



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

Παθολογία Σκληρών Οδοντικών Ιστών

Ενότητα: Βιοϋμένια (biofilms).

Ραχιώτης Χρήστος

Οδοντιατρική Σχολή

Βιοϋμένια (biofilms)

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΒΙΟΪΜΕΝΙΑ

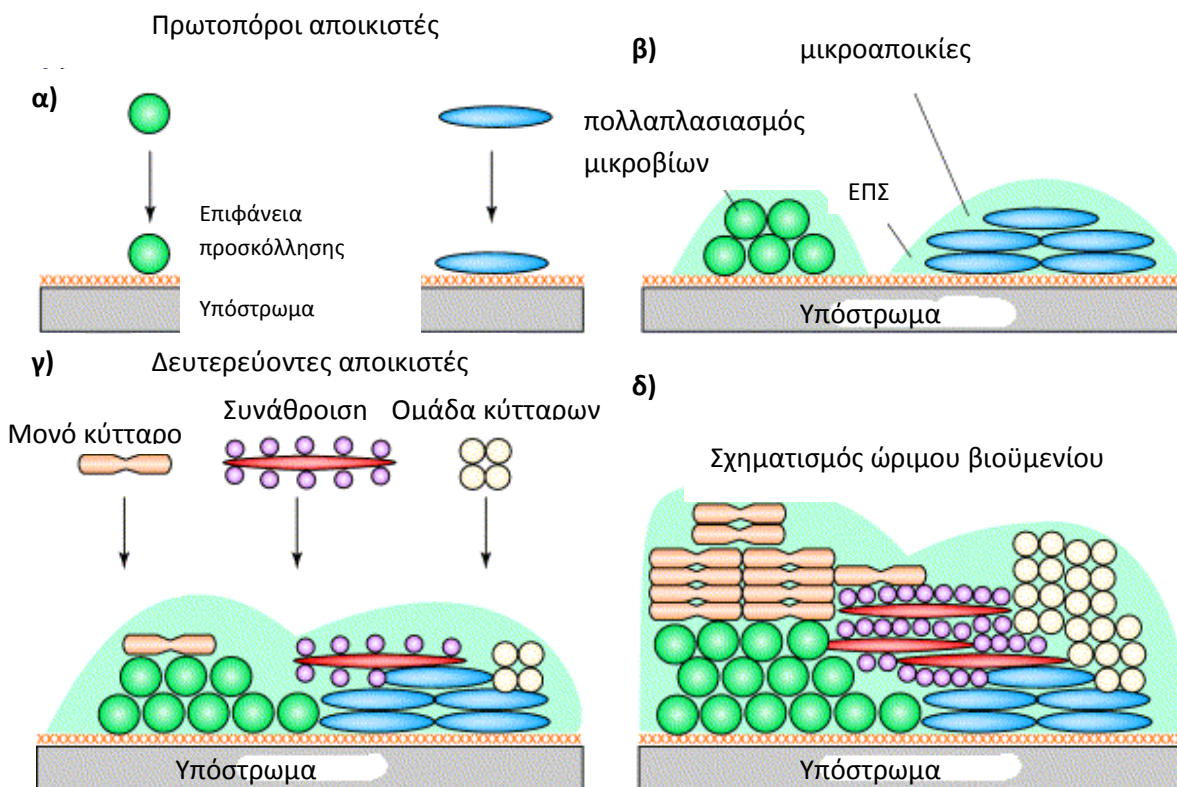
Γενικά, τα περισσότερα βακτήρια, τα οποία ζουν και αναπτύσσονται σε υδάτινα οικοσυστήματα, προτιμούν να αναπτύσσονται σε κοινότητες προσκολλημένες σε μια στερεή επιφάνεια. Κατά αυτό τον τρόπο, η ενδοστοματική μικροβιακή χλωρίδα και η οδοντική μικροβιακή πλάκα (ΟΜΠ), αναπτύσσονται με την μορφή των βιοϋμενίων. Η εγκατάσταση της μικροβιακής χλωρίδας στο στοματικό περιβάλλον γίνεται βαθμιαία και εξαρτάται από βιολογικούς, φυσικοχημικούς και οικολογικούς παράγοντες. Η εγκατάσταση αυτή διαμεσολαβείται με ειδικές και μη-ειδικές φυσικοχημικές αλληλεπιδράσεις των μικροβίων, με συστατικά που υπάρχουν ή έχουν προσροφηθεί στις επιφάνειες προσκόλλησης.

Αρχικά, αμέσως μετά τη γένεση του οργανισμού, η στοματική κοιλότητα είναι στείρα μικροβίων. Βαθμιαία καθώς ο οργανισμός αναπτύσσεται, παρατηρείται και η εγκατάσταση των πρώτων μικροβίων στη στοματική κοιλότητα. Άν και στη στοματική κοιλότητα του παιδιού, τα μικρόβια μπορούν να εγκατασταθούν και αναπτυχθούν με τη πρόσληψη του νερού και της τροφής, πιστεύεται ότι η απόκτηση των πρώτων μικροβίων στο παιδί γίνεται διαμέσου του σάλιου της μητέρας (κατακόρυφη μετάδοση).

Οι πρώτοι αυτοί μικροοργανισμοί που αποικίζουν, ονομάζονται πρωτοπόρα στελέχη ή αποικιστές. Τα πρώτα μικρόβια που αναπτύσσονται είναι στρεπτόκοκκοι και Gram αρνητικά βακτήρια. Οι πρώτοι αποικιστές από την κατηγορία των στρεπτοκόκκων ανήκουν στα είδη *S. salivarius*, *S. mitis* και *S. oralis*. Από τα Gram αρνητικά βακτήρια εμφανίζονται τα αναερόβια στελέχη *Prevotella melaninogenica*, *Fusobacterium nucleatum* και *Veillonella spp.* Στη συνέχεια, αν οι συνθήκες είναι ευνοϊκές τα είδη αυτά πολλαπλασιάζονται, συνεχίζουν να αναπτύσσονται, διαμορφώνοντας την πρόδρομη κοινότητα. Κατά αυτό το τρόπο, η ποικιλία της στοματικής χλωρίδας αυξάνεται τους πρώτους μήνες της ζωής. Η μεταβολική δραστηριότητα αυτής της πρώτης κοινότητας τροποποιεί το περιβάλλον με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για την εγκατάσταση άλλων μικροβιακών πληθυσμών, που ονομάζονται δευτερεύοντες αποικιστές. Έτσι, βαθμιαία και σταθερά τα βιοϋμένια αποτελούνται από μικρο-αποικίες διαφορετικών μικροβιακών ειδών.

Στη συνέχεια η ανατολή των δοντιών σχηματίζουν νέους οικότοπους για την αποίκηση των μικροβίων καθώς τα δόντια προσφέρουν τις μόνες σταθερές επιφάνειες στο ανθρώπινο σώμα όπου η μικροβιακή χλωρίδα μπορεί φυσιολογικά να προσφυθεί. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αδιάτακτη συνάθροιση μεγάλου αριθμού βακτηρίων. Η ποικιλία της στοματικής χλωρίδας συνεχώς αυξάνεται, μέχρι να έρθει σε μια σταθερή κατάσταση που ονομάζεται κορύφωση κοινότητας (climax community). Σε αυτή τη κατάσταση οι μικροβιακοί πληθυσμοί παραμένουν σταθεροί με τη πάροδο του χρόνου, παρά τις μικρές διαταραχές στο τοπικό μικρο-περιβάλλον εξαιτίας αλλαγών στη δίαιτα, τη στοματική υγιεινή κ.α. Αυτή η σταθερή κατάσταση

που ονομάζεται μικροβιακή ομοιόσταση δεν αποτελεί μια παθητική απάντηση των μικροβίων αλλά αντανακλά μια δυναμική ισορροπία ανάμεσα στα μικρόβια και τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες του ξενιστή.



Εικόνα 1. Σχηματική αναπαράσταση του τρόπου ανάπτυξης των βιοϋμενίων. (από Rickard και συν., 2003)

Η ανάπτυξη της φυσιολογικής χλωρίδας συνεισφέρει άμεσα και έμμεσα στη φυσιολογική ανάπτυξη και λειτουργίες του ξενιστή, αφού αποτελεί μέρος της επίκτητης ανοσίας του. Για παράδειγμα λειτουργεί σα φραγμός στην εγκατάσταση άλλων μικροβίων, κάποια από τα οποία μπορεί να είναι δυνητικά παθογόνα. Οι μηχανισμοί που εμπλέκονται στην εμπόδιση εγκατάστασης των άλλων μικροβίων από τα στελέχη της φυσιολογικής χλωρίδας περιλαμβάνουν:

- Το κορεσμό των περιοχών σύνδεσης των μικροβίων.
- Τον ανταγωνισμό για βασικά διατροφικά στοιχεία για τη ανάπτυξη των μικροβίων

- Τη δημιουργία περιβαλλοντικών συνθηκών που εμποδίζουν την ανάπτυξη των ξένων μικροβίων
- Τη παραγωγή ανασταλτικών παραγόντων ανάπτυξης των μικροβίων (π.χ βακτηριοστατίνες και υπεροξειδίο του υδρογόνου)

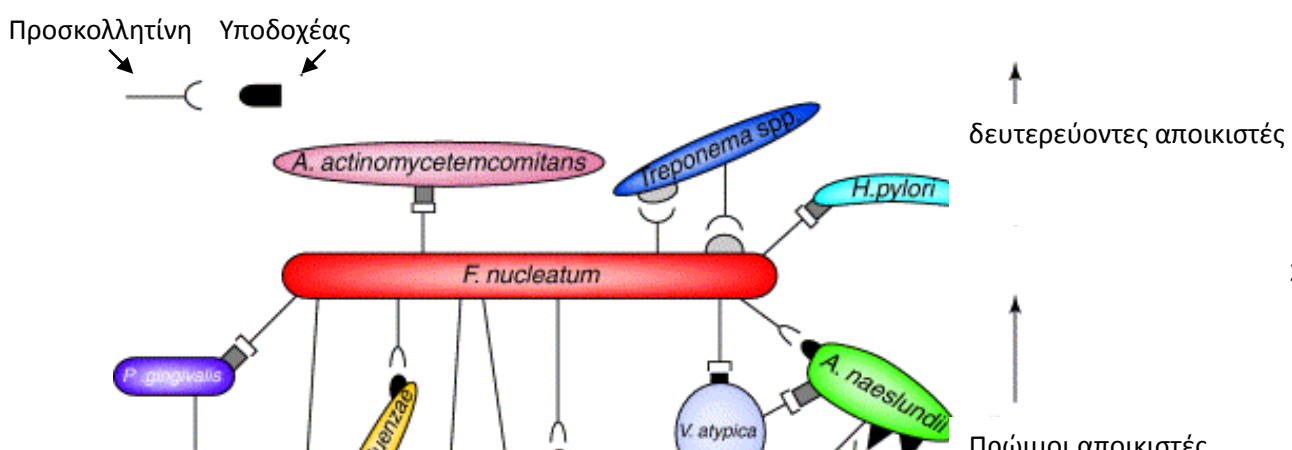
Παρόλο που το στοματικό περιβάλλον είναι υψηλά επιλεκτικό για τα είδη των μικροοργανισμών τα οποία είναι ικανά να αποικίζουν και να αναπτύσσονται, περισσότερο από 700 είδη έχουν ανιχνευθεί. Πρόσθετα, το στόμα δεν αποτελεί ομοιογενές περιβάλλον για τη μικροβιακή αποίκιση. Κατά αυτό τον τρόπο οι βιολογικές και φυσικές ιδιότητες της κάθε περιοχής του στόματος έχει σαν αποτέλεσμα μια μικρή υποκατηγορία αυτών των μικροβίων (συχνά 20-30 διαφορετικά είδη) να κυριαρχούν στη κάθε συγκεκριμένη περιοχή του στόματος.

B. ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΟΔΟΝΤΙΚΗΣ ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ (ΟΜΠ)

Η οδοντική μικροβιακή πλάκα (ΟΜΠ) ορίζεται ως η μαλακή μη ενασβεστωμένη άθροιση μικροοργανισμών και των προϊόντων τους στις οδοντικές ή άλλες τεχνητές στέρεες επιφάνειες στη στοματική κοιλότητα. Στην εγκατάσταση και τη φύση της ΟΜΠ οφείλονται οι δύο κυριότερες νόσοι της παθολογίας του στόματος, η τερηδόνα και η νόσος του περιοδοντίου.

Με τις σύγχρονες μελέτες και απόψεις η δομή της ΟΜΠ εμφανίζει δομή βιοϋμενίου (**Εικόνα 2**). Έτσι, η ανάπτυξη της ΟΜΠ διέπεται από τους κανόνες σχηματισμού των βιοϋμενίων και μπορεί να διακριθεί σε ορισμένα στάδια, όπως:

- 1) ο σχηματισμός του σιαλικού υμενίου,
- 2) η πρόσφυση μεμονωμένων βακτηριακών κυττάρων (0-24h) ,
- 3) η ανάπτυξη των προσφύομενων βακτηρίων και η δημιουργία διακριτών μικροαποικιών (4-24h),
- 4) η μικροβιακή συνάθροιση και διαφοροποίηση των μικροβιακών ειδών (1-7ημ)
- 5) και η ωρίμανση της πλάκας (>1 εβδ)



Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η εγκατάσταση, ο σχηματισμός και η ωρίμανση της ΟΜΠ είναι μια άκρως δυναμική διαδικασία, όπου η πρόσφυση, ο πολλαπλασιασμός και η απομάκρυνση των μικροβίων συμβαίνει στον ίδιο χρόνο.

Οι μικροοργανισμοί δεν αποικίζουν άμεσα τις οδοντικές επιφάνειες. Τα δόντια καλύπτονται πάντα από ένα ακύτταρο πρωτεϊνικό επίχρισμα, το σιαλικό υμένιο (pellicle), το οποίο σχηματίζεται στις οδοντικές επιφάνειες μέσα σε λίγα λεπτά. Το σιαλικό υμένιο, σχηματίζεται από την εκλεκτική προσρόφηση συστατικών στην επιφάνεια των κρυστάλλων υδροξυαπατίτη. Στο σχηματισμό του υμενίου συνεισφέρουν συστατικά του σάλιου, του ουλικού υγρού, υπολείμματα του κυτταρικού τοιχώματος νεκρών βακτηρίων καθώς και βακτηριακά προϊόντα. Το πάχος αυτού του επιχρίσματος κυμαίνεται από 0,01-1μm μέσα στο πρώτο 24h. Τα κύρια συστατικά που απαρτίζουν το σιαλικό υμένιο είναι οι σιαλικές γλυκοπρωτεΐνες, οι φωσφοπρωτεΐνες και τα λιπίδια. Το σιαλικό υμένιο παίζει σημαντικό ρόλο στη παθολογία των δοντιών, αφού η επιλεκτικά ημιδιαπερατή του φύση περιορίζει τη μετακίνηση ιόντων προς και από τις επιφάνειες των σκληρών οδοντικών ιστών.

Αφού σχηματιστεί το σιαλικό υμένιο, στη συνέχεια τα μικρόβια αποικίζουν τις οδοντικές επιφάνειες. Αυτή η αρχική αποίκηση, πιστεύεται ότι γίνεται με μη ειδικούς δεσμούς. Καθώς το κύτταρο του μικροοργανισμού προσεγγίζει τις οδοντικές επιφάνειες που καλύπτονται από το σιαλικό υμένιο ασθενείς

φυσικοχημικές δυνάμεις (δυνάμεις van der Waal's, καθώς και μεγάλου βεληνεκούς ηλεκτροστατικές δυνάμεις) αναπτύσσονται. Μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα, αυτές οι ασθενείς δυνάμεις γίνονται ισχυρότερες και η τελική πρόσφυση των μικροβίων γίνεται με ειδικούς μηχανισμούς και αλληλεπίδραση ανάμεσα σε συστατικά της κυτταρικής επιφάνειας των μικροοργανισμών και ειδικών υποδοχέων του σιαλικού υμενίου. Ο επιλεκτικός τρόπος με τον οποίο τα βακτήρια προσφύονται στην οδοντική επιφάνεια συνηγορεί στο γεγονός ότι τα βακτήρια περιέχουν ένα σύστημα αναγνώρισης των επιφανειών που τους επιτρέπει συγκεκριμένες προσκολλητίνες των μικροβίων να συνδέονται σε συγκεκριμένα μόρια (υποδοχείς) του σιαλικού υμενίου.

Όλες οι μελέτες δείχνουν ότι κατά το σχηματισμό της ΟΜΠ, οι στρεπτόκοκκοι και κυρίως ο *S.sanguis* είναι τα πρωτοπόρα είδη και ακολουθούνται από αυξημένες αναλογίες των ακτινομηκύτων. Οι στρεπτόκοκκοι αποτελούν το 95 % της συνολικής βιώσιμης χλωρίδας, μετά από αποίκιση 24 ωρών. Μετά από 7 ημέρες περίπου, αρχίζουν να αυξάνονται τα νηματοειδή βακτήρια και ο συνολικός αριθμός των στρεπτόκοκκων αρχίζει να μειώνεται. Πρόσθετα, καθώς η ΟΜΠ αναπτύσσεται, τα διάφορα βακτήρια παράγουν πολυσακχαρίτες, οι οποίοι συμβάλλουν στο υπόστρωμα του βιοϋμενίου. Το υπόστρωμα του βιοϋμενίου δεν αποτελεί μόνο ένα φυσικό ικρίωμα που υποστηρίζει τη δομή του βιοϋμενίου, αλλά είναι και βιολογικά ενεργό αφού συμμετέχει στη διατήρηση του νερού, των τροφικών στοιχείων και των ενζύμων μέσα στο βιοϋμένιο.

Η ΟΜΠ, τις επόμενες ημέρες αυξάνει σε βιομάζα, σαν αποτέλεσμα της ανάπτυξης των πρώτων βακτηρίων που αποίκισαν και της προσθήκης και άλλων βακτηρίων τα οποία προσροφήθηκαν στην επιφάνεια της ΟΜΠ. Αυτή η διαδοχή αντικατοπτρίζει τις ποικίλες σχέσεις των διάφορων βακτηρίων στη δυναμικά μεταβαλλόμενη επιφάνεια της ΟΜΠ. Επίσης, άλλες συνθήκες μέσα στη πλάκα, όπως το οξειδοαναγωγικό δυναμικό, το pH, η διαθεσιμότητα σε τροφικούς παράγοντες θα συμβάλλουν στις βακτηριακές ανακατατάξεις. Στη συνέχεια καθώς η ΟΜΠ ωριμάζει και μετατρέπεται σε ώριμη πλάκα, αλλάζουν οι συνθήκες οξυγόνου και αναπτύσσονται οι Gram- αναερόβιοι μικροοργανισμοί.

Τα κυρίαρχα βακτηριακά είδη της ώριμης ΟΜΠ στις διάφορες περιοχές του δοντιού φαίνονται στο παρακάτω πίνακα:

Ποσοστό μικροβίων (εύρος)			
Βακτήρια	Οπές και σχισμές	Όμορες επιφάνειες	Ουλοδοντική σχισμή
Στρεπτόκοκκοι	8-86	<1-70	2-73
Ακτινομήκητες	0-46	4-81	10-63
Gram+ ραβδία	0-21	0-6	0-37
Ναισέριες	+	0-44	0-2

<i>Veillonella</i>	0-44	0-59	0-5
Gram- ραβδία	+	0-66	8-20
Τρεπόνεμα	-	-	+
Περιβάλλον			
Διατροφική πηγή	Σάλιο και δίαιτα	Σάλιο, δίαιτα και υγρό ουλοδοντικής σχισμής	Υγρό ουλοδοντικής σχισμής
pH	Ουδέτερο-χαμηλό	Ουδέτερο-χαμηλό	Ουδέτερο-υψηλό
Eh	+	Ελαφρά -	-

Γ. ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΠΡΟΣΚΟΛΛΗΣΗ-

Όπως προαναφέρθηκε, το σύνολο της μικροβιακής βιομάζας στον πλανήτη γη αναπτύσσεται, προσφυόμενη σε μία επιφάνεια. Έτσι και τα βακτήρια της στοματική κοιλότητας δεν ξεφεύγουν από αυτό τον κανόνα. Τα βακτήρια μπορούν να προσκολληθούν στις επιφάνειες των ιστών με την μεσολάβηση ηλεκτροστατικών ή υδρόφοβων δεσμών (δεσμοί χαμηλής ειδικότητας). Παρόλα αυτά, οι δεσμοί αυτοί δεν έχουν αρκετή ισχύ ώστε να αντέξουν τις δυνάμεις αποκόλλησης που προκαλούνται από την μάσηση, την ροή του ουλικού υγρού και του σάλιου. Πολλά μικρόβια στις επιφάνειες των κυττάρων τους, έχουν πρωτεϊνικά συστατικά -τις προσκολλητίνες (adhesins)- με τις οποίες συγκολλούνται με ένα στερεοχημικά ειδικό τρόπο σε πολύπλοκα μόρια ή υποδοχείς των ιστικών επιφανειών. Συχνά, οι προσκολλητίνες είναι λεκτίνες και συνδέονται με πολυσακχαρίτες ή έχουν υδρόφοβες ιδιότητες. Επίσης, μπορεί να βρίσκονται σε νηματοειδή εξαρτήματα της επιφάνειας των μικροβίων, όπως τα ινίδια (pili) και τις φίμπριες.

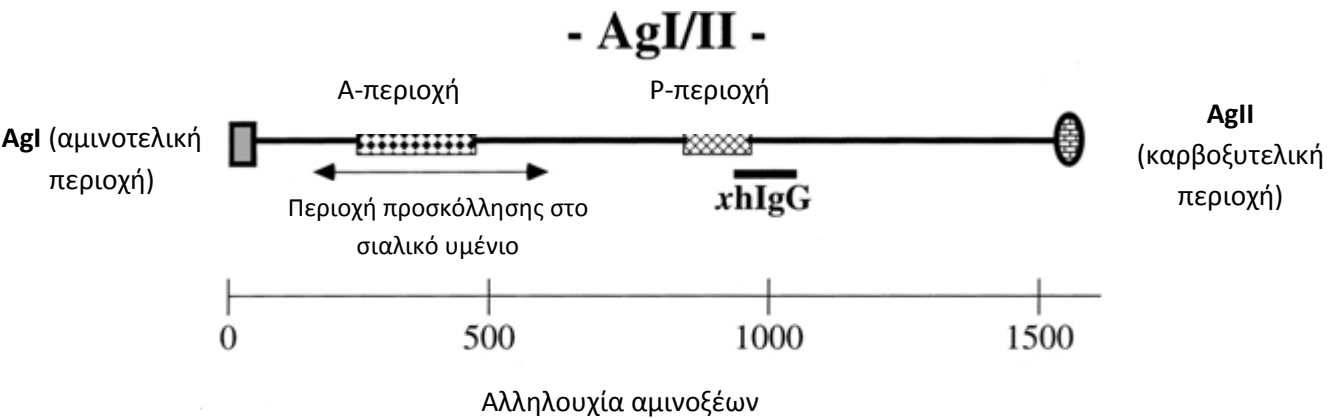
ΠΡΟΣΚΟΛΛΗΣΗ ΤΟΥ *S.MUTANS* ΣΤΟΥΣ ΣΚΛΗΡΟΥΣ

ΟΔΟΝΤΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ

Η προσκόλληση των στρεπτόκοκκων στην αδαμαντίνη και οδοντίνη περιλαμβάνει πολλαπλούς μηχανισμούς. Οι *S.mutans* έχουν την ικανότητα προσκόλλησης στο σιαλικό υμένιο, σε άλλα βακτήρια της ΟΜΠ, στην εξωκυττάρια θεμέλια ουσία και σε επιφανειακούς κυτταρικούς υποδοχείς.

Οι *S.mutans* έχουν διάφορα κυτταρικά επιφανειακά συστατικά, όπως πολυσακχαριτικά αντιγόνα, γλυκοσυλοτρανσφεράση, λιποτειχοϊκό οξύ, πρωτεΐνες προσκόλλησης των γλυκανών, το αντιγόνο D, το αντιγόνο Ag III το αντιγόνο A, το αντιγόνο C και μια το αντιγόνο I/II ή Ag I/II. Κάποια από αυτά τα χημικά μόρια, φαίνεται ότι παίζουν σημαντικό ρόλο στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μικροβίων και του ξενιστή. Έχουν προταθεί διάφοροι μηχανισμοί προσκόλλησης για τους *S.mutans* στο σιαλικό υμένιο.

Ένας από τους κυριότερους μηχανισμούς φαίνεται ότι είναι η αλληλεπίδραση μεταξύ της προσκολλητίνης του *S.mutans* και γλυκοπρωτεϊνών του σιαλικού υμενίου. Στον *S.mutans* έχει προσδιοριστεί μια επιφανειακή πρωτεΐνη που έχει ιδιότητες προσκολλητίνης (adhesins) και ονομάστηκε **αντιγόνο I/II ή Ag I/II**. Αποτελούν μεγάλα πολυπεπτίδια, τα οποία αποτελούνται περίπου από 1450 έως 1570 αλληλουχίες αμινοξέων. Η δομή του Ag I/II φαίνεται στην **Εικόνα 3**.



Εικόνα 3 . Σχηματική αναπαράσταση της δομής του αντιγόνου Ag I/II

Αποτελείται από το αμινοτελικό τμήμα Ag I (ευαίσθητο στην δράση πρωτεασών) και το τμήμα Ag II που αναπαριστά το καρβοξυτελικό άκρο και ενδομεμβρανώδες 1/3 τμήμα μορίου (ανθεκτικό στην δράση πρωτεασών). Το αμινοτελικό τμήμα περιέχει την Α-περιοχή, η οποία αποτελείται από επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες αμινοξέων, πλούσιες σε αλανίνη. Το καρβοξυτελικό άκρο περιέχει την περιοχή Ρ, η οποία αποτελείται από επαναλαμβανόμενες αλληλουχίες αμινοξέων, πλούσιες σε προλίνη και το μεμβρανώδες τμήμα, το οποίο αποτελείται από υδρόφοβα αμινοξέα και το ενδομεμβρανώδες τμήμα, το οποίο συνίσταται από πέντε φορτισμένα αμινοξέα. Αυτές οι πρωτεΐνες είναι ικανές να προσκολληθούν σε άλλα μικρόβια, στο σιαλικό υμένιο και σε άλλα διαλυτά μόρια. Υπάρχουν ενδείξεις ότι τόσο το αμινοτελικό τμήμα του Ag I/II, όσο και η επαναλαμβανόμενη περιοχή Ρ συμμετέχουν στην προσκόλληση.

Διάφορα μακρομόρια του σιαλικού υμενίου έχουν προταθεί ως υποδοχείς του Ag I/II. Σε αυτά τα συστατικά ανήκουν η συγκολλητίνη μια γλυκοπρωτεΐνη υψηλού μοριακού βάρους, οι όξινες πρωτεΐνες πλούσιες σε προλίνη (PRP), οι πρωτεΐνες που περιέχονται στο κλάσμα μουκίνης, οι PRP φωσφοπρωτεΐνες καθώς και η φμπρονεκτίνη. Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι είτε το Ag I/II έχει πολλαπλούς υποδοχείς και ακολούθως πολλαπλές θέσεις συγκόλλησης, είτε οι υποδοχείς-συστατικά του σιαλικού υμενίου παρουσιάζουν κοινές περιοχές προσκόλλησης (binding sites).

Το αντιγόνο Ag I/II, εκτός από το σιαλικό υμένιο έχει βρεθεί ότι διαμεσολαβεί και στην διαβακτηριακή προσκόλληση και συνάθροιση με τους ακτινομύκητες και τον *P.gingivalis*. Σε άλλες ερευνητικές εργασίες έχει

άκρο περιοχών διάφορων τύπων πρωτεϊνών, οι οποίες παράγονται από Gram+ βακτήρια και επιτελούν διάφορες λειτουργίες.

Η γλυκοτρανσφεράση, συνδέεται με την κυτταρική επιφάνεια επί παρουσίας γλυκανών. Φαίνεται ότι αυτή η σύνδεση οφείλεται στη πρόσφυση του ενζύμου στη γλυκάνη ή δεξτράνη που περιβάλλει τα μικρόβια καθώς και σε σύνδεση με έναν πρωτεϊνικό υποδοχέα για τις γλυκάνες. Μπορεί το ένζυμο γλυκοτρανσφεράση να έχει ιδιότητες προσκόλλησης στη γλυκάνη, ωστόσο απομονώθηκαν και άλλες **πρωτεΐνες προσκόλλησης των γλυκανών (GBP)** που δεν ανήκουν στη κατηγορία της γλυκοτρανσφεράσης. Επιπλέον, απομονώθηκαν κάποιες πρωτεΐνες, οι οποίες έχουν τα χαρακτηριστικά επιφανειακών κυτταρικών πρωτεϊνών, δίνοντας ενδείξεις για την ύπαρξη ειδικών υποδοχέων προσκόλλησης. Από μελέτες σε άλλους στρεπτόκοκκους, όπως οι *S. sobrinus* προέκυψε, επίσης, ότι και μια άλλη πρωτεΐνη προσκόλλησης γλυκανών (GBL), η λεκτίνη, συμμετέχει στην συνάθροιση των μικροβίων, παρουσία εξωγενών α-1,6 γλυκανών.

ΠΡΟΣΚΟΛΛΗΣΗ ΛΑΚΤΟΒΑΚΙΛΛΩΝ ΣΤΟΥΣ ΣΚΛΗΡΟΥΣ ΟΔΟΝΤΙΚΟΥΣ ΙΣΤΟΥΣ

Οι μελέτες για τον τρόπο προσκόλλησης των *λακτοβάκιλλων* στο δόντι είναι λίγες κι αυτό γιατί υπάρχει δυσκολίες όσον αφορά τη τυποποίησή τους. Πιστεύεται ότι η προσκόλληση αυτών των μικροβίων στους σκληρούς οδοντικούς ιστούς και ειδικότερα στο κολλαγόνο γίνεται και με μη ειδικούς αλλά και με ειδικούς μηχανισμούς. Υπάρχουν μελέτες που δεικνύουν ότι στους μη ειδικούς μηχανισμούς συγκαταλέγονται υδρόφοβοι δεσμοί και δεσμοί μεταξύ ηλεκτροστατικών φορτίων. Ωστόσο υπάρχουν ενδείξεις ότι οι *λακτοβάκιλλοι* μπορούν και αναγνωρίζουν το κολλαγόνο είτε αυτό βρίσκεται σε διαλυτή μορφή, είτε είναι καθηλωμένο.

Οι μελέτες της κινητικής αυτών των μικροβίων δείχνουν ότι στην προσκόλληση συμμετέχουν κυτταρικές επιφανειακές πρωτεΐνες ως προσκολλητίνες. Η αναγνώριση και τυποποίηση των προσκολλητινών αυτών βρίσκεται σε προκαταρκτικό στάδιο. Διάφορες πρωτεΐνες καθώς και λιποτειχοϊκό οξύ έχουν προταθεί για τα μικρόβια του εντερικού επιθηλίου, χωρίς όμως να έχουν ανευρεθεί στους *λακτοβάκιλλους* του στόματος. Σύμφωνα με βιβλιογραφικές αναφορές έχει βρεθεί σε άλλους ιστούς όπως π.χ. στο εντερικό επιθήλιο αλληλεπίδραση *λακτοβάκιλλων* με την φιμπρονεκτίνη. Ένας παρόμοιος μηχανισμός θα μπορούσε να λαμβάνει χώρα και στους οδοντικούς ιστούς. Επίσης, πιστεύεται ότι οι προσκολλητίνες της επιφάνειας μπορούν να αναγνωρίσουν συστατικά του σιαλικού υμενίου που εμφανίζουν ομολογία με το κολλαγόνο όπως

οι PRP πρωτεΐνες. Οι προσκολλητίνες των *λακτοβακίλλων* έχουν την ικανότητα προσκόλλησης και συσσωμάτωσης τους με άλλα μικρόβια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Aleljung P, Paulsson M, Emody L, Andersson M, Naidu AS, Wadstrom T (1991). Collagen binding by *lactobacillus*. *Curr Microbiol* 23: 33-38
2. Carlson J, Grahn H, Jonsson G (1975). Lactobacilli and streptococci in the mouth of children. *Caries Res* 9: 333-339
3. Costerton JW (1999). Introduction to biofilm. *Int J Antimicrob Agents* 11:217-21
4. Donlan RM, Costerton JW (2002) Biofilms: survival mechanisms of clinically relevant microorganisms. *Clin Microbiol Rev* 15:167-93.
5. Dunne WM (2002). Bacterial adhesion: seen any good biofilms lately? *Clin Microb Rev* 15:155-6
6. Gibbons RJ (1989). Bacterial adhesion to oral tissues: a model for infectious diseases. *J Dent Res* 68: 750-760
7. Gibbons RJ, Cohen L, Hay DI (1986). Strains of *s.mutans* and *s.sobrinus* attach to different pellicle receptors. *Infect Immun* 52: 555-561
8. Gibbons RJ, van Houte J (1973). On the formation of dental plaques. *J Periodontol* 6:347-360.
9. Hajishengallis G, Michalek SM (1999). Current status of mucosal vaccine against dental caries. *Oral Microbiol Immunol* 14: 1-20
10. Harty DWS, Knox KW (1990). An in vitro study of adhesion of various *lactobacillus* species. *Microb Ecol Hlth Dis* 4: 19-28
11. Kolenbrander PE, Andersen RN, Blehert DS, Eglund PG, Foster JS, Palmer RJ Jr (2002). Communication among oral bacteria. *Microbiol Mol Biol Rev* 66:486-505
12. Krasse B (1966). Human streptococci and experimental caries in hamsters. *Arch Oral Biol* 11: 429-436
13. Levine M, Tabak LA, Reddy M, Mandel ID (1985). Nature of salivary pellicles in microbial adherence: role of salivary mucins. In: Mergenhagen SE, Rosan B, eds. *Molecular basis of oral microbial adhesion*. Washington, DC: American Society of Microbiology : 125-30.
14. Loesche WJ (1986). Role of *Streptococcus mutans* in human dental decay. *Microbiol Rev* 50:353-380.
15. Loesche WJ, Rowan J, Straffon LH, Loos PJ (1975). Association of *s.mutans* with human dental decay. *Infect Immun* 11: 1252-1260
16. Marsh PD, Bradshaw DJ (1995). Dental plaque as a biofilm. *J Ind Microbiol* 15: 169-75.

17. Rickard AH, Gilbert P, High NJ, Kolenbrander PE, Handley PS (2003). Bacterial coaggregation: an integral process in the development of multi-species biofilms. *Trends Microbiol.* 11:94-100.
18. Switalski LM, Butcher WG, Lantz MS (1993). Collagen mediates adhesion of *S. mutans* to human dentin. *Infect Immun* 61: 4119-4125

Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Εθνικών και Καποδιστριακών Πανεπιστημίων Αθηνών, Χρήστος Ραχιώτης, 2015.
Χρήστος Ραχιώτης. «Παθολογία Σκληρών Οδοντικών Ιστών. Βιοϋμένια (biofilms)».
Έκδοση: 1.0. Αθήνα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:
opencourses.uoa.gr/courses/DENT3.

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Διατήρηση Σημειωμάτων

- Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:
- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.

