

## Η γουταπέρκα ως εμφρακτικό υλικό ριζικών σωλήνων

Πολλά υλικά έχουν χρησιμοποιηθεί για την έμφραξη των ριζικών σωλήνων (ρσ). Σε αυτά περιλαμβάνονται μολύβδινα φύλλα, βαμβάκι εμποτισμένο σε λάδι, κασσίτερος, τριφωσφορικό ασβέστιο, οξειδίο του ψευδαργύρου με υποχλωρικό οξύ, γύψος, μπαμπού, ξυλάνθρακας με ιωδοφόρμιο και κρεόζωτο, θυμικό ιώδιο και παραφίνη, πολύτιμα μέταλλα, όπως ο χρυσός και η ιριδοπλατίνα και δεκάδες άλλα υλικά. Τα περισσότερα απ' αυτά έχουν αποριφθεί από τους κλινικούς ως μη πρακτικά, παράλογα ή βιολογικά απαράδεκτα.

Η γουταπέρκα είναι καθαρός, πολτώδης χυμός (*raiaquium gutta*) τροπικών δένδρων (*percha*) τα οποία ευδοκιμούν στην Ινδία, Μαλαισία, Βόρνεο και Σουμάτρα. Είναι δυνατόν να περιγραφεί ως υλικό ελαφρά κοκκινωπό, αδιαφανές, σκληρό και στερεό σε φυσιολογικές θερμοκρασίες<sup>36</sup>. Η διάμετρος του δένδρου *percha* υπερβαίνει τα 1,8 m και το ύψος του τα 23 m. Παλαιότερα έκοβαν τα δένδρα και αφαιρούσαν τον φλοιό, ώστε να συλλέξουν τον γαλακτώδη χυμό, με αποτέλεσμα την καταστροφή εκατοντάδων χιλιάδων δένδρων. Σήμερα τα δένδρα προστατεύονται και η συλλογή της γουταπέρκας γίνεται με χάραγμα στον φλοιό του δένδρου, όπως με το ρετσίνι.

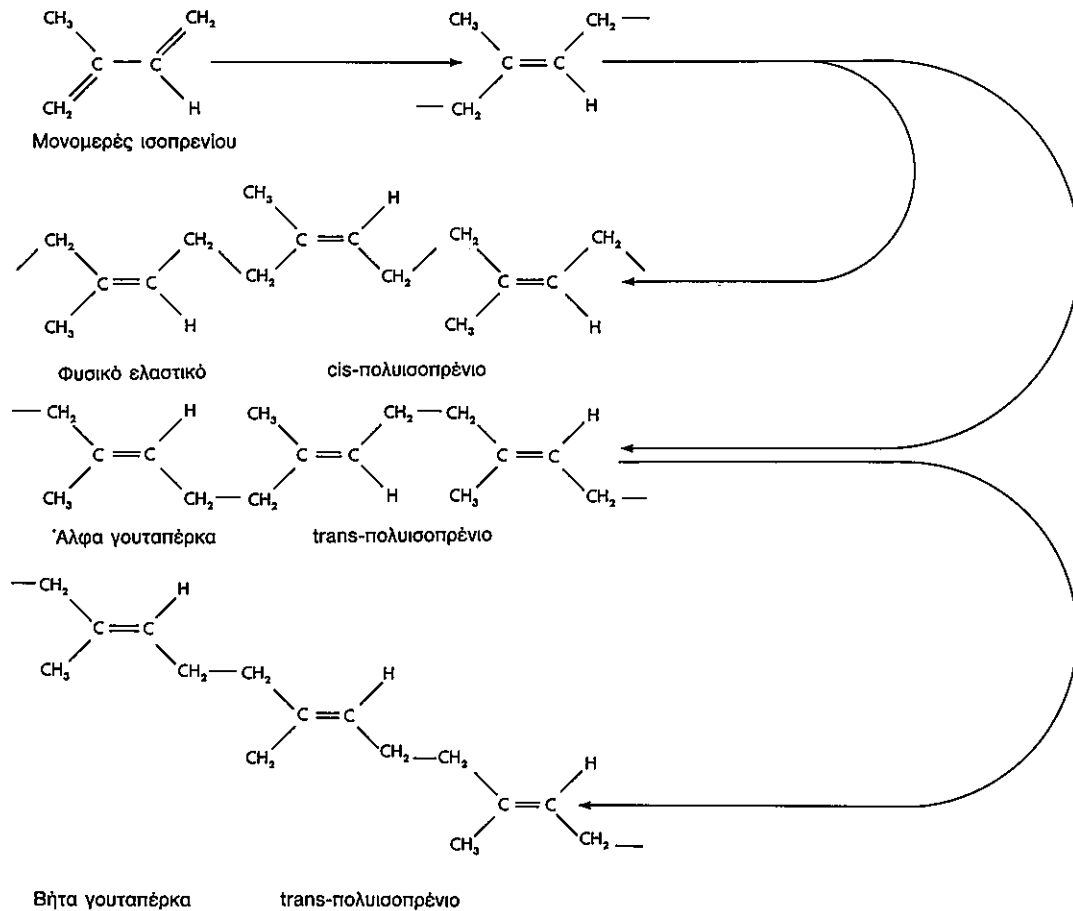
Πηγές των αρχών του εικοστού αιώνα αναφέρουν ότι Μαλαισιοί και Κινέζοι χρησιμοποιούσαν γουταπέρκα σε πολύ παλιές εποχές, πολύ πριν ο δυτικός πολιτισμός πληροφορηθεί για την ύπαρξή της. Πληροφορίες σχετικά με την παρουσία του υλικού αυτού στην Ευρώπη ανιχνεύονται στα μέσα του δέκατου έβδομου αιώνα. Ως υλικό χρήσιμο στην τέχνη, την επιστήμη και την βιομηχανία εισήχθη στην Ευρώπη περί το 1840, για πρώτη φορά

ώς γουταπέρκα. Από το 1848 χρησιμοποιήθηκε ως μονωτικό υποθαλασσί-ων ηλεκτροφόρων συρμάτων, έως ότου την αντικατέστησε, στο τέλος του 19ου αιώνα, το πλαστικό. Χρησιμοποιήθηκε ευρύτατα για κατασκευή πωμάτων, μονωτικών μειγμάτων, κλωστών, χειρουργικών εργαλείων, καλυπτρών, καπνοσουριγγών και προστατευτικών καλυμάτων για πλοία. Εξ'ολοκλήρου από γουταπέρκα κατασκευάστηκαν ακόμα και βάρκες. Επίσης χρησίμευσε στην παραγωγή χαρτών, υδρογείων σφαιρών, ως υποκατάστατο του χαρτιού αλλά και απείρων άλλων ειδών, όπως μουσικά όργανα, κηροπήγια, γαλότσες, ζαρτιέρες, σκίαστρα παραθύρων, τάπητες, γάντια, στρώματα, μαξιλάρια, σκέπαστρα, ομπρέλλες, αλλά και, ως το 1920, μπαλάκια του γκολφ. Σε όλες αυτές τις εφαρμογές την γουταπέρκα αντικατέστησε το επεξεργασμένο φυσικό ελαστικό<sup>36</sup>.

Στην οδοντιατρική η γουταπέρκα άρχισε να χρησιμοποιείται το 1847 στην Αμερική από τον Α. Hill<sup>52</sup>, υπό την ονομασία «Hill's stopping». Ο Hill υποστήριζε ότι επρόκειτο για υλικό ακίνδυνο για το δόντι, εύκολο στους χειρισμούς, με προσκολλητικές ιδιότητες και, επιπλέον, ογκομετρικά σταθερό. Ο Trego, το 1867<sup>126</sup>, ήταν ο πρώτος που ανέφερε τη χλωροπέρκα ως υλικό έμφραξης ρσ, σε συνδυασμό με θερμό κώνο γουταπέρκας, ο οποίος πιεζόταν μέσα στον ρσ με εμπειρικά κατασκευασμένους κάθετους συμπυκνωτήρες. Ήδη το 1874 ο McCoy και συν.<sup>72</sup> εισήγαγε τη χρήση των θερμών εργαλείων για να συμπυκνώνεται η γουταπέρκα στους ρσ και ήταν η αιτία να αρχίσει η διαμάχη αν η θερμή γουταπέρκα ή η χημικά επεξεργασμένη ήταν ο καλύτερος τρόπος για πλήρωση των ρσ. Ο How<sup>54</sup>, το 1892, μίλησε για τη χρήση θερμής γουταπέρκας και την τοποθέτησή της στο ρσ με κάθετους συμπυκνωτήρες. Έχοντας υπόψη του τη συρρίκνωση του υλικού πρότεινε σταθερή συμπίκνωσή του, μέχρι να κρυώσει. Πολλές και διάφορες εμπειρικές τεχνικές προτάθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν μέχρι το τέλος σχεδόν του περασμένου αιώνα, ώσπου έγινε κατανοητή η απαίτηση για προκατασκευασμένους κώνους γουταπέρκας αντίστοιχους με το σχήμα και τις διαστάσεις των ρσ. Πράγματι, το 1887 η εταιρεία S.S. White άρχισε να κατασκευάζει κώνους γουταπέρκας.

Η γουταπέρκα και το φυσικό ελαστικό είναι χημικά ισομερή. Πρόκειται για δύο πολυμερή υψηλού μοριακού βάρους, συντιθέμενα από την ίδια βασική δομική μονάδα, το μονομερές του ισοπρενίου (εικ. 1). Το φυσικό ελαστικό (cis-πολυίσοπρενίο) έχει τις ομάδες CH<sub>2</sub> στην ίδια πλευρά της αλύσου. Η γουταπέρκα (trans-πολυίσοπρενίο) έχει τις ομάδες CH<sub>2</sub> σε αντίθετες πλευρές της διπλής αλύσου. Η μορφή trans του πολυίσοπρενίου, ως περισσότερο γραμμική, κρυσταλλώνεται ευκολότερα με συνέπεια η γουταπέρκα να είναι σκληρότερη, περισσότερο εύθραυστη και λιγότερο ελαστική από το φυσικό ελαστικό<sup>36</sup>.

Το 1942 διαπιστώθηκε ότι η γουταπέρκα ευρίσκεται σε δύο κρυσταλλικές μορφές, τις *άλφα* και *βήτα*. Οι μορφές αυτές διαφέρουν μόνον ως προς την διάταξη των μονών αλύσεων και την απόσταση μεταξύ των μο-

Εικ. 1. Χημικός τύπος της γουταπέρκας<sup>84</sup>.

ρίων του πολυμερούς (εικ. 1). Διαπιστώθηκε ότι ήταν δυνατόν να υπάρξει μετάπτωση από τη μία μορφή στην άλλη, μεταξύ των *trans* ισομερών, όχι όμως μεταξύ γουταπέρκας και *cis* ισομερούς, δηλαδή φυσικού ελαστικού. Αν η φυσική κρυσταλλική γουταπέρκα θερμανθεί πάνω από τους  $65^\circ\text{C}$  καθίσταται άμορφη. Αν το άμορφο υλικό ψυχθεί πάρα πολύ αργά ( $0.5^\circ\text{C}$  ανά ώρα) τότε η μορφή α θα επανακρυσταλλωθεί. Η συνήθης ψύξη του άμορφου υλικού έχει ως αποτέλεσμα κρυστάλλωση β μορφής. Αυτό συμβαίνει στις περισσότερες γουταπέρκες εταιριών, που προορίζονται για

οδοντιατρική χρήση<sup>11,15,27</sup>. Η οδοντιατρική γουταπέρκα συνήθως υπάρχει ως β-ημικρυσταλλική μορφή. Οι θερμοκρασίες μετατροπής της οδοντιατρικής γουταπέρκας βρέθηκαν κυμαινόμενες από 42° έως 49° C για την μετατροπή από β σε α και 53° έως 59° C για την μετατροπή από α σε άμορφη φάση<sup>110</sup>.

Η γουταπέρκα γίνεται εύκαμπτη στους 25° C, είναι μαλακή μάζα στους 60° C, λειώνει και μερικά αποσυντίθεται στους 100° C. Τα ακριβή θερμοκρασιακά όρια των μεταβολών αυτών εξαρτώνται από το μοριακό βάρος, την καθαρότητα των συστατικών, την σύσταση, την θερμική και μηχανική προεργασία του υλικού (με την έννοια της προηγηθείσας θερμικής ή μηχανικής επεξεργασίας) και την αναλογία των μορφών άλφα και βήτα<sup>36</sup>.

Η γουταπέρκα, η οποία χρησιμοποιείται στην οδοντιατρική, αποτελεί πρόσμιξη φυσικής γουταπέρκας με άλλα υλικά. Χημική ανάλυση κώνων γουταπέρκας πέντε διαφορετικών εταιριών έδειξε περιεκτικότητα σε γουταπέρκα από 18.9% έως 21.8%, οξείδιο του ψευδαργύρου από 56% έως 75.3%, θεικές ενώσεις βαρέων μετάλλων από 1.5% έως 17.3%, κηρούς και ρητίνες από 1% έως 4.1%<sup>30</sup>. Σε αντίστοιχη μελέτη κώνων γουταπέρκας δέκα διαφορετικών εταιριών<sup>76</sup>, διατυπώθηκαν, μεταξύ άλλων, τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Οι κώνοι γουταπέρκας έδειξαν μεγάλη χημική ετερογένεια, ιδιαίτερα έντονη σε ορισμένες περιπτώσεις. Στην ανωτέρω μελέτη η περιεκτικότητα σε γουταπέρκα κυμαινόταν από 17.73% έως 48.85%, σε οξείδιο ψευδαργύρου από 36.55% έως 74.57% και σε θειϊκό βάριο από 2.28% έως 31.23%.

- Η συμπεριφορά ενθάλπιας (θερμική συμπεριφορά) υπήρξε αρκετά διαφορετική μεταξύ κώνων διαφορετικών εταιριών, αλλά και μεταξύ κώνων ίδιας προελεύσεως, αλλά διαφορετικού μεγέθους.

- Η πλαστικότητα φαίνεται να αποτελεί συνάρτηση του περιεχόμενου ποσοστού γουταπέρκας, αυξανόμενη όσο η αναλογία γουταπέρκας μειώνεται.

Η παρουσία τόσο υψηλών ποσοστών σε υλικά πρόσμιξης επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τις φυσικοχημικές ιδιότητες της γουταπέρκας, αλλά και την βιολογική της συμπεριφορά. Σχετική ερευνητική μελέτη έδειξε ότι όσο μικρότερη αναλογία γουταπέρκας υπάρχει, τόσο μικρότερη είναι η επίδραση της υγρασίας<sup>64</sup>. Σε άλλη μελέτη διατυπώθηκε το συμπέρασμα ότι η ποσότητα των ανόργανων συστατικών, που χρησιμοποιούνται στην εμπόρικη γουταπέρκα, καθώς και η «θερμική ιστορία» της γουταπέρκας, αν δηλαδή έχει υποστεί θέρμανση κατά το παρελθόν, έχουν ισχυρή επίδραση στις θερμομηχανικές ιδιότητες του υλικού<sup>76</sup>. Έχει διαπιστωθεί η επιβλαβής επίδραση του χρόνου<sup>93</sup> και του φωτός<sup>69</sup> στις φυσικές ιδιότητες των κώνων γουταπέρκας. Επίσης, έχει δημοσιευθεί μέθοδος «ανανέωσης» των εύθραυστων, λόγω παλαιότητας, κώνων γουταπέρκας<sup>116</sup>.

Ανάλυση σε οπτικό μικροσκόπιο τυποποιημένων κώνων γουταπέρκας έντεκα διαφορετικών εταιριών αποκάλυψε σημαντικές ανωμαλίες μορφο-

λογίας στην επιφάνεια του κωνικού τους άκρου. Οι ανωμαλίες αυτές, κατά τους ερευνητές, είναι δυνατόν να επηρεάσουν την εξασφάλιση ερμητικής τρισδιάστατης έμφραξης<sup>33</sup>.

Οι τιμές συμπίεσής της οδοντιατρικής γουταπέρκας αποδείχθηκαν μικρότερες και από αυτές του νερού, γεγονός που σημαίνει ότι η γουταπέρκα είναι πρακτικά ασυμπίεστη. Η γουταπέρκα υφίσταται συμπύκνωση και όχι αληθή συμπίεση, κατά την κλινική χρήση. Συνεπώς δεν πρέπει να αναμένεται καμία μοριακή μετακίνηση τέτοια που να συμβάλλει σε επίτευξη ερμητικότητας μεταξύ γουταπέρκας και τοιχωμάτων οδοντίνης. Η μείωση του όγκου κατά την κλινική εφαρμογή οφείλεται στην μετάπτωση σε στερεά μορφή και στην εξάλειψη των φυσσαλίδων αέρα<sup>109</sup>. Πρόσφατα επισημάνθηκε η αναγκαιότητα περαιτέρω μελέτης της πίεσης που εξασκείται στην γουταπέρκα, κατά την κλινική χρήση<sup>76</sup>.

Η γουταπέρκα είναι από τα ολιγότερο τοξικά υλικά της οδοντιατρικής, όπως έδειξαν μελέτες σε κυτταρικές καλλιέργειες<sup>61,119-21</sup>, ενώ, σε παρόμοιες συνθήκες, σκευάσματα οξειδίου του ψευδαργύρου έδειξαν υψηλή τοξικότητα<sup>91,63,105,119-21,139</sup>. Όταν σκευάσματα γουταπέρκας ή οξειδίου του ψευδαργύρου - ευγενόλης εμφυτεύονται σε πειραματόζωα, αντιμετωπίζονται από αυτά ως ξένα σώματα και συνεπώς προκαλούν πυκνή συνάθροιση πολυμορφοπυρήνων λευκοκυττάρων, μακροφάγων και πολυπυρήνων γιγαντοκυττάρων, τα οποία βρίσκονται να έχουν τεμάχια του εμφυτευματικού υλικού στο κυτόπλασμά τους<sup>9,42,118</sup>. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα αποτελέσματα μελέτης της επίδρασης δύο σκευασμάτων γουταπέρκας καθώς και μείγματος με βάση οξείδιο του ψευδαργύρου-ευγενόλη και βάλαμο του Καναδά σε κυτταρικές καλλιέργειες ανθρώπινων μονοκυττάρων του αίματος και λεμφοκυττάρων. Τα σκευάσματα της γουταπέρκας έδειξαν ελάχιστη ή καθόλου επίδραση στα κύτταρα της καλλιέργειας, σε αντίθεση με το τρίτο σκεύασμα<sup>140</sup>.

Οι Leonardo και συν.<sup>88</sup> συνέκριναν τις αντιδράσεις υποδόριου συνδετικού ιστού σε ποντίκια, από την επίδραση 3 διαφορετικών τύπων γουταπέρκας, οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε έγχυση θερμοπλαστικοποιημένης γουταπέρκας (ΕΘΓ) και θερμομηχανική τεχνική, για χρονικό διάστημα 7, 21, 60 και 120 ημερών. Το σκεπτικό για την εργασία, ήταν οι συχνά παρατηρούμενες υπερεμφράξεις με την χρήση των συσκευών Obtura, Ultrafil και με την τεχνική McSpadden. Στον χρόνο ελέγχου των 120 ημερών η γουταπέρκα του συστήματος Ultrafil δεν προκάλεσε καμία αντίδραση, ενώ η γουταπέρκα του συστήματος Obtura είχε προκαλέσει έντονη φλεγμονώδη αντίδραση. Η γουταπέρκα, που προτεινόταν για την τεχνική McSpadden, είχε προκαλέσει ήπιες αντιδράσεις.

Είναι παραδεκτό, από την κλινική εμπειρία αρκετών δεκαετιών, ότι η γουταπέρκα είναι σε θέση να πλησιάσει περισσότερο από κάθε άλλο υλικό τις προδιαγραφές του ιδεώδους εμφρακτικού υλικού (πίν. 1), εφ'όσον χρησιμοποιείται σωστά. Ωστόσο, είναι δυνατόν να διακριθούν τα ιδιαίτερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά της<sup>92</sup>.