

ΕΜΒΡΥΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΟΔΟΝΤΙΚΟΥ ΠΟΛΦΟΥ

Εμβρυολογία

Η διάπλαση της αρχέγονης στοματικής κοιλότητας αρχίζει πριν το τέλος της 3^{ης} εμβρυϊκής εβδομάδας (Τζιαφάς 1999). Το πρόσωπο διαπλάσσεται από 7 αποφύσεις που είναι οι εξής: 1) η μέση ρινική, 2) οι δύο πλάγιες ρινικές, 3) οι δύο άνω γναθιαίες και 4) οι δύο κάτω γναθιαίες (Αγγελόπουλος και συν. 2000). Οι διαπλασσομένες άνω και κάτω γναθιαίες αποφύσεις στην περιοχή του αρχέγονου στόματος αποτελούν την έδρα των μεταβολών που σχετίζονται με την οοδοντογένεση. Οι εμβρυϊκοί ιστοί που αποτελούν και περιβάλλουν την περιοχή του αρχέγονου στόματος, κατά τη πρώτη εμβρυϊκή περίοδο είναι τέσσερις: α) Το έξω βλαστικό δέρμα του αρχέγονου στόματος (**στοματικό επιθήλιο**), β) Το μέσο βλαστικό δέρμα του πρώτου βραγχιακού τόξου (**στοματικό μεσέγγυμα**), γ) Τα κύτταρα της αρχέγονης νευρικής ακρολοφίας, που μεταναστεύουν στο 1^ο πρώτο βραγχιακό τόξο (**στοματικό εξωμεσέγγυμα**) και δ) Το έσω βλαστικό δέρμα (**φαρυγγικό ενδόδερμα**), που αποτελεί τη συνέχεια του στοματικού επιθηλίου στο υπόλοιπο τμήμα του πεπτικού σωλήνα, μετά την ρήξη του στοματοφαρυγγικού υμένα (Αγγελόπουλος και συν. 2000), την 4^η εμβρυϊκή εβδομάδα (Τζιαφάς 1999).

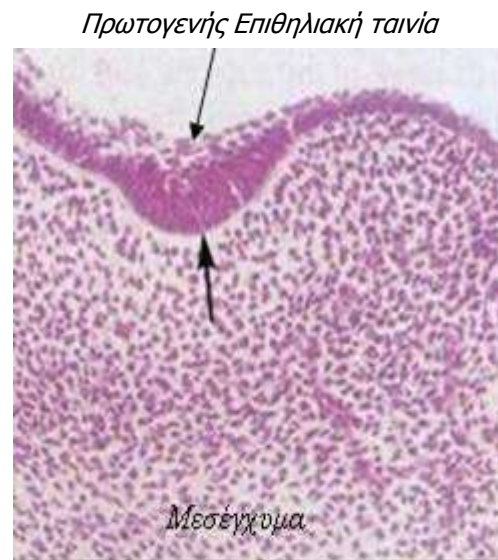
Τα δόντια αναπτύσσονται από δύο τύπους κυττάρων α) τα **επιθηλιακά** κύτταρα, τα οποία σχηματίζουν το **οδοντικό όργανο** και β) τα **εξωμεσεγγυματικά** κύτταρα, τα οποία σχηματίζουν την **οδοντική θηλή** και το **οδοντοθυλάκιο**. Η αλληλεπίδραση αυτών των κυτταρικών τύπων είναι καθοριστική για την έναρξη της διάπλασης και το σχηματισμό των δοντιών.

Αν και ο σχηματισμός του δοντιού είναι μια συνεχής δυναμική διαδικασία, ωστόσο, από την αρχική καταβολή τους μέχρι την πλήρη διάπλαση τους, τα δόντια περνούν εξελικτικά από ορισμένα μορφολογικά στάδια. Τα στάδια αυτά είναι: α) Το **στάδιο της οδοντικής καταβολής** (bud stage), β) Το **στάδιο του κυπέλλου** (cap stage) και γ) Το **στάδιο του κώδωνα** (bell stage).

1. Μορφολογικά στάδια της οδοντικής διάπλασης

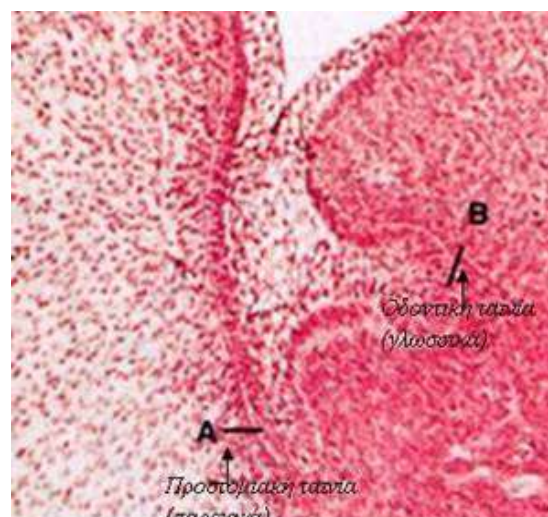
Η παρουσία των εξωμεσεγγυματικών κυττάρων στην περιοχή του πρώτου βραγχιακού τόξου και η αλληλεπίδραση με το στοματικό επιθήλιο έχει ως αποτέλεσμα την πάχυνση του στοματικού επιθηλίου κατά μήκος των γναθιαίων αποφύσεων, στην περιοχή

που αργότερα θα αναπτυχθεί η οδοντοφυΐα. Η πάχυνση αυτή ονομάζεται **πρωτογενής επιθηλιακή ταινία (Εικ. 1)** και αποτελεί την πρώτη εξειδικευμένη μεταβολή της οδοντογένεσης (Αγγελόπουλος και συν. 2000).



Εικ. 1. Σχηματισμός της πρωτογενούς επιθηλιακής ταινίας (<http://eclass.uoa.gr/courses/DENT170>)

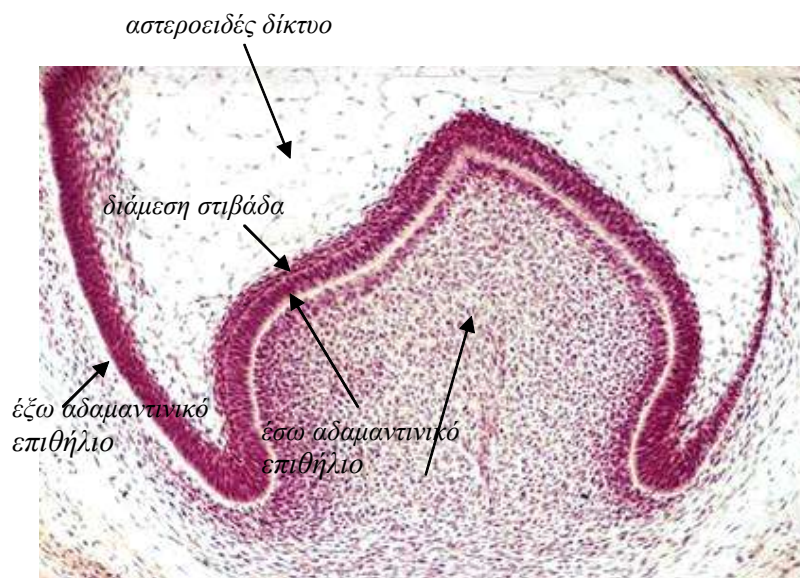
Η δημιουργία της πρωτογενούς επιθηλιακής ταινίας, που περιβάλλεται από πύκνωση των κυττάρων του εξωμεσεγχύματος, οδηγεί στο σχηματισμό δύο ανεξάρτητων, τόσο ως προς την πορεία τους όσο και ως προς το δυναμικό τους, επιθηλιακών προεκτάσεων: α) την **προστομιακή ταινία**, από την οποία θα σχηματιστεί η **προστομιακή αύλακα**, με περαιτέρω πολλαπλασιασμό και ανάπτυξη των επιθηλιακών κυττάρων και β) την **οδοντική ταινία** που θα αποτελέσει την έδρα αλληλεπίδρασης επιθηλίου και εξωμεσεγχύματος, με τελικό αποτέλεσμα τη δημιουργία των **οδοντικών ιστών (Εικ. 2)**. Τα κύτταρα που σχηματίζουν τη πύκνωση γύρω από την επιθηλιακή καταβολή είναι εξωμεσεγχυματικά.



Εικ. 2. Δημιουργία της προστομαϊκής ταινίας (παρειικά) και της οδοντικής ταινίας (γλωσσικά ή υπερώια). (<http://eclass.uoa.gr/courses/DENT170>)

Η δημιουργία των οδοντικών καταβολών σε συγκεκριμένες θέσεις των γνάθων ακολουθείται από σειρά μεταβολών, τόσο στο καταδυόμενο επιθήλιο, όσο και στην εξωμεσεγγυματική πύκνωση, πριν ακόμα εμφανισθούν οι διαφοροποιημένες μορφές κυττάρων που θα συνθέσουν τα συστατικά των ενασβεστιωμένων οδοντικών ουσιών. Αρχικά, συμβαίνει κυτταρικός πολλαπλασιασμός του επιθηλίου, με συνέπεια την αύξηση σε όγκο, χωρίς να παρατηρείται καμία μορφολογική ή/και λειτουργική διαφοροποίηση των κυττάρων. Την αύξηση ακολουθεί μια κοίλανση στην επιφάνεια. Κατά αυτό το τρόπο η **οδοντική καταβολή** (bud stage), εξελίσσεται διαρκώς και εισέρχεται μορφολογικά στο στάδιο του **κυπέλλου** (cap stage) και μετά στο στάδιο του **κώδωνα** (bell stage). Σε αυτά τα στάδια αρχίζει να διαφαίνεται καθαρά η κυτταρική διαφοροποίηση και ιστοδιαφοροποίηση.

Με τη συνεχή αύξηση του επιθηλιακού κώδωνα, επέρχεται σταδιακά η οργάνωση των επιθηλιακών κυττάρων που οδηγεί στο σχηματισμό του **οργάνου της αδαμαντίνης ή οδοντικού οργάνου**. Οι μεταβολές αυτές εκδηλώνονται προοδευτικά με την πρόσκτηση από τα κύτταρα ιδιαίτερων φαινοτυπικών χαρακτηριστικών (σχήμα, μέγεθος), τα οποία δεν συνοδεύονται ακόμα από λειτουργικές διαφοροποιήσεις. Έτσι, κατά το στάδιο στο οποίο το σχήμα του οδοντικού οργάνου γίνεται κωδωνοειδές, είναι δυνατό να περιγραφούν τέσσερις διαφορετικές περιοχές.

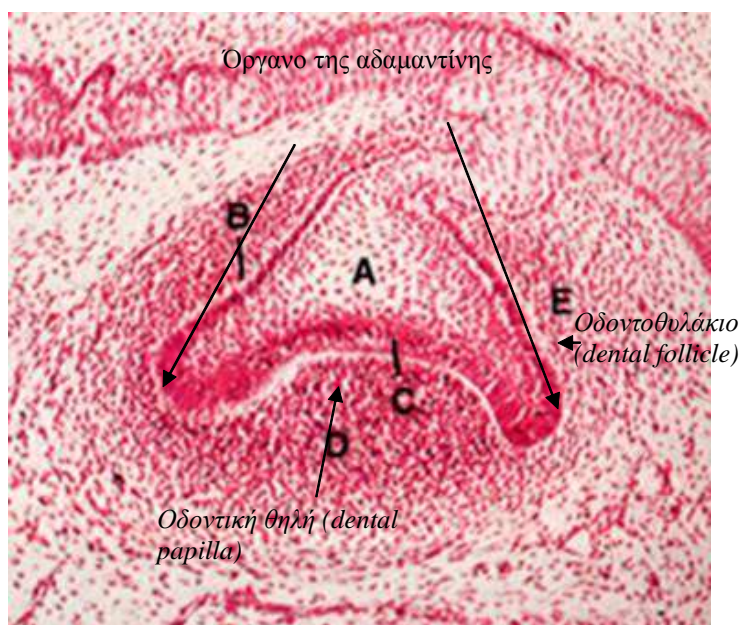


Εικ. 3. Στάδιο του κώδωνα (<http://eclass.uoa.gr/courses/DENT170>)

α) Το **έσω αδαμαντινικό επιθήλιο** (inner enamel epithelium), τα κύτταρα του οποίου, αποτελούν τις πρόδρομες μορφές των κυττάρων, που θα συνθέσουν το οργανικό υπόστρωμα της προαδαμαντίνης (προαδαμαντινοβλάστες) β) Το **έξω αδαμαντινικό επιθήλιο** (outer enamel epithelium), γ) Η **διάμεση στιβάδα** (stratum intermedium), που αποτελεί στην ουσία ενιαία λειτουργική μονάδα με το έσω αδαμαντινικό επιθήλιο και βοηθά στο σχηματισμό της αδαμαντίνης και δ) Το **αστεροειδές δίκτυο** (stellate reticulum) **(Εικ. 3)**. Η παρουσία του αστεροειδούς δικτύου εξασφαλίζει προστασία από εξωτερικές επιδράσεις της πιο σημαντικής περιοχής του οδοντικού σπέρματος, του έσω αδαμαντινικού επιθηλίου, και της περιφέρειας της οδοντικής θηλής, στην οποία θα εκδηλωθούν οι κυτταρικές διαφοροποιήσεις και η έναρξη διάπλασης της μύλης του δοντιού. Η παρουσία του αστεροειδούς δικτύου εξηγεί το μικρό ποσοστό αναπτυξιακών διαταραχών που παρατηρούνται κατά την οδοντογένεση των μόνιμων δοντιών μετά από τραυματικές κακώσεις ή ακρορριζικές φλεγμονές των πρόδρομων νεογίων δοντιών.

Καθώς προχωρεί η μορφοδιάπλαση του οργάνου της αδαμαντίνης, ο πληθυσμός των εξωμεσεγχυματικών κυττάρων, που εμφανίζεται αρχικά ως πυκνή ζώνη κυττάρων γύρω από το καταδυόμενο επιθήλιο, διαχωρίζεται σε δυο επί μέρους ιστούς **την οδοντική θηλή** που περικλείεται στο εσωτερικό του οργάνου της αδαμαντίνης και **το οδοντοθυλάκιο** που περιβάλλει τις δομές του οργάνου της αδαμαντίνης και της οδοντικής θηλής.

Κατά το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τη δημιουργία της οδοντικής καταβολής μέχρι την εμφάνιση των πρώτων λειτουργικά διαφοροποιημένων κυττάρων, τα εξωμεσεγχυματικά κύτταρα της οδοντικής θηλής συνεχίζουν να πολλαπλασιάζονται, χωρίς να δείχνουν μορφολογικές διαφοροποιήσεις, όπως συμβαίνει με το όργανο της αδαμαντίνης. Έχει ωστόσο αποδειχθεί ότι μετά το στάδιο του κυπέλλου η οδοντική θηλή είναι αυτή που κατευθύνει τις αναπτυξιακές μεταβολές του οδοντικού σπέρματος. Εκτός από το γεγονός ότι είναι υπεύθυνη για το σχήμα και το μέγεθος του δοντιού που θα προκύψει, η οδοντική θηλή αποτελεί τον εξειδικευμένο ιστό κατά την τελική φάση της οδοντογένεσης.



Εικ. 4. Το οδοντικό σπέρμα στο στάδιο του κυπέλλου (<http://eclass.uoa.gr/courses/DENT170>)

Το σύνολο των ανατομικών δομών που έχουν μέχρι τώρα περιγραφεί, δηλαδή το **όργανο της αδαμαντίνης**, η **οδοντική θηλή** και το **οδοντοθυλάκιο**, αποτελούν το **οδοντικό σπέρμα (Εικ. 4)**. Οι μεταβολές αυτές συμβαίνουν κάτω από συγκεκριμένο μορφογενετικό προγραμματισμό εξειδικευμένο για κάθε θέση της γνάθου. Έτσι, στο τέλος της περιόδου αυτής, η κάθε αναπτυσσόμενη οδοντική καταβολή έχει αποκτήσει ξεχωριστό σχήμα και μέγεθος, όπου είναι δυνατόν να αναγνωριστούν τα βασικά μορφολογικά χαρακτηριστικά της μύλης του δοντιού που θα προκύψει (Αγγελόπουλος και συν. 2000).

Τα κύτταρα της οδοντικής θηλής πριν την έναρξη των κυτταρικών διαφοροποιήσεων, συνθέτουν **κολλαγόνο τύπου I και III, γλυκοζαμινογλυκάνες** (υαλουρονικό οξύ, θειική χονδροϊτίνη, θειική ηπαρίνη και θειική δερματάνη) και **γλυκοπρωτεΐνες** (κυρίως φιμπρονεκτίνη). Η περαιτέρω ανάπτυξη του οδοντικού σπέρματος ρυθμίζεται από τη δράση **αυξητικών παραγόντων** στο εξωκυττάριο υλικό της οδοντικής θηλής (Τζιαφάς 1999).

2. Μοριακοί μηχανισμοί κατά την έναρξη της οδοντογένεσης

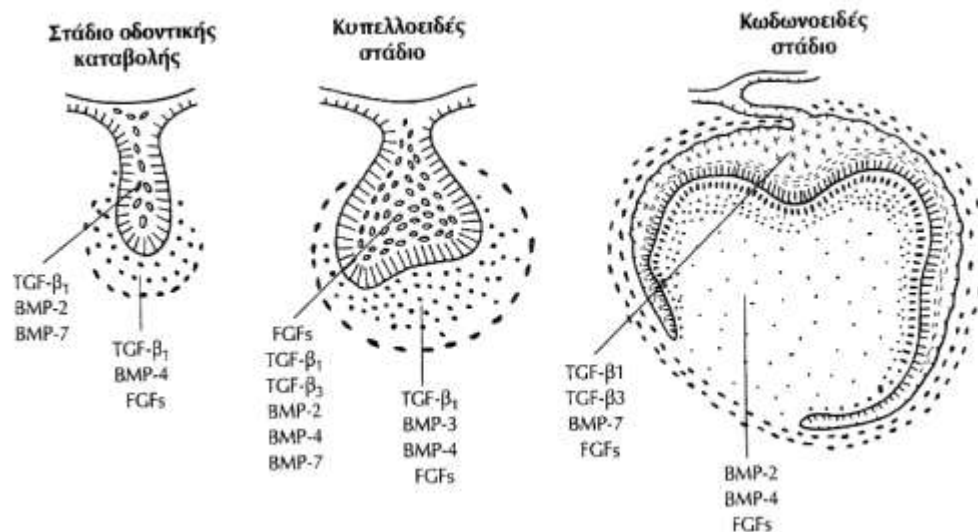
Η ανάπτυξη προηγμένων εργαστηριακών τεχνικών στη μοριακή βιολογία και τη γενετική προκάλεσε ραγδαία αύξηση των γνώσεων σχετικά με τους μοριακούς μηχανισμούς που ελέγχουν την οδοντογένεση. Οι μηχανισμοί που οδηγούν ίδιας προέλευσης κύτταρα σε διαφορετικής μορφολογίας και λειτουργίας ιστούς είναι αποτέλεσμα επιμέρους μοριακών αλληλεπιδράσεων, λόγω μεταβολών ή επίδρασης γονιδιακών και αυξητικών παραγόντων (Τζιαφάς 1999).

Μέχρι στιγμής πάνω από 300 γονίδια έχουν συνδεθεί με την τυποποίηση (patterning), τη μορφογένεση και την κυτταρική διαφοροποίηση στα δόντια (Thesleff 2006). Οι Harada και Oshima (2004) αναφέρουν την εμπλοκή 200 περίπου γονιδίων κατά τη διάρκεια της οδοντογένεσης και ειδικότερα στη ρύθμιση της θέσης, του σχήματος και του αριθμού των δοντιών του ανθρώπου.

Τα κυριότερα γονίδια που σχετίζονται με την οδοντογένεση είναι τα ακόλουθα (Λυρούδια 2006):

- EDAR. Εκφράζεται στο πεπαχυμένο μέρος του στοματικού επιθήλιου, το επιθήλιο του οδοντικού σπέρματος, τον αδαμαντινικό κόμβο (enamel knot) και έσω αδαμαντινικό επιθήλιο.

- EDARADD. Εκφράζεται στον αδαμαντινικό κόμβο (enamel knot) στα πρώιμα στάδια ανάπτυξης του οδοντικού σπέρματος.
- PITX2. Τα γονίδια αυτά εκφράζονται στο στοματικό επιθήλιο και στο εξωμυσεγχύμα, στο στάδιο πάχυνσης του επιθηλίου μέχρι την πρώιμη φάση ανάπτυξης του οδοντικού σπέρματος.
- TA. Εκφράζεται στο στοματικό επιθήλιο, την οδοντική ταινία και το έξω αδαμαντινικό επιθήλιο.
- Βοπο 1. Εκφράζεται στις πλήρως διαφοροποιημένες οδοντινοβλάστες και οστεοβλάστες και σχετίζεται με περιοχές ενασβεστίωσης της οδοντίνης και της οστεΐνης.
- MSX1 και PAX9. Σχετίζονται με εντοπισμένη οδοντική αγενεσία και προκαλούν ολιγοδοντία (Λυρούδης 2006). Ειδικότερα, η έκφραση των γονιδίων MSX1 και MSX2 επηρεάζεται από τους παράγοντες αντιγραφής Dlx-1, Dlx-2 και LEF-1, που βρίσκονται στην επιθηλιακή πάχυνση κατά την έναρξη δημιουργίας της επιθηλιακής ταινίας (Τζιαφάς 1999)



Εικ. 5. Οι θέσεις και ο χρόνος παραγωγής των κυριότερων αυξητικών παραγόντων που συμμετέχουν στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ του επιθηλίου του μεσεγχύματος/εξωμυσεγχύματος κατά την οδοντογένεση (Τζιαφάς 1999).

Κατά την πρώιμη οδοντογενετική περίοδο εκφράζονται 5 ομάδες αυξητικών παραγόντων (**Εικ. 5**). Οι αυξητικοί παράγοντες αποτελούν πολυπεπτιδικά μόρια, που διαχέονται μεταξύ των κυττάρων των διαφόρων ιστών, κατά τις διεργασίες ανάπτυξης και επανόρθωσης του κυττάρου. Ρυθμίζουν τον πολλαπλασιασμό και τη συμπεριφορά τους (μετανάστευση, προσκόλληση, βιοσυνθετική δραστηριότητα) και διαμεσολαβούν κατά την

έκφραση λειτουργικών γονιδίων που συνδέονται με την κυτταρική διαφοροποίηση (Τζιαφάς 1999).

- *FGF (Fibroblast Growth Factor) - Αυξητικός παράγοντας των ινοβλαστών.*

Δρα συνεργιστικά με τον TGF-β στις αλληλεπιδράσεις επιθηλίου - μεσεγχύματος. Εμφανίζεται στο επιθήλιο στο κυπελλοειδές στάδιο και στο εξωμεσέγχυμα από το στάδιο της καταβολής μέχρι το κωδωνοειδές (Τζιαφάς 1999).

- *EGF (Epidermal Growth Factor) - Επιδερμικός αυξητικός παράγοντας.*

Εμφανίζεται στην οδοντική καταβολή και ενεργοποιεί τον πολλαπλασιασμό των επιθηλιακών κυττάρων, ενώ στη συνέχεια εξαφανίζεται και αρχίζει η κυτταρική διαφοροποίηση (Τζιαφάς 1999).

- *TGF-β (Transforming Growth Factor-β) – Μετατρεπτικός αυξητικός παράγοντας-β.*

Η δράση του έχει συνδεθεί με αλληλεπιδράσεις επιθηλίου – μεσεγχύματος στην ανάπτυξη των περισσότερων οργάνων και παίζει ενεργό ρόλο στον κυτταρικό πολλαπλασιασμό.

Αρχικά εμφανίζεται στην επιθηλιακή κατάδυση, όπου και διατηρείται σταθερός σε όλη την οδοντογένεση, ενώ στη συνέχεια εμφανίζεται στο εξωμεσέγχυμα, όπου η έκφρασή του είναι ασθενής στο στάδιο του κυπέλλου και του κώδωνα και ισχυρή κατά τη διάρκεια των κυτταρικών διαφοροποιήσεων (Τζιαφάς 1999).

Ειδικότερα ο TGF-β1 αποδείχθηκε ότι διεγείρει τις 3 κυριότερες φάσεις της εμβρυογένεσης του οδοντικού πολφού, τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό, την κυτταρική μετανάστευση και τη σύνθεση του κολλαγόνου τύπου I (Shiba και συν. 1998). Με τη χρησιμοποίηση έμμεσων μεθόδων, υποστηρίχθηκε ότι επιδρά στη διαφοροποίηση των πολφικών κυττάρων σε οδοντινοβλάστες, τόσο κατά τη διάρκεια της οδοντογένεσης όσο και σε περίπτωση τραύματος (Tziafas και Papadimitriou 1998).

- *BMPs (Bone Morphogenetic Proteins) – Μορφογενετικές πρωτεΐνες οστού.*

Αρχικά απομονώθηκαν ως συστατικά του οργανικού υποστρώματος του οστού, με ικανότητα να προκαλούν σχηματισμό οστού ακόμη και σε εξωσκελετικές θέσεις. Αργότερα συνδέθηκαν με την ανάπτυξη πολλών οργάνων, αλλά διατήρησαν την αρχική τους ονομασία (Τζιαφάς 1999).

Στην οδοντογένεση οι κυριότεροι παράγοντες είναι οι BMP-2 και BMP-4. Ο BMP-2 αρχικά εμφανίζεται στο επιθήλιο από την αρχή της οδοντικής καταβολής και παραμένει μέχρι το τέλος του σταδίου του κυπέλλου, όπου αρχίζει να

εμφανίζεται στην οδοντική θηλή. Ο BMP-4 εμφανίζεται σε πολύ πρώιμα στάδια πριν το σχηματισμό της οδοντικής ταινίας στο επιθήλιο, ενώ στη συνέχεια μετά την οδοντική καταβολή ανευρίσκεται σταθερά στο εξωμεσεγγύμα. Η παρουσία του έχει συνδεθεί με την ικανότητα των αντίστοιχων ιστών να κατευθύνουν την οδοντογένεση (Τζαφάς 1999).

- *NGF (Neural Growth Factor) – Παράγοντας νευρικής ανάπτυξης.*

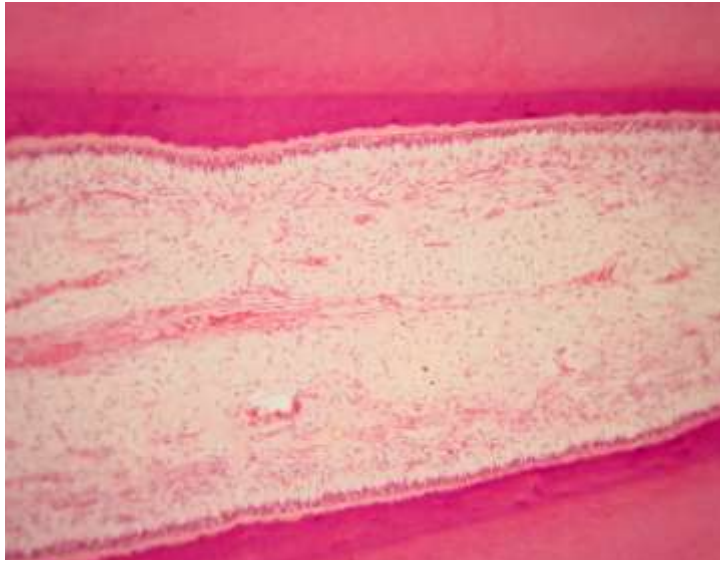
Πρόκειται για το πρώτο γνωστό πολυπεπίδιο με νευροτροφική δραστηριότητα ικανό να διεγείρει και να κατευθύνει την ανάπτυξη των νευρώνων.

Κατά την οδοντογένεση εμφανίζεται στο καταδυόμενο επιθήλιο από την οδοντική ταινία έως το τέλος του σταδίου του κώδωνα. Στο μεσεγγύμα εμφανίζεται στο κέντρο του εξωμεσεγγύματος στην οδοντική καταβολή, ενώ ιδιαίτερα αισθητή γίνεται η παρουσία του στο κέντρο της οδοντικής θηλής κατά το στάδιο του κυπέλλου και αντίστοιχα με τις θέσεις των φυμάτων κατά το στάδιο του κώδωνα και στο οδοντοθυλάκιο.

- *Σηματοδοτικό σύστημα Notch*

Ένας από τους πιο σημαντικούς μοριακούς μηχανισμούς είναι το σηματοδοτικό σύστημα Notch. Το Notch είναι ένας διαμεμβρανικός υποδοχέας που ελέγχει ένα σηματοδοτικό σύστημα, γνωστό ως Notch pathway. Ο υποδοχέας Notch είναι μια μεγάλη διαμεμβρανική πρωτεΐνη που δρα τόσο στην κυτταρική επιφάνεια, ώστε να δέχεται σήματα από το εξωτερικό περιβάλλον και τα γειτονικά κύτταρα, όσο και στον πυρήνα για να συντονίζει την έκφραση γονιδίων (Lai 2004). Έχει μελετηθεί η συμμετοχή του στα διάφορα στάδια της οδοντογένεσης (Mitsiadis και συν. 1995), όπου πιστεύεται ότι συμμετέχει στην αλληλεπίδραση εξωμεσεγγύματος και επιθηλίου, όπως επίσης και σε παθολογικές καταστάσεις του πολφού, π.χ., σε δόντια κάτω από τερηδόνα, καθώς και σε δόντια μετά από παρασκευή κοιλότητας (Mitsiadis και συν. 2003).

Ιστολογία πολφού

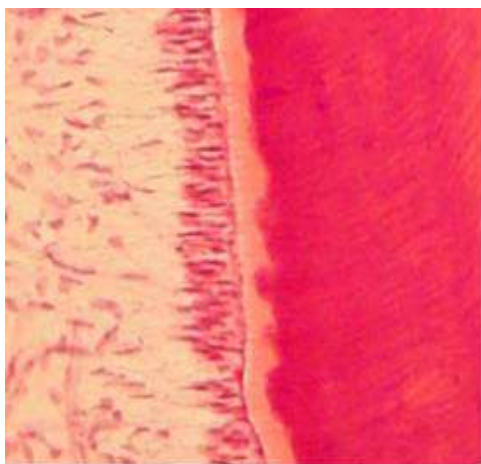


Εικ. 6. Ιστολογική εικόνα οδοντικού πολφού.

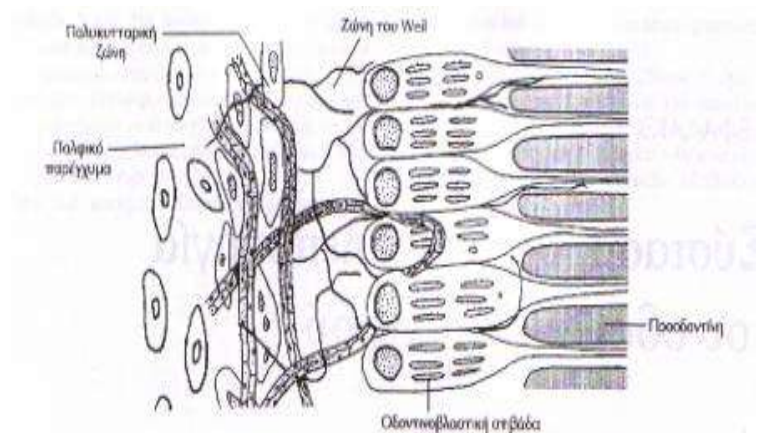
Στιβάδες Πολφού

Ιστολογικά, στον πολφό των ώριμων δοντιών διακρίνονται 4 ανατομικές περιοχές, από την περιφέρεια προς το κέντρο (**Εικ. 6, 7, 8**).

- 1. Οδοντινοβλαστική στιβάδα**
- 2. Ακύτταρη ζώνη του Weil**
- 3. Πολυκυτταρική ή κυτταροβριθής ζώνη**
- 4. Κεντρική μοίρα του πολφού ή κεντρικός πολφός ή πολφικό παρέγχυμα.**



Εικ. 7. Ιστολογική εικόνα πολφού στο όριο πολφού οδοντίνης



Εικ. 8. Σχεδιαγραμματική απεικόνιση στο στιβάδων του πολφού (Τζαφάς 1999).

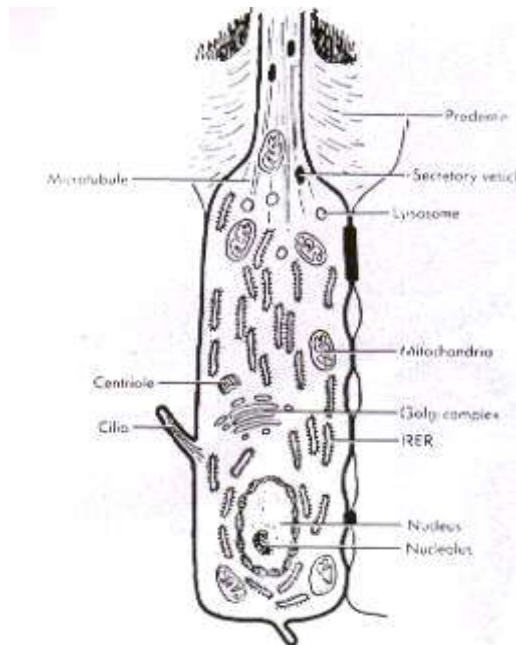
1. Οδοντινοβλαστική στιβάδα

Περιλαμβάνει το **κυτταρικό σώμα των οδοντινοβλαστών** και βρίσκεται σε επαφή με την προοδοντίνη, ενώ μέσα στα οδοντινοσωληνάκια της προοδοντίνης βρίσκεται η οδοντινοβλαστική αποφυάδα. Ιστολογικά εμφανίζονται 3-8 στιβάδες οδοντινοβλαστών σε πασσαλοειδή διάταξη.

Οδοντινοβλάστες

Οι οδοντινοβλάστες προέρχονται από τα **εξωμυσεγχυματικά κύτταρα της οδοντικής θηλής**, κατά την εμβρυϊκή περίοδο, και από τα **αδιαφοροποίητα εξωμυσεγχυματικά κύτταρα του πολφού**, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του δοντιού. Αποτελούνται από το κυτταρικό σώμα και την οδοντινοβλαστική αποφυάδα. Πρόκειται για κύτταρα υψηλής διαφοροποίησης, όπου μετά την ωρίμανση και τελική διαφοροποίησή τους από προοδοντινοβλάστες σε οδοντινοβλάστες δεν πολλαπλασιάζονται.

Εμφανίζουν επίσης πολικότητα στην κατανομή των κυτταροπλασματικών οργανιδίων (Ruch 1989). Το **κυτταρικό σώμα** των οδοντινοβλαστών αποτελείται από 3 ζώνες: **Βασική, Κεντρική** και **Κορυφαία (Εικ. 9)**. Η βασική ζώνη περιέχει κυρίως τον πυρήνα των οδοντινοβλαστών, η κεντρική τη συσκευή Golgi και το τραχύ ενδοπλασματικό δίκτυο, ενώ η κορυφαία πλήθος μιτοχονδρίων, λυσοσωματίων και εκκριτικών κοκκίων (Τζαφάς 1999). Οι



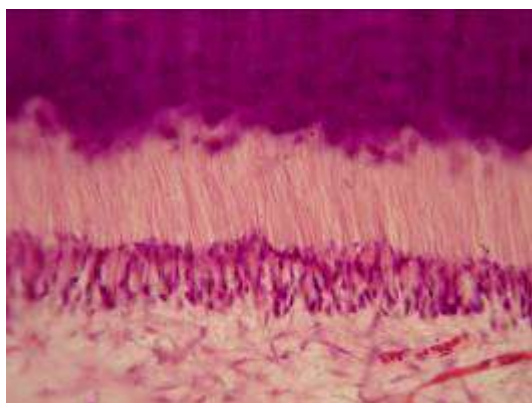
Εικ.9. Κυτταρικό σώμα των οδοντινοβλαστών (Τζαφάς 1999).

λειτουργικοί οδοντινοβλάστες παράγουν κολλαγόνο τύπου I, κολλαγόνο τύπου V και μη κολλαγονούχα συστατικά, όπως πρωτεογλυκάνες, γλυκοζαμινογλυκάνες και φωσφοπρωτεΐνες (Ruch και συν. 1995).

Το **σχήμα** τους είναι ψηλό κυλινδρικό (30-40μ κατά την οδοντινογένεση) στο μυλικό πολφό, γίνεται κυβοειδές στη ρίζα και αποπλατυσμένο στο ακρορριζίο (σαν ινοβλάστες).

Ο **πυρήνας** τους βρίσκεται στη βάση των κυττάρων. Μερικές φορές μπορεί να βρεθεί στο εσωτερικό της οδοντίνης, ως αντίδραση του κυττάρου σε κάποιο βλαπτικό ερέθισμα ή λόγω εγκλεισμού του πυρήνα κατά την ταχύτατη παραγωγή αντιδραστικής οδοντίνης.

Η **οδοντινοβλαστική αποφυάδα** αποτελεί κυτταροπλασματική προέκταση του σώματος



των οδοντινοβλαστών. Κύριο χαρακτηριστικό της αποφυάδας είναι το σύστημα των μικροϊνιδίων, για την στήριξη της αποφυάδας και των μικροσωληνίσκων, για τη μεταφορά των συστατικών στην οδοντίνη. Παλιότερα ήταν γνωστές ως **ίνες του Tomes**, γιατί πρώτος αυτός περιέγραψε, το 1856, κυτταροπλασματικά στοιχεία στο εσωτερικό της οδοντίνης. **(Εικ. 10).**

Εικ. 10. Οδοντινοβλαστικές αποφυάδες στο εσωτερικό των οδοντινοσωληναρίων της προοδοντίνης

Το σημείο της οδοντίνης μέχρι το οποίο εκτείνεται η οδοντινοβλαστική αποφυάδα είναι σημείο τριβής μεταξύ των ερευνητών. Παλιότερες έρευνες έχουν δείξει ότι βρίσκεται μόνο στο εσωτερικό τριτημόριο της οδοντίνης. Νεότερες μελέτες όμως έδειξαν ότι καλύπτει όλο το πάχος της οδοντίνης, ενώ τελευταία πιστεύεται ότι δεν φθάνει μέχρι την αδαμαντινο-οδοντινική ένωση, εκτός από τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του δοντιού.

2. Ακύτταρη ζώνη του Weil

Περιλαμβάνει **τριχοειδή αγγεία και νευρικές ίνες** από το **υποοδοντινοβλαστικό πλέγμα** (αγγειακό και νευρικό αντίστοιχα). Υπάρχει επίσης θεμέλια ουσία για τη μεταβίβαση των θεραπευτικών ουσιών. Σε ώριμα δόντια, μετά την επίδραση βλαπτικών ερεθισμάτων, στην ακύτταρη ζώνη του Weil ανευρίσκονται και κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος.

3. Πολυκύτταρική ή κυτταροβριθής ζώνη

Περιλαμβάνει ινοβλάστες, ινοκύτταρα, αδιαφοροποίητα εξωμεσεγγυματικά κύτταρα, λεμφοκύτταρα, πλασματοκύτταρα, καθώς και τριχοειδή αγγεία και αμύελες νευρικές ίνες. Σε περίπτωση καταστροφής των οδοντινοβλαστών αδιαφοροποίητα εξωμεσεγγυματικά κύτταρα της κυτταροβριθούς ζώνης, πολλαπλασιάζονται και μετακινούνται προς την οδοντινοβλαστική στιβάδα και διαφοροποιούνται σε νέους οδοντινοβλάστες.

4. Κεντρική μοίρα του πολφού ή κεντρικός πολφός ή πολφικό παρέγχυμα.

Πρόκειται για χαλαρό συνδετικό ιστό, που αποτελείται από ίνες και θεμέλια ουσία, ενώ τα κεντρικά αρτηριακά και νευρικά στελέχη διέρχονται μέσα από τη μάζα του.

4.1 Ίνες

4.1.1. Κολλαγόνες ίνες. Είναι οι κύριες ίνες του πολφού και παράγονται από τις ινοβλάστες. Τρία είναι τα κύρια αμινοξέα που συμμετέχουν στο σχηματισμό των κολλαγόνων ινών, η **προλίνη**, η **γλυκίνη** και η **υδροξυπρολίνη**. 1000 περίπου αμινοξέα σχηματίζουν μια πολυπεπτιδική αλυσίδα, συνένωση 3 πολυπεπτιδικών αλυσίδων δημιουργούν ένα **μόριο τροποκολλαγόνου**, 4-8 μόρια τροποκολλαγόνου πολυμερίζονται και σχηματίζουν **μικροϊνίδια**, τα οποία με τη σειρά τους ενώνονται για να σχηματίσουν τις κολλαγόνες ίνες.. Ανάλογα με το συνδυασμό των πολυπεπτιδικών αλυσίδων δημιουργούνται διάφοροι τύποι κολλαγόνου. Ο κυριότερος τύπος κολλαγόνου στον πολφό είναι το **κολλαγόνο τύπου III** (Amerongen και συν. 1983), το οποίο αυξάνεται με την πάροδο της ηλικίας (Tagaki και συν. 1975, Shuttleworth και συν. 1978). Κολλαγόνο τύπου I βρίσκεται κυρίως στην οδοντίνη (Linde 1985), ενώ κολλαγόνο τύπου V εντοπίζεται κυρίως στον περικυτταρικό χώρο. Οι κολλαγόνες ίνες βρίσκονται είτε διάχυτες στον κεντρικό πολφό ή σε δεσμίδες γύρω από μεγάλα αγγεία και νεύρα.

4.1.2. Δικτυωτές ίνες. Ουσιαστικά πρόκειται για **ανώριμες κολλαγόνες ίνες**, που έχουν την ιδιότητα να απορροφούν άργυρο, για το λόγο αυτό είναι γνωστές και ως **αργυρόφιλες ίνες**, και διακρίνονται έτσι ιστολογικά από τις ώριμες κολλαγόνες ίνες.

4.1.3. Ελαστικές ίνες. Βρίσκονται γύρω από τα τοιχώματα μεγάλων αγγείων (Τζαφάς 1999).

4.2 Θεμέλια ουσία

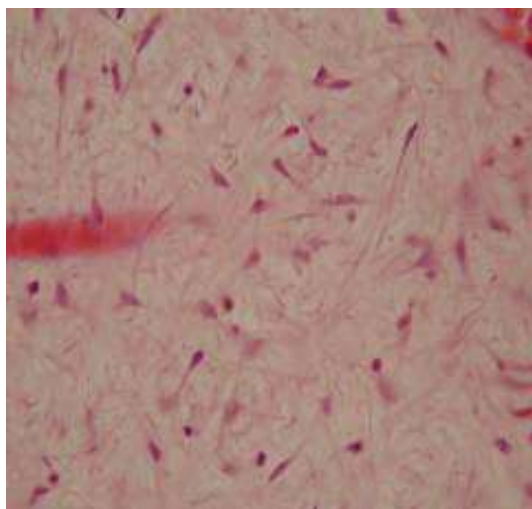
Πρόκειται για ένα **άμορφο κολλοειδές διάλυμα** που περιέχει γλυκοζαμινογλυκάνες, πρωτεογλυκάνες, γλυκοπρωτεΐνες και πρωτεΐνες του ορού του αίματος (σφαιρίνες και λευκωματίνες). Η **θεμέλια ουσία** περιβάλλει και συγκρατεί τα κύτταρα και βοηθά στη διατήρηση της ζωτικότητας και της λειτουργίας των κυττάρων.

Η ισορροπία μεταξύ της κολλοειδούς και της υδατικής φάσης της θεμέλιας ουσίας διατηρεί τον πολφό φυσιολογικό. Η ανάπτυξη φλεγμονής στον πολφικό ιστό μειώνει τον πολυμερισμό των μακρομορίων και η θεμέλια ουσία μετακινείται προς την υδατική της φάση και ο πολφός οδηγείται σε αποδιοργάνωση. Τα μακρομόρια όμως που περιέχει μπορούν και προσροφούν νερό και αυξάνουν σε όγκο, προστατεύοντας έτσι στο στάδιο της φλεγμονής,

την αιματική κυκλοφορία. Αύξηση επομένως της ενδοπολφικής πίεσης σε ένα σημείο δε σημαίνει αναγκαστικά και αύξηση της πίεσης σε γειτονικές περιοχές.

4.3 Κύτταρα

4.3.1. Ινοβλάστες-Ινοκύτταρα



Πρόκειται για επιμήκη κύτταρα, που περιέχουν έναν ωοειδή πυρήνα, πλούσιο ενδοπλασματικό δίκτυο και καλά αναπτυγμένη συσκευή Golgi (Ross 1968). Πρόκειται για τα πολυπληθέστερα κύτταρα του πολφού και έχουν μελετηθεί από πολλούς ερευνητές (Miller και συν. 1976, Shuttleworth και συν. 1980, Magloire και συν. 1981).

Εικ. 11. Ινοβλάστες διάσπαρτες στο πολφικό παρέγχυμα

Βρίσκονται στην κυτταροβριθή ζώνη και τη κεντρική μοίρα του πολφού. Υπάρχουν σε αδιαφοροποίητη μορφή το μεγαλύτερο διάστημα. Παράγουν κολλαγόνο τύπου III και συμμετέχουν στη σύνδεση και διατήρηση της μεσοκυττάριας ουσίας του πολφού. Με την πάροδο της ηλικίας του ατόμου μειώνονται σε αριθμό (**Εικ. 11**). Τα **ινοκύτταρα** είναι ανενεργές μορφές ινοβλαστών, έχουν μεγάλο πυρήνα και ελάχιστο κυτταρόπλασμα και απαντούν συνήθως σε ώριμους πολφούς.

4.3.2. Κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος (Ιστικοκύτταρα ή μακροφάγα, λεμφοκύτταρα, δενδριτικά, πλασματοκύτταρα, ηωσινόφιλα, μαστοκύτταρα)

Τα μακροφάγα συνήθως εντοπίζονται στην κεντρική μοίρα του πολφού και από μακρύνουν τα νεκρά κύτταρα.

Σε φυσιολογικούς πολφούς υπάρχουν τα T λεμφοκύτταρα, ενώ λείπουν τα B λεμφοκύτταρα.

Δενδριτικά αντιγονοπαρουσιαστικά κύτταρα υπάρχουν κάτω από την οδοντινοβλαστική στιβάδα σε δόντια που έχουν πλήρως ανατείλει. Ο αριθμός τους αυξάνεται σε δόντια με τερηδονική προσβολή. Αιχμαλωτίζουν και παρουσιάζουν ξένα αντιγόνα στα T λεμφοκύτταρα, αλλά δεν έχουν φαγοκυτταρική δράση. Τα δενδριτικά κύτταρα και τα μακροφάγα αποτελούν το 8% του συνολικού πληθυσμού των πολφικών κυττάρων και η αναλογία τους είναι 4/1 (Ten Cate 1998).

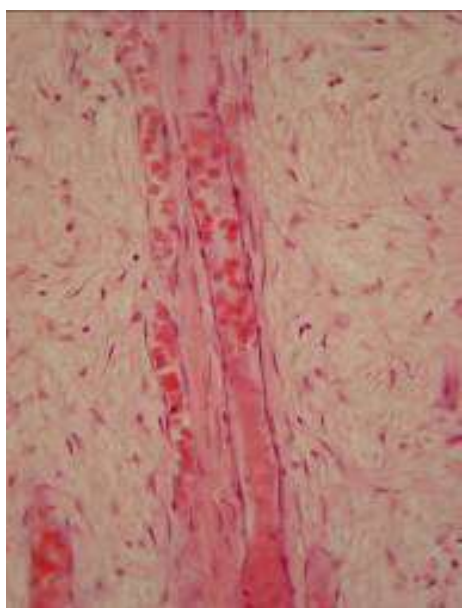
Όλα τα υπόλοιπα κύτταρα του ανοσοποιητικού συστήματος βρίσκονται στον πολφό κατά τη διαδικασία της φλεγμονής.

4.3.3. Αδιαφοροποίητα εξωμεσεγχοματικά κύτταρα

Είναι η δεξαμενή προέλευσης όλων των κυττάρων του πολφού και βρίσκονται στην πολυκυτταρική στιβάδα και το πολφικό παρέγχυμα. Ανάλογα με τον τύπο του ερεθίσματος που δέχεται ο πολφός διαφοροποιούνται κυρίως σε οδοντινοβλάστες και ινοβλάστες σε αναλογία 3/7. Σε πολφούς μεγάλης ηλικίας μειώνεται ο αριθμός τους, γεγονός που αντανακλά και τη μείωση της αναγεννητικής του ικανότητας (Ten Cate 1998).

Αγγείωση του πολφού.

Πάρα πολλές έρευνες έγιναν στις αρχές του περασμένου αιώνα για να διασαφηνισθεί η αρχιτεκτονική του αγγειακού δικτύου του πολφού, κυρίως με την έγχυση χρωστικών, ακτινοσκιερών ή πλαστικών υλικών στα αγγεία του πολφού (Inoki και συν. 1990). Για πρώτη φορά όμως οι Kishi και συν. (1978) παρουσίασαν λεπτομερείς τρισδιάστατες εικόνες εκμαγείων ρητίνης που περιέγραφαν το πλούσιο αγγειακό δίκτυο του πολφού. Αργότερα το 1982 και 1985 οι Takahashi και συν. περιέγραψαν με τον ίδιο τρόπο, τις αλλαγές που συμβαίνουν στην αιμάτωση του πολφού με την πάροδο της ηλικίας.



Τα αγγεία του πολφού είναι **προσαγωγά (αρτηρίες)**, προερχόμενα από την **άνω και κάτω φατνιακή αρτηρία**, για την άνω και κάτω γνάθο αντίστοιχα, **και απαγωγά (φλέβες)**. Από το ακρορριζικό τμήμα εισέρχονται στον πολφικό θάλαμο **αρτηριόλια (Εικ.12)**, τα οποία πορεύονται στο ριζικό σωλήνα και δίνουν περιορισμένους κλάδους για την αιμάτωση του ριζικού πολφού, εισέρχονται στο μυλικό πολφό και διακλαδίζονται, σχηματίζοντας έτσι ένα εκτεταμένο τριχοειδικό πλέγμα στην κυτταροβριθή και στην ακύτταρη ζώνη, που ονομάζεται **υποοδοντινοβλαστικό αγγειακό πλέγμα** (Τζιαφάς 1999).

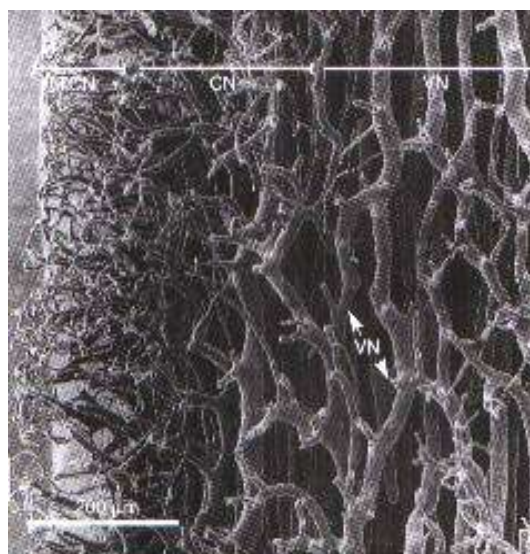
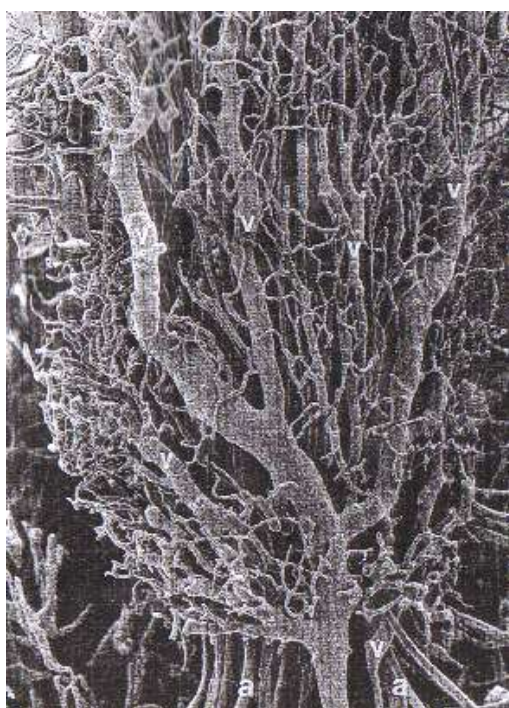
Εικ. 12. Κεντρικό αρτηριακό στέλεχος του πολφού

Μικρότερα αγγεία μπορούν να εισέλθουν στον πολφό και από παράπλευρους ριζικούς σωλήνες. Σε περιόδους οδοντινογένεσης διακρίνονται και **μεσοοδοντινοβλαστικοί κλάδοι**, τριχοειδή δηλαδή αγγεία εισέρχονται μεταξύ των οδοντινοβλαστών, για να καλυφθούν οι αυξημένες τους ενεργειακές ανάγκες (Ten Cate 1998).

Παρά τις μικρές διαφορές μεταξύ των διαφόρων ειδών, η βασική αρχιτεκτονική της αγγείωσης του οδοντικού πολφού διακρίνεται σε τρεις μορφές: 1) ένα τελικό τριχοειδές δίκτυο στην οδοντινοβλαστική στιβάδα, 2) ένα τριχοειδές δίκτυο περιφερικά του προηγούμενου και 3) ένα φλεβικό δίκτυο σε βαθύτερη στιβάδα του πολφού (Inoki και συν. 1990). Στη συνέχεια γίνεται αναστόμωση με τα φλεβίδια, που μεταπίπτουν στις φλέβες και

απάγεται έτσι το αίμα από το ακρορριζικό τμήμα (Αρτηρίες-Αρτηρίδια-Μεταρτηρίδια ή Προτριχοειδή-Τριχοειδή-Φλεβίδια-Φλέβες) (Τζιαφάς 1999).

Αλλαγές στην αγγείωση του πολφού επέρχονται με την πάροδο της ηλικίας, όπου εναποτίθεται δευτερογενής οδοντίνη και μειώνεται το μέγεθος του πολφικού θαλάμου. Έτσι, δύο από τα τρία αγγειακά δίκτυα, το τριχοειδές και το φλεβικό, τελικά εξαφανίζονται. Επιβιώνει το τελικό τριχοειδές δίκτυο, με μεγαλύτερης διαμέτρου αγγεία, που συνδέεται απευθείας με τις φλέβες, οι οποίες συνενώνονται σε ένα ή δύο μεγάλα αγγεία. Αυτές οι αλλαγές συμβαίνουν μόνο στη μόνιμη οδοντοφυΐα, γιατί στη νεογιλή δεν έχουμε εναπόθεση δευτερογενούς οδοντίνης και μείωση του μεγέθους του πολφικού θαλάμου. Οι αλλαγές που παρατηρούνται στα νεογιλά δόντια σχετίζονται με την απορρόφηση της ρίζας τους, με αποτέλεσμα να διατηρείται το τελικό τριχοειδές δίκτυο. Λόγω των αλλαγών αυτών, μειώνεται η αντίσταση του πολφού στα εξωτερικά ερεθίσματα. Επομένως η ηλικία είναι μια παράμετρος που θα πρέπει να συνυπολογίζεται στην άσκηση της κλινικής οδοντιατρικής πράξης (Ινοκί και συν. 1990).



Εικ. 14.

Εικ. 13.

Εικ. 13, 14. Εκμαγεία ρητίνης του πλούσιου αγγειακού δικτύου του πολφού (Ινοκί και συν. 1990).

Λεμφαγγεία

Πρόκειται για μικρά, τυφλά τριχοειδή αγγεία που βρίσκονται στην ακύτταρη ζώνη του Weil. Διέρχονται από το μέσο και ακρορριζικό τριτημόριο του πολφού και εξέρχονται από το κύριο ακρορριζικό τμήμα μέσω ενός ή δύο μεγαλύτερων αγγείων. Διαφέρουν από τα αγγεία,

επειδή έχουν κάποια ανοίγματα μεταξύ των ενδοθηλιακών τους κυττάρων, τα οποία δεν καλύπτονται με πλασματική μεμβράνη και έτσι επικοινωνούν με το φλεβικό δίκτυο και το συνδετικό ιστό που τα περιβάλλει (Ten Cate 1998).

Εννεύρωση του πολφού.

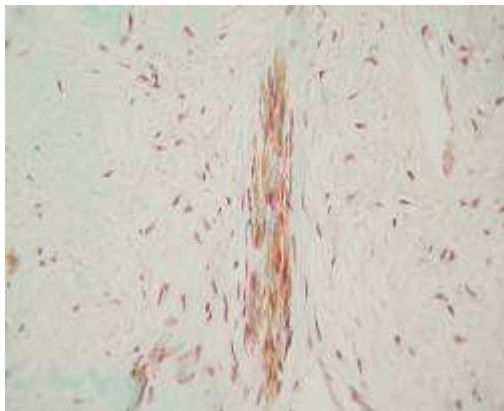
Τα νεύρα του πολφού προέρχονται από κλάδους του **τριδύμου** νεύρου και είναι υπεύθυνα για την αίσθηση (αισθητικές ίνες) στον πολφό και από το **πρόσθιο αυχενικό γάγγλιο** που παρέχει συμπαθητικές νευρικές ίνες, οι οποίες ρυθμίζουν την αιματική κυκλοφορία του πολφού (Τζιαφάς 1999).

Σε αντίθεση με τα άλλα αισθητήρια όργανα, τα νεύρα είναι το τελευταίο στοιχείο που εμφανίζεται κατά τη διάπλαση του πολφού. Νευρικές ίνες εισέρχονται στο δόντι λίγο πριν ή κατά το στάδιο του κυπέλλου, ενώ η νευρική διάπλαση του δοντιού ολοκληρώνεται μετά την επαφή με τους ανταγωνιστές. Οι πρώτες νευρικές ίνες που εμφανίζονται είναι αμύελες και μάλλον πρόκειται για ίνες του συμπαθητικού νευρικού συστήματος (Inokí και συν. 1990).

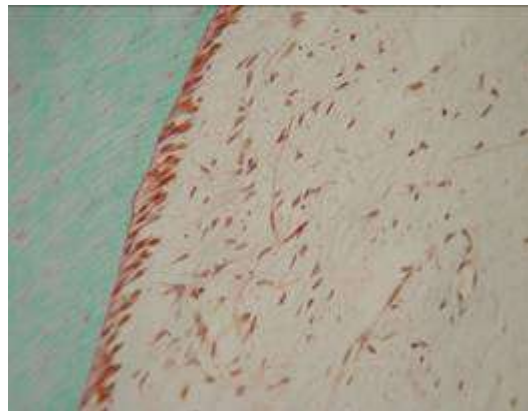
Οι νευρικές ίνες διακρίνονται σε **εμμύελες** (τύπου Α) και **αμύελες** (τύπου C) ίνες (Trowbrige 1983) (**Πίν. 1**). Για την αίσθηση του πόνου υπάρχουν και οι δύο τύποι νευρικών ινών. Οι εμμύελες (τύπου Αδ και Αβ) είναι υπεύθυνες για την αίσθηση του οξέος και διαπεραστικού πόνου, ενώ οι αμύελες είναι υπεύθυνες για τον αμβλύ και ήπιο πόνο. Οι αμύελες έχουν επίσης και συμπαθητική λειτουργία (Larsson και Linde 1969).

Εμμύελες νευρικές ίνες	Αμύελες νευρικές ίνες
• Αδ και Αβ	• Τύπου C
• Πάχος 1-5μm	• Πάχος 0,4-1μm
• Χαμηλή βαλβίδα ερεθισμού	• Υψηλή βαλβίδα ερεθισμού
• Υψηλή ταχύτητα μεταβίβασης των ερεθισμάτων (5-20m/sec)	• Χαμηλή ταχύτητα μεταβίβασης των ερεθισμάτων (0,4-2 m/sec)
• Μηχανικά και θερμικά ερεθίσματα	• Χημικά ερεθίσματα
• Οξύ και διαπεραστικό πόνο	• Αμβλύ και ήπιο πόνο
• Τεστ ζωτικότητας ψυχρού-θερμού	
• Ευαίσθητες στην ανοξία	• Ανθίστανται στην ανοξία
• Ανταποκρίνονται εύκολα σε τοπικά αναισθητικά	• Ανταποκρίνονται δύσκολα σε τοπικά αναισθητικά

Πίνακας 1. Διαφορές μεταξύ εμμύελων και αμύελων νευρικών ινών.



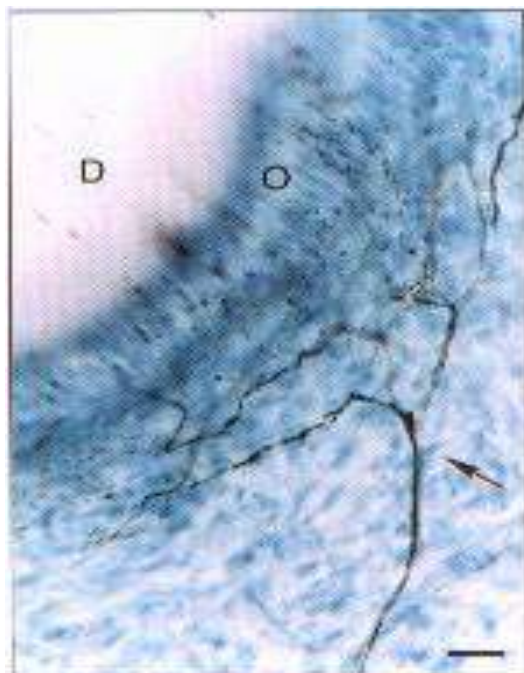
Εικ. 15. Δέσμη νευρικών ινών (νεύρο)



Εικ. 16. Διάσπαρτες νευρικές ίνες στην πολυκυτταρική ζώνη του πολφού

Ο πολφός έχει τη μεγαλύτερη πυκνότητα νευρικών ινών μετά τον αμφιβληστροειδή χιτώνα του ματιού. Σε ένα πλήρως διαπλασμένο δόντι, περίπου 1800 νευρικές ίνες εισέρχονται από το ακρορριζίο (Johnsen και συν. 1983). Ο αριθμός των νευρικών ινών εξαρτάται από το στάδιο διάπλασης και μορφογένεσης του δοντιού και από τη συγκλεισιακή του κατάσταση (οι μασητικές δυνάμεις επιδρούν διεγερτικά στα νεύρα).

Από το κύριο, τα δευτερεύοντα ακρορριζικά τμήματα και τους παράπλευρους ριζικούς σωλήνες εισέρχονται οι νευρικές ίνες στο δόντι. Διασχίζουν το ριζικό πολφό σχηματίζοντας



Εικ. 17. Υποοδοντινοβλαστικό νευρικό πλέγμα του Raschow (Seltzer και Bender, 2002).

δέσμες νευρικών ινών (με τον όρο “νεύρο” περιγράφεται ακριβώς αυτή η διάταξη των νευρικών ινών σε δέσμες) (**Εικ. 15,16**), ενώ στη συνέχεια διακλαδίζονται στο ύψος του αυχένα του δοντιού, για να σχηματίσουν δίκτυο στην υποοδοντινοβλαστική στιβάδα (**υποοδοντινοβλαστικό νευρικό πλέγμα του Raschow**) (**Εικ. 17**), ενώ κάποιες ελεύθερες νευρικές ίνες εμφανίζονται στην οδοντίνη. Η ύπαρξη νευρικών ινών στην προοδοντίνη και την οδοντίνη ήταν εξαρχής θέμα διαμάχης μεταξύ των ερευνητών (Inoki και συν. 1990).

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΤΟΥ ΠΟΛΦΟΥ

Οι κυριότερες λειτουργίες του πλφου είναι: η πλάση, η αίσθηση, η θρέψη και η άμυνα.

1. Πλάση

Η πλάση είναι η λειτουργία για την οποία ο πλφός χαρακτηρίζεται ως εξειδικευμένος ιστός. Οι οδοντινοβλάστες είναι τα υπεύθυνα κύτταρα για την παραγωγή οδοντίνης, που εναποτίθεται μέσω των οδοντινοβλαστικών αποφυάδων στην εξωτερική επιφάνεια του πλφου. Η δυνατότητα πλάσης του πλφου δεν παύει με την τελείωση της διάπλασης του δοντιού και την εναπόθεση πρωτογενούς οδοντίνης, αλλά διατηρείται σε όλο τον κύκλο της ζωής του δοντιού. Έτσι κάτω από φυσιολογικές συνθήκες συνεχίζεται η εναπόθεση δευτερογενούς οδοντίνης, ενώ κάτω από παθολογικές καταστάσεις (ύπαρξη τερηδόνας, αποκοπή οδοντικής ουσίας κατά τις επανορθωτικές εργασίες) εναποτίθεται τριτογενής οδοντίνη.

2. Αίσθηση

Με τη λειτουργία της αίσθησης ο πλφός αντιλαμβάνεται τα εξωτερικά ερεθίσματα, ρυθμίζοντας έτσι τις λειτουργίες του. Οι νευρικές ίνες του πλφου δεν έχουν ιδιοδεκτικά όργανα στις απολήξεις τους για τον διαχωρισμό του είδους του ερεθίσματος. Έτσι λοιπόν αντιδρά στα διάφορα ερεθίσματα με την αίσθηση του πόνου, ποικίλης υφής, έντασης και διάρκειας, υποδηλώνοντας την ύπαρξη ή την έλευση κάποιας βλάβης.

3. Θρέψη

Η καλή λειτουργία του πλφου εξασφαλίζεται με τη διατήρηση της ζωτικότητας των κυττάρων του, μέσω της λειτουργίας της θρέψης. Η λειτουργία αυτή ρυθμίζεται με την πλφική μικροκυκλοφορία, δηλαδή τη φυσιολογική ροή του αίματος και την ανταλλαγή των μεταβολικών προϊόντων του πλφου και του ορού του αίματος, μέσω των τριχοειδών αγγείων.

4. Άμυνα

Με τη λειτουργία της άμυνας ο πλφός αντιδρά στα βλαπτικά ερεθίσματα. Ο πλφός αμύνεται σε ένα ήπιο και χρόνιο ερέθισμα με την παραγωγή τριτογενούς οδοντίνης, ενώ εάν το ερέθισμα είναι έντονο και ταχείας δράσης, φλεγμαίνει και κινητοποιείται το ανοσοποιητικό σύστημα.

Ιστολογική εικόνα πλφου μεγάλης ηλικίας.

Οι ηλικιακές μεταβολές που επέρχονται στον πλφό, αν και δεν χαρακτηρίζονται ως παθολογικές, επηρεάζουν σημαντικά την αμυντική ικανότητα του πλφου και τη δυνατότητα

να διατηρεί τη ζωτικότητα του μετά την άρση ενός βλαπτικού ερεθίσματος. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη, κατά την αξιολόγηση κλινικών σημείων και συμπτωμάτων, ώστε να τεθεί η σωστή διάγνωση.

Οι κυριότερες αλλαγές είναι οι ακόλουθες:

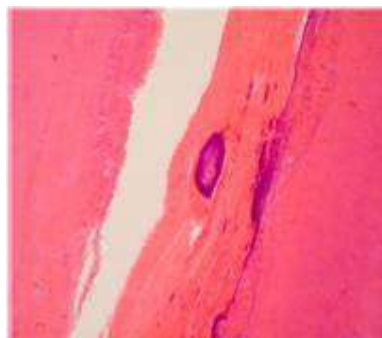
1. Μείωση του κυτταρικού πληθυσμού με ταυτόχρονη αύξηση των κολλαγόνων ινών. Διακρίνονται οδοντινοβλάστες με κενोटόπια, ινοβλάστες μειωμένες σε όγκο και αριθμό, μείωση των αδιαφοροποίητων μεσεγχυματικών κυττάρων.
2. Ελάττωση του αριθμού των αγγείων, λόγω ενασβεστίωσης του πολφικού θαλάμου και της ποιότητας των αγγείων συνέπεια της αρτηριοσκλήρυνσης (πάχυνσης του έσω χιτώνα των αγγείων λόγω εναπόθεσης αλάτων).
3. Σταδιακή εκφύλιση των νευρικών ινών. Σε ηλικιωμένους πολφούς βρίσκονται συνήθως 20% λιγότερες νευρικές ίνες.
4. Ενασβεστίωση της πολφικής κοιλότητας και ύπαρξη πολφολίθων μέσα στη μάζα του. Ο **πολφόλιθος** είναι μια εστία από εκφυλισμένα και νεκρωμένα κύτταρα με εναπόθεση αλάτων (**Εικ. 18,19,20,21,22**). Η ύπαρξη πολφολίθων, κυρίως οι μεγάλοι μεγέθους, μπορούν να δημιουργήσουν σοβαρά προβλήματα κατά το στάδιο της διάνοιξης του πολφικού θαλάμου και της εύρεσης των στομιών των ριζικών σωλήνων στην ενδοδοντική θεραπεία (Μόρφης 1995, Τζιαφάς 1999).



Εικ. 18.



Εικ. 19.

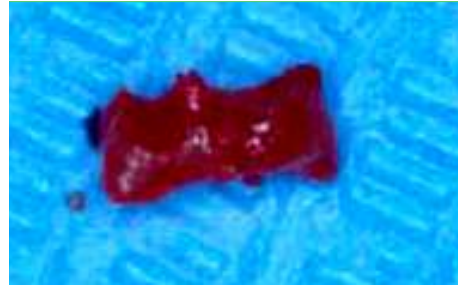


Εικ. 20.

Εικ. 18, 19, 20. Ακτινογραφική, κλινική και ιστολογική εικόνα πολφόλιθου.

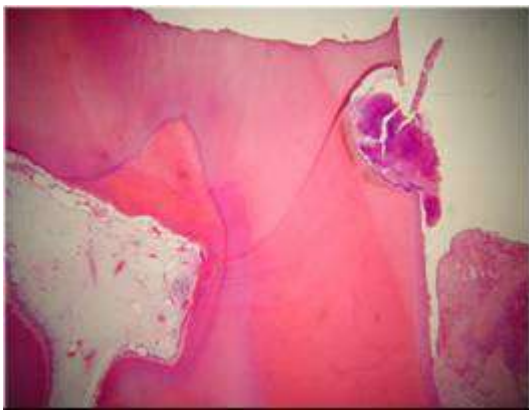


Εικ. 21.

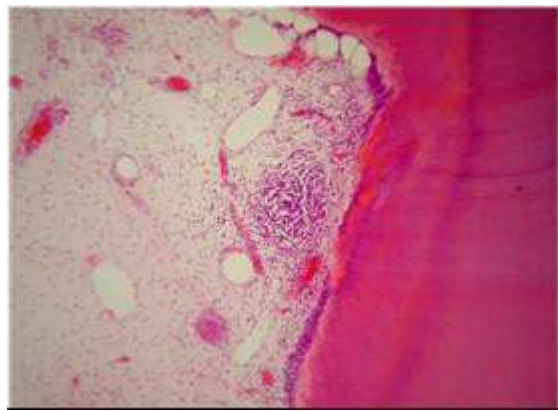


Εικ. 22.

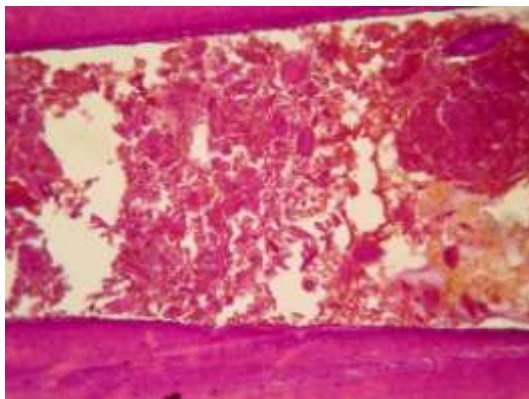
Εικ. 21, 22. Πολφόλιθος μαζί με κομμάτια πολφικού ιστού



Εικ. 23. Ιστολογική εικόνα πολφού μετά από επίδραση τερηδόνας. Παρατηρείται εναπόθεση τριτογενούς οδοντίνης.



Εικ. 24. Σε μεγέθυνση η προηγούμενη ιστολογική εικόνα. Παρατηρείται κενοτοπιώδης εκφύλιση του πολφού και φλεγμονώδη κύτταρα.



Εικ. 25. Ιστολογική εικόνα νεκρού πολφού.

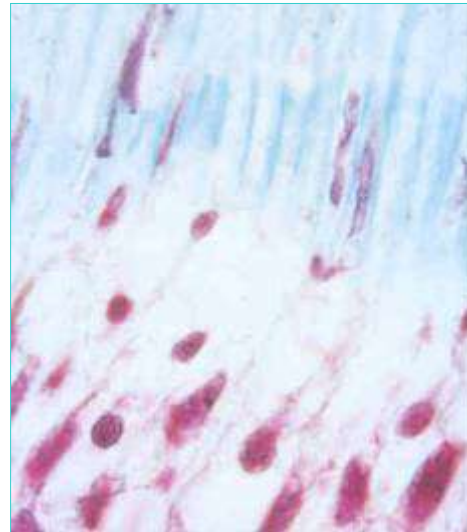
Ιστολογική εικόνα πολφού μετά από επίδραση κάποιου ερεθίσματος.

Οι μεταβολές του πολφού κυμαίνονται από παραγωγή τριτογενούς οδοντίνης, μέχρι φλεγμονή και νέκρωσή του, ανάλογα με το είδος και την ένταση του ερεθίσματος (Εικ.23,24, 25).

1. Παραγωγή τριτογενούς οδοντίνης. Ισχυρό ερέθισμα προκαλεί βλάβη των οδοντινοβλαστών, με αποτέλεσμα αδιαφοροποίητα μεσεγχυματικά κύτταρα να διαφοροποιούνται σε οδοντινοβλάστες που παράγουν ανώμαλη οδοντίνη.
2. Ταχεία παραγωγή προοδοντίνης με ανώμαλα διαταγμένα οδοντινοσωληνάρια υπό την επίδραση ισχυρού ερεθίσματος.
3. Διαταραχές στη οδοντινοβλαστική στιβάδα. Μείωση του πάχους της στιβάδας, μετατόπιση των πυρήνων, κυρίως λόγω θερμότητας και πίεσης.
4. Αγγειακές διαταραχές, δηλαδή οίδημα, υπεραιμία και αιμορραγία (Μόρφης 1995, Τζιαφάς 1999) **(Εικ.26,27)**.



Εικ. 26. Κλινική εικόνα αιμορραγίας πολφού μετά από παρασκευή του δοντιού για τοποθέτηση στεφάνης



Εικ. 27. Ιστολογική εικόνα αιμορραγίας πολφού. Παρατηρείται είσοδος των ερυθρών αιμοσφαιρίων στα οδοντινοσωληνάρια