



ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 5

Συσχέτιση των αποτελεσμάτων του μοντέλου υπολογισμού της έκθεσης του πληθυσμού της Αθήνας στα αερολύματα με επιδημιολογικά δεδομένα (δείκτες υγείας) στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Τίτλος Έργου : “Αξιολόγηση Φωτοχημικών Μοντέλων των Αιωρούμενων Σωματιδίων και του Όζοντος στο Λεκανοπέδιο Αθηνών με χρήση αισθητήρων DOAS και τεχνικής LIDAR και συσχέτισή τους με δείκτες υγείας”

Κωδικός Έργου :	05B-NON-EU-349 [ΟΠΣ: 96δ]
Ανάδοχος :	ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΜΕΑΣ ΙΙ
Επιστημονικός Υπεύθυνος :	Δρ. Ιωάννης ΖΙΩΜΑΣ Καθηγητής
Δράση :	«Συνεργασίες με Ε&Τ οργανισμούς χωρών εκτός Ευρώπης - 2005» (Φάση Β)
Θεματικός Τομέας :	Περιβαλλοντικές και Διαστημικές Τεχνολογίες
Αρμόδια Διεύθυνση ΓΓΕΤ :	Διεύθυνση Διεθνούς Ε&Τ Συνεργασίας Τμήμα Διακρατικών Σχέσεων
Αρμόδιος Χειριστής ΓΓΕΤ :	Β. ΚΕΡΑΣΙΩΤΗ

ΜΑΡΤΙΟΣ 2008

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 5: Συσχέτιση των αποτελεσμάτων του μοντέλου υπολογισμού της έκθεσης του πληθυσμού της Αθήνας στα αιωρούμενα σωματίδια με επιδημιολογικά δεδομένα (δείκτες υγείας) στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Συντονιστής: ΕΚΠΑ (50%), Συνεργάτες: ΕΚΕΦΕ-Δ (40%), ΕΟΗΣΙ (10%)

Περίληψη

Στο πλαίσιο του Παραδοτέου 5 διερευνήθηκε η συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης στην ατμοσφαιρική ρύπανση και δεικτών υγείας προκειμένου να είναι εφικτή αργότερα η ανάπτυξη μέτρων που θα επιτρέψουν την παρακολούθηση της δημόσιας υγείας. Εξαιτίας της πολυπλοκότητας του λεπτομερούς προσδιορισμού της έκθεσης (δοσιμετρίας) του αστικού πληθυσμού (βλ. Παραδοτέο 4), η συσχέτιση περιορίστηκε σε δύο μόνο καταστάσεις έκθεσης (χρόνιας) σε ατμοσφαιρική ρύπανση που αναφέρονται αντίστοιχα στο αστικό περιβάλλον και στο περιβάλλον της υπαίθρου. Ως δείκτες υγείας μελετήθηκαν και εκτιμήθηκαν οι ιστολογικές αλλαγές και κυτταρικές αλλοιώσεις των επιθηλιακών κυττάρων του ρινικού επιθηλίου και συσχετίστηκαν με την χρόνια έκθεση ή μη στην ατμοσφαιρική ρύπανση του Λεκανοπεδίου Αθηνών. Σύμφωνα με διάφορες επιδημιολογικές μελέτες αυξημένα επίπεδα ατμοσφαιρικών ρύπων σχετίζονται με άνοδο της νοσηρότητας και της θνητότητας. Οι επιπτώσεις τους στο αναπνευστικό σύστημα είναι σημαντικές και ειδικότερα στη ρινική κοιλότητα που αποτελεί το πρώτο τμήμα εισόδου του ατμοσφαιρικού αέρα. Λόγω της δυσκολίας να συσχετισθούν οι δείκτες υγείας που μελετήθηκαν με τον αριθμό των εισαγωγών ασθενών σε δημόσια στο Λεκανοπέδιο Αθηνών κατά τη διάρκεια επεισοδίων ατμοσφαιρικής ρύπανσης, η μελέτη μας περιορίστηκε μόνο στη μελέτη και εκτίμηση των ιστολογικών αλλαγών και των κυτταρικών αλλοιώσεων των επιθηλιακών κυττάρων του ρινικού επιθηλίου καθώς και στη συσχέτισή τους με την επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο Λεκανοπέδιο Αθηνών.

ΠΑΡΑΔΟΤΕΟ 5: Συσχέτιση των αποτελεσμάτων του μοντέλου υπολογισμού της έκθεσης του πληθυσμού της Αθήνας στα αιωρούμενα σωματίδια με επιδημιολογικά δεδομένα (δείκτες υγείας) στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Όπως προαναφέρθηκε κατά τη διάρκεια του Σταδίου 6 του παρόντος ερευνητικού έργου μελετήθηκε η συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης στην ατμοσφαιρική ρύπανση και δεικτών υγείας προκειμένου να είναι εφικτή αργότερα η ανάπτυξη μέτρων που θα επιτρέψουν την παρακολούθηση της δημόσιας υγείας. Εξαιτίας της πολυπλοκότητας του λεπτομερούς προσδιορισμού της έκθεσης (δοσιμετρίας) του αστικού πληθυσμού (βλ. Παραδοτέο 4), η συσχέτιση περιορίστηκε σε δύο μόνο καταστάσεις έκθεσης (χρόνιας) σε ατμοσφαιρική ρύπανση που αναφέρονται αντίστοιχα στο αστικό περιβάλλον και στο περιβάλλον της υπαίθρου. Ως δείκτες υγείας μελετήθηκαν και εκτιμήθηκαν οι ιστολογικές αλλαγές και κυτταρικές αλλοιώσεις των επιθηλιακών κυττάρων του ρινικού επιθηλίου και συσχετίστηκαν με την χρόνια έκθεση ή μη στην ατμοσφαιρική ρύπανση του Λεκανοπεδίου Αθηνών. Δείγματα ρινικού επιθηλίου επίσης ελήφθησαν από κατοίκους αγροτικών περιοχών προκειμένου να συγκριθούν με εκείνα των κατοίκων του Λεκανοπεδίου Αθηνών.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο Λεκανοπέδιο Αθηνών όπου κατοικεί το ένα τρίτο του πληθυσμού της Ελλάδας, η ατμοσφαιρική ρύπανση αποτελεί ένα βασικό πρόβλημα. Αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην πυκνοκατοίκηση του Λεκανοπεδίου και στην επακόλουθη συγκέντρωση διαφόρων δραστηριοτήτων μη φιλικών προς το περιβάλλον (βιομηχανίες, αυτοκίνητα, καυστήρες θέρμανσης, κλπ). Ένας άλλος λόγος είναι η αυξημένη ηλιοφάνεια κατά τους καλοκαιρινούς μήνες κυρίως, η οποία διευκολύνει τις διάφορες φωτοχημικές διεργασίες στις οποίες καθοριστικό ρόλο παίζει η ηλιακή ακτινοβολία. Επίσης, η τοπογραφία του Λεκανοπεδίου είναι τέτοια ώστε διάφορα φυσικά εμπόδια, όπως τα βουνά της Πάρνηθας, του Υμηττού, της Πεντέλης και του λόφου του Αιγάλεω να συγκρατούν την ατμοσφαιρική ρύπανση σε υψηλά επίπεδα

Οι συχνότεροι ατμοσφαιρικοί ρύποι και οι μηχανισμοί πρόκλησης ανεπιθύμητων αντιδράσεων παρουσιάζονται παρακάτω:

1) Όζον O₃

Το όζον είναι ένα αέριο στοιχείο που παράγεται στην στρατόσφαιρα (15-50 km) όπου και βρίσκεται περίπου το 90% του ολικού όζοντος της ατμόσφαιρας της γης. Το στρατοσφαιρικό όζον είναι το λεγόμενο «καλό» όζον, καθόσον δρα σαν φίλτρο που μας προστατεύει από τις

επιβλαβείς υπεριώδεις ακτινοβολίες. Το υπόλοιπο 10% του όζοντος βρίσκεται στο χαμηλότερο στρώμα της ατμόσφαιρας, την τροπόσφαιρα (0-15 km).

Το όζον που ευρίσκεται κοντά στην επιφάνεια της γης είναι ένας ρύπος που σχηματίζεται από χημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν μεταξύ υδρογονανθράκων, οξειδίων του αζώτου, πτητικών οργανικών ενώσεων και του ηλιακού φωτός. Τα οξείδια του αζώτου προέρχονται από ατμοσφαιρικούς ρύπους. Για αυτό το λόγο έχει επικρατήσει να αποκαλούμε το τροποσφαιρικό όζον ως «κακό» όζον. Τα αυτοκίνητα, οι βιομηχανίες, οι χημικές ουσίες όπως οι διαλύτες που απελευθερώνονται στο περιβάλλον, τα καταστήματα πώλησης καυσίμων (π.χ. βενζινάδικα), οι χωματερές και οι αγροτικές δραστηριότητες, είναι πηγές αέριων ρύπων που αντιδρούν με το ηλιακό φως και παράγουν, τελικά, όζον.

2) Διοξείδιο του αζώτου NO_2

Αέριο με ιδιάζουσα μυρωδιά, καφέ χρώμα, και ισχυρές οξειδωτικές ιδιότητες. Προέρχεται μέσω χημικών αντιδράσεων, παρουσία της ηλιακής ακτινοβολίας, από το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το οποίο παράγεται άμεσα από τα αυτοκίνητα, φορτηγά και βιομηχανικούς καυστήρες.

3) Διοξείδιο του θείου SO_2

Είναι αέριο άχρωμο, άοσμο αντιδρά με τα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας και είναι ιδιαίτερα ευδιάλυτο στο νερό.

4) Αιωρούμενα σωματίδια

Τα αιωρούμενα σωματίδια περιλαμβάνουν οποιαδήποτε στερεά ή υγρά σωματίδια (με εξαίρεση το νερό και τον πάγο) τα οποία αιωρούνται στην ατμόσφαιρα όπως μέταλλα, σκόνη, καπνός και σταγόνες θειικού οξέως. Γενικά, διακρίνουμε τρεις κατηγορίες (3 κλάσματα) αιωρούμενων σωματιδίων, οι οποίες διαφέρουν ως προς την προέλευση, τη χημική τους σύσταση και την επικινδυνότητά τους: τα TSP (ολικά αιωρούμενα σωματίδια), τα PM_{10} (εισπνεύσιμα αιωρούμενα σωματίδια) και $PM_{2.5}$ (αναπνεύσιμα αιωρούμενα σωματίδια).

5) Μονοξείδιο του άνθρακα CO

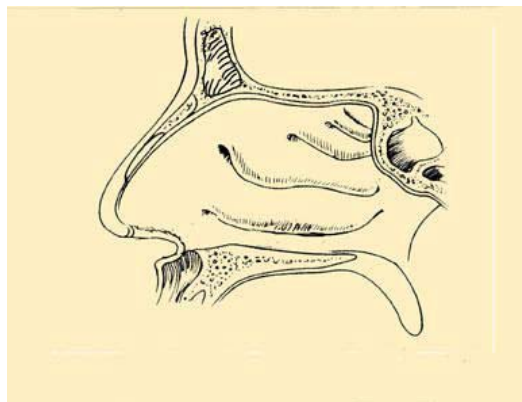
Πρόκειται για άχρωμο και άοσμο αέριο που εκπέμπεται ως προϊόν ατελούς καύσεως από μηχανές, όπως τα αυτοκίνητα, την βιομηχανία, την θέρμανση κατοικιών, τα χυτήρια, κλπ.

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να μελετηθούν και να εκτιμηθούν ιστολογικές αλλαγές και κυτταρικές αλλοιώσεις των επιθηλιακών κυττάρων του ρινικού επιθηλίου και να συσχετιστούν με την επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Σύμφωνα με διάφορες επιδημιολογικές μελέτες αυξημένα επίπεδα ατμοσφαιρικών ρύπων σχετίζονται με άνοδο της νοσηρότητας και της θνητότητας. Οι επιπτώσεις τους στο αναπνευστικό σύστημα είναι σημαντικές και ειδικότερα στη ρινική κοιλότητα που αποτελεί το πρώτο τμήμα εισόδου του ατμοσφαιρικού αέρα. Εκεί λαμβάνει χώρα εναπόθεση αιωρούμενων σωματιδίων και απορρόφηση τοξικών ρύπων που υπάρχουν στο περιβάλλον. Οι μορφολογικές αλλαγές που συμβαίνουν στο ρινικό βλεννογόνο σύμφωνα με τα αποτελέσματά μας είναι: διαταραχή της αρχιτεκτονικής του ψευδοπολύστοιβου κροσσώτου επιθηλίου και του άξονα προσανατολισμού των κυττάρων, ως και πλακώδη μετάπλαση.

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

Μελετήθηκαν ρινικές βιοψίες που λήφθηκαν από 63 άτομα που κατοικούσαν στο Λεκανοπέδιο Αθηνών και 12 άτομα μόνιμοι κάτοικοι υπαίθρου. Για την μελέτη μας τα επιλεγμένα άτομα έπρεπε να πληρούν τα παρακάτω κριτήρια: 1) Κανένας από αυτούς δεν είχε εκτεθεί σε επαγγελματικούς ρύπους όπως αμμωνία, φορμαλδεύδη, σκόνη ξύλου και άλλες χημικές ουσίες, 2) κατανάλωση αλκοόλ λιγότερο από ένα ποτό την ημέρα, 3) δεν είχαν κάποια λοίμωξη αναπνευστικού τους τελευταίους τρεις μήνες, 4) δεν παρουσίασαν κάποια εφανή παθολογία, 5) δεν είχαν κάνει κάποιο χειρουργείο στη μύτη ή στους παραρρίνιους κόλπους, 6) διάρκεια διαμονής στο Λεκανοπέδιο Αθηνών περισσότερο από 15 χρόνια. Μετά από έκπλυση της ρινικής κοιλότητας (Εικόνα 5.1) με φυσιολογικό ορό συλλέχθηκε υλικό από την κάτω ρινική κόγχη.

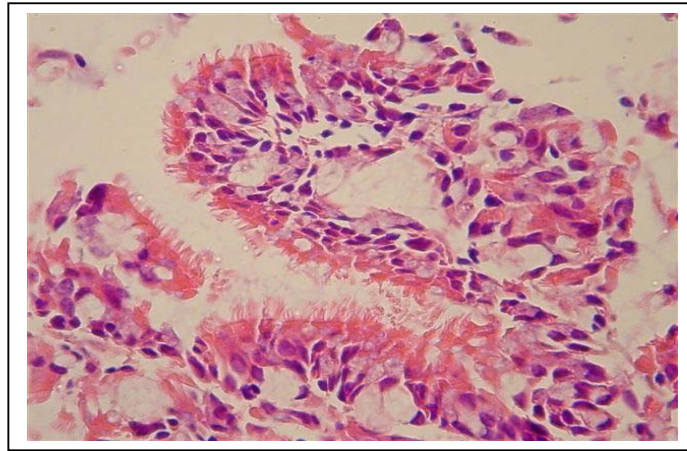


Εικόνα 5.1 Η ανθρώπινη ρινική κοιλότητα.

Η σκλήνωση του υλικού σε κύβους παραφίνης έγινε με τη μέθοδο Shandon Cytoblock System. Στην συνέχεια μελετήθηκαν τα δείγματα με χρώση αιματοξυλίνης-ηωσίνης σε τομές των 4 μm .

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

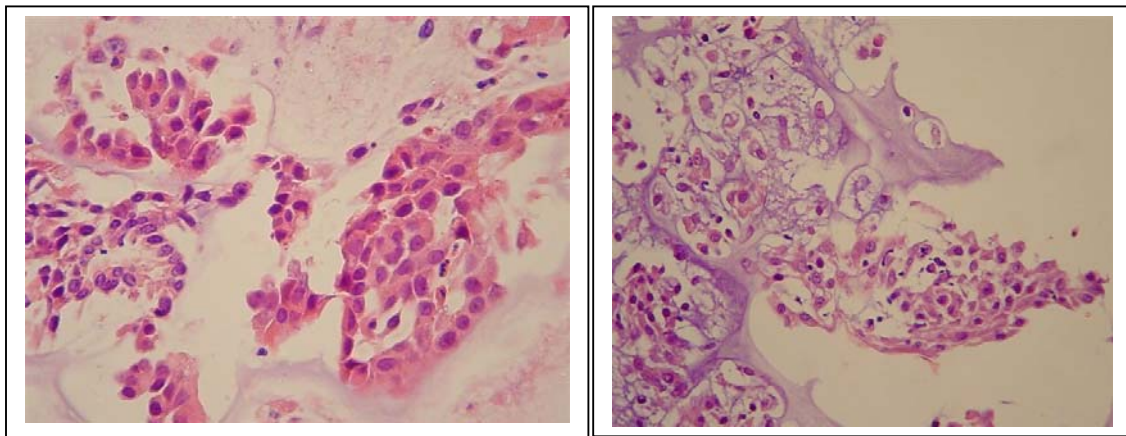
Σαν στοιχείο αναφοράς χρησιμοποιήθηκε η Εικόνα 5.2 που αντιστοιχεί στην απεικόνιση του ψευδο-στρωματοποιημένου κυλινδροειδούς βλεφαριδωτού επιθηλίου από ρινική βιοψία βλεννογόνου κατοίκου της υπαίθρου



Εικόνα 5.2 Απεικόνιση του ψευδο-στρωματοποιημένου κυλινδροειδούς βλεφαριδωτού επιθηλίου από ρινική βιοψία βλεννογόνου κατοίκου της υπαίθρου που χρησιμοποιήθηκε σαν εικόνα αναφοράς.

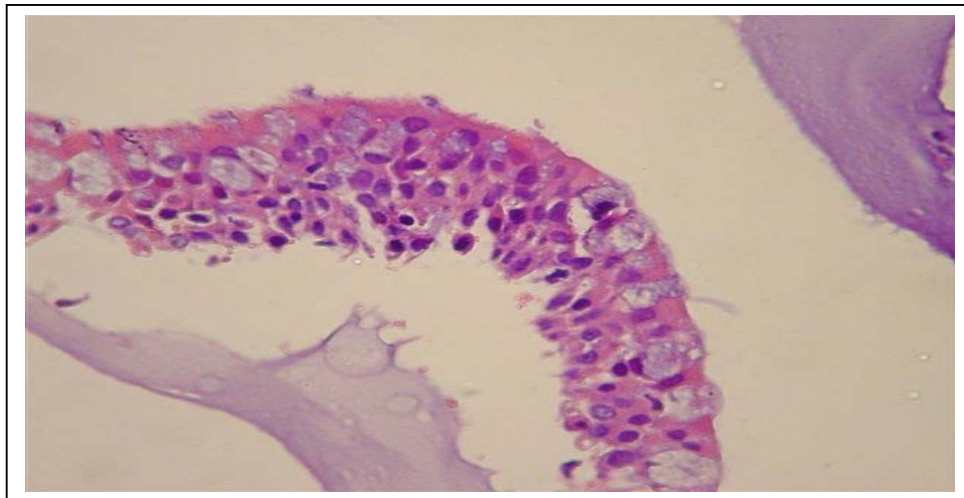
Από την ΩΡΛ κλινική εξέταση προέκυψαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις δύο ομάδες που μελετήθηκαν. Οι κάτοικοι του Λεκανοπεδίου Αθηνών σχετίζονται με αυξημένη ρινική καταρροή, ενώ στους κατοίκους της υπαίθρου είναι μειωμένη. Επίσης, ο ρινικός βλεννογόνος παρουσίασε έντονη ερυθρότητα στους κατοίκους του Λεκανοπεδίου Αθηνών. Οι κάτω ρινικές κόγχες βρέθηκαν συχνότερα υπερτροφικές στους κατοίκους του Λεκανοπεδίου σε σχέση με τους κατοίκους της υπαίθρου, κάτι που είχε σαν αποτέλεσμα την δυσχέρεια της ρινικής αναπνοής. Από την μελέτη του υλικού προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

I. Πλακώδης μετάπλαση του ρινικού επιθηλίου θετική (Εικόνα 5.3) στο Λεκανοπέδιο Αθηνών σε ποσοστό 65.1%, ενώ στην ύπαιθρο το θετικό ποσοστό ήταν μόνο 33.3%



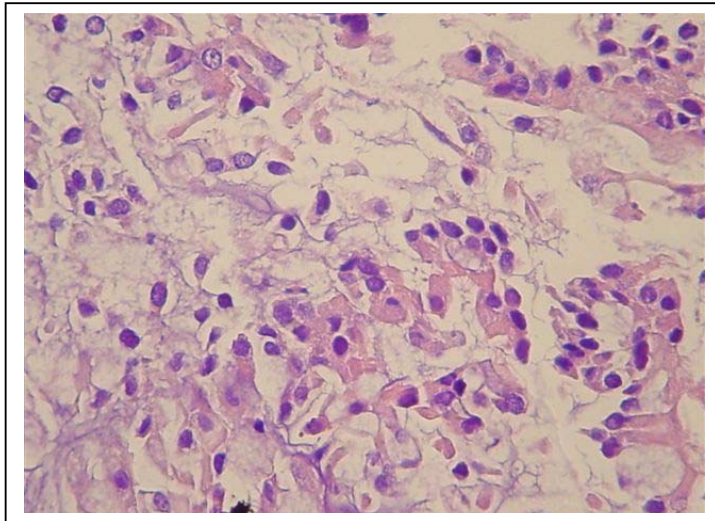
Εικόνα 5.3 Πλακώδης μετάπλαση του ρινικού επιθηλίου θετική για κάτοικο του Λεκανοπεδίου Αθηνών.

II. Μεταβολή του άξονα προσανατολισμού των επιθηλιακών κυττάρων σε σχέση με τη βασική μεμβράνη (Εικόνα 5.4). Στην ύπαιθρο η μέση τιμή της γωνίας του άξονα ήταν $63,75^\circ$ με τυπική απόκλιση $19,21^\circ$ και $46,27^\circ$ στα αστικά κέντρα με τυπική απόκλιση $12,95$.



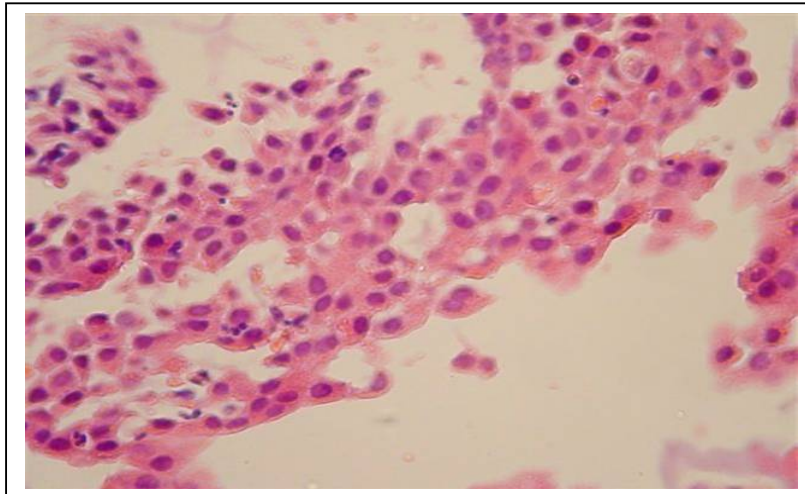
Εικόνα 5.4 Μεταβολή του άξονα προσανατολισμού των επιθηλιακών κυττάρων σε σχέση με τη βασική μεμβράνη.

III. Απώλεια της συνοχής των κυττάρων (Εικόνα 5.5) Η αρνητική κυτταρική συνοχή είναι πολύ πιο πιθανή στα αστικά κέντρα ($52,4\%$) και η θετική κυτταρική συνοχή στην ύπαιθρο ($91,7\%$). Μόνο ένα ποσοστό της τάξης του $8,3\%$ είχε απώλεια της κυτταρικής συνοχής στην ύπαιθρο.



Εικόνα 5.5 Ρινικά επιθηλιακά κύτταρα αρκετά απομονωμένα μεταξύ τους, γεγονός της απώλειας συνοχής τους.

IV. Αύξηση της παρουσίας των φλεγμονωδών κυττάρων εντός του πάχους του ρινικού επιθηλίου στο Λεκανοπέδιο Αθηνών (55,4%) σε σχέση με την ύπαιθρο (44.4%) (Εικόνα 5.6).



Εικόνα 5.6 Αύξηση της παρουσίας των φλεγμονωδών κυττάρων εντός του πάχους του ρινικού επιθηλίου για κάτοικο του Λεκανοπέδιου Αθηνών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα ευρήματα μας θεωρούμε ότι αποτελούν σημαντικούς δείκτες για την μελέτη της επίδρασης της αστικής ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο ρινικό επιθήλιο και μας επιτρέπουν την

αξιολόγηση της κατάστασης του επιθηλίου των πόλεων σε σχέση με τους κατοίκους της υπαίθρου. Σύμφωνα με τα όσα περιγράφηκαν προηγουμένως, στο Παραδοτέο 5 πραγματοποιήθηκε η συσχέτιση μεταξύ δύο καταστάσεων έκθεσης πληθυσμού και δεικτών υγείας. Οι καταστάσεις αφορούν την χρόνια έκθεση στην αστική ατμοσφαιρική ρύπανση του Λεκανοπεδίου Αθηνών ή την μη έκθεση (ύπαιθρος). Ειδικότερα, μελετήθηκαν και εκτιμήθηκαν οι ιστολογικές αλλαγές και κυτταρικές αλλοιώσεις των επιθηλιακών κυττάρων του ρινικού επιθηλίου και συσχετίστηκαν με την επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στο Λεκανοπέδιο Αθηνών

Βεβαιώνεται η εκτέλεση του παραπάνω έργου

Αθήνα, 10/03/2008

Ο Επιστημονικός Υπεύθυνος

Δρ. Ιωάννης ΖΙΩΜΑΣ
Καθηγητής Ε.Μ.Π.