

εστέρες, είναι εύθραυστο στη θερμοκρασία δωματίου, γίνεται πλαστικό στη θερμοκρασία του στόματος και τήκεται στους 63-70° C περίπου.

Συνοψίζοντας, το αποτυπωτικό κερί, όπως κάθε υλικό, έχει κάποια μειονεκτήματα από τα οποία πιο σημαντικά είναι η μεγάλη διάρκεια αποτύπωσης και ο αυξημένος κίνδυνος παραμόρφωσης του αποτυπώματος, κυρίως κατά την εξαγωγή του από το στόμα^{1,5}.

Το πρώτο αποτυπωτικό κερί παρασκευάστηκε το 1922 από τον Everett, ενώ, μετά από λίγα χρόνια ο Applegute, κυκλοφόρησε τεσσάρων ειδών κεριά από τα οποία μόνο το ένα ήταν αποτυπωτικό ενώ τα άλλα τρία χρησιμοποιούνταν για την υποστήριξή του. Τα κεριά αυτά κυκλοφόρησαν το 1933, αρχικά με το όνομα Korrecty-max και υπάρχουν μέχρι και σήμερα.

Τα αποτυπωτικά κεριά στο σύνολό τους γενικά, αποτελούν μείγματα διαφόρων τύπων κεριών, όπως παραφίνης, κηροζίνης, κηρού μέλισσας, καρναούμπα αλλά και ουσιών ρητινών κ.λ.π και αυτά είναι που καθορίζουν τις ιδιότητες των αποτυπωτικών κεριών όπως τη ρευστότητα και την ογκομετρική μεταβολή.

Βέβαια, στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές απόψεις συγγραφέων που δεν συγκλίνουν μεταξύ τους, όπως π.χ. για τις τιμές ρευστότητας όπου ο Anderson δίνει τιμές ρευστότητας 85%, ο Mc Crorie 90% και ο Craig 100%, ενώ από την άλλη ο συντελεστής γραμμικής διαστολής των αποτυπωτικών κεριών έχει βρεθεί 350-700 X 10⁻⁶ ανά βαθμό Κελσίου, που είναι σχετικά μεγάλος, με αποτέλεσμα, όποια ογκομετρική μεταβολή υπάρχει από τη διαφορά θερμοκρασίας από το στόμα στο περιβάλλον, να μην επηρεάζει την ακρίβεια του αποτυπώματος^{1,5}.

Γουταπέρκα

Το 1842 ο Montgomery ανακάλυψε τη γουταπέρκα, η οποία λαμβάνεται σαν γαλακτώδες υγρό από τα κομμιόδεντρα (είδος δέντρου της οικογένειας των Σαποτιδών) της Ν.Α. Ασίας, συγκεκριμένα της Μαλαισίας και είναι ένα ισομερές του φυσικού καουτσούκ. Ως αποτυπωτικό υλικό πρωτοχρησιμοποιήθηκε από τους Αμερικάνους οδοντιάτρους Colburn και Blake το 1848¹¹. Η αποτυπωτική γουταπέρκα αποτελείται από γουταπέρκα (50-70% σε μάζα) ρητίνες (20-30% σε μάζα), έκδοχα και χρώματα. Προσφέρεται σε πλάκες μαύρες και καφέ, οι οποίες ζεσταίνονται σε καυτό νερό (50-70°C). Η χρήση τους περιορίζεται για τη διαμόρφωση των λειτουργικών ορίων των ατομικών δισκαρίων, κατά τη λήψη αποτυπωμάτων ολικών οδοντοστοιχιών, ενώ βασική οδηγία για τη φύλαξή της είναι η αποφυγή έκθεσης της σε αέρα και φως, καθώς έτσι οξειδώνεται και γίνεται πορώδης και εύθραυστη. Παρόλο που όταν πρωτοεμφανίστηκε η γουταπέρκα κίνησε το ενδιαφέρον και την περιέργεια πολλών επιστημόνων, δεν ευώδωσε ως

αποτυπωτικό υλικό καθώς η μεγάλη θερμοκρασία που απαιτούνταν για τον κατάλληλο χειρισμό της και η ακαμψία της, την καθιστούσαν δύσχρηστη για τον οδοντίατρο⁶.

Γύψος

Η γύψος έχει χρησιμοποιηθεί ως υλικό αποτύπωσης από τα μέσα του 19ου αιώνα.

Συγκεκριμένα το 1844³, οι Αμερικάνοι οδοντίατροι E.J. Dunning, Amos Wesott, Levi Gilbert και W.H. Dwinelle χρησιμοποίησαν πρώτοι την Παρισινή γύψο ως αποτυπωτικό υλικό¹².

Σήμερα η χρήση της είναι περιορισμένη και χρησιμοποιείται κυρίως για τη λήψη ενδοστοματικών καταγραφών. Η αποτυπωτική γύψος είναι κοινή γύψος, δηλαδή γύψος β-ημιένυδρης μορφής στην οποία έχουν προστεθεί ορισμένες ουσίες για τη ρύθμιση του χρόνου και της διαστολής πήξης, όπως θειικό κάλιο, χλωριούχο κάλιο, νιτρικό κάλιο- και βόρακας, ανθρακικό νάτριο, διττανθρακικό νάτριο. Ενώ η προσθήκη λευκής και κόκκινης αργίλου και διατομικής γης χρησιμεύουν για να τεμαχίζεται πιο εύκολα η γύψος. Τα σπασμένα κομμάτια πρέπει να εμφανίζονται καθαρές επιφάνειες για να επανασυναρμολογούνται^{5,6}.

Τυπική σύσταση αποτυπωτικής γύψου:

Γύψος Παρισίων	90,0%
Λευκή άργιλος	4,5%
Κόκκινη άργιλος	1,5%
Διατομική γη	2,5%
Θειικό κάλιο	1,5% ⁶

Ο χρόνος εργασίας της είναι 3-5 λεπτά και η διαστολή από 0,3% φτάνει μέχρι και 0,06%, με την προσθήκη αυτών των ουσιών.

Άλλες ουσίες που προστίθενται στην αποτυπωτική γύψο είναι φυσικές ρητίνες (καλύτερη συνοχή και αποτύπωση), άμυλο (την κάνει εύπλαστη), χρωστικές και βελτιωτικά γεύσης.

Η ποσοτική αναλογία νερού και σκόνης παίζει σπουδαίο ρόλο στις ιδιότητες της αποτυπωτικής γύψου. Όταν το νερό είναι λίγο παρατηρείται μείωση του χρόνου πήξης, αύξηση της ανθεκτικότητας και σκληρότητας του αποτυπώματος. Το αντίθετο συμβαίνει αν το νερό είναι πολύ.

Βασικά πλεονεκτήματα της αποτυπωτικής γύψου είναι ότι είναι φτηνή και εύχρηστη, ενώ τα αποτυπώματά της έχουν μεγάλη σταθερότητα διαστάσεων και μπορούν να παραμείνουν για αρκετό χρονικό διάστημα μέχρι την κατασκευή του εκμαγείου. Πλεονεκτήματα έναντι των άλλων υλικών στο ό,τι αποδίδει πολύ καλά τις λεπτομέρειες και τις αποστάσεις αποτύπωσης, χωρίς να απαιτείται άσκηση δύναμης, με αποτέλεσμα να μη γίνεται σχεδόν καθόλου μετακίνηση των μαλακών ιστών την ώρα της αποτύπωσής τους.

Όμως παρουσιάζει και κάποια μειονεκτήματα που την κάνουν, σε μερικές κλινικές περιπτώσεις να αποκλείεται ως αποτυπωτικό υλικό εκλογής. Η έλλειψη ελαστικότητας που τη χαρακτηρίζει, δυσκολεύει τη χρήση της για περιοχές με εσοχές καθώς και σε ενόδοντες. Ενώ, καθώς από τη φύση της είναι υδρόφιλο υλικό, προσροφά υγρασία όταν τοποθετηθεί στο στόμα και δημιουργεί ένα δυσάρεστο αίσθημα ξηροστομίας^{5,6}.

Stent

Ένα ακόμη υλικό που πρωτοεμφανίστηκε στην οδοντιατρική στα μέσα του 19ου αιώνα και μαζί με τη γύψο κάλυψε τις ανάγκες της οδοντιατρικής αποτύπωσης σχεδόν για ένα αιώνα, ήταν το θερμοπλαστικό υλικό του Stent.

Συγκεκριμένα, το 1857 ο Άγγλος οδοντίατρος Charles Stent, έπειτα από πειράματα εισήγαγε στην κλινική πράξη το πρώτο θερμοπλαστικό υλικό από συνθετική ρητινοειδή ουσία, το οποίο ονομάστηκε stent, προς τιμή του^{2,8}. Το ίδιο υλικό, εμφανίστηκε 20 χρόνια αργότερα στις Η.Π.Α. και συγκεκριμένα το 1874, από τον Samnel Stockton White¹¹. Αργότερα είναι άξια αναφοράς η τεράστια συμβολή των οδοντιάτρων J.H. Eveene, D.T. Eveene και Rupert Hall στην καθιέρωση και διάδοση των συνθετικών θερμοπλαστικών υλικών στην οδοντιατρική αποτύπωση στις αρχές του 20ού αιώνα.

Τα θερμοπλαστικά συνθετικά ρητινοειδή υλικά επινοήθηκαν με σκοπό την εκτόπιση του καθαρού κεριού και της Παρισινής γύψου από τις τότε υπάρχουσες τεχνικές αποτύπωσης, καθώς η λήψη αποτυπώματος με αυτό δεν παρουσίαζε ιδιαίτερες δυσκολίες. Το υλικό μαλάκωνε και πλαστικοποιούνταν είτε με θέρμανση επάνω σε φλόγα ή με εμβύθιση σε ζεστό νερό. Παρά την εύκολη χρήση του σε σχέση με την γουταπέρκα και την γύψο, στα τέλη της δεκαετίας του 1870, κυριαρχούσε η πεποίθηση ότι η γύψος θα παρέμεινε το πιο σημαντικό αποτυπωτικό υλικό για πολλά χρόνια ακόμη¹³, καθώς το stent, ως υλικό αποτύπωσης, παρουσίαζε σημαντικά μειονεκτήματα, όπως, δε διέθετε ελαστικότητα και όταν αποτύπωνε εισέχουσες περιοχές, κατά την αφαίρεσή του από το στόμα, στρεβλωνόταν ή έσπαζε, ενώ η καταγραφή επιφανειακών λεπτομερειών ήταν δύσκολη. Η χρήση του σήμερα περιορίζεται στο ελάχιστο, με εξαίρεση ίσως την μυϊκή διαμόρφωση των ορίων της οδοντοστοιχίας, προκειμένου να επιτευχθεί η περιφερική της απόφραξη και την λήψη αποτυπώματος σε κολοβώματα για στεφάνες με τη μέθοδο του δακτυλίου.

Άγαρ

Το άγαρ είναι το πρώτο ελαστικό - αντιστρεπτό

(επαναχρησιμοποιούμενο) αποτυπωτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε στην οδοντιατρική. Εμφανίστηκε το 1925, με την εμπορική ονομασία Nogacoll, από τον Αυστριακό φυσικό Alfons Polle, ο οποίος, ύστερα από λίγα χρόνια, το 1928 πούλησε τα εμπορικά δικαιώματα στους Αμερικάνους αδερφούς De Tray, οι οποίοι, αφού πρώτα τροποποίησαν λίγο το υλικό, το επανακυκλοφόρησαν με την ονομασία Dentocole^{14,15}. Άξιο αναφοράς είναι, ότι το άγαρ σταμάτησε την κυκλοφορία του στο διάστημα του β' Παγκοσμίου πολέμου, καθώς η πρώτη ύλη για την παραγωγή του, προερχόταν από την Ιαπωνία⁸.

Το άγαρ είναι οργανικό, υδρόφιλο, υδροκολλοειδές (πολυσακχαρίτης) και λαμβάνεται από θαλάσσια φύκια⁵.

Σ' αυτόν προστίθεται θυμόλη για να αποτρέπει τη μεταβολή του σε θρεπτικό υπόστρωμα μικροβίων. Εμπλουτίζεται, επίσης, με διάφορες χημικές ουσίες, όπως ο βόρακας για να αυξηθεί η αντοχή του υλικού και το θειικό κάλιο για την αντιστάθμιση της επιβράδυνσης που προκαλούν στην πήξη της γύψου ο βόρακας και το ίδιο το άγαρ. Ενώ, τέλος, προστίθεται βενζοϊκό ακρύλιο για να προληφθεί η διόγκωση του αποτυπώματος και πρόσθετα τα οποία ρυθμίζουν την αντοχή και το ιξώδες.

Το άγαρ, όπως όλα τα υδροκολλοειδή, όταν μείνει στον αέρα χάνει νερό και οι διαστάσεις του ελαττώνονται (συρρίκνωση) ενώ αν τοποθετηθεί μέσα σε νερό διαστέλλεται (σπάργωση), γιατί απορροφά νερό. (Για να αποφευχθεί η μεταβολή των διαστάσεων του αποτυπώματος, επιβάλλεται κατασκευή εκμαγείου). Ενώ αξίζει να σημειωθεί ότι το άγαρ παρουσιάζει μικρή μόνιμη παραμόρφωση και συστολή 0,05%, ποσοστό αμελητέο για την κλινική πράξη. Είναι ελαστικό υλικό και μπορεί να αποτυπώσει περιοχές με έντονες εσοχές, με ταυτόχρονη αρκετά καλή ικανότητα αντιγραφής λεπτομερειών^{5,6}.

ZnOE (Οξειδίο του ψευδαργύρου και ευγενόλη)

Από το 1930 άρχισε να χρησιμοποιείται στην οδοντιατρική σαν αποτυπωτικό υλικό το φύραμα του οξειδίου του ψευδαργύρου με ευγενόλη. Το ZnOE το εισήγαγαν στο πεδίο της οδοντιατρικής αποτύπωσης οι A.W.Ward και E.B.Kelly, καθώς τα προηγούμενα χρόνια χρησιμοποιούνταν για τη συγκόλληση ακίνητων αποκαταστάσεων^{2,6,11}.

Το υλικό αποτελείται κυρίως από σκόνη ZnOE και από ευγενόλη, τα οποία φέρονται στο εμπόριο σε μορφή πάστας μέσα σε σωληνάρια. Τα κύρια υλικά του αποτυπωτικού φυράματος είναι το οξειδίο του ψευδαργύρου και η ευγενόλη. Τα υπόλοιπα είναι κυρίως έλαια που χρησιμοποιούνται για να βοηθήσουν στην πλαστικοποίηση και στην ομογενοποίηση του φυράματος, ενώ το χλωριούχο μαγνήσιο προστίθεται σαν παράγοντας που επιταχύνει την πήξη.

Τα αποτυπωτικά υλικά του ZnOE παρουσιάζουν αξιοζήλευτη ογκομετρική σταθερότητα. Οι ογκομετρικές μεταβολές είναι της τάξης του 0,28-0,33% σε διάστημα 72 ωρών, ενώ ο Peyton υποστηρίζει πως αυτές δεν ξεπερνούν το 0,1%. Ακόμη ο οδοντίατρος μπορούσε να ρυθμίσει το χρόνο πήξης του υλικού ανάλογα με τις ανάγκες του, με τη χρησιμοποίηση λεπτόκοκκης ή αδρόκοκκης σκόνης ZnO, με το χρόνο μίξης του υλικού, με αυξομείωση της θερμοκρασίας και της υγρασίας καθώς και της προσθήκης νερού ή αλκοόλης. Και ενώ το φύραμα πήξει, είναι αρκετά σκληρό και το αποτύπωμα μπορεί να τοποθετηθεί ξανά στο στόμα για να δοκιμαστεί η εφαρμογή του ή η προσαρμογή των ιστών. Τέλος το υλικό δίνει ακριβή αποτυπώματα, τα οποία έχουν μεγάλη σταθερότητα διαστάσεων, ενώ κατά την πλήρωση με γύψο δεν χρειάζεται διαχωριστικό υλικό. Όλα αυτά, και μαζί με την ευκολία παρασκευής του, την ικανοποιητική άνεση χειρισμών που παρέχει στον οδοντίατρο και το ότι είναι ευχάριστα ανεκτό από τον ασθενή, το καθιστούν ένα πολύτιμο υλικό στα χέρια του οδοντιάτρου στη διαδικασία αποτύπωσης της στοματικής κοιλότητας, με τα υλικά αυτά, η αποτύπωση των δοντιών και των φατνιακών αποφύσεων με έντονες εσοχές¹. Το πρόβλημα που προέκυπτε από την ευγενόλη, η οποία προκαλούσε εγκαύματα στους ιστούς, αντιμετωπίστηκε με την προσθήκη μικρής ποσότητας λαδιού ελιάς, που επιπλέον δρα και σαν παράγοντας πλαστικότητας (Την ίδια δράση έχει και το λινέλαιο), αντικατάσταση της ευγενόλης με λάδι κανελλογαράφαλου, το οποίο περιέχει ευγενόλη 70-85%⁶

Αλγινικό υδροκολλοειδές μη αντιστρεπτό

Λίγο πριν το β' Παγκόσμιο πόλεμο, το έτος 1935, ο Άγγλος χημικός William Wilding εφηύρε ένα νέο τύπο υδροκολλοειδούς με βάση το αλγινικό νάτριο^{2,16}.

Κατά τη διάρκεια όμως του πολέμου χρησιμοποιήθηκε σαν το μοναδικό υλικό που διέθετε ελαστικότητα, αφού τα αντιστρεπτά υδροκολλοειδή, που προέρχονταν από φύκια της Άπω Ανατολής, με το συμμαχικό αποκλεισμό εξαφανίστηκε τελείως από το δυτικό κόσμο¹.

Τα αλγινικά υδροκολλοειδή αποτυπωτικά υλικά πήραν το όνομά τους από το λατινικό *alga-algae* που σημαίνει φύκια και αυτό επειδή το κυριότερο συστατικό τους είναι το αλγινικό οξύ, που εξάγονταν από ορισμένα είδη θαλοφύτων, μεγάλων καστανόχρωμων φυκιών της οικογένειας *Laminaria*, που βρίσκονται προσκολλημένα στα βράχια των ακτών της Σκωτίας, Νορβηγίας, Ιρλανδίας και Αυστραλίας¹.

Τα αλγινικά μη αντιστρεπτά υδροκολλοειδή αποτελούνται βασικά από ένα αδιάλυτο άλας του αλγινικού οξέος (αλγινικό νάτριο, κάλιο ή αμμώνιο) και ένα επίσης υδατοδιαλυτό μεταλλικό άλας, συνήθως

θειικό κάλιο, ενώ η περαιτέρω προσθήκη άλλων συστατικών αποσκοπεί στη βελτίωση ορισμένων ιδιοτήτων του υλικού¹⁷. Η σύνθεση του «αλγινικού» αποτυπωτικού υλικού είναι ποικίλη¹⁸⁻²⁰.

Τα αλγινικά αποτυπωτικά υλικά παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα που τα κάνουν να υπερτερούν έναντι πολλών άλλων υλικών^{1,5,6}:

1. Παρουσιάζουν ευκολία στους χειρισμούς για την ανάμειξη και την τοποθέτησή τους στο στόμα.
2. Έχουν ικανοποιητική ελαστικότητα, τουλάχιστον για τη λήψη στοματικού αποτυπώματος.
3. Δεν απαιτούν πολύπλοκες συσκευές, ούτε ιδιαίτερο εργαστηριακό εξοπλισμό.
4. Δίνουν αποτυπώματα ικανοποιητικής ακρίβειας, εφόσον χρησιμοποιηθούν σωστά.
5. Έχουν χαμηλό κόστος.
6. Έχουν αρκετά χαμηλή τιμή μόνιμης παραμόρφωσης. (Ενώ η προδιαγραφή της Α.Ρ.Α ορίζει ως ανώτατη επιτρεπόμενη τιμή μόνιμης παραμόρφωσης το 3%, με δοκιμασία συμπίεσης κατά 10% για 30 δευτερόλεπτα, τα περισσότερα αλγινικά κατά τους Craig, O'Brien και Dowers, έχουν τιμή περίπου 1,5%).
7. Έχουν πολύ υψηλή αντοχή στη συμπίεση.

Παρόλα αυτά όμως τα αλγινικά αποτυπωτικά υλικά παρουσιάζουν και μερικά αξιοσημείωτα μειονεκτήματα :

1. **Μεταβολή του χρόνου πήξης.** Πολλοί συγγραφείς αναφέρουν τα 2-4,5 λεπτά ως το χρόνο που χρειάζεται για να πήξει το υλικό. Εντούτοις έχει αποδειχθεί ότι πολλοί είναι εκείνοι οι παράγοντες που επηρεάζουν το χρόνο πήξης των αλγινικών, εκ των οποίων μερικοί είναι η αναλογία νερού-σκόνης, η θερμοκρασία του νερού ανάμειξης, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ο χρόνος ανάμειξης^{21,22}.
2. **Έλλειψη ογκομετρικής σταθερότητας.** Η απώλεια των διαστάσεων των αλγινικών αποτυπωτικών υλικών, εκφράζεται συνήθως σαν γραμμική συστολή ή διαστολή. Και σ' αυτήν την περίπτωση δεν υπάρχει σύμπτωση απόψεων μεταξύ των συγγραφέων. Π.χ. για τη γραμμική συστολή οι Skinnor και Kern²⁴ δίνουν τιμές 0.1-0.9% σε μια ώρα για υλικά που διατηρήθηκαν στο χώρο εργασίας, ενώ οι Morran και Elphicke²³ για τις ίδιες συνθήκες δίνουν τιμές 2% σε μια ώρα.
3. **Ασυμβατότητα** ορισμένων αλγινικών με τη γύψο.
4. **Έλλειψη ικανοποιητικής αντοχής στον εφελκυσμό.** Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, όταν αποτυπώνονται περιοχές με έντονες εσοχές, το υλικό να σκίζεται⁶.

Ελαστικά πολυμερή

Τα τελευταία 40 χρόνια, στην κλινική οδοντια-

τρική χρησιμοποιούνται ευρύτατα τα ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά. – Ελαστομερές υλικό θεωρείται κάθε μορφή βιομηχανικά παρασκευαζόμενου τεχνηκού καουτσούκ, κάθε υλικό δηλαδή που έχει τις φυσικές ιδιότητες του φυσικού καουτσούκ χωρίς να συγγενεύει χημικά μ' αυτό²⁹. Τα ελαστομερή αποτυπωτικά υλικά οδοντιατρικής χρήσης που κυκλοφορούν διακρίνονται σε τέσσερις βασικές κατηγορίες, ανάλογα με τη χρονολογική σειρά που εμφανίστηκαν :

1. αποτυπωτικά υλικά μερκαπτανών ή πολυσουλφίδια
2. αποτυπωτικά υλικά σιλικόνης, τύπου συμπύκνωσης
3. αποτυπωτικά υλικά γλυκόζης ή πολυαιθέρες και
4. αποτυπωτικά υλικά σιλικόνης, τύπου προσθήκης.

1. Αποτυπωτικά υλικά μερκαπτανών

Ανακαλύφθηκε το 1955 από τον S.L.Pearson του πανεπιστημίου του Λίβερπουλ,²⁵ το πρώτο πολυμερές ελαστικό μερκαπτανής το οποίο κυκλοφόρησε με την εμπορική ονομασία Thiokol²⁸. Οι μερκαπτανές χημικά είναι θειούχες ενώσεις ανάλογες των αλκοολών (γι' αυτό ονομάζονται και θειόλες), που προέρχονται από την αλκυλίωση όξινων θειούχων αλάτων.⁶ Είναι σώματα πολυμερή, υγρά, διαυγή που εμφανίζουν διαφορετικές τιμές ιξώδους.

Η τυπική σύνθεση των αποτυπωτικών υλικών μερκαπτανής είναι κατά τον Craig²⁷:

<u>Βασικό υλικό</u>	<u>κατά βάρος</u>
Πολυμερές πολυσουλφίδιο	80-85%
Διοξειδίο του τιτανίου, θειούχος ψευδάργυρος, ανθρακικός χαλκός ή διοξειδίο του πυριτίου	16-18%
<u>Καταλύτες</u>	
Διοξειδίο του μολύβδου	60-68%
Φθαλικό διβουτύλιο	30-35%
Θείον	3%
Στεατικό μαγνήσιο, αποσμητικές ουσίες κ.τ.λ.	2%

Τα ελαστικομερή της μερκαπτανής έχουν μεγάλη αντοχή στην απόσχιση, έτσι είναι δυνατόν να αποτυπώσουν περιοχές με έντονες εσοχές. Ο χρόνος χειρισμών των μερκαπτανών είναι 3-7 λεπτά, ενώ ο χρόνος πήξης είναι 8-14 λεπτά και δεν επηρεάζεται καθόλου από την ποσότητα του αναμειγνυόμενου καταλύτη, ενώ συμβαίνει με τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος¹. Επειδή, κατά τον πολυμερισμό παράγεται παραπροϊόν, παρατηρείται μεταβολή των διαστάσεων του υλικού εξαι-

τίας της εξάτμισης του νερού, που συνοδεύεται και από ελάττωση του βάρους του. Η γραμμική συστολή του υλικού, μετά την αφαίρεσή του από το στόμα, είναι 0,26%⁶. Εξαιτίας της διμερκαπτανής που περιέχουν, παρουσιάζουν μια δυσάρεστη μυρωδιά²⁹.

2. Αποτυπωτικά υλικά σιλικόνης συμπύκνωσης

Πολύ καιρό μετά τις μερκαπτανές, κάνουν την εμφάνισή τους για πρώτη φορά τα ελαστικά αποτυπωτικά της σιλικόνης που πολυμερίζονται με συμπύκνωση¹¹ τα οποία περιγράφηκαν για πρώτη φορά από τους Nieche και Weak¹.

Οι σιλικόνες είναι πολυμερή συνθετικά υλικά που λαμβάνονται μετά από την αφυδάτωση των σιλανολών, οι οποίες είναι υδροξυπαραγωγά προερχόμενα από την υδρόλυση διαφόρων σιλανίων.

Οι περισσότερες ιδιότητες των σιλικόνων συμπύκνωσης εξαρτώνται από τα έκδοχα που περιέχουν, καθώς και από την κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα υλικά.

Η ολοκλήρωση της αντίδρασης χρειάζεται χρόνο 6-9 λεπτών, ενώ ο χρόνος εργασίας είναι 3 λεπτά σε θερμοκρασία 37°C. Ο χρόνος πήξης ελαττώνεται όταν η θερμοκρασία και η υγρασία αυξηθούν, ενώ είναι δυνατόν να επηρεαστεί και από την ποσότητα του καταλύτη. Οι ελαστικές ιδιότητες των σιλικόνων πλησιάζουν το ιδανικό, σε ό,τι αφορά την τέλεια και γρήγορη επαναφορά τους στην αρχική τους κατάσταση, μετά την αφαίρεση της ασκούμενης δύναμης. Η παραμένουσα παραμόρφωση είναι πολύ μικρή και ο χρόνος επαναφοράς είναι το πολύ 30 min. Η ελαστικότητά τους σε σχέση με άλλα υλικά είναι μεγάλη και έχει βρεθεί ότι μια λεπτόρευστη σιλικόνη μπορεί να υποστεί έκταση περίπου 300% πριν σπάσει. Όλα αυτά τα πλεονεκτήματα την καθιστούν ένα πολύ χρήσιμο υλικό στα χέρια του οδοντιάτρου. Παρόλα αυτά αξίζει να σημειωθεί ότι οι σιλικόνες συμπύκνωσης αν μείνουν στον αέρα, εμφανίζουν γραμμική συστολή η οποία κυμαίνεται από 0,5-1,2 για το πρώτο 24ωρο, ενώ τέλος χρήζει προσοχής η χρησιμοποίηση του καταλύτη, γιατί υπολείμματά του, λόγω κακής ανάμειξης, είναι δυνατόν να δημιουργήσουν προβλήματα, κυρίως στον οδοντίατρο (δερματίτιδα), ενώ αν πάει στα μάτια προκαλεί τραυματισμό και φλεγμονή^{5,6}.

3. Πολυαιθέρες

Η Τρίτη ομάδα ελαστομερών αποτυπωτικών υλικών, οδοντιατρικής χρήσης, κυκλοφόρησε το 1965¹⁶, μια δεκαετία περίπου μετά τα υλικά σιλικόνης και είναι τα αποτυπωτικά υλικά της γλυκόζης ή πολυαιθέρες.

Οι πολυαιθέρες παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα που τα κάνουν να υπερέχουν σε πολλά

σε σχέση με τα άλλα ελαστικομερή υλικά.

Έχουν όλα τα χαρακτηριστικά των ελαστικομερών, ενώ δεν εμφανίζουν παραπροϊόν κατά τον πολυμερισμό. Επομένως, δεν υπάρχει συστολή μετά τον πολυμερισμό γεγονός που βοηθάει στη διατήρηση ενός σταθερού αποτυπώματος, για μεγάλο χρονικό διάστημα σε σχέση με τα άλλα υλικά, η οποία διατηρείται για πάνω από 8 ημέρες. Έχουν πολύ καλή αποτυπωτική ικανότητα, ενώ είναι σχετικά εύχρηστοι.

Ο ωφέλιμος χρόνος εργασίας είναι 2-3 λεπτά, ενώ ο χρόνος πολυμερισμού είναι 5-7 λεπτά. Οι χρόνοι αυτοί είναι αρκετά μικρότεροι σε σχέση με εκείνους των μερκαπτανών και σιλικονών, και άλλοτε λειτουργούν σαν πλεονέκτημα και άλλοτε σαν μειονέκτημα, ειδικά σε ζεστό περιβάλλον και όταν πρόκειται να αποτυπωθούν πολλά δόντια. Και ενώ περίμενε κανείς, με αυτά τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζουν, σε σχέση με τα άλλα ελαστικομερή αποτυπωτικά υλικά, να χρησιμοποιούνται ευρέως στην καθημερινή οδοντιατρική πράξη, κάτι τέτοιο δε συμβαίνει δεδομένου ότι έχουν υψηλό ιζώδες. Ακόμη, έχουν μικρό χρόνο εργασίας και ο υδρόφιλος χαρακτήρας τους εμποδίζει την επιχάλκωση ή επαργύρωση των αποτυπωμάτων τους. Τέλος, η μεγάλη ακαμψία του πολυμερισμένου υλικού, δημιουργεί κίνδυνο τραυματισμού του βλεννογόνου ή σπασίματος του γύψινου εκμαγείου κατά την αφαίρεση από το αποτύπωμα, ενώ, σύμφωνα με μελέτη, το 0,5% των ασθενών παραπονέθηκε για αλλεργική αντίδραση μετά τη χρησιμοποίηση του πολυαιθέρα^{1,5,6}.

4. Σιλικόνες προσθήκης

Τα αποτυπωτικά υλικά σιλικόνης τύπου προσθήκης, είναι τα πιο πρόσφατα αποτυπωτικά υλικά και πρωτοεμφανίστηκαν το 1975 μέσα από το διαστημικό πρόγραμμα Apollo.

Κι αυτό γιατί ο Armstrong, που ήταν ο πρώτος που πάτησε στη Σελήνη, έπρεπε να φοράει μπότες από υλικό που έχει μεγάλη ογκομετρική σταθερότητα. Έτσι, ως τέτοιο υλικό, δημιουργήθηκε η σιλικόνη τύπου προσθήκης. Χαρακτηριστική είναι η έκφραση του Brown «το υλικό που άφησε το πρώτο αποτύπωμα της ανθρώπινης παρουσίας στο φεγγάρι, εξελίχθηκε στο καλύτερο οδοντιατρικό αποτυπωτικό υλικό»³⁰⁻³².

Οι σιλικόνες προσθήκης καλύπτουν σχεδόν όλες τις απαιτήσεις ενός αποτυπωτικού υλικού. Έχουν σταθερότητα διαστάσεων, η συστολή τους είναι 0,05% περίπου μετά από μια εβδομάδα, εξαιρετική ικανότητα αναπαραγωγής λεπτομερειών, που σημαίνει δυνατότητα κατασκευής των εκμαγείων ακόμη και μετά από μερικές μέρες και κατασκευή δεύτερου εκμαγείου από το ίδιο αποτύπωμα, καθώς και μεγάλο χρόνο αποθήκευσης. Το μόνο μειονέκτημα

που μπορεί να τις προσάψουν είναι το μεγάλο κόστος αγοράς τους καθώς και ότι παρουσιάζουν μεγάλη σκληρότητα μετά τον πολυμερισμό, που κάνει δύσκολη την αφαίρεση του αποτυπώματος από το στόμα κάτι όμως που έχει πάψει να προβληματίζει σήμερα τους οδοντιάτρους, αφού οι νεότερες σιλικόνες προσθήκης κανονικής και λεπτόρρευσης σύστασης που προσφέρονται για μονή αποτύπωση, δεν παρουσιάζουν το μειονέκτημα της μεγάλης σκληρότητας^{5,6}.

Συμπεράσματα

Δυστυχώς, μέχρι σήμερα, παρόλο που ο οδοντίατρος έχει στη διάθεσή του μια πλήρη γκάμα από αποτυπωτικά υλικά που μπορεί να χρησιμοποιήσει, εξαιτίας της πολυετούς έρευνας του οδοντιατρικού και επιστημονικού κόσμου πάνω στο πεδίο της οδοντιατρικής έρευνας, εντούτοις, είναι γενικά παραδεχτό πως δεν έχει βρεθεί ακόμη το ιδανικό αποτυπωτικό υλικό που θα δώσει στον οδοντίατρο τη δυνατότητα ακριβούς αποτύπωσης με όχι σημαντικά μειονεκτήματα που θα δυσχεραίνουν την προσπάθεια και το αποτέλεσμά του.

Έτσι, αυτό και μαζί με την εξέλιξη των αποτυπωτικών υλικών εδώ και 250 χρόνια αντικατοπτρίζουν τη διαρκή προσπάθεια του οδοντιατρικού κόσμου για τη συνεχή βελτίωση των υλικών μέχρι την ανακάλυψη του «τέλειου».

Βιβλιογραφία

1. Καλογιαννίδης AM. Οδοντιατρικά υλικά προσθετικής. Θεσσαλονίκη 1990.
2. 30-002. Starke, EN., Jr. A Historical Review of Complete Denture Impression Materials. JADA 91:1037-1041,1975.
3. Καλογιαννίδης AM. Συμβολή εις την μελέτην της ελαστικότητας ελαστομερών τινών αποτυπωτικών υλικών. Θεσσαλονίκη 1970.
4. McPherson GW, Craig RG, Peyton FA. :Mechanical properties of hydrocolloid and rubber impression materials J.Dent Res 1967.
5. Αριστοτέλους Αδάμ, Απ.Α. Σταθόπουλος, οδοντιατρικά υλικά. Αθήνα 1988
6. Καφούσιας Ν./ Μπαλτζάκη Γ./ Σταθόπουλος Απ., οδοντιατρικά βιοϋλικά, εκδόσεις Ακίδα, Αθήνα 1994.
7. Dimensional changes of polysulfide impression materials over time By Saeid Zeiaei-Nafchi, D.D.S., Morgantown, West Virginia 2000.
8. Hoffmann-Axthelm W, ed. History of Dentistry. Chicago: Quintessence Pub.Co., 1981.
9. Glenner RA. Dental impressions. J Hist Dent 1997; 45: 127-30.
10. Pfaff P. Abhadlung von den Zahnen des menschlichen Korpers und deren Krankheiten, Berlin 1756 p. 31 Reprint ed. Walter Hoffmann-Axthelm, Hildesheim

- 1966.
11. Starcke EN. A historical review of complete denture impression materials. *J Am Dent Assoc* 1975.
 12. White SS. A History of Dental and Oral Science of America. Philadelphia, American Academy of Dental.
 13. Academy of Dental Science. A History of Dental and Oral Science of America. Philadelphia, Samuel S. White, 1876 P.47.
 14. Glenner, Richard A. "Dental Impressions." *Journal of the History of Dentistry*. 45 (1997): 127- 130.
 15. Hansson O, Eklund J. A historical review of hydrocolloids and an investigation of the dimensional accuracy of the new alginates for crown and bridge impressions when using stock trays. *Swed Dent J* 1984; 8: 81-95.
 16. Παπαδόπουλος Τ. Η αποτύπωση στην οδοντιατρική, Αθήνα 1997.
 17. Guide to dental materials and devices: Alginate Impression Material. *Amer.Dent.Assoc*, 5th ed, 1970-71.
 18. Peyton FA. Restorative dental materialw 2nd ed. The C.V. MosbyCo St Louis
 19. Skinner E.W., Phillipw R.W. :the science of dental materials Philadelphia ,London 1964.
 20. Khan Z, Morris JC. Von Fraunhofer JA. effect of irreversible hydrocolloid impressions on surface hardness of dental stone. *J. Prow Dent*. 1984.
 21. Kaloyannides AM, Kapari DJ, Steas A, Tzouriadis P. Gli effetti della temperatura dell' ambiente. *Il dent modern* 1983.
 22. Καλογιαννίδης Α. Αλγινικά υδροκolloειδή αποτυπωτικά υλικά. Πειραματική μελέτη ορισμένων φυσικοχημικών ιδιοτήτων τους. Επιστημονικά Επετηρίδα οδοντιατρικού τμήματος Α.Π.Θ. 1987
 23. Combe EC. Notew on dental materials, Churchill Livingstone, Edinburg-London-New York 1977.
 24. Skinner EW, Kern WR. Colloidal impression materilas 1938.
 25. Pearson SL. "A New Elastic Impression Material: A Preliminary report." *British Dental Journal*. 99 (1955): 72-76.
 26. Certified dental hydrocolloidal impression material- Alginate type. Reports of councils and bureaus J.A.D.A 1977.
 27. Craig RG. Restorative dental materials. The C.V.Mosby Co St.Louis-Toronto-Princeton 1985.
 28. Pearson SL. A New Elastic Impression Material: A Preliminary report. *Br Dent J* 1955; 99:72-76.
 29. Βάρβογλης Γ. Επίτομος οργανική χημεία. Θεσσαλονίκη 1960.
 30. Jorgensen KD. Thermal expansion of addition polymerization (Type II)silicon impressions materials *Australian Dent J* 1982; 27.
 31. Καλλογιαννίδης ΑΜ. Οδοντιατρικά υλικά προσθετικής. Θεσσαλονικη 2000.
 32. Brown D. An update on Elastomeric\Impression Materials. *mrit Dent J* 1981