

ΙΣΤΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΠΕΡΙΟΔΟΝΤΙΚΩΝ ΙΣΤΩΝ

Το περιοδόντιο, το οποίο αποτελείται από τα ούλα, το περιρρίζιο, την φατνιακή απόφυση και την οστεΐνη, παρέχει την απαιτούμενη στήριξη ώστε το δόντι να διατηρεί την θέση και την λειτουργικότητά του. Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία έχει μία διακριτή θέση, αρχιτεκτονική δομή, βιοχημική και κυτταρική σύσταση αν και λειτουργούν μαζί ως ένα ενιαίο σύνολο. Οι ερευνητικές μελέτες έχουν δείξει ότι η εξωκυττάρια ουσία του ενός στοιχείου είναι δυνατόν να επηρεάσει τις κυτταρικές λειτουργίες της παρακείμενης δομής. Έτσι, οι παθολογικές μεταβολές που επισυμβαίνουν σε ένα από τα στοιχεία του περιοδοντίου έχουν σημαντικές επιπτώσεις στην διατήρηση, αναγέννηση και επανόρθωση των παρακείμενων δομών.

ΠΕΡΙΡΡΙΖΙΟ

Εμβρυολογία – Δομικά χαρακτηριστικά του περιρριζίου

Το περιρρίζιο είναι ο συνδετικός ιστός, πλούσιος σε κύτταρα και αγγεία, που καταλαμβάνει τον χώρο μεταξύ της οστεΐνης που καλύπτει την ρίζα του δοντιού και του φατνιακού οστού (ενδοφαντιακό πέταλο) που επαλείφει εσωτερικά το τοίχωμα του φατνίου.

Το περιρρίζιο είναι μεσεγχυματικής προέλευσης προερχόμενο από τα αδιαφοροποίητα κύτταρα του οδοντοθυλακίου του οδοντικού σπέρματος. Ο σχηματισμός του περιρριζίου αρχίζει αμέσως μετά την έναρξη του σχηματισμού της ρίζας του δοντιού. Στο στάδιο αυτό τα κύτταρα του οδοντοθυλακίου παρουσιάζουν αυξημένο ρυθμό κυτταρικής διαίρεσης οπότε αυξάνονται σε αριθμό και επιπλέον αποκτούν ικανότητα παραγωγής κολλαγόνου για τον σχηματισμό των ινών του περιρριζίου. Αρχικά, οι δέσμες των κολλαγόνων ινών που καλύπτουν την νεοσχηματισθείσα οδοντίνη της ρίζας είναι συμπιεσμένες από την δράση των οστεϊνοβλαστών οι οποίες είναι ενεργοποιημένες για τον σχηματισμό της ακύτταρης με εξωγενείς ίνες οστεΐνης. Παρόμοιες δέσμες κολλαγόνων ινών διατρέχουν και την επιφάνεια του οστού. Πριν την ανατολή του δοντιού η κορυφή της φατνιακής ακρολοφίας βρίσκεται πάνω από την ένωση αδαμαντίνης-οστεΐνης και οι δέσμες ινών του περιρριζίου που δημιουργούνται έχουν λοξή κατεύθυνση. Καθώς το δόντι κινείται κατά την ανατολή του προς την στοματική κοιλότητα, οι δέσμες των ινών αποκτούν οριζόντιο προσανατολισμό και κατόπιν, όταν το δόντι αποκτήσει την τελική λειτουργική του θέση οι ίνες προσανατολίζονται εκ νέου λοξά αλλά με αντίθετη κατεύθυνση. Με την περαιτέρω

ωρίμανση του περιριζίου, οι δέσμες των ινών καταλαμβάνουν το εύρος του περιριζικού χώρου και δημιουργούν τις κύριες ίνες του περιριζίου.

Το εύρος του κυμαίνεται από 0.15 έως 0.38 mm ενώ αντίστοιχα προς το μέσο τριτημόριο παρατηρείται συνήθως το μικρότερο εύρος. Υπάρχουν ενδείξεις σύμφωνα με μετρήσεις ερευνητικών μελετών ότι ο μέσος όρος του εύρους του περιριζίου ελαττώνεται με την πάροδο της ηλικίας.

Το υγιές περιριζίο αποτελείται από κύτταρα και εξωκυττάρια ουσία η οποία περιλαμβάνει τις κολλαγόνες ίνες και μη-κολλαγονούχο άμορφη θεμέλια ουσία. Στα κύτταρα περιλαμβάνονται ινοβλάστες, οστεοβλάστες και οστεοκλάστες, οστεϊνοβλάστες, τα επιθηλιακά υπολείμματα του Malassez, τα μακροφάγα και τα αδιαφοροποίητα μεσεγχυματικά κύτταρα. Η εξωκυττάρια ουσία αποτελείται κυρίως από σαφώς προσανατολισμένες δέσμες ινών κολλαγόνου καθώς και από μικρότερο αριθμό άλλων ινών (όπως ελαστικές ίνες, δικτυωτές ίνες, ίνες οξυταλάνης). Η άμορφη θεμέλια ουσία αποτελείται από μη-κολλαγονούχες πρωτεΐνες όπως τις γλυκοζαμινογλυκάνες, τις γλυκοπρωτεΐνες και τα γλυκολιπίδια.

Περίπου 70% του όγκου του περιριζίου καταλαμβάνεται από πυκνό συνδετικό ιστό (δηλαδή κύτταρα και μεσοκυττάρια ουσία) και το υπόλοιπο 30% είναι χαλαρός συνδετικός ιστός που περιβάλλει τα αιμοφόρα αγγεία, τα λεμφαγγεία και τα νεύρα. Η ισορροπία αυτή διαταράσσεται σε φλεγμονώδεις εξεργασίες των περιοδοντικών ιστών οπότε φλεγμονώδη κύτταρα καταλαμβάνουν τον περιαγγειακό συνδετικό ιστό προκαλώντας την αποδόμηση και καταστροφή του πυκνού συνδετικού ιστού.

Στο περιριζίο διακρίνονται τρεις περιοχές: η πρώτη εφάπτεται της επιφάνειας του φατνιακού οστού και είναι πλούσια σε κύτταρα και αγγεία, η δεύτερη εφάπτεται της οστεΐνης και χαρακτηρίζεται από ένα πυκνό δίκτυο καλά οργανωμένων κολλαγόνων ινών και η τρίτη παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο προηγούμενων περιοχών και αποτελείται από λιγότερα κύτταρα καθώς και πιο λεπτά κολλαγόνα ινίδια.

Η δομή και τα χαρακτηριστικά του περιριζίου εξυπηρετούν τις κύριες λειτουργίες του που είναι η στήριξη και συγκράτηση του δοντιού στο φατνίο, η προστασία των ιστών με την ικανότητα απορρόφησης των συγκλεισιακών και των δυνάμεων που αναπτύσσονται κατά την μάσηση και η αίσθηση και θρέψη των περιοδοντικών ιστών με την βοήθεια του καλά ανεπτυγμένου συστήματος αγγείωσης και νεύρωσης που διαθέτει.

Τα κύτταρα του περιρριζίου

Οι ερευνητικές μελέτες απέδειξαν ότι τα κύτταρα του περιρριζίου είναι ένας πληθυσμός κυττάρων με ινοβλαστικό φαινότυπο ικανός να σχηματίζει και ενασβεστωμένες ουσίες.

Ινοβλάστες

Οι ινοβλάστες είναι ο πολυπληθέστερος κυτταρικός πληθυσμός του περιρριζίου. Το περιρρίζιο χαρακτηρίζεται από εξαιρετικά υψηλό βαθμό αποδόμησης και ανακατασκευής με αποτέλεσμα τα συστατικά του να συντίθενται, να αποδομούνται και να αντικαθίστανται με πολύ γρήγορο ρυθμό. Οι διεργασίες αυτές επιτυγχάνονται σχεδόν αποκλειστικά από την ινοβλάστη η οποία διαθέτει την ικανότητα σύνθεσης, παραγωγής και έκκρισης κολλαγόνου.

Είναι ένα ευμέγεθες κύτταρο που διαθέτει έναν ωοειδή πυρήνα με λεπτό δίκτυο χρωματίνης και ευδιάκριτο πυρήνιο. Το κυτταρόπλασμα των ινοβλαστών είναι άφθονο και χαρακτηρίζεται από πλούσιο αδρό ενδοπλασματικό δίκτυο, καλά ανεπτυγμένη συσκευή Golgi, αρκετά εκκριτικά κοκκία και έναν καλά ανεπτυγμένο κυτταροσκελετό ο οποίος συντελεί στην διατήρηση του σχήματος του κυττάρου και παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην διεκπεραίωση των λειτουργιών του. Όπως έδειξαν οι μελέτες με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο οι ινοβλάστες του περιρριζίου συχνά συνδέονται μεταξύ τους είτε με την βοήθεια συμπλεγμάτων πρωτεϊνικών μορίων (adherens junctions) είτε με χασματικές συνάψεις (gap junctions). Οι τελευταίες δημιουργούνται από εξειδικευμένες περιοχές της κυτταροπλασματικής μεμβράνης με διαμεμβρανικές διόδους οι οποίες προσφέρουν ένα τρόπο σύνδεσης των παρακείμενων κυττάρων και επιτρέπουν την διόδο ιόντων και μορίων με μάζα μικρότερη των 1000 Da.

Οι ινοβλάστες προσανατολίζονται με τον επιμήκη τους άξονα παράλληλο με τις δεσμίδες των ινών κολλαγόνου ενώ οι εκτεταμένες κυτταροπλασματικές αποφυάδες τους περιελίσσονται συνήθως γύρω από αυτές. Έχουν την ικανότητα να συστέλλονται και σχετίζονται άμεσα με την ανατολή του δοντιού και την ανάπλαση του περιρριζίου

Οι ινοβλάστες παράγουν κυρίως κολλαγόνο τύπου I και III.

Η ινοβλάστη δεν είναι υπεύθυνη μόνο για την δημιουργία των κολλαγόνων ινών αλλά και για την αποδόμησή τους. Οι έρευνες έδειξαν ότι η ινοβλάστη φαγοκυτταρώνει τα κολλαγόνα ινίδια του εξωκυττάρου περιβάλλοντος με την βοήθεια των λυσοσωματίων (ενδοκυτταρική οδός αποδόμησης του κολλαγόνου). Η ενδοκυτταρική οδός είναι η πλέον συνήθης διαδικασία σε περιπτώσεις φυσιολογικής ανακατασκευής του κολλαγόνου ενώ σε περιπτώσεις φλεγμονωδών εξεργασιών οι ινοβλάστες καταστρέφουν το κολλαγόνο μέσω της

εξωκυτταρικής οδού με την παραγωγή του ενζύμου κολλαγενάση (μεταλλοπρωτεΐνάση-1, MMP-1).

Η μετανάστευση καθώς και η σύσπαση των ινοβλαστών είναι δύο λειτουργίες πολύ σημαντικές κατά την ανάπτυξη αλλά και επούλωση των περιοδοντικών ιστών. Ο τρόπος όμως με τον οποίο τα κύτταρα αυτά ενεργοποιούνται όπως και τα ερεθίσματα που δίνουν το έναυσμα για αυτές τις λειτουργίες δεν έχουν πλήρως διευκρινισθεί. Πιστεύεται ότι σε ένα μεγάλο βαθμό οι λειτουργίες αυτές εξαρτώνται από την πολικότητα των οργανιδίων που περιέχονται στο κυτταρόπλασμα. Επίσης, οι ινοβλάστες χαρακτηρίζονται από την έντονη δραστηριότητα της αλκαλικής φωσφατάσης, ένα ένζυμο που παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στις διεργασίες ενασβεστίωσης και πιθανότατα στον σχηματισμό της ακύτταρης χωρίς ίνες οστεΐνης.

Οστεΐνοβλάστες

Οι οστεΐνοβλάστες στις περισσότερες περιπτώσεις βρίσκονται σε κατάσταση ηρεμίας και έρχονται σε επαφή με την επιφάνεια της οστεΐνης και κυρίως με την προοστεΐνη εφόσον η οστεΐνη υπόκειται σε συνεχή αλλά με αργό ρυθμό ανακατασκευή. Αν και υποστηρίζεται ότι οι οστεΐνοβλάστες είναι υπεύθυνες για τον σχηματισμό όλων των τύπων οστεΐνης, οι έρευνες αποδεικνύουν την εμπλοκή τους μόνο στον σχηματισμό της κυτταροφόρου οστεΐνης που εντοπίζεται στο ακρορριζικό τριτημόριο της ρίζας του δοντιού.

Οστεοβλάστες – οστεοκλάστες

Η οστική επιφάνεια του περιρριζίου είναι καλυμμένη από οστεοβλάστες οι οποίες βρίσκονται είτε σε λειτουργική φάση είτε σε φάση ηρεμίας. Επίσης παρατηρούνται οστεοκλάστες στις περιοχές απορρόφησης του οστού. Φαίνεται ότι η λειτουργική κατάσταση των κυττάρων αυτών αλλά και η αναλογία τους στον περιρριζικό χώρο αντικατοπτρίζει την δυναμική του περιρριζίου την δεδομένη χρονική στιγμή.

Επιθηλιακά υπολείμματα του Malassez

Τα επιθηλιακά υπολείμματα του Malassez ανήκουν στα κύτταρα του περιρριζίου. Είναι υπολείμματα του ελύτρου του Hertwig τα οποία παραμένουν στον χώρο του περιρριζίου κατά τον σχηματισμό της ρίζας του δοντιού. Εντοπίζονται εύκολα ως μικρές αθροίσεις επιθηλιακών κυττάρων συνήθως κοντά στην επιφάνεια της οστεΐνης. Οι μελέτες με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο κατέδειξαν την παρουσία τονοϊνιδίων και δεσμοσωματίων, γεγονός που ενισχύει την επιθηλιακή τους προέλευση. Αν και ο ρόλος τους δεν έχει απόλυτα

διευκρινισθεί, πιστεύεται ότι συμβάλλουν σημαντικά σε αρκετές λειτουργίες του περιριζίου εξαιτίας κυρίως του γεγονότος ότι εκφράζουν έναν σημαντικό αριθμό πρωτεϊνών που σχετίζονται με την οστεΐνη και το φατνιακό οστόν. Έχουν την τάση να πολλαπλασιάζονται σε φλεγμονώδεις καταστάσεις των περιοδοντικών ιστών και εμπλέκονται στην παθογένεια των οδοντικών κύστεων.

Αδιαφοροποίητα μεσεγγυματικά κύτταρα

Τα αδιαφοροποίητα μεσεγγυματικά ή αρχέγονα κύτταρα βρίσκονται κυρίως στον περιαγγειακό χώρο και έχει αποδειχθεί ότι τα κύτταρα αυτά αποτελούν την πηγή για τον σχηματισμό νέων κυττάρων του περιριζίου. Παραμένει όμως ασαφές αν ένα τέτοιο κύτταρο είναι ικανό να διαιρεθεί σε θυγατρικά κύτταρα που διαφοροποιούνται σε ινοβλάστες, οστεοβλάστες και οστεϊνοβλάστες ή διαφορετικά αρχέγονα κύτταρα δημιουργούν την κάθε κυτταρική σειρά χωριστά. Τα κύτταρα αυτά ανανεώνουν τον κυτταρικό πληθυσμό του περιριζίου το οποίο δέχεται συνεχώς δυνάμεις (συγκλεισιακές ή μασητικές δυνάμεις) και έτσι υποβάλλεται σε συνεχή ανακατασκευή. Πρόσφατες ερευνητικές μελέτες έδειξαν ότι τα νέα κύτταρα που προκύπτουν συνήθως στην μεσότητα του περιριζικού χώρου μεταναστεύουν στις ενασβεστωμένες περιοχές, προσφέρουν την λειτουργία τους και κατόπιν υπόκεινται σε κυτταρικό θάνατο ενώ ο αριθμός των αρχέγονων κυττάρων παραμένει σταθερός.

Μονοκύτταρα και μακροφάγα

Τα μονοκύτταρα και τα μακροφάγα βρίσκονται φυσιολογικά στο περιριζίο. Η συνήθης εντόπισή τους είναι στον περιαγγειακό χώρο καθώς και γύρω από τα νεύρα στον χαλαρό συνδετικό ιστό και δεν εμπλέκονται με τις ίνες κολλαγόνου. Τα μονοκύτταρα έχουν σχήμα στρογγυλό ή ελαφρά αποπεπλατυσμένο με κυματοειδή επιφάνεια η οποία εμφανίζει πολλαπλές μικρολάχνες. Το κυτταρόπλασμά τους περιέχει λυσοσωματικά κοκκία ενώ στα ενεργοποιημένα μονοκύτταρα διακρίνεται πιο πλούσιο ενδοπλασματικό δίκτυο και περισσότερο ανεπτυγμένη συσκευή Golgi. Τα μακροφάγα προέρχονται από την ωρίμανση των ενεργοποιημένων μονοκυττάρων, είναι μεγαλύτερα σε μέγεθος κύτταρα και περιέχουν πολυάριθμα φαγολυσωσώματα. Τα μονοκύτταρα και τα μακροφάγα με τις ουσίες που εκκρίνουν καταστρέφουν την εξωκυττάρια ουσία και κυρίως το κολλαγόνο. Είναι γνωστό ότι τα μονοκύτταρα εξέρχονται από τα αγγεία του περιριζίου στον περιβάλλοντα χώρο με την επίδραση διαφόρων ερεθισμάτων που δρουν ως χημειοτακτικοί παράγοντες, αν και η φύση αυτών των παραγόντων για το υγιές περιριζίο δεν έχει πλήρως διευκρινισθεί. Κατά την

διάρκεια των φλεγμονωδών διεργασιών του περιριζίου, τα μονοκύτταρα ενεργοποιούνται από ένα πλήθος ουσιών όπως είναι η ενδοτοξίνη και οι λεμφοκίνες και παράγουν καταστρεπτικά για τον συνδετικό ιστό συστατικά. Επιπλέον, η ιντερλευκίνη-1β (IL-1β) και ο παράγοντας νέκρωσης των όγκων-α (TNF-α) που ανήκουν στις κυτοκίνες που εμπλέκονται στην φλεγμονή, ενεργοποιούν τις ινοβλάστες οι οποίες με την σειρά τους εκκρίνουν μία πρωτεΐνη που προσελκύει τα μακροφάγα, την χημειοτακτική για τα μακροφάγα πρωτεΐνη-1 (macrophage chemoattractant protein-1).

Συστατικά της εξωκυττάριας ουσίας

1. Ίνες κολλαγόνου

Το κύριο συστατικό της εξωκυττάριας ουσίας του περιριζίου είναι το κολλαγόνο και οι ανοσοκυτταροχημικές μελέτες έδειξαν ότι στο περιριζίο απαντούν οι τύποι I, III, IV, V, VI και XII κολλαγόνου.

Το κολλαγόνο τύπου I αποτελεί περίπου το 80% του συνολικού κολλαγόνου και σχηματίζει τις κύριες ίνες και το κολλαγόνο τύπου III (περίπου 15% του συνολικού κολλαγόνου) εντοπίζεται κυρίως στις δικτυωτές ίνες οι οποίες είναι εξαιρετικά λεπτές και σχηματίζουν ένα εκτεταμένο δίκτυο γύρω από τα αγγεία και τα νεύρα. Επιπλέον, το κολλαγόνο τύπου IV αποτελεί την πρωτεΐνη του βασικού υμένα των αγγείων και νεύρων του περιριζίου, το κολλαγόνο τύπου V σχετίζεται με την κυτταρική επιφάνεια και περιβάλλει μεγαλύτερα ινίδια κολλαγόνου τύπου I και III, το κολλαγόνο τύπου VI αποτελεί συστατικό των ινών οξυταλάνης και το κολλαγόνο τύπου XII δημιουργεί μικρά ινίδια τα οποία παίζουν ρόλο στην οργάνωση του δικτύου των μεγαλύτερων κολλαγόνων ινών και πιθανόν στην ανάπλαση του περιριζίου.

Οι κολλαγόνες ίνες του περιριζίου διατάσσονται σε ευδιάκριτες δέσμες ινών. Μεμονωμένες ίνες από κάθε δέσμη υπόκεινται σε ανακατασκευή ενώ στο σύνολό της η δέσμη των ινών διατηρεί την αρχιτεκτονική και την λειτουργία της. Με τον τρόπο αυτό οι ίνες προσαρμόζονται συνεχώς στις διάφορες δυνάμεις που δέχεται το δόντι.

Η διάρκεια ζωής και ανανέωσης του κολλαγόνου είναι κατά μέσο όρο 3 έως 23 ημέρες ενώ σε αρκετές περιπτώσεις η ανανέωση του κολλαγόνου είναι αρκετά ταχύτερη.

Οι δέσμες αυτές των ινών κολλαγόνου ανάλογα με την θέση και την κατεύθυνσή τους κατατάσσονται στις παρακάτω ομάδες οι οποίες εύκολα διακρίνονται στο οπτικό μικροσκόπιο.

- 1) Ακροφατνιακές ίνες: Προσφύονται στο αυχενικό τμήμα της οστεΐνης ακριβώς κάτω από την ένωση αδαμαντίνης- οστεΐνης και ακολουθούν μια πορεία προς της κορυφή της φατνιακής ακρολοφίας σχηματίζοντας αμβλεία γωνία με τον επιμήκη άξονα του δοντιού. Προς την πλευρά των ούλων καλύπτονται από τις ουλαίες ίνες με τις οποίες δεν έχουν σαφή όρια. Οι ίνες αυτές συμβάλλουν στην συγκράτηση του δοντιού στο φατνίο, στην εξισορρόπηση των δυνάμεων κατά τις πλάγιες κινήσεις των γνάθων και επομένως στην προστασία του υποκείμενου περιρριζίου.
- 2) Οριζόντιες ίνες: Βρίσκονται ακριβώς κάτω από τις ακροφατνιακές και διατρέχουν υπό ορθή γωνία όλο το εύρος του περιρριζίου από την επιφάνεια του οστού έως την οστεΐνη. Η λειτουργία τους συνίσταται στον περιορισμό των εφαρμοζόμενων πλάγιων δυνάμεων.
- 3) Λοξές ίνες: Είναι οι πιο πολυάριθμες ίνες και διατρέχουν όλο το εύρος του περιρριζίου με ακρορριζική κατεύθυνση. Προσφύονται στην ακύτταρη με εξωγενείς ίνες οστεΐνη και την κυτταροφόρο μικτή στιβαδωτή. Καταλαμβάνουν τα 2/3 της ριζικής επιφάνειας και της επιφάνειας του φατνιακού οστού. Οι ίνες αυτές αντιμετωπίζουν το σύνολο σχεδόν της λειτουργικής φόρτισης του δοντιού.
- 4) Ακρορριζικές ίνες: Βρίσκονται στην ακρορριζική περιοχή και διαπλέκονται μεταξύ τους δημιουργώντας ένα πλέγμα πάνω στο οποίο επικάθεται το δόντι. Προσφύονται στην κυτταροφόρο οστεΐνη και έχουν ανώμαλη φορά χωρίς σαφή προσανατολισμό. Παίζουν σημαντικό ρόλο στην προστασία των αγγείων, λεμφαγγείων και νεύρων που διατρέχουν το ακρορριζική περιοχή και εισέρχονται στον πολφό του δοντιού.
- 5) Μεσορριζικές ίνες: Διατάσσονται άτακτα χωρίς σαφή προσανατολισμό μεταξύ των ριζών των πολύρριζων δοντιών. Συμμετέχουν στην συγκράτηση του δοντιού και την προστασία από υπερβολικές δυνάμεις που είναι δυνατόν να προκαλέσουν εκμόχλευση, στρέψη και θραύση του δοντιού.

Το τελικό άκρο της κάθε ίνας όλων των παραπάνω ομάδων κολλαγόνων ινών εισέρχεται στην οστεΐνη και το φατνιακό οστού. Τα ακραία αυτά τμήματα των ινών αποτελούν τις ίνες του Sharpey. Όταν ένα δόντι υφίσταται την επίδραση δυνάμεων, στην περιοχή της τάσης οι ίνες του Sharpey είναι ικανές να επιμηκυνθούν και να ακολουθήσουν την νέα θέση του δοντιού.

2. Ίνες οξυταλάνης

Οι ίνες οξυταλάνης θεωρείται ότι αποτελούν ποικιλία των ελαστικών ινών. Διατρέχουν με λοξή κατεύθυνση τον χώρο μεταξύ των αγγείων του περιρριζίου ή βρίσκονται μεταξύ των κυρίων ινών του κολλαγόνου. Ο ρόλος τους δεν έχει πλήρως διευκρινισθεί. Πιστεύεται ότι

συμμετέχουν στην πρόσφυση και μετανάστευση των ινοβλαστών και προσδίδουν σταθερότητα στα αγγεία κατά την διάρκεια παραμόρφωσης του περιρριζίου με την επίδραση φυσιολογικών δυνάμεων στο δόντι ρυθμίζοντας την αιματική ροή.

3. Συστατικά της άμορφης θεμέλιας ουσίας.

Γλυκοζαμινογλυκάνες (όπως το υαλουρονικό οξύ και η θειϊκή χονδροϊτίνη). Τα μόριά τους διαθέτουν μεγάλο αρνητικό φορτίο καθώς και μεγάλο σε όγκο. Ελέγχουν την διαπερατότητα του εξωκυττάριου περιβάλλοντος από άλλα μόρια.

Πρωτεογλυκάνες (όπως η δεκορίνη). Είναι τα πολυμερή από επαναλαμβανόμενα τμήματα δισακχαριτών των γλυκοζαμινογλυκανών τα οποία ενώνονται με πρωτεΐνες σχηματίζουν τις πρωτεογλυκάνες. Διακρίνονται για την συμμετοχή τους στην απορρόφηση των δυνάμεων συμπίεσης και την προστασία των κυττάρων από βλάβες λόγω συγκλεισιακών δυνάμεων. Η έκφραση των πρωτεογλυκανών στην κυτταροπλασματική μεμβράνη των κυττάρων του περιρριζίου ρυθμίζεται από αυξητικούς παράγοντες (όπως ο τροποποιητικός αυξητικός παράγοντας-β, TGF-β, ο προερχόμενος από τα αιμοπετάλια, PDGF, ο αυξητικός παράγοντας των ινοβλαστών, bFGF κ.λ.π.) και κυτοκίνες.

Γλυκοπρωτεΐνες. Απαντώνται σε μικρότερες ποσότητες στο περιρρίζιο σε σχέση με τις γλυκοζαμινογλυκάνες και πρωτεογλυκάνες. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν κυρίως τα μόρια πρόσφυσης και προσκόλλησης μεταξύ των οποίων είναι η φιμπρονεκτίνη, η τενασκίνη και η βιτρονεκτίνη. Η φιμπρονεκτίνη η οποία ανιχνεύεται ευρέως στις κυτταροπλασματικές μεμβράνες των κυττάρων και προάγει την σύνδεση των κυττάρων με τα συστατικά της θεμέλιας ουσίας. Η τενασκίνη η οποία εντοπίζεται κυρίως κοντά στις ενασβεστιωμένες επιφάνειες της οστεΐνης και του φατνιακού οστού. Προσκολλάται τόσο στην επιφάνεια των κυττάρων όσο και στα συστατικά της θεμέλιας ουσίας. Η βιτρονεκτίνη η οποία αποτελεί παράγοντα πρόσφυσης και συσχετίζεται κυρίως με την ρύθμιση της πήξης του αίματος, την ενεργοποίηση του πλασμινογόνου και την ινωδόλυση.

Αγγείωση του περιρριζίου

Το περιρρίζιο είναι ένας αγγειοβριθέστατος συνδετικός ιστός γεγονός που δικαιολογεί και τον υψηλό ρυθμό ανακατασκευής τόσο των κυτταρικών όσο εξωκυττάριων συστατικών του. Η κύρια αγγείωση προέρχεται από τις ανώτερες και κατώτερες φατνιακές αρτηρίες οι οποίες διατρέχουν τις γνάθους και δημιουργούν τις ενδοφατνιακές αρτηρίες. Από τα αγγεία αυτά προκύπτουν κλάδοι που χαρακτηρίζονται από οριζόντια πορεία, διατρύπουν το ενδοφατνιακό πέταλο και εισέρχονται στον χώρο του περιρριζίου ως διατρητικές αρτηρίες.

Απαντώνται σε μεγαλύτερο αριθμό στο περιρριζίο των οπισθίων δοντιών της κάτω γνάθου, ενώ στα μονόρριζα δόντια απαντώνται πιο συχνά στο αυχενικό τριτημόριο του περιρριζίου και ακολουθεί το ακρορριζικό τριτημόριο.

Η κατανομή των αγγείων έχει πολύ μεγάλη κλινική σημασία. Κατά την επούλωση μετά από εξαγωγή του δοντιού ο σχηματισμός του θρόμβου είναι πιο γρήγορος στην περιοχή των ούλων όπως και στην ακρορριζική περιοχή.

Τα αγγεία μέσα στο περιρριζίο καταλαμβάνουν χώρους που ονομάζονται διάμεσοι χώροι (interstitial spaces) μεταξύ των κυρίων ινών κολλαγόνου δημιουργώντας χαρακτηριστικούς σχηματισμούς που παρατηρούνται πιο κοντά στον οστών από την επιφάνεια της οστεΐνης του δοντιού. Αναστομώσεις μεταξύ των αρτηριών και των φλεβών παρατηρούνται σε όλο το εύρος του περιρριζίου. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ένα καλά οργανωμένο προσαγωγό και απαγωγό σύστημα.

Λεμφαγγεία υπάρχουν στο περιρριζίο τα οποία έχουν την τάση να συμπορεύονται με τα φλεβικά αγγεία.

Νεύρωση του περιρριζίου

Νευρικοί κλαδίσκοι από τον 2^ο και 3^ο κλάδο του τρίδυμου νεύρου εισέρχονται στο περιρριζίο μέσω του ακρορριζικού τρήματος καθώς και των πλάγιων τρημάτων που υπάρχουν στο φατνιακό οστών. Οι νευρικοί κλάδοι καταλήγουν σε μεγάλης διαμέτρου εμμύελες νευρικές ίνες καθώς και σε μικρής διαμέτρου αμύελες και εμμύελες νευρικές ίνες. Οι απολήξεις των νευρικών ινών ταξινομούνται στον άνθρωπο σε τέσσερις τύπους: α) στις ελεύθερες απολήξεις με τριπλές διακλαδώσεις των αμύελων κυρίως ινιδίων οι οποίες είναι περισσότερες, κατανέμονται σε όλο του εύρος του περιρριζίου και αντιπροσωπεύουν τους υποδοχείς του πόνου, β) στους μηχανοϋποδοχείς τύπου Ruffini οι οποίοι εντοπίζονται σε περιοχές όπου οι κολλαγόνες ίνες βρίσκονται υπό τάση και αντιδρούν σε μικρές μετακινήσεις του δοντιού γ) στα σωματίδια του Meissner που εντοπίζονται κυρίως στην ακρορριζική περιοχή και δρουν άμεσα ως υποδοχείς πόνου στα μηχανικά ερεθίσματα που δέχεται το δόντι και δ) στις απολήξεις που απαντώνται ελάχιστα, κυρίως στην ακρορριζική περιοχή του περιρριζίου και περιβάλλονται από ινώδη κάψα.

Λειτουργίες του περιρριζίου

Το περιρριζίο είναι ένας μικρός αλλά πολύ σημαντικός από λειτουργικής πλευράς συνδετικός ιστός διότι εμπλέκεται στην στήριξη του δοντιού, την αίσθηση και τον έλεγχο του οστικού όγκου. Χαρακτηρίζεται από τον ταχύ ρυθμό αναδιοργάνωσης της θεμέλιας ουσίας

και την προσαρμογή του στις μεταβολές που επιφέρει το εφαρμοζόμενο κάθε φορά μηχανικό φορτίο. Αυτό επιτυγχάνεται εν μέρει από τους ετερογενείς κυτταρικούς πληθυσμούς που επιτρέπουν τόσο στις ριζικές επιφάνειες όσο και στο οστόν να διατηρούν την δυναμική τους και έτσι την πρόσφυση των κολλαγόνων ινών ακόμη και κάτω από την επίδραση αυξημένων δυνάμεων. Ο μεσεγχυματικός πληθυσμός του περιρριζίου αποτελείται από δύο τουλάχιστον κυτταρικές σειρές: τα κύτταρα με ινοβλαστικό φαινότυπο, τα οποία δημιουργούν τον ιστό του περιρριζίου και τα κύτταρα με οστεοβλαστικό φαινότυπο, τα οποία διακρίνονται για την αυξημένη δραστηριότητα της αλκαλικής φωσφατάσης και δημιουργούν τους ενασβεστωμένους ιστούς.

Επιπλέον, το περιρρίζιο, όπως και άλλοι συνδετικοί ιστοί, χαρακτηρίζεται από την δυνατότητα ανάπλασης ή αναγέννησης καθώς και επανόρθωσης. Η αναγέννηση ενός λειτουργικού περιρριζίου απαιτεί την δημιουργία νέας οστεΐνης και οστού για την πρόσφυση των νέων ινών του Sharpey, ενώ η επανόρθωση του περιρριζίου περιορίζεται στην αποκατάσταση μικρών περιοχών που έχουν υποστεί βλάβη. Κατά τις διαδικασίες αυτές νέες ινοβλάστες, όπως έχει αναφερθεί, προέρχονται από τα πρόδρομα μεσεγχυματικά κύτταρα που βρίσκονται κυρίως περιαγγειακά. Οι νέες κολλαγόνες ίνες που δημιουργούνται εναποτίθενται γρήγορα και διατάσσονται συχνά χωρίς σαφή προσανατολισμό. Η επαναδιοργάνωση και η λειτουργική αποκατάσταση του περιρριζίου απαιτεί συνεχή κυτταρική δραστηριότητα επί αρκετές εβδομάδες.

Το περιρρίζιο με τις χαρακτηριστικές αυτές δυνατότητες συμβάλλει σημαντικά και στην ανάπλαση των περιοδοντικών ιστών που έχουν καταστραφεί από τις διάφορες μορφές της περιοδοντικής νόσου, που είναι και ο πρωταρχικός σκοπός της περιοδοντικής θεραπείας.

ΟΣΤΕΪΝΗ

Η οστεΐνη είναι ένας σκληρός ενασβεστωμένος ιστός ο οποίος περιβάλλει την ρίζα του δοντιού από τον ανατομικό αυχένα έως το ακρορρίζιο. Η εσωτερική της επιφάνεια καλύπτει την οδοντίνη της ρίζας ενώ μεταξύ τους παρεμβάλλεται μία διαφανής άμορφη και υπερενασβεστωμένη ουσία που ονομάζεται υάλινη ζώνη των Hopewell-Smith και βρίσκεται σε άμεση επαφή με την κοκκώδη στιβάδα του Tomes.

Η οστεΐνη είναι ένας ενασβεστωμένος συνδετικός ιστός ο οποίος εμφανίζει αρκετές ομοιότητες με τον οστίτη ιστό. Παράγεται από τις οστεϊνοβλάστες, δεν έχει αγγεία ούτε νεύρα και δεν υπόκειται σε διαδικασίες φυσιολογικής απορρόφησης και ανασχηματισμού αλλά πλάσσεται δια βίου από τον σχηματισμό της ρίζας έως την ανατολή του δοντιού και την απόπτωσή του.

Εμβρυολογικά στοιχεία - Διάπλαση της οστεΐνης

Η διάπλαση της οστεΐνης αρχίζει όταν η επιπολής και η εν τω βάθει στιβάδα του οργάνου της αδαμαντίνης συνενώνονται και σχηματίζουν τον αυχενικό βρόχο. Ακολουθεί έντονη κυτταρική δραστηριότητα με πολλαπλασιασμό των επιθηλιακών κυττάρων προς την ακρορριζική κατεύθυνση που οδηγεί στον σχηματισμό του ελύτρου της ρίζας ή ελύτρου του Hertwig. Ταυτόχρονα παρατηρείται πολλαπλασιασμός και διαφοροποίηση των κυττάρων της οδοντικής θηλής τα οποία με την επίδραση του ελύτρου διαφοροποιούνται σε οδοντινοβλάστες και παράγουν την προ-οδοντίνη. Μόλις εναποτεθεί το πρώτο στρώμα προ-οδοντίνης και πριν την ενασβεστίωσή του τα επιθηλιακά κύτταρα του ελύτρου του Hertwig αποχωρίζονται και ένα υαλώδες προϊόν των κυττάρων αυτών καλύπτει την νέο-παραχθείσα οδοντίνη το οποίο θα αποτελέσει την υάλινη ζώνη των Hopewell-Smith. Επιθηλιακά υπολείμματα του ελύτρου είναι δυνατόν να παραμείνουν στον περιρριζικό χώρο οπότε και θα αποτελέσουν τα επιθηλιακά υπολείμματα του Malassez. Τα αδιαφοροποίητα μεσεγχυματικά κύτταρα του οδοντοθυλακίου διαφοροποιούνται σε προ-οστεϊνοβλάστες και κατόπιν σε οστεϊνοβλάστες. Τα κύτταρα αυτά παράγουν τροποκολλαγόνο, γλυκοπρωτεΐνες κ.ά. που αποτελούν το οργανικό υπόστρωμα της οστεΐνης (προ-οστεΐνη ή οστεϊνοειδές). Το τροποκολλαγόνο σχηματίζει μικροϊνίδια και ίνες μέσα στη μάζα της οστεΐνης. Επιπλέον, κολλαγόνα ινίδια από το περιρρίζιο τα οποία αρχικά είναι παράλληλα με την επιφάνεια της ρίζας, αλλάζουν τον προσανατολισμό τους όταν αρχίζει η ανατολή του δοντιού και ενσωματώνονται στην μάζα της οστεΐνης οπότε και αποτελούν τις ίνες του Sharpey.

Η διαδικασία της ενασβεστίωσης αρχίζει μετά την εναπόθεση του πρώτου στρώματος οστεϊνοειδούς. Ανόργανα άλατα από τους ιστούς (κυρίως ιόντα ασβεστίου και φωσφόρου) με την μορφή κρυστάλλων υδροξυαπατίτη εναποτίθενται μεταξύ των ινιδίων του τροποκολλαγόνου και των ινών κολλαγόνου. Η ενασβεστίωση γίνεται περιοδικά με περιόδους έξαρσης και ύφεσης που αντιστοιχούν στις αυξητικές γραμμές. Όταν ολοκληρωθεί η διάπλαση κατά τα 2/3 περίπου διακόπτεται ο σχηματισμός της ακύτταρης οστεΐνης και αρχίζει αυτός της κυτταροφόρου μικτής στιβαδωτής οστεΐνης. Οι οστεϊνοβλάστες και τα οστεϊνοκύτταρα σχετίζονται με τον σχηματισμό των ενδογενών ινών της οστεΐνης ενώ οι ίνες του Sharpey είναι προϊόν των ινοβλαστών του περιρριζίου. Ο εγκλεισμός των ινών του Sharpey στον ενασβεστωμένο ιστό και η πλήρης ενσωμάτωσή τους γίνεται όταν υπάρξουν στην περιοχή οι κατάλληλες συγκεντρώσεις ιόντων ασβεστίου και απομακρυνθούν οι ουσίες που χαρακτηρίζονται ως αναστολείς της ενασβεστίωσης. Είναι αξιοσημείωτο ότι αρκετά σημεία του μηχανισμού παραγωγής και ενασβεστίωσης της οστεΐνης καθώς και οι παράγοντες που καθορίζουν και ελέγχουν τις διαδικασίες αυτές δεν έχουν πλήρως διαλευκανθεί.

Ιστολογικά δομικά χαρακτηριστικά

1. Τα κύτταρα της οστεΐνης

Οστεϊνοβλάστες

Είναι διαφοροποιημένα μεσεγχυματικά κύτταρα εξειδικευμένα στην σύνθεση και έκκριση κολλαγονούχων πρωτεϊνών, πρωτεογλυκανών και γλυκοζαμινογλυκανών που συνθέτουν το οργανικό υπόστρωμα της οστεΐνης. Είναι επιμήκη κύτταρα με μεγάλο βαθυχρωματικό πυρήνα ενώ το κυτταρόπλασμα τους παρουσιάζει προσεκβολές που αποτελούν τις αποφυάδες. Το κύτταρο είναι δυνατόν να φέρει μία αποφυάδα οπότε ονομάζεται μονοπολικό και προορίζεται για την παραγωγή της ακύτταρης οστεΐνης ή περισσότερες αποφυάδες οπότε ονομάζεται πολυπολικό και παράγει την κυτταροφόρο οστεΐνη. Η αποφυάδα είναι το εκκριτικό τμήμα του κυττάρου από την οποία εκκρίνεται στον εξωκυττάριο χώρο το οργανικό υπόστρωμα και συστατικά της θεμέλιας ουσίας της οστεΐνης. Επίσης, στις αποφυάδες των οστεϊνοβλαστών υπάρχουν κυστίδια με γλυκογόνο το οποίο σε συνδυασμό με την αλκαλική φωσφατάση συμβάλλουν στην ενασβεστίωση της οστεΐνης. Οι οστεϊνοβλάστες διαθέτουν στο κυτταρόπλασμα όλα τα απαραίτητα οργανίδια για την σύνθεση και έκκριση των πρωτεϊνών. Το σχήμα και η εμφάνισή τους μεταβάλλεται ανάλογα

με την λειτουργικό στάδιο στο οποίο βρίσκονται. Σύμφωνα με ερευνητικές μελέτες υπάρχουν ενδείξεις ότι μετά την ολοκλήρωση της διάπλασης της ρίζας του δοντιού οι οστεϊνοβλάστες προέρχονται από τα αρχέγονα κύτταρα του περιρριζίου. Όταν αρχίζει η ενασβεστίωση της θεμέλιας ουσίας οι οστεϊνοβλάστες εγκλωβίζονται στην σκληρή ενασβεστωμένη ουσία και μετατρέπονται σε οστεϊνοκύτταρα.

Οστεϊνοκύτταρα

Τα οστεϊνοκύτταρα παρουσιάζουν μικρή ποσότητα κυτταροπλάσματος και εμφανίζουν μικρότερη μεταβολική δραστηριότητα. Ο χώρος μέσα στον οποίο εγκλωβίζεται το σώμα του κυττάρου ονομάζεται οστεϊνική κοιλότητα και ο χώρος που καταλαμβάνει η αποφυάδα του οστεϊνοσωληνάριο. Η οστεΐνη δεν έχει αγγείωση οπότε η θρέψη και διατήρηση των οστεϊνοκυττάρων εξαρτάται από την διάχυση των θρεπτικών συστατικών από τον χώρο του περιρριζίου. Για τον λόγο αυτό οι αποφυάδες των οστεϊνοκυττάρων είναι προσανατολισμένες προς το περιρριζίο με σκοπό την απορρόφηση των συστατικών που τους είναι απαραίτητα. Με την πάροδο του χρόνου και την εναπόθεση περισσότερων στρωμάτων οστεΐνης, τα οστεϊνοκύτταρα απομονώνονται από το περιρριζίο, εκφυλίζονται και καταλείπουν κενές τις οστεϊνικές κοιλότητες.

Οστεϊνοκλάστες

Οι οστεϊνοκλάστες συμμετέχουν ενεργά στην διαδικασία απορρόφησης της οστεΐνης και εντοπίζονται σε περιοχές απορρόφησης της επιφανείας της.

2. Εξωκυττάρια θεμέλια ουσία

Στην οστεΐνη τα ανόργανα συστατικά (κ.β. 65%, κ.ο. 45%) απαντώνται κυρίως με την μορφή του υδροξυαπατίτη ενώ το οργανικό υπόστρωμα (κ.β. 23%, κ.ο. 33%) αποτελείται κυρίως από κολλαγόνες ίνες που διατρέχουν την μάζα της και ονομάζονται ενδογενείς ίνες. Οι ίνες αυτές αποτελούνται από κολλαγόνο τύπου I σε ποσοστό περίπου 80%, τύπου III σε ποσοστό 20% περίπου και ελάχιστο κολλαγόνο τύπου V.

Επίσης, στην οργανική θεμέλια ουσία περιλαμβάνονται το νερό (κ.β. 12%, κ.ο. 22%) και μη-κολλαγονούχα συστατικά όπως:

- i οι γλυκοπρωτεΐνες, μεταξύ των οποίων οι πιο σημαντικές είναι: α) η οστεοποντίνη, η οστεοκαλσίνη, η οστεονεκτίνη και η σιαλοπρωτεΐνη του οστού, οι οποίες εκφράζονται από τις οστεϊνοβλάστες, βρίσκονται στην κυτταροφόρο οστεΐνη και συμμετέχουν ενεργά στην διαδικασία της ενασβεστίωσης και β) η φμπρονεκτίνη και η τενανσκίνη, οι οποίες

απαντώνται σε υψηλές συγκεντρώσεις και παίζουν σημαντικό ρόλο στην προσκόλληση των κυττάρων με τα συστατικά της θεμέλιας ουσίας

- ii οι γλυκοζαμινογλυκάνες και κυρίως η θειική χονδροϊτίνη που βρίσκεται στην περιοχή γύρω από τα οστεϊνοκύτταρα
- iii το ένζυμο αλκαλική φωσφατάση που συμμετέχει στην ενασβεστίωση, και
- iv αρκετοί αυξητικοί παράγοντες όπως ο τροποποιητικός αυξητικός παράγοντας-β (transforming growth factor-β, TGF-β), ο προσομοιάζων στην ινσουλίνη αυξητικός παράγοντας I (insulin-like growth factor-I, IGF-I), ο βασικός ινοβλαστικός αυξητικός παράγοντας (b-fibroblast growth factor, b-FGF) και οι μορφογενετικές πρωτεΐνες του οστού (bone morphogenetic proteins, BMPs).

Τύποι – Ταξινόμηση της οστεΐνης

Η οστεΐνη ταξινομείται σε δύο μεγάλες ομάδες ανάλογα με την παρουσία κυττάρων στην μάζα της και με την σύσταση του οργανικού της υποστρώματος.

1. Ανάλογα με την παρουσία οστεϊνοκυττάρων:
 - i Ακύτταρη, η οποία εντοπίζεται στο αυχενικό και μέσο τριτημόριο της ρίζας και προηγείται στον σχηματισμό.
 - ii Κυτταροφόρο, η οποία εντοπίζεται στην ακρορριζική και μεσορριζική περιοχή και χαρακτηρίζεται από πιο γρήγορο ρυθμό σχηματισμού με αποτέλεσμα τον εγκλωβισμό των κυττάρων.
2. Ανάλογα με τα συστατικά του οργανικού υποστρώματος:
 - i Ακύτταρη χωρίς ίνες οστεΐνη, η οποία δεν περιέχει στην μάζα της κύτταρα και κολλαγόνες ίνες. Φαίνεται ότι αποτελεί αμιγές προϊόν των οστεϊνοβλαστών και εντοπίζεται στο αυχενικό τμήμα της ρίζας ενώ η λειτουργική της σημασία δεν είναι ακριβώς γνωστή.
 - ii Ακύτταρη με εξωγενείς ίνες οστεΐνη, η οποία καταλαμβάνει κυρίως το αυχενικό τριτημόριο της ρίζας. Είναι προϊόν των οστεϊνοβλαστών και των ινοβλαστών και εμφανίζεται αρκετά ανθεκτική εξαιτίας της πυκνότητας της ενασβεστωμένης ουσίας της. Παρουσιάζει μία σχεδόν λεία επιφάνεια στην οποία προσφύονται οι ίνες του Sharpey συμμετέχοντας αποτελεσματικά στην στήριξη του δοντιού.
 - iii Κυτταροφόρος μικτή στιβαδωτή οστεΐνη, η οποία αποτελεί την συνέχεια της ακύτταρης με εξωγενείς ίνες και καλύπτει το ακρορριζικό τριτημόριο της ρίζας καθώς και την περιοχή στο σημείο συμβολής των ριζών στα πολύρριζα δόντια. Συνίσταται από ένα υπόστρωμα κολλαγόνων ινών (ενδογενείς ίνες) ο χώρος μεταξύ των οποίων

καταλαμβάνεται από σκληρή ενασβεστωμένη ουσία. Είναι προϊόν των οστεϊνοβλαστών και των ινοβλαστών. Εναποτίθεται περιοδικά και κατά στρώματα μετά την διάπλαση των 2/3 της ρίζας. Παρουσιάζει μικρότερη περιεκτικότητα σε ανόργανα συστατικά και η επιφάνειά της καλύπτεται από ένα λεπτό στρώμα ακύτταρης με εξωγενείς ίνες οστεΐνης.

- iv Κυτταροφόρος με ενδογενείς ίνες οστεΐνη, η οποία βρίσκεται κυρίως σε περιοχές όπου παρατηρείται αναγέννηση ή απορρόφηση της ρίζας. Δεν φέρει εξωγενείς ίνες από το περιρρίζιο και επομένως δεν έχει συγκρατητική αποστολή αλλά μόνο επανορθωτική. Θεωρείται προϊόν αποκλειστικά των οστεϊνοβλαστών.
- v Ακύτταρη με ενδογενείς ίνες οστεΐνη, η οποία εκκρίνεται από τις μονοπολικές οστεϊνοβλάστες. Παρατηρείται αργή παραγωγή και εναπόθεση της θεμέλιας ουσίας με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η παγίδευση των κυττάρων και επομένως ο σχηματισμό των οστεϊνοκυττάρων.

Ένωση αδαμαντίνης-οστεΐνης

Είναι το σημείο όπου διαχωρίζεται η ανατομική μύλη από την ανατομική ρίζα του δοντιού. Έχουν περιγραφεί τρεις τρόποι ένωσης της αδαμαντίνης με την οστεΐνη:

1. Η οστεΐνη καλύπτει την αδαμαντίνη του δοντιού (είναι ο συνηθέστερος τρόπος και παρατηρείται στο 60% περίπου των περιπτώσεων)
2. Οι δύο ουσίες εφάπτονται (30% περίπου των περιπτώσεων)
3. Οι δύο ουσίες αφίστανται και αφήνουν εκτεθειμένη την οδοντίνη (10% περίπου των περιπτώσεων).

Φυσικές ιδιότητες της οστεΐνης

Η οστεΐνη έχει υποκίτρινη χροιά και είναι πιο μαλακή από οδοντίνη. Το πάχος της ποικίλλει στα διάφορα τμήματα της ρίζας και παρουσιάζεται παχύτερη στην ακρορριζική και μέση περιοχή και πιο λεπτή στην αυχενική. Δεν έχει αγγείωση ούτε νεύρωση και σχηματίζεται αργά σε όλη την διάρκεια της ζωής πράγμα που επιτρέπει την επαναπρόσφυση των ιών του περιρριζίου.

Η οστεΐνη εμφανίζει σχετική διαπερατότητα. Ιδιαίτερα, η κυτταροφόρος μικτή στιβαδωτή παρουσιάζεται έντονα διαπερατή σε υδατοδιαλυτές ουσίες οι οποίες διεισδύουν διαμέσου των οστεϊνικών κοιλοτήτων και των οστεϊνοσωληναρίων όπως και η ακύτταρη με εξωγενείς ίνες οστεΐνη είναι διαπερατή στις ίδιες χρωστικές οι οποίες διαχέονται μεταξύ των ιών του Sharpey. Επίσης, μεγαλομοριακές ενώσεις από το εξωτερικό περιβάλλον είναι

δυνατόν να διαπεράσουν την μάζα του ενασβεστιωμένου ιστού κυρίως εξαιτίας της παρουσίας των οστεϊνοκυττάρων τα οποία πριν την πλήρη εκφύλισή τους έχουν στραμμένες τις αποφυάδες τους προς τον χώρο του περιρριζίου για την άντληση θρεπτικών ουσιών.

Η παρατήρηση της οστεϊνης μικροσκοπικά αποκαλύπτει μία επιφάνεια με μικρές και μεγαλύτερες ανωμαλίες με την μορφή κοιλάνσεων και επαρμάτων κυρίως προς την ακρορριζική περιοχή. Στα μικρότερα επάρματα προσφύονται μεμονωμένες ίνες κολλαγόνου ενώ στα μεγαλύτερα προσφύονται δέσμες ινών. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι είτε τα επάρματα δημιουργούνται από την εναπόθεση περίσσειας οστεϊνης στα σημεία πρόσφυσης των ινών, είτε κατά την λειτουργία του δοντιού οι έλξεις στα σημεία πρόσφυσης των ινών δημιουργούν τα επάρματα και έτσι μεταξύ αυτών διαμορφώνονται οι κοιλάνσεις.

.Η μορφολογία της επιφάνειας της οστεϊνης έχει ιδιαίτερη κλινική σημασία στις διάφορες μορφές της περιοδοντικής νόσου. Κατά την δημιουργία των περιοδοντικών θυλάκων ή στις υφιστάσεις των ούλων οι κοιλάνσεις της οστεϊνης αποτελούν σημεία κατακράτησης περιοδοντοπαθογόνων μικροοργανισμών (οδοντική μικροβιακή πλάκα) καθώς και των τοξικών παραγώγων τους που δεν απομακρύνονται εύκολα και επομένως δεν ευνοείται η αναγέννηση ή ανάπλαση των περιοδοντικών ιστών. Επιπλέον, εξαιτίας της σχετικής διαπερατότητας που παρουσιάζει ο ιστός αυτός είναι δυνατόν να απορροφήσει αρκετά τοξικά προϊόντα των μικροβίων τα οποία προσχωρούν και εγκαθίστανται στην οδοντίνη όπου δημιουργείται μία δεξαμενή περιοδοντοπαθογόνων παραγόντων οι οποίοι σε αρκετές περιπτώσεις δυνατόν να παρεμβαίνουν αρνητικά στο αποτέλεσμα της περιοδοντικής θεραπείας.

Η οστεϊνη φυσιολογικά δεν είναι εκτεθειμένη στο μικροβιοβριθές στοματικό περιβάλλον καθώς καλύπτεται από τον συνδετικό ιστό των ούλων και του περιρριζίου. Σε παθολογικές όμως καταστάσεις εκτίθεται στον μικροβιακό παράγοντα και επιμολύνεται. Η οστεϊνη αυτή δεν εμφανίζει την φυσιολογική αναγεννητική ικανότητα που έχει ήδη περιγραφεί διότι οι οστεϊνοβλάστες που μεταναστεύουν από το περιρριζίο καταστρέφονται μόλις έρθουν σε επαφή με την διηθημένη επιφάνειά της.

Λειτουργίες της οστεϊνης

Η κύρια λειτουργία της οστεϊνης είναι η πρόσφυση των νεοπαραγόμενων κολλαγόνων ινών του περιρριζίου στην επιφάνειά της. Η πρόσφυση αυτή επιτυγχάνεται με την συνεχή και δια βίου εναπόθεση της οστεϊνης. Η ακύτταρη με εξωγενείς ίνες, η οποία επεκτείνεται και προς την ακρορριζική περιοχή καλύπτοντας την κυτταροφόρο μικτή στιβαδωτή, είναι αυτή που περισσότερο διεκπεραιώνει αυτή την λειτουργία. Παράγεται συνεχώς προοστεϊνη η

οποία καθώς ενασβεστιώνεται εγκλωβίζει παράλληλα και κολλαγόνες ίνες του περιρριζίου που διαπλέκονται με τις ενδογενείς ίνες δημιουργώντας με τον τρόπο αυτό μία σταθερή και μεγάλης αντοχής πρόσφυση. Επομένως, εξασφαλίζει την στήριξη και συγκράτηση του δοντιού.

Επιπλέον, η οστεΐνη προστατεύει την οδοντίνη της ρίζας και συμβάλλει ενεργά στις διαδικασίες επούλωσης με την σύνθεση προστεΐνης από τις οστεϊνοβλάστες όπως π.χ. στην επούλωση καταγμάτων ή ρωγμών της ρίζας.

Στις λειτουργίες της οστεΐνης περιλαμβάνεται και η διατήρηση των συγκλεισιακών σχέσεων των δοντιών. Οι συνεχείς αποτριβές των μασητικών επιφανειών που επισυμβαίνουν ως συνέπεια της λειτουργίας του δοντιού, αντισταθμίζονται από την συνεχή ανατολή των δοντιών με την εναπόθεση νέας οστεΐνης στη ακρορριζική περιοχή.

Απορρόφηση της ρίζας

Σε αρκετές περιπτώσεις περιορισμένης έκτασης βλάβη στο περιρριζίο ή την επιφάνεια της ρίζας (οξύς οδοντικός τραυματισμός, εφαρμογή υπερβολικών δυνάμεων κατά την ορθοδοντική μετακίνηση) οδηγεί σε απορρόφηση της οστεΐνης η οποία είναι δυνατόν να επεκταθεί έως την οδοντίνη. Ιστολογικά, παρατηρείται αποδόμηση των κολλαγόνων ινών από τις ινοβλάστες αλλά και τις μεταλλοπρωτεΐνάσες που είναι ένζυμα τα οποία παράγονται σε φλεγμονώδεις εξεργασίες (βλέπε λειτουργίες ινοβλάστης στο κεφάλαιο 'περιρριζίο'). Οι διαδικασίες αυτές έχουν ως αποτέλεσμα την απελευθέρωση παραγόντων οι οποίοι ενεργοποιούν την διαφοροποίηση και πρόσφυση των οστεϊνοκλαστών. Το στάδιο αυτό ακολουθείται από μία φάση επανόρθωσης όπου νέα οστεΐνη (κυτταροφόρος με ενδογενείς ίνες και κυτταροφόρος μικτή στιβαδωτή) εναποτίθεται στην περιοχή της βλάβης. Οι νέες κολλαγόνες ίνες που παράγονται είτε συνενώνονται είτε συντήκονται με τις παλιές ίνες. Σύμφωνα με ερευνητικές παρατηρήσεις απαιτούνται 6-8 εβδομάδες προκειμένου να καλυφθεί η βλάβη της επιφάνειας της οστεΐνης οπότε αποκαθίσταται πλήρως και η πρόσφυση των ινών του περιρριζίου.

ΟΥΛΑ

Τα υγιή ούλα είναι συνέχεια του στοματικού βλεννογόνου και καλύπτουν το τμήμα του δοντιού που προεξέχει της φατνιακής απόφυσης γύρω από τον ανατομικό αυχένα.

Με την ολοκλήρωση της ανατολής του δοντιού αποκαθίσταται μία σταθερή σχέση μεταξύ των ούλων, του δοντιού και του φατνιακού οστού. Οι επιθηλιακοί ιστοί προσφύονται στην επιφάνεια του δοντιού μέσω του προσπεφυκώτος επιθηλίου το οποίο, όταν οι περιοδοντικοί ιστοί είναι υγιείς, βρίσκεται συνήθως στην ένωση αδαμαντίνης-οστεΐνης ή μυλικότερα αυτής.

Ανατομικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά των ούλων

Από ανατομικής και μορφολογικής πλευράς τα ούλα διακρίνονται σε ελεύθερα, προσπεφυκώτα και μεσοδόντια ούλα.

Ελεύθερα ούλα. Τα ελεύθερα ούλα αποτελούν συνέχεια των προσπεφυκώτων ούλων προς την μύλη του δοντιού και καταλήγουν σε οξύ άκρο, την παρυφή των ούλων. Περιβάλλουν το δόντι χωρίς να προσφύονται σ' αυτό δημιουργώντας ένα σχισμοειδή χώρο που ονομάζεται ουλοδοντική σχισμή.

Προσπεφυκώτα ούλα. Τα προσπεφυκώτα ούλα προσφύονται σταθερά στο οστόν της φατνιακής απόφυσης χωρίς την παρεμβολή υποβλεννογόνιου χιτώνα και εκτείνονται από τα ελεύθερα ούλα έως τον στοματικό βλεννογόνο. Χωρίζονται από τα ελεύθερα ούλα με την αβαθή αύλακα των ελευθέρων ούλων και από τον στοματικό βλεννογόνο με την ουλοβλεννογόνια ένωση. Η επιφάνειά τους δεν είναι λεία όπως των ελευθέρων ούλων αλλά παρουσιάζει στίξεις (εμφάνιση φλοιού πορτοκαλιού) οι οποίες αποδίδονται είτε στην έλξη που ασκούν στα ούλα οι ίνες του υποκείμενου συνδετικού ιστού κατά την πρόσφυσή τους στο φατνιακό οστόν είτε στην παρουσία των προσεκβολών του υποκείμενου συνδετικού ιστού προς το επιθήλιο των ούλων. Η απουσία των στίξεων δεν είναι σημείο νόσου και αντίθετα η παρουσία τους δεν αποτελεί απαραίτητα σημείο υγείας των ούλων. Η ουλοβλεννογόνια ένωση είναι ένα σταθερό σημείο και πιθανότατα γενετικά προκαθορισμένο. Το εύρος των προσπεφυκώτων ούλων ποικίλλει ανάλογα με το δόντι και κυμαίνεται από 1 έως 6 mm. Συνήθως, είναι μεγαλύτερο στην άνω γνάθο στην παρειακή επιφάνεια των τομέων και μικρότερο στους κυνόδοντες και τους πρώτους προγομφίους της κάτω γνάθου. Η παρουσία των προσπεφυκώτων ούλων είναι απαραίτητη για την διατήρηση της φυσιολογικής μορφολογίας αλλά και της υγείας των περιοδοντικών ιστών. Όταν το εύρος των προσπεφυκώτων είναι μικρότερο από 1 mm ο κίνδυνος εμφάνισης κάποιου

ουλοβλεννογόνιου προβλήματος ή ανάπτυξης κάποιας μορφής περιοδοντικής νόσου είναι μεγαλύτερος.

Μεσοδόντια ούλα. Τα μεσοδόντια ούλα είναι τα ελεύθερα ούλα μεταξύ των παρακείμενων δοντιών που επιμηκύνονται παρειακά και γλωσσικά και σχηματίζουν την μεσοδόντια θηλή. Μεταξύ της παρειακής και της γλωσσικής ή υπερώιας θηλής παρατηρείται μία κοίλανση της μεσοδόντιας περιοχής που ονομάζεται ουλική καμάρα. Ανάλογα με την μορφολογία των παρακείμενων δοντιών, το μέγεθός τους και το σημείο επαφής τους διαμορφώνεται στο σχήμα της μεσοδόντιας θηλής και της ουλικής καμάρας.

Ιστολογικά χαρακτηριστικά των ούλων

Ιστολογικά, τα ούλα αποτελούνται από το επιθήλιο και τον υποκείμενο ινώδη συνδετικό ιστό ή χόριο των ούλων, ενώ μεταξύ των δύο αυτών ιστών υπάρχει η βασική μεμβράνη.

Το επιθήλιο αποτελείται κατεξοχήν από κύτταρα των οποίων η διάταξη και οι τοπικές μορφολογικές ιδιαιτερότητες αντανakλούν την προσαρμογή του ιστού στο δόντι και το υποκείμενο οστόν. Το επιθήλιο των ούλων διακρίνεται σε 3 τύπους: το στοματικό επιθήλιο, το καταδυσόμενο επιθήλιο και το προσπεφυκός επιθήλιο. Το στοματικό επιθήλιο εκτείνεται από την ουλοβλεννογόνια ένωση έως την παρυφή των ούλων. Το καταδυσόμενο επιθήλιο επενδύει την ουλοδοντική σχισμή και από την παρυφή των ούλων έως τον πυθμένα της. Το προσπεφυκός επιθήλιο εκτείνεται από τον πυθμένα της ουλοδοντικής σχισμής έως 2 mm περίπου μυλικά της φατνιακής ακρολοφίας και προσφύεται σταθερά στην επιφάνεια του δοντιού. Τα τρία αυτά είδη του επιθηλίου χαρακτηρίζονται από φαινοτυπικές διαφορές, από διαφορές στην μικροσκοπική τους δομή αλλά και την προέλευσή τους. Έτσι, το μη κερατινοποιημένο προσπεφυκός επιθήλιο προέρχεται από το όργανο της αδαμαντίνης ενώ το μη κερατινοποιημένο καταδυσόμενο και το κερατινοποιημένο στοματικό επιθήλιο προέρχονται από τον βλεννογόνο του στόματος.

Ο συνδετικός ιστός απαρτίζεται κυρίως από ένα καλά οργανωμένο δίκτυο κολλαγόνων και μη-κολλαγονούχων ινών, αυξητικούς παράγοντες, ανόργανα στοιχεία, λιπίδια και νερό.

Διαχωριστικό όριο μεταξύ του επιθηλίου και του συνδετικού ιστού όπως αναφέρθηκε είναι η βασική μεμβράνη η οποία χαρακτηρίζεται από κυματοειδή πορεία διότι ακολουθεί τις προσεκβολές του συνδετικού ιστού στο επιθήλιο (θηλές χορίου) και τις αντίστοιχες προσεκβολές του επιθηλίου μεταξύ των θηλών του χορίου (μεσοθηλαία εκβλαστήματα).

Ανάπτυξη του προσπεφυκώτος επιθηλίου

Κατά την διάρκεια της ανατολής του δοντιού και όσο αυτό πλησιάζει το στοματικό επιθήλιο, σχηματίζεται το λεπτυνθέν επιθήλιο της αδαμαντίνης από τις στιβάδες του οργάνου της αδαμαντίνης του οδοντικού σπέρματος. Στα τελευταία στάδια της διαδικασίας, το λεπτυνθέν επιθήλιο συγχωνεύεται με το στοματικό επιθήλιο, τροποποιείται και έτσι αποκαθίσταται η οδοντο-ουλική ένωση με τον σχηματισμό του προσπεφυκώτος επιθηλίου. Το προσπεφυκώτος επιθήλιο διατηρεί μία απευθείας πρόσφυση στην επιφάνεια του δοντιού. Μόλις τα επιθηλιακά κύτταρα του προσπεφυκώτος επιθηλίου έλθουν σε επαφή με την οδοντική επιφάνεια παράγουν ένα είδος βασικής μεμβράνης και παραμένουν αγκιστρωμένα σ' αυτή με την βοήθεια πολυάριθμων ημιδεσμοσωμάτων. Με τον τρόπο αυτό τα κύτταρα της βασικής στιβάδας του προσπεφυκώτος επιθηλίου διαχωρίζονται από τον υποκείμενο συνδετικό ιστό διαμέσου μίας βασικής μεμβράνης όπως συμβαίνει και στο στοματικό επιθήλιο με την διαφορά ότι στο προσπεφυκώτος επιθήλιο το διαχωριστικό αυτό όριο ακολουθεί ομαλή πορεία διότι δεν υπάρχουν τα μεσοθηλαία εκβλαστήματα.

Δομή και σύνθεση του επιθηλίου των ούλων

Σύνδεση των επιθηλιακών κυττάρων

Η σημαντική ικανότητα του επιθηλίου να λειτουργεί ως προστατευτικός φραγμός καθορίζεται και εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την σταθερότητα του επιθηλιακού ιστού που επιτυγχάνεται με την στενή επαφή και σύνδεση των κυττάρων του. Τα κύτταρα του επιθηλίου συνδέονται μεταξύ τους με διαφορετικούς σχηματισμούς που κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

- i. Δεσμοσωμάτια. Είναι σχηματισμοί στους οποίους εμπλέκονται ενεργά οι κυτταροπλασματικές μεμβράνες των παρακείμενων κυττάρων. Στα συγκεκριμένα σημεία επαφής των κυττάρων, παρατηρείται μία πύκνωση της μεμβράνης η οποία ονομάζεται πλάκα πρόσφυσης και σε αυτήν εισέρχονται οι δέσμες των τονοϊνιδίων από το κυτταρόπλασμα του κάθε κυττάρου. Η πλάκα πρόσφυσης χαρακτηρίζεται από την παρουσία μίας εξειδικευμένης πρωτεΐνης, την δεσμοπλακίνη, η οποία φαίνεται ότι συμβάλλει σημαντικά στην δημιουργία αυτού του σχηματισμού. Τα ινίδια αυτά σχηματίζουν αγκύλες μέσα στην πλάκα πρόσφυσης και εξέρχονται πάλι προς το κυτταρόπλασμα του ίδιου κυττάρου χωρίς επομένως να διασχίζουν τον μεσοκυττάριο χώρο και προσχωρούν στο γειτονικό κύτταρο. Κάθε τέτοιος σχηματισμός που αντιστοιχεί σε ένα κύτταρο ονομάζεται ημιδεσμοσωμάτιο και απαιτούνται δύο, ένας σε κάθε κύτταρο, ώστε να δημιουργηθεί το δεσμοσωμάτιο και να συνδεθούν τα κύτταρα μεταξύ

τους. Η σύνδεση των κυτάρων της βασικής στιβάδας του επιθηλίου με την βασική μεμβράνη γίνεται με τα ημιδεσμοσωμάτια. Τα δεσμοσωμάτια, τα ημιδεσμοσωμάτια και τα τονοϊνίδια αποτελούν έναν μηχανικό σύνδεσμο ο οποίος κατανέμει και απορροφά τις δυνάμεις που εφαρμόζονται στο επιθήλιο.

- ii. Χασματικές συνάψεις. Η σύνδεση των κυττάρων με χασματικές συνάψεις υποδηλώνει την δυνατότητα ανταλλαγής ιόντων και μικρών μορίων μεταξύ των κυττάρων αυτών.
- iii. Κλειστές συνάψεις. Δεν απαντώνται πολύ συχνά μεταξύ των επιθηλιακών κυττάρων. Στο σημείο επαφής των κυττάρων, οι κυτταροπλασματικές μεμβράνες έρχονται σε απόλυτη επαφή, συντήκονται και δεν επιτρέπεται καμία διακυτταρική επικοινωνία.

Στοματικό επιθήλιο

Το στοματικό επιθήλιο των ούλων είναι πολύστιβο πλακώδες και αποτελείται από 4 στιβάδες κυττάρων (από το όριο με τον υποκείμενο συνδετικό ιστό προς την εξωτερική επιφάνεια): την βασική, την ακανθωτή, την κοκκώδη και την κερατίνη.

Βασική στιβάδα. Τα κύτταρα της βασικής στιβάδας έχουν σχήμα κυβοειδές με ευμεγέθη πυρήνα και επικάθονται στην βασική μεμβράνη. Από τα κύτταρα της στιβάδας αυτής ανανεώνεται όλος ο επιθηλιακός κυτταρικός πληθυσμός γι' αυτό συχνά αναφέρεται και ως βλαστική στιβάδα. Με μιτωτικές διαιρέσεις των κυττάρων προκύπτουν τα θυγατρικά κύτταρα τα οποία διαφοροποιούνται καθώς προχωρούν προς την εξωτερική επιφάνεια. Ο συνολικός χρόνος ανανέωσης είναι 11-12 ημέρες περίπου. Στο κυτταρόπλασμα των κυττάρων αυτών υπάρχει ένα ενδοπλασματικό δίκτυο και μία συσκευή Golgi όχι πολύ καλά αναπτυγμένα και επιπλέον χαρακτηριστική είναι και η ύπαρξη ινιδίων (τονοϊνίδια) τα οποία δημιουργούνται από πρωτεΐνες που συντίθενται στα ριβοσώματα και ονομάζονται κερατίνες. Στην κυτταροπλασματική τους μεμβράνη η οποία αποτελείται από πρωτεΐνες, εκφράζονται αρκετοί ορμονικοί υποδοχείς και περιέχεται και το ένζυμο $\text{Na}^+\text{K}^+\text{ATPάση}$ το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο στην μετακίνηση των ιόντων Na και K από το κύτταρο προς τον εξωκυττάριο χώρο και αντίστροφα.

Ακανθωτή στιβάδα. Η στιβάδα αυτή είναι η ευρύτερη του επιθηλίου. Μετά την βασική στιβάδα το σχήμα των κυττάρων γίνεται ακανόνιστο και πολυεδρικό και ο πυρήνας τους αποκτά μικρότερο όγκο με ομαλό περίγραμμα. Τα οργανίδια του κυτταροπλάσματος παραμένουν ίδια ενώ τα τονοϊνίδια παρουσιάζονται αυξημένα. Στον μεσοκυττάριο χώρο υπάρχουν γλυκοζαμινογλυκάνες και τα κερατινοσώματα ή σωματίδια του Odland τα οποία είναι μικροί σχηματισμοί που προέρχονται από την συσκευή Golgi.

Κοκκώδης στιβάδα. Αποτελείται από 5-8 στίχους αποπεπλατυσμένων κυττάρων με τον επιμήκη άξονά τους παράλληλο με την εξωτερική επιφάνεια. Οι μεσοκυττάριοι χώροι είναι ευρύτεροι και στο κυτταρόπλασμα των κυττάρων παρατηρούνται τα κοκκία κερατοϋαλίνης των οποίων η λειτουργία αν και δεν έχει πλήρως διευκρινισθεί πιστεύεται ότι παίζουν ρόλο στην διαφοροποίηση και κερατινοποίηση των κυττάρων της στιβάδας αυτής.

Κερατίνη στιβάδα. Τα κύτταρα διατάσσονται σε 5-10 στίχους, είναι εξαιρετικά αποπεπλατυσμένα, συχνά δεν έχουν πυρήνα και το κυτταρόπλασμά τους στερείται οργανιδίων. Έτσι, τα κύτταρα νεκρώνονται και αποπίπτουν στο στοματικό περιβάλλον. Είναι δυνατόν κάποια κύτταρα να διατηρούν τον πυρήνα τους οπότε το επιθήλιο χαρακτηρίζεται ως παρακερατινοποιημένο, ενώ στην αντίθετη περίπτωση ως ορθοκερατινοποιημένο. Η κερατίνη στιβάδα είναι υπεύθυνη για την προστασία των ούλων από τα μηχανικά ερεθίσματα και το εύρος ποικίλλει ανάλογα με την περιοχή.

Μη επιθηλιακά κύτταρα του επιθηλίου των ούλων

Εκτός από τα επιθηλιακά υπάρχουν και μη επιθηλιακά κύτταρα όπως είναι:

- i. τα κύτταρα Merkel, τα οποία εντοπίζονται κυρίως μεταξύ των κυττάρων της βασικής στιβάδας και σχετίζονται με τις ενδοεπιθηλιακές απολήξεις των νεύρων και την αίσθηση της πίεσης
- ii. τα κύτταρα Langerhans, τα οποία χαρακτηρίζονται από δενδριτική μορφολογία και κατέχουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ανοσολογική απόκριση του οργανισμού έναντι του μικροβιακού παράγοντα. Αναγνωρίζουν τα αντιγόνα και τα παρουσιάζουν στα T-λεμφοκύτταρα τα οποία με την σειρά τους ενεργοποιούνται. Κατά την διάρκεια των φλεγμονωδών διεργασιών παρατηρούνται διαφορές ως προς την πυκνότητα και εμφάνισή τους
- iii. τα μελανοκύτταρα τα οποία προέρχονται από την νευρική ακρολοφία ενώ ο ακριβής ρόλος τους δεν διευκρινισθεί. Παράγουν σημαντική ποσότητα μελανίνης προσδίδοντας στα ούλα χαρακτηριστική μελανή απόχρωση.

Καταδύομενο επιθήλιο

Το καταδύομενο επιθήλιο διαφέρει από το στοματικό διότι είναι λιγότερο ή καθόλου κερατινοποιημένο και δεν εμφανίζει μεσοθηλαία εκβλαστήματα. Τα κύτταρά του διατάσσονται σε τρεις στιβάδες: την βασική, την ινιδιακή και την στιβάδα επιφανείας. Επίσης, εμφανίζει αυξημένη διαπερατότητα σε υδατοδιαλυτές ουσίες όπως και αυξημένη δραστηριότητα λυσοσωματίων ενώ δεν περιέχει κοκκία κερατοϋαλίνης.

Προσπεφυκός επιθήλιο

Το προσπεφυκός επιθήλιο είναι μη κερατινοποιημένο και περιβάλλει το δόντι στην επιφάνεια του οποίου προσφύεται μέσω ημιδεσμοσωματίων. Διαφέρει σημαντικά από το στοματικό επιθήλιο και το εύρος του κυμαίνεται από λίγα κύτταρα στην πιο ακρορριζική του περιοχή έως 15-30 κύτταρα στην μυλικότερη περιοχή του. Τα κύτταρα της βασικής στιβάδας πολλαπλασιάζονται με ταχύ ρυθμό και η ανανέωση του κυτταρικού του πληθυσμού χρειάζεται 5-6 ημέρες. Η ένωση της στιβάδας αυτής με τον υποκείμενο συνδετικό ιστό γίνεται με την παρεμβολή της βασικής μεμβράνης και έχει ομαλή πορεία. Οι μεσοκυττάριοι χώροι είναι ευρύτεροι με έντονη την παρουσία ουδετερόφιλων πολυμορφοπύρηνων των οποίων ο αριθμός αυξάνεται σημαντικά με την συσσώρευση μικροβιακής πλάκας στην περιοχή και επομένως την εμφάνιση φλεγμονής.

Μεσοκυττάρια ουσία του επιθηλίου των ούλων

Τα κύτταρα του επιθηλίου είναι διατεταγμένα το ένα δίπλα στο άλλο σε στενή σχέση και έτσι παρατηρείται μικρός μεσοκυττάριος χώρος. Το εύρος του μεσοκυττάριου διαστήματος ποικίλλει με το προσπεφυκός επιθήλιο να διαθέτει τους πιο ευρείς μεσοκυττάριους χώρους και επομένως να εμφανίζει αυξημένη διαπερατότητα.

Η μεσοκυττάρια ουσία του επιθηλίου των ούλων δεν έχει μελετηθεί πλήρως. Είναι όμως γνωστό ότι αποτελείται από διάφορες γλυκοπρωτεΐνες, πρωτεογλυκάνες, λιπίδια και νερό.

Γενικά, η εξωκυττάρια ουσία του επιθηλίου παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην προσκόλληση των κυττάρων, στην προσκόλληση στην οδοντική επιφάνεια και την βασική μεμβράνη, επίσης, στην ρύθμιση της διάχυσης του νερού, των θρεπτικών συστατικών και των τοξικών προϊόντων (αντιγόνα, μικροβιακοί μεταβολίτες) διαμέσου του επιθηλίου των ούλων.

Λειτουργίες του επιθηλίου των ούλων

Το επιθήλιο των ούλων εξαιτίας της θέσης που κατέχει εκπληρώνει πολύ σημαντικές προστατευτικές και αμυντικές λειτουργίες. Τα επιθηλιακά κύτταρα δεν είναι παθητικά συστατικά των περιοδοντικών ιστών αλλά είναι μεταβολικά ενεργή και ικανά να αντιδρούν στα εξωτερικά ερεθίσματα με την σύνθεση ιντερλευκινών, μορίων πρόσφυσης, αυξητικών παραγόντων και ενζύμων. Με την συσσώρευση της μικροβιακής πλάκας στην ουλοδοντική σχισμή, ανιχνεύεται στα επιθηλιακά κύτταρα μία υπερ-έκφραση των μορίων που είναι υπεύθυνα για την κυτταρική προσκόλληση (ICAM-1) όπως επίσης και των κυτοκινών (IL-

1β, IL-8) οι οποίες εμπλέκονται στην στρατολόγηση και την μετανάστευση των ουδετερόφιλων πολυμορφοπύρηνων. Επιπλέον, τα επιθηλιακά κύτταρα παράγουν ισχυρά αντιμικροβιακά πεπτιδία για την προστασία των ιστών έναντι της φλεγμονής. Αυτά τα πεπτιδία ονομάζονται β-αμυντίνες (β-defensins) και φαίνεται ότι δρουν σε συνδυασμό με άλλους αμυντικούς μηχανισμούς για την αντιμετώπιση της μικροβιακής πρόκλησης δημιουργώντας έτσι μία πρώτη γραμμή άμυνας.

Επομένως, το επιθήλιο αποτελεί ένα πολύ σημαντικό μεσολαβητικό παράγοντα για την έναρξη και την ρύθμιση της ανοσιακής απάντησης του ξενιστή στους περιοδοντοπαθογόνους μικροοργανισμούς.

Επούλωση και ανάπλαση του επιθηλίου των ούλων

Το επιθήλιο των ούλων επιδεικνύει μία σημαντική ικανότητα επούλωσης και ανάπλασης. Φυσιολογικά, τα κύτταρα της βασικής στιβάδας παραμένουν σε επαφή με την βασική μεμβράνη. Σε περίπτωση όμως βλάβης του επιθηλίου (π.χ. λύση της συνεχείας του), τα κύτταρα σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, αρχίζουν να μετακινούνται με σκοπό να καλύψουν την επιφάνεια του συνδετικού ιστού που είναι εκτεθειμένη. Άθικτα επιθηλιακά κύτταρα που προκύπτουν από την βασική στιβάδα μεταναστεύουν επηρεαζόμενα από το χημειοτακτικό ερέθισμα που προκαλούν τοπικά εκλυόμενοι παράγοντες όπως ο αυξητικός παράγοντας των αιμοπεταλίων AA και AB, η φιμπρονεκτίνη και άλλες κυτοκίνες. Όπως μετακινούνται τα κύτταρα, δημιουργούνται νέα ημιδεσμοσωμάτια και βασική μεμβράνη σε αντικατάσταση της προηγούμενης.

Βασική μεμβράνη

Η βασική μεμβράνη είναι το διαχωριστικό όριο μεταξύ επιθηλίου και συνδετικού και έχει κυματοειδή πορεία ακολουθώντας τις επιθηλιακές προσεκβολές στον συνδετικό ιστό. Είναι μεσεγγυματικής προέλευσης και αποτελείται κυρίως από κολλαγόνο τύπου IV και V καθώς και από γλυκοπρωτεΐνες, πρωτεογλυκάνες και λαμινίνη. Η παρατήρηση με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έδειξε ότι η βασική μεμβράνη είναι ένα σύνολο των εξής τεσσάρων στοιχείων: α) οι κυτταροπλασματικές μεμβράνες των κυττάρων της βασικής στιβάδας με τα ημιδεσμοσωμάτια, β) μία διαυγής περιοχή με εύρος 30-50 nm που ονομάζεται διαυγής ζώνη γ) μία πυκνωτική περιοχή με εύρος 30-60 nm που ονομάζεται πυκνή ζώνη και δ) μία δικτυωτή περιοχή που περιλαμβάνει λεπτότατες ζώνες συνδετικού ιστού με κολλαγονούχες και μη-κολλαγονούχες πρωτεΐνες. Ινίδια από τα επιθηλιακά κύτταρα της βασικής στιβάδας, που ονομάζονται ινίδια αγκυρώσεως, διεισδύουν στην διαυγή ζώνη,

εκτείνονται έως την πυκνή ζώνη και κατόπιν διεισδύουν στον συνδετικό ιστό, διαπλέκονται με τις κολλαγόνες ίνες του, σχηματίζουν μικρές αγκύλες και επιστρέφουν πίσω στην πυκνή ζώνη. Σε αρκετές περιπτώσεις τα ινίδια αγκυρώσεως συνδέονται επιπλέον και με μικροϊνίδια της δικτυωτής περιοχής η οποία συνήθως παρουσιάζεται ασταθής και ευμετάβλητη. Η διαπλοκή αυτή των ινιδίων και των ινών ταυτόχρονα με την παρουσία των ημιδεσμοσωματίων εξασφαλίζει ένα ισχυρό σύστημα σύνδεσης των δύο ιστών, δηλαδή του επιθηλίου και του συνδετικού ιστού, συμβάλλοντας στην διατήρηση της αρχιτεκτονικής τους. Επίσης, η βασική μεμβράνη είναι ένας εκλεκτικός φραγμός επιτρέποντας την διέλευση των μορίων που απαιτούνται για τον μεταβολισμό των κυττάρων του επιθηλίου.

Δομή και σύνθεση του συνδετικού ιστού των ούλων

Ο πυκνός ινώδης συνδετικός ιστός βρίσκεται κάτω από το επιθήλιο των ούλων και έρχεται σε επαφή με το φατνιακό οστόν και την οστεΐνη της ρίζας του δοντιού. Αποτελείται από κύτταρα, ίνες, εξωκυττάρια ουσία, αιμοφόρα και λεμφοφόρα αγγεία και νεύρα.

Κύτταρα του συνδετικού ιστού

Ινοβλάστες

Οι ινοβλάστες του συνδετικού ιστού των ούλων είναι μεσεγγυματικής προέλευσης και παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη, διατήρηση και επούλωση του ιστού. Τα κύτταρα αυτά είναι πλήρως διαφοροποιημένα και αρχικά θεωρείτο ότι συμμετέχουν μάλλον παθητικά στις λειτουργικές απαιτήσεις του ιστού. Πρόσφατες μελέτες όμως έδειξαν ότι τα φαινοτυπικά τους χαρακτηριστικά τους επιτρέπουν να ανταποκρίνονται στις διάφορες κυτοκίνες και τους αυξητικούς παράγοντες και επομένως να παίζουν σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό του ιστού. Η κύρια λειτουργία τους είναι η σύνθεση των συστατικών της εξωκυττάριας ουσίας του συνδετικού ιστού.

Οι ουλικές ινοβλάστες εμφανίζονται με επιμηκυμένο σχήμα ή σχήμα άκανθας που δικαιολογεί και το υψηλό επίπεδο συνθετικής δραστηριότητάς τους. Στο κυτταρόπλασμα τους περιέχουν άφθονο τραχύ ενδοπλασματικό δίκτυο, καλά ανεπτυγμένη συσκευή Golgi, μιτοχόνδρια και διάσπαρτα μικροϊνίδια τα οποία γίνονται περισσότερα όταν το κύτταρο ενεργοποιείται προς μετακίνηση. Συνήθως οι ινοβλάστες είναι απομονωμένες η μία από την άλλη και περιβάλλονται από κολλαγόνο και γλυκοπρωτεΐνες. Όταν βρίσκονται σε επαφή αναπτύσσουν εξειδικευμένα συμπλέγματα σύνδεσης με χασματικές συνάψεις και συνάψεις προσκόλλησης. Επίσης, έχουν την ικανότητα να προσκολλώνται στα συστατικά του περιβάλλοντός τους με την βοήθεια μίας ομάδας πρωτεϊνών που υπάρχουν στην

κυτταροπλασματική μεμβράνη τους και ονομάζονται ιντεγκρίνες. Οι ιντεγκρίνες ενδοκυτταρικά ενώνονται με τον κυτταροσκελετό και εξωκυτταρικά με γλυκοπρωτεϊνικά μόρια πρόσφυσης τα οποία με την σειρά τους συνδέονται με τα συστατικά του κολλαγόνου. Η ικανότητα αυτή της πρόσφυσης των ινοβλαστών όπως και της χημειοταξίας είναι δυο πολύ σημαντικές ιδιότητες κατά την διαδικασία του μεταβολισμού και της επούλωσης του συνδετικού ιστού. Όταν οποιαδήποτε βλάβη συμβεί στους ιστούς η επούλωση απαιτεί την στρατολόγηση των κυττάρων και την μετακίνησή τους στην περιοχή της βλάβης προκειμένου να αρχίσουν οι απαραίτητες διεργασίες. Κατά την μετακίνησή τους με την επίδραση διαφόρων χημειοτακτικών παραγόντων από το μικρο-περιβάλλον, οι ινοβλάστες επιμηκύνονται και προβάλλουν μικρές κυτταροπλασματικές προεκβολές οι οποίες προσκολλώνται στο υπόστρωμα. Με την αλληλεπίδραση των ιντεγκρινών και της θεμέλιας ουσίας επέρχεται μία ανακατανομή της μυοσίνης και των ινιδίων ακτίνης (πρωτεΐνες υπεύθυνες για την συσταλτικότητα των ινοβλαστών) στο κυτταρόπλασμα και το κύτταρο είναι ικανό να μετακινηθεί. Η χημειοτακτική συμπεριφορά των ουλικών ινοβλαστών έχει μελετηθεί αρκετά και βρέθηκαν περίπου 10 διαφορετικά είδη χημειοτακτικών παραγόντων πολλοί από τους οποίους βρίσκονται εν αφθονία κατά την διάρκεια των φλεγμονωδών διεργασιών.

Οι ινοβλάστες συμμετέχουν στην αποδόμηση και αναδόμηση του συνδετικού ιστού μέσω της φαγοκυττάρωσης του κολλαγόνου και της έκκρισης της κολλαγενάσης. Είναι ένας επίσης σημαντικός μηχανισμός με τον οποίο οι ιστοί διατηρούν το σχήμα τους, την δομή και λειτουργία τους. Οι ινοβλάστες γενικώς αλλά και οι ουλικές παράγουν μία σειρά μεταλλοπρωτεϊνών (δηλ. ενζύμων) ικανών να αποδομήσουν το κολλαγόνο, τις πρωτεογλυκάνες και τα άλλα συστατικά της μεσοκυττάριας ουσίας. Τα ένζυμα αυτά σε συνδυασμό με τους αναστολείς τους ελέγχουν και ρυθμίζουν την ομοιοστασία των ιστών. Εάν για οποιοδήποτε λόγο η ισορροπία αυτή διαταραχθεί τότε αυξάνεται ή μειώνεται ο συνδετικός ιστός με αποτέλεσμα την διόγκωση ή την καταστροφή του.

Νέες ινοβλάστες προέρχονται από τον πολλαπλασιασμό και την διαφοροποίηση των αδιαφοροποίητων μεσεγχυματικών κυττάρων που βρίσκονται περιαγγειακά.

Μαστοκύτταρα

Τα μαστοκύτταρα βρίσκονται διάσπαρτα στον συνδετικό ιστό των ούλων κυρίως περιαγγειακά. Είναι μεγάλα κύτταρα των οποίων ο πυρήνας τους καθίσταται δυσδιάκριτος εξαιτίας της παρουσίας χαρακτηριστικών πολυάριθμων κοκκίων στο κυτταρόπλασμά τους τα οποία περιέχουν ισταμίνη, ηπαρίνη και πρωτεολυτικά ένζυμα. Τα μαστοκύτταρα

ενεργοποιούν τις φλεγμονώδεις διεργασίες και είναι υπεύθυνα για τις αντιδράσεις ‘αμέσου υπερευαισθησίας’ που αναπτύσσονται στον άνθρωπο μετά την επίδραση του αντιγόνου. Εκκρίνουν ισταμίνη οπότε προκαλούν διαστολή και αυξημένη διαπερατότητα των αγγείων καθώς και χημειοτακτικούς παράγοντες για τα ουδετερόφιλα και τα ηωσινόφιλα.

Μακροφάγα

Τα μακροφάγα προέρχονται από την ωρίμανση στους ιστούς των μονοκυττάρων του αίματος. Εντοπίζονται και στους υγιείς περιοδοντικούς ιστούς σε μικρότερο όμως αριθμό. Δεν διαχωρίζονται εύκολα από τις ινοβλάστες κατά την παρατήρηση με το οπτικό μικροσκόπιο. Διαθέτουν έναν μικρότερο αλλά πιο πυκνό πυρήνα και ένα όχι καλά ανεπτυγμένο ενδοπλασματικό δίκτυο. Στο κυτταρόπλασμά τους χαρακτηριστική είναι η παρουσία φαγοσωμάτων και λυσοσωματικών σωληνίσκων που εξυπηρετούν τον κύριο ρόλο τους ο οποίος είναι η φαγοκυττάρωση και απομάκρυνση του προσβεβλημένου ιστού, των βακτηρίων και των ξένων σωματίων. Επιπλέον, τα μακροφάγα επεξεργάζονται και παρουσιάζουν το αντιγόνο στα Τ-λεμφοκύτταρα τα οποία και ενεργοποιούν.

Ουδετερόφιλα πολυμορφοπύρηνα

Αποτελούν την πρώτη γραμμή άμυνας των περιοδοντικών ιστών έναντι της μικροβιακής προσβολής. Στους υγιείς ιστούς, συνήθως εντοπίζονται στο προσπεφυκός επιθήλιο και την ουλοδοντική σχισμή ενώ σε περιπτώσεις φλεγμονής εμφανίζονται σε αυξημένο αριθμό στον συνδετικό ιστό. Προσκολλώνται στο ενδοθήλιο του τοιχώματος των αγγείων με την βοήθεια ειδικών μορίων προσκόλλησης, διαπηδούν στο περιαγγειακό περιβάλλον και με την επίδραση χημειοτακτικών παραγόντων μεταναστεύουν στην περιοχή της βλάβης όπου φαγοκυτταρώνουν τα βακτήρια και προκαλούν την λύση τους.

Λεμφοκύτταρα, πλασματοκύτταρα

Τα λεμφοκύτταρα εντοπίζονται στον συνδετικό ιστό κοντά στο προσπεφυκός επιθήλιο. Έχουν έναν ωοειδή ή σφαιρικό πυρήνα και μικρό κυτταρόπλασμα. Ο αριθμός τους είναι μικρός και αυξάνεται σε περιπτώσεις φλεγμονής όπου εμφανίζονται κυρίως κατά την έναρξή της. Τα πλασματοκύτταρα είναι διαφοροποιημένα Β-λεμφοκύτταρα και εξειδικεύονται στην παραγωγή και έκκριση των αντισωμάτων. Ο αριθμός τους αυξάνεται στα προχωρημένα στάδια της φλεγμονής.

Σύνθεση θεμέλιας ουσίας

Οι ανοσοϊστοχημικές μελέτες καθώς και οι μελέτες με το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έδειξαν ότι το κύριο συστατικό της θεμέλιας ουσίας του συνδετικού ιστού των ούλων είναι το κολλαγόνο το οποίο σχηματίζει μεγαλύτερες και μικρότερες δέσμες ινών.

Οι τύποι κολλαγόνου που απαντώνται είναι κυρίως οι εξής:

Το κολλαγόνο τύπου I, που εμφανίζεται ως ένα καλά οργανωμένο δίκτυο ινών οι οποίες περιβάλλουν το δόντι, το συνδέουν με τα διπλανά του και την φατνιακή απόφυση και το προστατεύουν από την περιστροφή και από την εγγύς μετακίνηση.

Το κολλαγόνο τύπου III, που εντοπίζεται στην βασική μεμβράση δημιουργώντας ένα δίκτυο λεπτών ινών.

Το κολλαγόνο τύπου IV, που παράγεται από τα ενδοθηλιακά κύτταρα των αγγείων.

Το κολλαγόνο τύπου V, που σχηματίζει παράλληλες δέσμες ινιδίων οι οποίες φαίνεται ότι περιβάλλουν τα ινίδια του κολλαγόνου τύπου I και III καθώς και τα αγγεία.

Το κολλαγόνο τύπου VI, που βρίσκεται υπό την μορφή μικρών διάσπαρτων ινιδίων.

Οι ίνες του κολλαγόνου ανάλογα με την θέση και τον προσανατολισμό τους διακρίνονται σε ομάδες:

- i. Οδοντοουλικές ίνες. Εκφύονται από την ακύτταρη οστεΐνη της ρίζας και διαιρούνται σε τρεις υποομάδες. Μία πρώτη κατευθύνεται μυλικά μέσα στον συνδετικό ιστό προς τα ελεύθερα ούλα, μία δεύτερη κατευθύνεται οριζόντια και μία τρίτη κατευθύνεται ακρορριζικά προς το περίοστεο της φατνιακής απόφυσης ή ελεύθερα στον συνδετικό ιστό.
- ii. Οδοντοπεριοστικές ίνες. Εκφύονται από το τμήμα της οστεΐνης που αντιστοιχεί ακριβώς κάτω από την κορυφή της φατνιακής ακρολοφίας και με ακρορριζική κατεύθυνση καταλήγουν στο περίοστεο.
- iii. Ουλοφατνιακές ίνες. Έχουν ακτινωτή κατεύθυνση από την κορυφή της φατνιακής ακρολοφίας μέσα στον συνδετικό ιστό.
- iv. Περιοστεοουλικές ίνες. Εκφύονται από το περίοστεο και καταλήγουν στον συνδετικό ιστό των προσπεφυκώτων ούλων.
- v. Κυκλικές ίνες. Εντοπίζονται στα ελεύθερα και προσπεφυκώτα ούλα και περιβάλλουν το δόντι στην περιοχή του ανατομικού αυχένα.
- vi. Διαδιαφραγματικές ίνες. Διατρέχουν οριζόντια τα μεσοδόντια ούλα με τα δύο άκρα τους να προσφύονται στην οστεΐνη του ανατομικού αυχένα των παρακείμενων δοντιών.
- vii. Ίνες της μεσοδόντιας θηλής. Εντοπίζονται μόνο στα μεσοδόντια ούλα και συγκρατούν το παρειακό και γλωσσικό/υπερώιο τμήμα της μεσοδόντιας θηλής.

Επιπλέον, στον συνδετικό ιστό η ελαστίνη, η οποία δημιουργεί και αυτή ένα δίκτυο ινών, αποτελεί το 5% των πρωτεϊνών. Οι ελαστικές ίνες εντοπίζονται κυρίως στην υπο-επιθηλιακή περιοχή και μαζί με τις ίνες οξυταλάνης (που είναι ανώριμες ελαστικές ίνες) συμβάλλουν στην διατήρηση της ελαστικότητας των ούλων. Μία άλλη πρωτεΐνη, η ρετικουλίνη απαντάται επίσης στον συνδετικό ιστό και δημιουργεί τις δικτυωτές ίνες κυρίως στην περιοχή κάτω από την βασική μεμβράνη. Στις δικτυωτές ίνες προσφύονται τα μόρια του κολλαγόνου για την δημιουργία των κολλαγόνων ινών.

Στην εξωκυττάρια ουσία του συνδετικού ιστού των ούλων ανευρίσκονται επίσης και μη-κολλαγονούχες πρωτεΐνες. Οι πρωτεογλυκάνες αποτελούν ένα κύριο συστατικό της εξωκυττάριας ουσίας του συνδετικού ιστού των περιοδοντικών ιστών (έχουν αναλυθεί στο κεφάλαιο του περιριζίου). Στα ούλα ταξινομούνται σε τρεις ομάδες με βάση την τοπογραφική κατανομή τους και διακρίνονται: 1) σε αυτές που οργανώνουν την θεμέλια ουσία και πληρούν τα υπάρχοντα διάκενα του ιστού, 2) σε αυτές που αποτελούν στοιχεία της επιφάνειας των κυττάρων και 3) τις ενδοκυττάρικες των αιμοποιητικών κυττάρων.

Ανιχνεύονται επίσης η φιμπρονεκτίνη, η οστεονεκτίνη, η βιτρονεκτίνη, η λαμινίνη και η ελαστίνη.

Οι ιντεγκρίνες (βλέπε και 'ινοβλάστες') αποτελούν συστατικά της κυτταρικής μεμβράνης (και επομένως και της θεμέλιας ουσίας) και βρίσκονται σε αυξημένα ποσά κατά την διάρκεια της επούλωσης διότι παίζουν καθοριστικό ρόλο στην μετανάστευση των λευκοκυττάρων, των επιθηλιακών κυττάρων και των ινοβλαστών, των T-λεμφοκυττάρων και των μακροφάγων καθώς και στην αλληλεπίδρασή όλων αυτών των κυτταρικών πληθυσμών. Οι ιντεγκρίνες οι οποίες εκφράζονται από τις ινοβλάστες ενώνονται κυρίως με το κολλαγόνο, την φιμπρονεκτίνη, το ινωδογόνο και την λαμινίνη.

Αγγείωση και νεύρωση του συνδετικού ιστού των ούλων

Στα ούλα τα αγγεία προέρχονται από τις αρτηρίες του περιστέου της φατνιακής απόφυσης. Επίσης, μικροί αγγειακοί κάδοι δυνατόν αν προέρχονται και από τα αγγεία του περιριζίου. Οι αρτηρίες διακλαδίζονται σε αρτηρίδια, μεταρτηρίδια, προτριχοειδή και τριχοειδή αγγεία μέσω των οποίων γίνεται η ανταλλαγή των θρεπτικών συστατικών και η θρέψη των ιστών. Τα τριχοειδή αγγεία περιπλέκονται μεταξύ τους, δημιουργούν αγκύλες και έτσι ένα πυκνό αγγειακό δίκτυο το οποίο εκτείνεται μέσα στον συνδετικό ιστό και ακριβώς έως κάτω από την βασική μεμβράνη. Τα τριχοειδή αναστομώνονται με τα φλεβικά τριχοειδή τα οποία μεταφέρουν ένα μέρος των μεταβολικών προϊόντων του συνδετικού ιστού σε

μεγαλύτερα αγγεία και τελικά στις φλέβες. Έτσι, το αγγειακό δίκτυο των ούλων διαθέτει ένα προσαγωγό αρτηριακό και ένα απαγωγό φλεβικό σύστημα.

Η νεύρωση του συνδετικού ιστού των ούλων προέρχεται κυρίως από αισθητικούς κλάδους του 2^{ου} και 3^{ου} κλάδου του τριδύμου νεύρου. Επίσης, περιέχουν νευρικές ίνες από τις εγκεφαλικές συζυγίες VII, IX και X. Οι περισσότερες νευρικές ίνες είναι εμμύελες και ακολουθούν την πορεία των αιμοφόρων αγγείων. Οι νευρικές ίνες, οι οποίες διαδραματίζουν έναν σημαντικό αισθητικό ρόλο, παράγουν επίσης ένα σημαντικό αριθμό νευροπεπτιδίων τα οποία συνεισφέρουν ως νευρογενή συστατικά στις διάφορες φλεγμονώδεις διεργασίες.

Λειτουργία του συνδετικού ιστού των ούλων

Ο συνδετικός ιστός των ούλων κυρίως προστατεύει την ρίζα του δοντιού και το φατνιακό οστόν από τις επιδράσεις του στοματικού περιβάλλοντος. Επιπλέον, συμβάλει στην συγκράτηση του δοντιού στο φατνίο και προσφέρει στήριξη για τους επιθηλιακούς ιστούς.

Οι περισσότερες διεργασίες που αφορούν στην ανοσολογική απάντηση του ξενιστή στην μικροβιακή πρόκληση δηλαδή η επαγρύπνηση, η δραστηριοποίηση και η αποβολή του ερεθιστικού παράγοντα, πραγματοποιούνται στην επιφάνεια των ούλων. Μόλις τα αντιγόνα και οι άλλες ανοσογενετικές ουσίες εισέλθουν στον συνδετικό ιστό μέσω του επιθηλίου, τα τριχοειδή βοηθούν την είσοδο των T-λεμφοκυττάρων στον συνδετικό ιστό. Για τον λόγο αυτό τα ενδοθηλιακά τους κύτταρα εκφράζουν τα μόρια προσκόλλησης τα οποία ενώνονται με τους υποδοχείς επιφανείας των T-κυττάρων. Σε κάποιες περιπτώσεις η αντίδραση μπορεί να είναι περισσότερο καταστρεπτική από προστατευτική, οπότε η μορφολογία και η αρχιτεκτονική των ούλων επηρεάζεται.

Εάν, η αμυντική απάντηση είναι επιτυχής και εξαλειφθεί ο βλαπτικός παράγοντας με την φλεγμονώδη αντίδραση και το επίπεδο της καταστροφής δεν είναι μεγάλο τότε τα ούλα είναι ικανά να αναδιοργανωθούν, να διατηρήσουν την ομοιοστασία τους και την φυσιολογική λειτουργία τους.

Ανάπλαση του συνδετικού ιστού των ούλων

Ο συνδετικός ιστός των ούλων εμφανίζει πολύ μεγάλη ικανότητα επούλωσης και ανάπλασης. Από τους ιστούς του σώματος είναι αυτός που ανταποκρίνεται καλύτερα στις βλάβες. Έτσι, π.χ. μία τομή στο δέρμα που έγινε κατά την διάρκεια χειρουργικής επέμβασης παραμένει σαν ουλή ενώ στα ούλα οι τομές αποκαθίστανται πολύ γρήγορα με αναδιοργάνωση της αρχιτεκτονικής του συνδετικού ιστού και συνήθως χωρίς εμφανή σημεία.

Αν και εμφανίζει πολύ γρήγορο ρυθμό ανάπτυξης εντούτοις δεν είναι τόσο ταχύς όπως του περιριζίου ή των επιθηλιακών ιστών.

Ο συνδετικός ιστός έναντι φλεγμονώδους ή μηχανικής βλάβης συμπεριφέρεται όπως οι περισσότεροι ιστοί του οργανισμού δηλαδή αποδόμηση των συστατικών του στοιχείων και σύνθεση κοκκιώδους ιστού, οργάνωση και ανάπτυξη. Στην εξέλιξη των διαδικασιών αυτών εμπλέκεται μία σειρά από φλεγμονώδη κύτταρα, οι ινοβλάστες και η νεοσχηματιζόμενη θεμέλια ουσία. Ο ρόλος των φλεγμονωδών κυττάρων συνίσταται στην έκκριση πολυπεπτιδικών μεσολαβητών οι οποίοι δρουν ως παράγοντες στρατολόγησης κυττάρων στις περιοχές που υπάρχει ανάγκη ώστε να αρχίσει η επανόρθωση και η ενεργοποίηση της σύνθεσης της νέας μεσοκυττάριας ουσίας. Η αγγειογένεση είναι επίσης ένα σημαντικό φαινόμενο της επούλωσης και τα ενδοθηλιακά κύτταρα των τριχοειδών αγγείων είναι υπεύθυνα για την δραστηριότητα αυτή.

Ουλοδοντική σχισμή

Η ουλοδοντική σχισμή είναι ο σχισμοειδής χώρος που καταλείπεται μεταξύ ελευθέρων ούλων και οδοντικής επιφάνειας. Το ουλικό τοίχωμα της ουλοδοντικής σχισμής είναι το καταδυόμενο επιθήλιο και τον πυθμένα της αποτελεί το προσπεφυκός επιθήλιο το οποίο προσφύεται στην οδοντική επιφάνεια με την βοήθεια των ημιδεσμοσωματίων. Το βάθος της στα φυσιολογικά ούλα κυμαίνεται από 0.5 έως 3 mm ενώ μεγαλύτερο βάθος υποδηλώνει την ύπαρξη περιοδοντικής νόσου. Η ουλοδοντική σχισμή περιέχει ένα εξιδρωματικό υγρό, το ουλικό υγρό, το οποίο προέρχεται από τον συνδετικό ιστό, περνά διαμέσου του προσπεφυκώτος επιθηλίου. Στα υγιή ούλα το ουλικό υγρό είναι ελάχιστο ή απουσιάζει ενώ σε περιπτώσεις φλεγμονής η εκροή του αυξάνεται λόγω αύξησης της διαπερατότητας των αγγείων. Περιέχει αποπεπτοκότα επιθηλιακά κύτταρα καθώς και φλεγμονώδη κύτταρα, ένζυμα όπως κολλαγενάση και ελαστάση και μεταβολικά προϊόντα των μικροβίων. Τα τελευταία χρόνια έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές ερευνητικές προσπάθειες ώστε η μέτρηση του ουλικού υγρού και ο καθορισμός της σύνθεσής του να αποτελέσουν δείκτη της βαρύτητας της και της εξέλιξης της περιοδοντικής νόσου.

Βιβλιογραφία

- Avery, J. K. (2002) *Oral Development and Histology*. Stuttgart, New York: Thieme 3rd ed.
- Berkovitz B.K.B., M. B., Newman H.N. (1995) *The periodontal ligament in health and disease*. Mosby-Wolfe 2nd ed.
- Garant, P. R. (2003a) Gingiva. In: *Oral Cells and Tissues*, pp. 123-151. Quintessence Publishing Co, Inc.
- Garant, P. R. (2003b) Periodontal ligament. Root formation and cementogenesis. In: *Oral Cells and Tissues*, pp. 153-194. Quintessence Publishing Co, Inc.
- Ten Cate, A. R. (1989) Periodontium. In: *Oral Histology. Development, Structure and Function*, 3rd edition, pp. 244-274. Toronto, Canada: Mosby Company.
- Ten Cate, A. R. (1997). The development of the periodontium--a largely ectomesenchymally derived unit. *Periodontol 2000* **13**, 9-19.
- Κωνσταντινίδης, Α. Β. (2003) Φυσιολογικό περιοδόντιο. In: *Περιοδοντολογία* pp. 23-184. Θεσσαλονίκη.
- Μαντζαβίνος, Ζ. Σ. & Βρότσος, Ι. Α. (2002) Το φυσιολογικό περιοδόντιο. In: *Κλινική Περιοδοντολογία*, pp. 35-54. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Λίτσας.
- Παπανικολάου, Σ. Ι. *Εμβρυολογία και Ιστολογία του Στόματος*. Αθήνα: Ιατρικές εκδόσεις Ζήτα.
- Τζαμουράνης, Α. Σ. (1992) *Υπερμικροσκοπική υφή των περιοδοντικών ιστών*. Αθήνα: Επιστημονικές εκδόσεις 'Γρ. Παρισιάνος'.
- Τζαμουράνης, Α. Σ. (1999) *Ιστολογία και Εμβρυολογία των Οδοντικών και Περιοδοντικών Ιστών*. Αθήνα: Επιστημονικές εκδόσεις 'Γρ. Παρισιάνος'.