

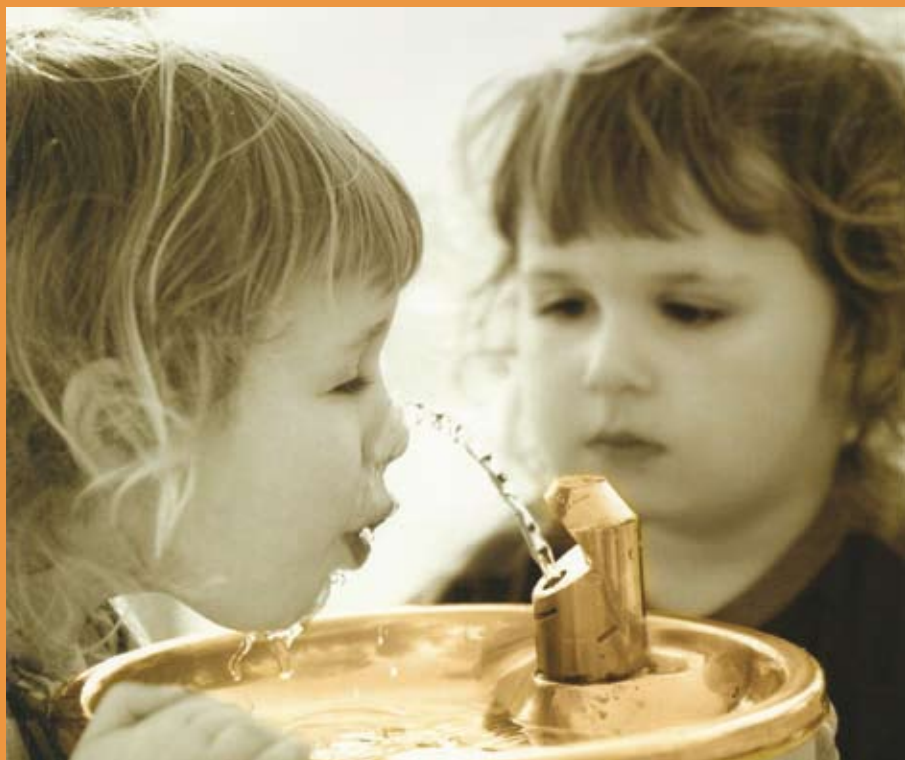
2012

Antimicrobial
Copper

Cu⁺

Cu

Ελληνικό Ινστιτούτο
Ανάπτυξης Χαλκού
Copper Alliance



ΑΝΤΙΜΙΚΡΟΒΙΑΚΟΣ ΧΑΛΚΟΣ

Π. Ευσταθίου

Περιεχόμενα

Πρόλογος

Εισαγωγή

- Ιστορική αναδρομή
- Τί είναι ο αντιμικροβιακός χαλκός
- Βασικές έρευνες
- Εφαρμογές στον τομέα Υγείας
- Εφαρμογές στην εκπαιδευτική κοινότητα
- Εφαρμογές στην κοινότητα
- Προοπτικές

Βιβλιογραφία

Μια καινοτόμος εφαρμογή στον χώρο της Υγείας είναι η χρήση του χαλκού και των κραμάτων του με την αντιμικροβιακή ιδιότητα, όπως αυτή καθορίστηκε από την Environmental Protection Agency των Ηνωμένων Πολιτειών. Στο παρόν πόνημα, γίνεται περιγραφή των ιδιοτήτων του αντιμικροβιακού χαλκού και παρουσιάζονται οι δυνατότητες του στους χώρους εφαρμογής.

Ο τρόπος με τον οποίον τα ιόντα χαλκού εξουδετερώνουν ισχυρά μικρόβια αναλύεται, παρουσιάζοντας δε συγχρόνως μελέτες που αποδεικνύουν την αντιμικροβιακή δράση σε μια σειρά ισχυρών μικροβίων και ιών, νοσοκομειακής και μη προέλευσης. Είναι εμφανής η οικονομία κλίμακος που θα υπάρξει στον τομέα Υγείας από τη χρήση του αντιμικροβιακού χαλκού. Μείωση χρήσης αντιβιοτικών, ελάττωση ημερών νοσηλείας και προστασία της Δημόσιας Υγείας συνολικά.

Η εφαρμογή του αντιμικροβιακού χαλκού σε δημόσιους χώρους, όπως τα σχολεία του Αρσακείου (Ψυχικού – Εκάλης) αποτελούν παγκόσμια πρωτοτυπία.

Πάνος Α. Ευσταθίου

Ορθοπαιδικός Χειρουργός

Διδάκτωρ Πανεπιστημίου Αθηνών

Επιστημονικός Σύμβουλος Ε.Ι.Α.Χ.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες στην Διδα Βασιλική Καρυώτη, Γεωλόγο, για την συμμετοχή στη σύνταξη του παρόντος.

Περίπου 7 εκατομμύρια άτομα σε παγκόσμιο επίπεδο προσβάλλονται ετησίως από λοιμώξεις που σχετίζονται με την υγιεινολογική περίθαλψη. Στην Ευρώπη, από τα 4 εκατομμύρια θανάτων που καταγράφονται ετησίως, πεθαίνουν περίπου 37.000 άνθρωποι από λοιμώξεις που σχετίζονται με τη νοσοκομειακή περίθαλψη. Το κόστος των λοιμώξεων αυτών ξεπερνάει τα \$ 80 εκατομμύρια παγκοσμίως, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ).

Τα μικρόβια που αναπτύσσονται πάνω σε αντικείμενα με τα οποία ερχόμαστε σε καθημερινή επαφή, είναι εκείνα που προκαλούν αυτές τις λοιμώξεις. Παρά τις παγκόσμιες καμπάνιες για το πλύσιμο των χεριών και τον καθαρισμό γενικότερα, τα ποσοστά των λοιμώξεων παραμένουν αδικαιολογήτως υψηλά.

Τα μικρόβια, που είναι ανθεκτικά στα αντιβιοτικά, έχουν εξαπλωθεί από τα υγιεινολογικά περιβάλλοντα (νοσοκομεία) μέχρι τα σχολεία, τα σπίτια, τις δημόσιες συγκοινωνίες και γενικώς στις περιοχές που υπάρχουν μαζικές συναθροίσεις. Η αποτελεσματικότητα του αντιμικροβιακού χαλκού, που ήταν το θέμα της Παγκόσμιας Ημέρας Υγείας το 2011, συμβάλλει στη μείωση των φαρμάκων που χρησιμοποιούνται σήμερα για την αντιμετώπιση των μολύνσεων και των μεταδιδόμενων ασθενειών.

Ιστορική Αναδρομή



Οι Αιγύπτιοι είναι γνωστό, από αναφορές σε παπύρους χρησιμοποιούσαν τον χαλκό με ευεργετικά αποτελέσματα στον άνθρωπο, από το 4.000π.Χ. Κατασκεύαζαν από χαλκό, δοχεία πόσιμου ύδατος και έκαναν χρήση φυλλιδίων χαλκού, για την απολύμανση των τραυμάτων².



Οι αρχαίοι Έλληνες, το 3^ο και 4^ο αιώνα, ήδη χρησιμοποιούσαν παρασκευάσματα, βασισμένα στο χαλκό, για να θεραπεύσουν τα εξανθήματα στο δέρμα, μικρά τραύματα καθώς επίσης και για την ατομική τους υγιεινή καθημερινά.



Ο πατέρας της Ιατρικής, Ιπποκράτης, (460 - 380 π.Χ.), χρησιμοποίησε το χαλκό για τη θεραπεία των πληγών στα κάτω άκρα, που σχετίζονται με τους κισσούς, με εξαιρετικά αποτελέσματα.

Στη Γαλλία, κατά τη διάρκεια των τριών επιδημιών χολέρας, γύρω στο 1850, παρατηρήθηκε ότι οι εργαζόμενοι στα χυτήρια χαλκού δεν είχαν πληγεί από τη νόσο.

Πιο πρόσφατα, το 1970, το Αμερικανικό Κολέγιο Πνευμονολόγων δημοσίευσε εργασία που αφορούσε την «αντιβακτηριακή δράση του χαλκού». Παρατηρήθηκε ότι η χρήση φυλλιδίων χαλκού σε νεφελοποιητές, για τη θεραπεία αναπνευστικών προβλημάτων, εξουδετέρωνε τη μικροβιακή χλωρίδα και καθιστούσε το περιβάλλον του νεφελοποιητή αποστειρωμένο.

Το 1983, σε μελέτη που έγινε σε νοσοκομείο στην Πενσυλβάνια, έδειξε την αποτελεσματικότητα του χαλκού, στην μείωση των στελεχών *Escherichia coli* που είχαν ενοφθαλμισθεί σε χειρολαβές (πόμολα) από ορείχαλκο σε αντίθεση με τις χειρολαβές που ήταν κατασκευασμένες από ανοξείδωτο χάλυβα.

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχουν μελετηθεί οι αντιμικροβιακές ιδιότητες του χαλκού και των κραμάτων του όσον αφορά μια σειρά μικροοργανισμών που απειλούν τη δημόσια υγεία. Οι κύριες εφαρμογές του αντιμικροβιακού χαλκού αφορούν την υγειονομική περίθαλψη, την προστασία της Δημόσιας Υγείας, την επεξεργασία των τροφίμων κ.ά.

Τί είναι ο χαλκός;

Ο χαλκός είναι ένα στοιχείο (Cu) ελεύθερο στη φύση που ανακυκλώνεται πλήρως (σε ποσοστό 100%) και μπορεί να εναρμονιστεί αισθητικά, με το περιβάλλον. Είναι χαρακτηριστικό ότι οι χάλκινες σωληνώσεις και τα ελάσματα μπορούν να ανακυκλωθούν πολλές φορές χωρίς να χάσουν τις βασικές τους ιδιότητες. Η ανακύκλωση του χαλκού απαιτεί μόνο 15% της συνολικής ενέργειας σε σχέση με αυτήν που καταναλώνεται για την εξόρυξη, τη μηχανική κατεργασία, τον καθαρισμό και την τελική του επεξεργασία. Έχει ιδιαίτερες ιδιότητες σε σχέση με τα άλλα μέταλλα, όπως αεροστεγανότητα, υδατοστεγανότητα, θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα, πυρανεκτικότητα και αντοχή στην ηλιακή ακτινοβολία²³.



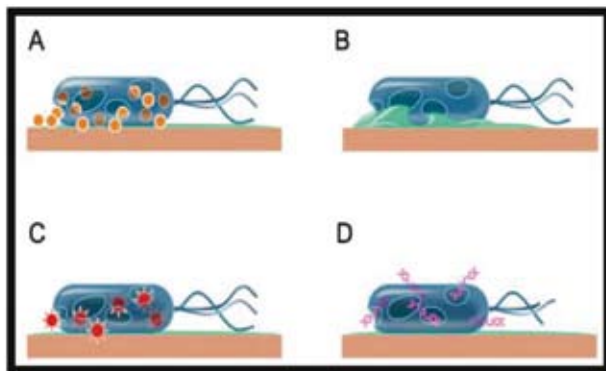
Τί είναι ο αντιμικροβιακός χαλκός

Αντιμικροβιακή είναι η ικανότητα των ιόντων χαλκού να εξουδετερώνουν τα μικρόβια, τους μύκητες και τους ιούς.

Τα παθογόνα μικρόβια παραμένουν ζωντανά και λοιμώδη, σε επιφάνειες για πολλές ώρες, ημέρες, ακόμη και μήνες. Σχηματίζουν μία «δεξαμενή» και μεταδίδονται μέσω της αφής. Τα μικρόβια δεν μπορούν όμως να επιβιώσουν επάνω σε επιφάνειες από αντιμικροβιακό χαλκό.

Ο τρόπος με τον οποίο ο αντιμικροβιακός χαλκός εξαλείφει τα παθογόνα μικρόβια αναφέρεται παρακάτω⁴:

1. Διαταράσσει τη λειτουργία της αντλίας καλίου - νατρίου στην εξωτερική μεμβράνη των μικροβίων
2. Διαταράσσει την ωσμωτική ισορροπία των μικροβίων
3. Προκαλεί οξειδωτικό στρες παράγοντας υπεροξείδιο υδρογόνου
4. Διαταράσσει τη φάση αναδίπλωσης του DNA στους ιούς

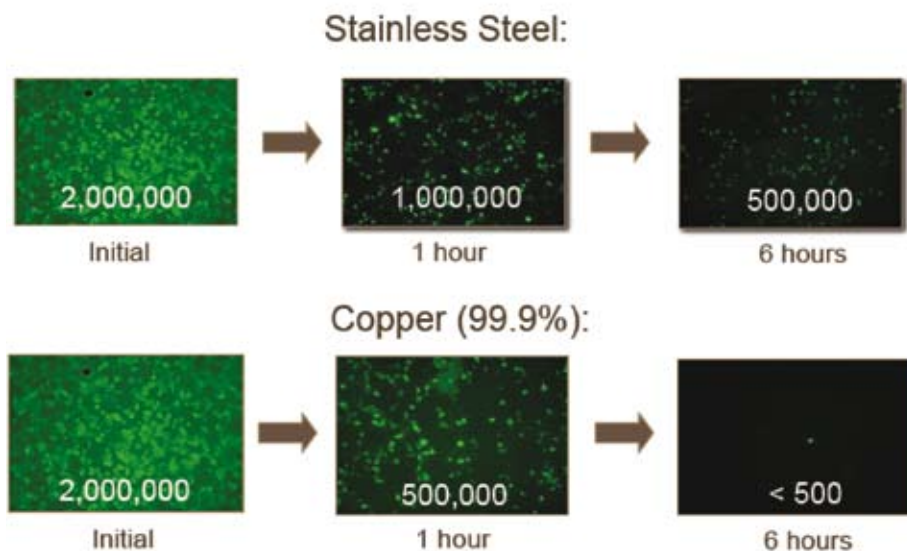


Στάδια εξάλειψης των παθογόνων μικροβίων από τον αντιμικροβιακό χαλκό

Ο αντιμικροβιακός χαλκός χρησιμοποιείται στις επιφάνειες συχνής επαφής σε νοσοκομεία, σχολεία, γυμναστήρια, δημόσια κτήρια και στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Αποτελεί ήδη δραστικό συστατικό σε πολλούς και διάφορους τύπου αντιμικροβιακών προϊόντων που χρησιμοποιούνται στη γεωργία, σε θαλάσσια περιβάλλοντα, σε υγειονομικά περιβάλλοντα και στο σπίτι¹.

Η αντικατάσταση όλων των επιφανειών αφής σε ένα νοσοκομειακό περιβάλλον είναι ένα επιπλέον όπλο για την καταπολέμηση των ενδοноσοκομειακών μολύνσεων.

Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται στελέχη του ιού Influenza A μετά από μία ώρα και μετά από 6 ώρες πάνω σε επιφάνειες ανοξείδωτου χάλυβα και αντιμικροβιακού χαλκού που έχουν μολυνθεί. Είναι χαρακτηριστική η μείωση των στελεχών του ιού που παρατηρείται στην επιφάνεια του αντιμικροβιακού χαλκού⁷.



Influenza A σε επιφάνειες ανοξείδωτου χάλυβα και αντιμικροβιακού χαλκού

Ο αντιμικροβιακός χαλκός δεν αντικαθιστά τις τυπικές συνθήκες καθαρισμού και απολύμανσης αλλά δρα συμπληρωματικά και για το λόγο αυτό θα πρέπει να συνδυάζεται με τις τυπικές διαδικασίες καθαρισμού των επιφανειών. Για να έχουν την κατάλληλη αντιμικροβιακή δράση, τα αντικείμενα από χαλκό θα πρέπει να συντηρούνται σύμφωνα με τις οδηγίες καθαρισμού του χαλκού. Ο καθαρισμός αυτός εξαρτάται από τα προσδοκώμενα επίπεδα απολύμανσης για το κάθε αντικείμενο. Επίσης, δεν θα πρέπει οι επιφάνειες αυτές του αντιμικροβιακού χαλκού να βάφονται, να καλύπτονται με κερί ή να υφίστανται οποιαδήποτε χημική επεξεργασία.

Οι αντιμικροβιακές ιδιότητες του χαλκού είναι μακροχρόνιες

Ακόμη κι αν οι επιφάνειες χαραχθούν, η αντιμικροβιακή τους αποτελεσματικότητα συνεχίζει να υφίσταται – δεν φθείρονται όπως οι επιστρώσεις ή άλλου τύπου κατεργασμένες επιφάνειες. Τα κράματα χαλκού, είναι οι μόνες στερεές επιφάνειες που έχουν καταχωρηθεί «ως προϊόντα με θετικές ιδιότητες για τη δημόσια υγεία» από την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος της Αμερικής (EPA).

Πρόσφατα, μελέτες αντιμικροβιακής αποτελεσματικότητας σε διάφορες επιφάνειες αφής έχουν καταδείξει σαφώς ότι ο χαλκός και τα κράματά του εξαλείφουν αρκετούς από τους ισχυρότερους τύπους μικροβίων, συμπεριλαμβανομένων μεταξύ άλλων του ανθεκτικού στη Μεθικιλίνη, Χρυσίζοντα Σταφυλόκοκκου (MRSA), του *Clostridium difficile*, της γρίπης A (H1N1) και του βακτηρίου *Escherichia Coli O157:H7*. Παρακάτω, παρουσιάζονται οι τύποι μικροβίων που εξουδετερώνει¹¹.

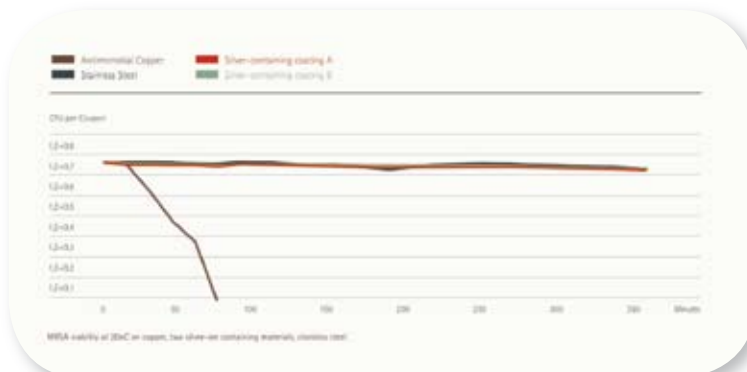
- *Acinetobacter baumannii*
- *Adenovirus*
- *Aspergillus niger*
- *Candida albicans*
- *Campylobacter jejuni*
- *Clostridium difficile* (including spores)
- *Enterobacter aerogenes*
- *Escherichia coli O157:H7*
- *Helicobacter pylori*
- *Influenza A (H1N1)*
- *Legionella pneumophila*
- *Listeria monocytogenes*
- *Meticillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA, including E-MRSA)*
- *Poliovirus*
- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Salmonella enteritidis*
- *Staphylococcus aureus*
- *Tubercle bacillus*
- *Vancomycin-resistant enterococcus (VRE)*

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται η αντιμικροβιακή δράση του χαλκού σε τυπικές συνθήκες εσωτερικού χώρου και φαίνεται η πτωτική τάση των στελεχών των βακτηρίων συναρτήσει του χρόνου που περνάει, σε σχέση με άλλα υλικά (ανοξείδωτο χάλυβα, ασήμι που περιέχει επίστρωση Α και ασήμι που περιέχει επίστρωση Β)²⁵.



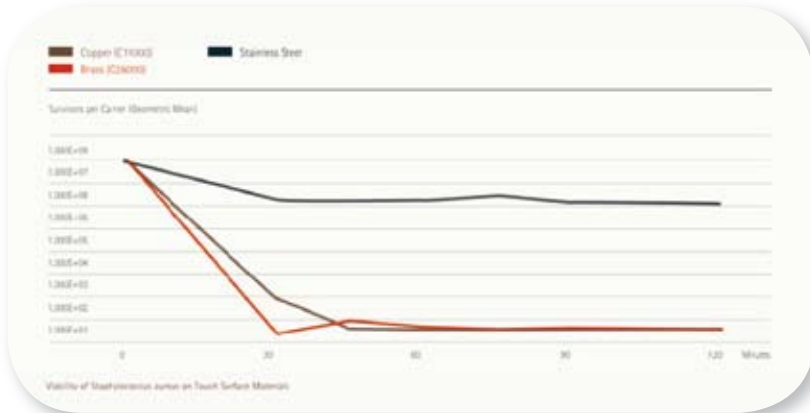
Ενδεικτικά, παρουσιάζονται τα παρακάτω διαγράμματα για τους διάφορους τύπους παθογόνων μικροοργανισμών και τη τάση των στελεχών των μικροβίων σε σχέση με το χρόνο για τα διάφορα υλικά (ανοξείδωτο χάλυβα, ασήμι που περιέχει επίστρωση Α και ασήμι που περιέχει επίστρωση Β).

• **Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA)²⁵**

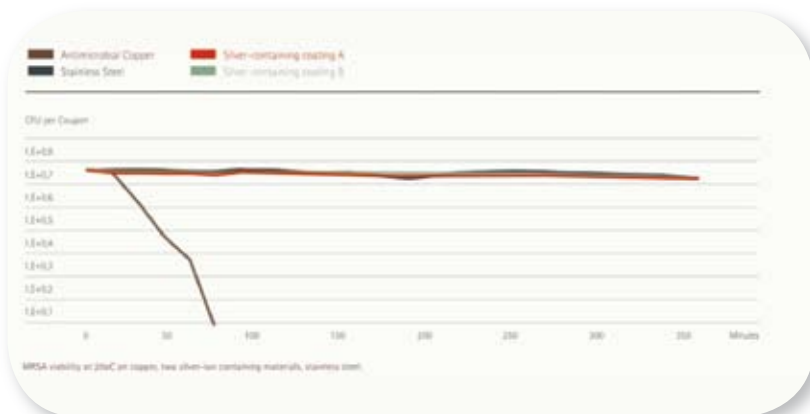


Μετά από δύο ώρες έκθεσης στους παθογόνους οργανισμούς, ο αριθμός των στελεχών στον αντιμικροβιακό χαλκό έχει μειωθεί σε ποσοστό 99.9% σε αντίθεση με τις υπόλοιπες επιφάνειες.

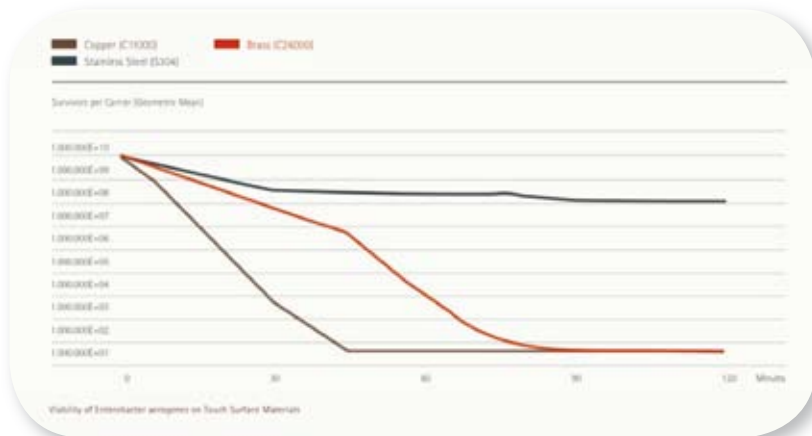
- *Staphylococcus aureus* (πάνω σε επιφάνεια χαλκού, σε επιφάνεια ορείχαλκου και σε ανοξείδωτο χάλυβα)²⁵



- *Escherichia coli* O157:H7 (πάνω σε αντιμικροβιακό χαλκό, σε ανοξείδωτο χάλυβα, ασήμι που περιέχει επίστρωση Α και ασήμι που περιέχει επίστρωση Β)²⁵.



- *Enterobacter aerogenes* (πάνω σε επιφάνεια χαλκού, σε επιφάνεια ορείχαλκου και σε ανοξείδωτο χάλυβα)



Σήμανση αντιμικροβιακού χαλκού

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Χαλκού κατοχύρωσε την αντιμικροβιακή ιδιότητα του χαλκού θεσπίζοντας ως διεθνές σήμα το Cu+.

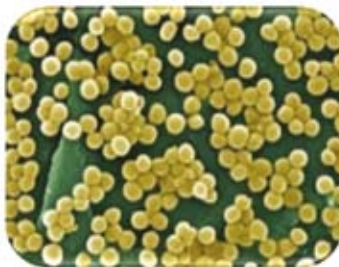
Antimicrobial
Copper



Με τον τρόπο αυτό αναγνωρίζεται η αντιμικροβιακή ιδιότητα σε κάθε προϊόν χαλκού ή κράματος που φέρει το σήμα αυτό.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα πιστοποιημένα κράματα του χαλκού (C110 έως C280) και η αντίστοιχη μείωση (100%) στη βακτηριακή μόλυνση¹².

	Group	Alloy	% Cu	S. aureus	E. aerogenes	MRSA	P. aeruginosa	E. coli O157:H7	VRE
Efficacy as a Sanitizer	I	C110	99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	II	C510	94.8	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	III	C706	88.6	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	IV	C260	70.0	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	V	C732	65.0	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	VI	C280	60.0	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
Residual Self-Sanitizing	I	C110	99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	II	C510	94.8	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	III	C706	88.6	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	IV	C260	70.0	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	V	C732	65.0	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	VI	C280	60.0	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
Continuous Reduction of Bacterial Contaminants (Results at 24 Hr)	I	C110	99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	II	C510	94.8	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	III	C706	88.6	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	IV	C260	70.0	99.7	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	V	C732	65.0	99.6	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9	>99.9
	VI	C280	60.0	99.7	>99.9	99.8	>99.9	>99.9 *	>99.9



Το Φεβρουάριο του 2008, η Αμερικανική Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA) των ΗΠΑ, καταχώρησε επίσημα 275 κράματα χαλκού με θετικές ιδιότητες για τη δημόσια υγεία. Έκτοτε, έχουν καταχωρηθεί επτά ακόμη κράματα, ανεβάζοντας το συνολικό αριθμό των καταχωρημένων κραμάτων στα 282. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του κράματος σε χαλκό τόσο ταχύτερα εξαλείφονται τα μικρόβια. Τα κράματα χαλκού, προσφέρουν μία ποικιλία ελκυστικών χρωμάτων από το κίτρινο του ορείχαλκου, μέχρι το σκούρο καφέ του μπρούντζου.



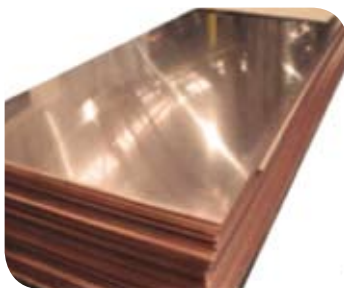
Το χρώμα του χαλκού αλλάζει;

Οι επιφάνειες του χαλκού και των κραμάτων του αλλάζουν χρώμα με το πέρασμα του χρόνου γιατί γίνεται φυσική οξείδωση. Το πόσος χρόνος απαιτείται για να συμβεί μία χρωματική αλλαγή εξαρτάται από το κράμα και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Σε συνθήκες έκθεσης εντός κτιρίων για να εμφανισθούν σημαντικές αλλαγές απαιτούνται αρκετά χρόνια. Η φυσική οξείδωση δεν επηρεάζει τις αντιμικροβιακές ιδιότητες. Έχει αποδειχθεί ότι οι επιφάνειες του χαλκού και των κραμάτων του, όσο περισσότερο οξειδώνονται, τόσο πιο αποτελεσματικές γίνονται στο να εξουδετερώνουν τα μικρόβια.

Βασικές έρευνες

Αμερική

Το 1983, ένας Αμερικανός ιατρός, ο Δρ Phyllis Kuhn, δημοσίευσε μια νοσοκομειακή μελέτη παρουσιάζοντας την αποτελεσματικότητα του χαλκού στη μείωση του αριθμού των μικροβίων **E. Coli** σε χειρολαβές (πόμολα) από ορείχαλκο.



Το Δεκέμβριο του 2005, ο καθηγητής Bill Keevil του Πανεπιστημίου Southampton, παρουσίασε τα εργαστηριακά του ευρήματα που αφορούσαν τη δράση του αντιμικροβιακού χαλκού, στο Υπουργείο Υγείας του Ηνωμένου Βασιλείου.

Το συμπέρασμα ήταν ότι η δράση του χαλκού σαν αντιμικροβιακό υλικό ήταν αποτελεσματική και δικαιολογούσε το επόμενο βήμα στις έρευνες, δηλαδή μια δοκιμή σε ένα κλινικό περιβάλλον.



Ακολουθώντας, η Ένωση Ανάπτυξης Χαλκού (CDA) επιχορήγησε έρευνα στα Πανεπιστημιακά νοσοκομεία του Ιδρύματος Birmingham (NHS) και ο καθηγητής Tom Elliott ολοκλήρωσε την κλινική φάση αυτής. Η Ένωση Ανάπτυξης Χαλκού συνεργάστηκε επίσης με αντίστοιχη κατασκευαστική εταιρεία για να παρέχει τα προϊόντα του αντιμικροβιακού χαλκού στις έρευνες καθώς επίσης ήρθε σε επαφή και με άλλες ομάδες κλινικών δοκιμών σε όλο τον κόσμο.



Ιαπωνία

Το 2005, επιλεγμένες επιφάνειες στην πτέρυγα Δερματολογίας και στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας Νεογνών (NICU) στο Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Kitasato στο Τόκιο, καλύφθηκαν με φύλλα αντιμικροβιακού χαλκού και τα επίπεδα μόλυνσης ελέγχθηκαν σε αυτά. Βρέθηκε ότι τα κράματα χαλκού συνέβαλαν στην μείωση της μικροβιακής χλωρίδας του νοσοκομειακού περιβάλλοντος.



Ηνωμένο Βασίλειο

Από το Μάρτιο του 2007, «επιφάνειες που προσδιορίζονται ως οι πιο συχνά αγγιζόμενες» σε πτέρυγα του Νοσοκομείου Selly Oak (NHS-UK) αντικαταστάθηκαν με αντικείμενα που περιείχαν αντιμικροβιακό χαλκό και η μόλυνση στις επιφάνειές τους συγκρίθηκε με τα ομοειδή αντικείμενα, χωρίς αντιμικροβιακό χαλκό, στην ίδια πτέρυγα. Τα αντικείμενα αυτά ήταν χειρολαβές, πόμολα της πόρτας, διακόπτες, βρύσες, τραπέζια τροχήλατα, νεροχύτες και καθίσματα τουαλετών.

Στην πρώτη φάση αυτής της μελέτης, επιλέχτηκαν τρία αντικείμενα - βρύσες, πόμολα θύρας και καθίσματα τουαλετών. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε μια μείωση στη μόλυνση μεταξύ 90 και 100% στα αντικείμενα που περιείχαν αντιμικροβιακό χαλκό.

Στη δεύτερη φάση αντικαταστάθηκαν στο νοσοκομείο περισσότερα προϊόντα (συμπεριλαμβανομένων τροχήλατων τραπεζιών, διακοπών φωτός, καζανάκια και καρέκλες). Τα αποτελέσματα έδειξαν χαμηλότερα επίπεδα μικροοργανισμών στα χάλκινα αντικείμενα έναντι των άλλων που δεν ήταν από χαλκό.

Σε δεύτερη έρευνα που αφορούσε τα στυλό που χρησιμοποιούσαν οι εργαζόμενοι υγειονομικής περίθαλψης αποδείχθηκε ότι τα στυλό αντιμικροβιακού χαλκού έχουν μειώσει σημαντικά τα επίπεδα μόλυνσης.

Χιλή

Επιλέχθηκαν τυχαία τρία δωμάτια εντατικής θεραπείας και αντικαταστάθηκαν τα αντικείμενα από αντίστοιχα από αντιμικροβιακό χαλκό. Η μελέτη είχε διάρκεια 30 εβδομάδες και ο καθαρισμός των επιχάλκωμένων δωματίων ήταν ίδιος με αυτόν των άλλων ΜΕΘ που δεν είχαν επιχάλκωθεί.



Επιχάλκωμένη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας στη Χιλή

Αποδείχθηκε ότι τα επίπεδα μόλυνσης είχαν μειωθεί σημαντικά στις Μονάδες Εντατικής Θεραπείας που είχαν επιχάλκωθεί¹⁴.

Τελευταίες έρευνες

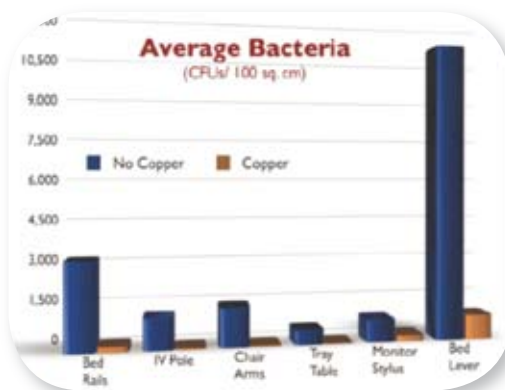
Αμερική

Σε κλινικές έρευνες που συμμετείχαν, το Αντικαρκινικό Κέντρο Memorial Sloan Katterring στη Νέα Υόρκη, η Ιατρική Σχολή της Ν. Καρολίνα και το Ιατρικό Κέντρο Ralph H. Johnson στη Βιρτζίνια^{15,16}, μετρήθηκαν τα επίπεδα των βακτηρίων σε αντικείμενα με τα οποία έρχονταν σε επαφή καθημερινά πολύς κόσμος (όπως λαβές κρεβατιών, δίσκοι σερβιρίσματος κρεβατιών, κουμπιά έκκλησης βοήθειας, και οροστάτες). Στη συνέχεια, σε κάποια δωμάτια που ήταν τυχαία επιλεγμένα, αντικαταστάθηκαν τα αντικείμενα αυτά με αντίστοιχα από αντιμικροβιακό χαλκό.



Έπειτα μελετήθηκαν τα αποτελέσματα για τα επίπεδα της ενδονοσοκομειακής μόλυνσης στους ασθενείς που ήταν στα δωμάτια με αντιμικροβιακό χαλκό και συγκρίθηκαν με τα επίπεδα των δωματίων των οποίων τα αντικείμενα δεν είχαν αντικατασταθεί¹¹.

Μετά από αυτό διαπιστώθηκε ότι τα δωμάτια με αντιμικροβιακό χαλκό παρουσίασαν μια μείωση παθογόνων μικροβιακών στελεχών σε ποσοστό 97% στην επιφάνεια τους.



Η έρευνα αυτή χρηματοδοτήθηκε από το Αμερικανικό Υπουργείο Άμυνας. Τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν στο 1^ο Διεθνές Συνέδριο για την Πρόληψη και τον Έλεγχο των Λοιμώξεων του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας στην Ελβετία τον Ιούλιο του 2011.

Ελλάδα

Στη μελέτη που πραγματοποιήθηκε στην Ελλάδα, διερευνήθηκε η αποτελεσματικότητα ενός κράματος χαλκού (Cu63%-Zn37%) σε σχέση με τις αμινογλυκοσίδες (αντιβιοτικά 3^{ης} γενιάς). Τα κράματα χαλκού παρουσίαζαν ισχυρή αντιμικροβιακή δράση σε όλα τα ανθεκτικά βακτήρια που μελετήθηκαν. Ειδικότερα, ήταν αποτελεσματικά συγκριτικά τα αντιβιοτικά (ισοδύναμος δράση) στα στελέχη *Staphylococcus aureus* και *Acinetobacter baumannii*.⁶

Μια άλλη μελέτη αφορούσε τις καρβαπενέμες (ισχυρά αντιβιοτικά που χρησιμοποιούνται για τη θεραπεία σοβαρών νοσοκομειακών λοιμώξεων) και αποδείχθηκε ότι τα κράματα χαλκού μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση των πολυανθεκτικών μικροβίων στο νοσοκομειακό περιβάλλον¹⁸.



Εφαρμογές στον τομέα υγείας

Αγγλία

Τοποθέτηση αντιμικροβιακού χαλκού σε μια Μονάδα Εντατικής Θεραπείας, δυναμικής 8 κλινών στο Γενικό Νοσοκομείο Trafford του Μάντσεστερ.

Στο Ηνωμένο Βασίλειο το "Selly Oak Hospital" του NHS έχει επιχαλκωθεί ολόκληρο από το 2009.



Νοσοκομείο Selly Oak

Ελλάδα

Στην Ελλάδα, έχουν ολοκληρωθεί εφαρμογές επιχάλκωσης στα παρακάτω νοσοκομεία:

1. Στο Γενικό Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο «Αττικών» έχει επιχάλκωθεί η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ). Έχουν αντικατασταθεί χειρολαβές θυρών, επιφάνειες ώθησης, τροχήλατα τραπεζίδια, στατώ ορών και πόμολα ντουλάπας.



2. Στην ιδιωτική Κλινική «Πειραιϊκό Θεραπευτήριο» έχουν αντικατασταθεί χειρολαβές θυρών, επιφάνειες ώθησης, τροχήλατα τραπέζια, στατώ ορών και πόμολα ντουλάπας στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας.



Κύπρος

Στην Κύπρο, η Μονάδα Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ) του Νοσοκομείου Λευκωσίας και η ΜΕΘ της κλινικής «Απολλώνιον» ευρίσκονται σε εξέλιξη διαδικασίας επιχάλκωσης.

Βουλγαρία

Στην Σόφια της Βουλγαρίας το Νοσοκομείο TOKUNDA (1000κλινών) έχει ήδη αρχίσει η διαδικασία επιχάλκωσης των ΜΕΘ του.



Γαλλία

Τελευταία εφαρμογή στο Centre Hospitalier de Rambouillet (Παρίσι-Γαλλία), στις Μονάδες Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ) και τα παιδιατρικά τμήματα.



Εφαρμογές στην εκπαιδευτική κοινότητα

Ιαπωνία

Στο Κέντρο Φροντίδας παιδιών Mejiro, στο Hachioji στην Ιαπωνία, το 2011 εφαρμόστηκε για πρώτη φορά η χρήση του αντιμικροβιακού χαλκού. Επιφάνειες αφής και βρύσες αντικαταστάθηκαν από αντίστοιχες με αντιμικροβιακό χαλκό. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση 90-100% της μικροβιακής χλωρίδας και κυρίως των στελεχών ***Influenza A, E. Coli* και *MRSA***.²³



Κέντρο Φροντίδας παιδιών στο Hachioji στην Ιαπωνία

Ελλάδα

Τον Φεβρουάριο του 2011, σε δύο σχολεία στην Ελλάδα,

1. Δημοτικό Σχολείο Αρσάκειο Ψυχικού και το
2. Δημοτικό Σχολείο Εκάλης Αρσακείου



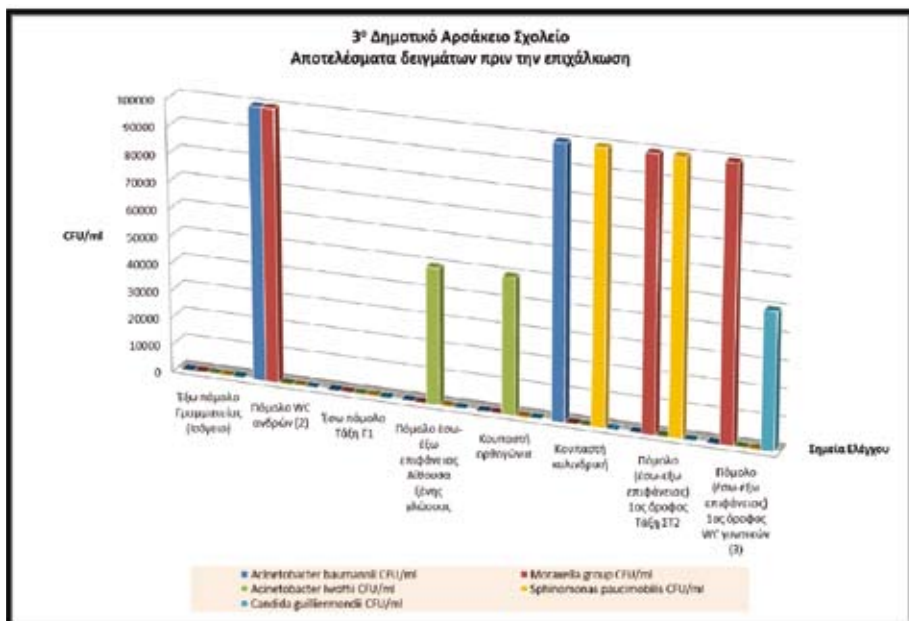
έγινε επιχάλκωση επιφανειών και αντικατάσταση αντικειμένων με αντιμικροβιακό χαλκό.



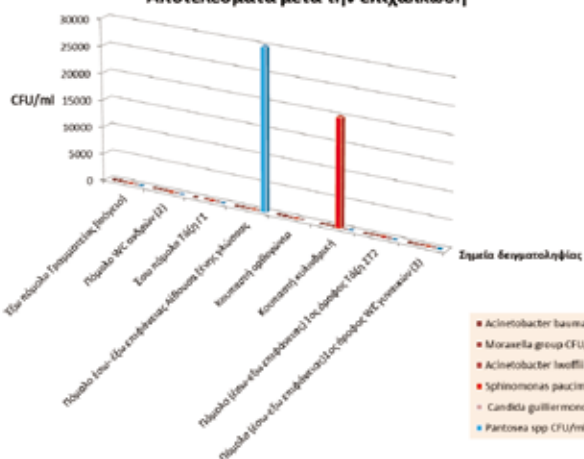
Τα σχολεία αυτά, δυναμικότητας 2500 μαθητών αντικατέστησαν τις χειρολαβές, τα πόμολα πόρτας και τα χερούλια ώθησης με αντίστοιχα κατασκευασμένα από αντιμικροβιακό χαλκό.



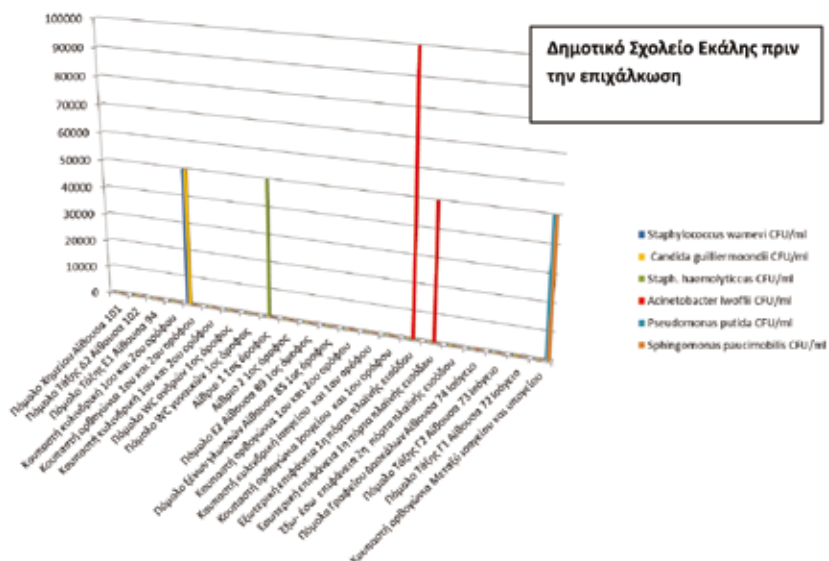
Τα πρώτα αποτελέσματα έδειξαν μείωση των μολύνσεων σε ποσοστό 90 -100% σε σχέση με τις επιφάνειες που δεν είχαν αντικατασταθεί. Σε δεύτερη φάση, το 2012, υλοποιείται ερευνητική εργασία για τη μείωση των επιδημιολογικών δεδομένων μετά την επιχάλκωση των σχολείων.

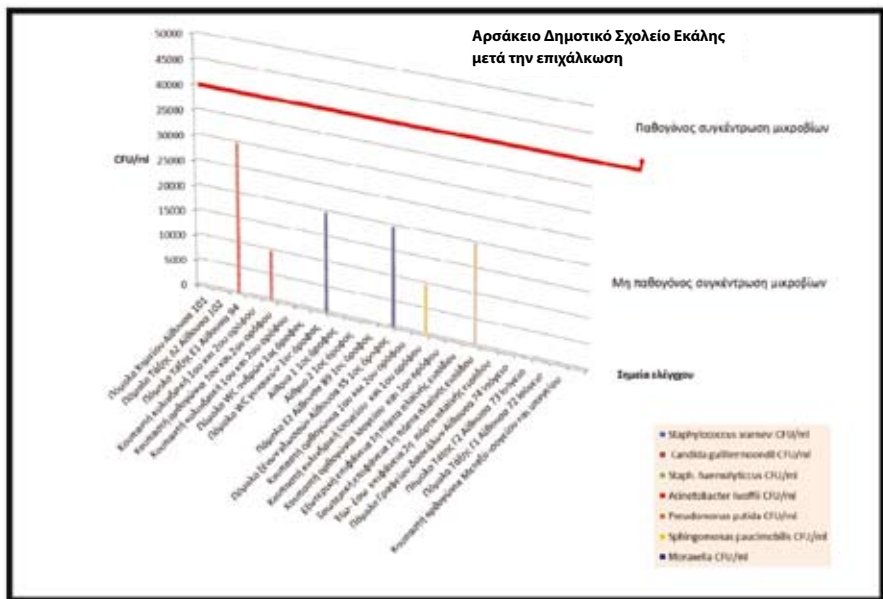


3ο Δημοτικό Σχολείο Αρσακείου Ψυχικού Αποτελέσματα μετά την επιχάλκωση



Δημοτικό Σχολείο Εκάλης πριν την επιχάλκωση





Αντιμικροβιακό κλιματιστικό

Το πρώτο αντιμικροβιακό χάλκινο κλιματιστικό παρουσιάστηκε στο Πεκίνο από την εταιρεία κλιματισμού Chigo σε συνεργασία με το Διεθνή Οργανισμό Χαλκού. Οι εργαστηριακές δοκιμές έδειξαν ότι στα κλιματιστικά αυτά αναστέλλεται η ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών. Σύμφωνα με την Κινέζικη Υπηρεσία Ενεργειακής Απόδοσης, τα κλιματιστικά έχουν απόδοση 8,36 (μοντέλα ίσης δυναμικότητας έχουν 3,6) και μπορούν να εξοικονομήσουν έως και 56% περισσότερη ενέργεια.²⁴



Επιχάλκωση σταθμών METRO

Στο Σαντιάγκο της Χιλής αντικαταστάθηκαν όλες οι χειρολαβές με αντίστοιχες κατασκευασμένες από αντιμικροβιακό χαλκό σε ένα σταθμό του μετρό. Ήδη έχουν υπογράψει συμβόλαιο για να τοποθετήσουν χειρολαβές από ορείχαλκο στους επόμενους σταθμούς (περίπου 30) που θα κατασκευαστούν.²



Προοπτικές

Όλες οι μελέτες που έχουν γίνει πάνω στην αποτελεσματικότητα του αντιμικροβιακού χαλκού, καθώς και οι εφαρμογές του είναι πολύ ελπιδοφόρες στην αντιμετώπιση των βακτηρίων και των παθογόνων μικροοργανισμών.

Οι κατασκευάστριες εταιρείες έχουν δείξει μεγάλο ενδιαφέρον στην κατασκευή αντικειμένων χαλκού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιβάλλοντα νοσοκομείου, όπως επίσης και για την προάσπιση της Δημόσιας Υγείας σε περιβάλλοντα όπως τα σχολεία, οι χώροι μαζικής συνάθροισης κλπ.

Είναι σημαντικό ότι το μέλλον της Ιατρικής Επιστήμης για την αντιμετώπιση των μικροβιακών στελεχών έχει πλέον ένα σύμμαχο, τον αντιμικροβιακό χαλκό. Η εμφάνιση ισχυρών παθογόνων βακτηρίων και η αδυναμία αντιβιοτικών τελευταίας γενιάς να τα αντιμετωπίσουν, καθιστά ακόμα περισσότερο αναγκαία και χρήσιμη την ικανότητα των ιόντων χαλκού να είναι μικροβιοκτόνο.

Είναι σίγουρο ότι τα επόμενα χρόνια θα αξιοποιηθεί η δυνατότητα των κραμάτων χαλκού όπως αυτή περιγράφηκε στην απόφαση πιστοποίησης της Environmental Protection Agency (EPA) των ΗΠΑ. Χρήση «για προληπτική δράση στον τομέα της Δημόσιας Υγείας».²

Επιστημονική Ομάδα Ε.Ι.Α.Χ.

Δρ. Π. Ευσταθίου Ορθοπαιδικός Χειρουργός

Καθ. Ε. Κουσκούνη Βιοπαθολόγος

Δρ. Α. Καραγεώργου Βιοπαθολόγος

Μανωλίδου Ζαχαρούλα, Νοσηλεύτρια, MSc,

Τσερώνη Μαρία, Νοσηλεύτρια, MA

Βιβλιογραφία

1. Casey A.L, Adams D., Karpanen T.J., Lambert P.A., Cookson B.D., Nightingale P., Miruszenko L., Shillam R., Christian P. and J.Elliott T.S., J.Hosp.Infect "Role of copper in reducing hospital environment contamination",2009
2. Efsthathiou Panos A «The Role of Antimicrobial Copper Surfaces in Reducing Healthcare associated Infections», European Infectious Disease, Volume 5, Issue 2, Autumn 2011
3. Gould S W J, Fielder M D, Kelly A F, Morgan M, Kenny J, Naughton D P, "The Antimicrobial Properties of Copper Surfaces against a Range of Important Nosocomial Pathogens", Annals of Microbiology, 59 (1) 151-156 (2009)
4. Grass Gregor, Rensing Christopher and Solioz Marc "Metallic Copper as an Antimicrobial Surface" Appl. Environ. Microbiol. doi:10.1128/AEM.02766-10, American Society for Microbiology
5. Karpanen T J, Casey A L, Lambert P A, Cookson B D, Nightingale P, Miruszenko L and Elliott T S J. "Antimicrobial Efficacy of Copper Alloy Furnishing in the Clinical Environment; a Cross-over Study" Infection Control and Hospital Epidemiology
6. Kouskouni E., Tsouma I, Patikas I., Karageorgou K, Manolidou Z, Tseroni M, Agrafa I, Efsthathiou P, "Antimicrobial activity of copper alloys compared to aminoglycosides against multidrug-resistant bacteria", ECCMID-ICC 2011- Abst. Nr. 3597
7. Michels H.T., and Anderson D., "Antimicrobial regulatory efficacy testing of solid copper alloy surfaces in the USA" Metal Ions in Biology and Medicine 2008: Vol. 10. 185-190, Eds Ph. Collery, I. Maynard, T. Theophanides, L. Khassanova, T. Collery. John Libbey Eurotext, Paris
8. Michels H T. "Copper Alloys may be Allies in Fight Against Germs" Plumbing Standards - An Official Publication of the American Society of Sanitary Engineers, October-December, 2004
9. Michels H T "Antimicrobial Characteristics of Copper", ASTM Standardization News, October 2006.
10. Michels H, Moran W and Michel J, "Antimicrobial Properties of Copper Alloy Surfaces, with a Focus on Hospital-Acquired Infections", International Journal of Metalcasting, Summer 2008, pp 47-56
11. Michels H.T., Noyce J.O.and Keevil C.W."Effects of temperature and humidity on the efficacy of methicillin-resistant Staphylococcus aureuschallenged antimicrobial materials containing silver and copper", Letters in Applied Microbiology, 49 (2009) 191-195
12. Moran W R, Attaway H H, Schmidt M G, John J F, Salgado C D, Sepkowitz K A, Cantey R J, Steed L L, Michels H T. "Risk Mitigation of Hospital Acquired Infections Through the Use of Antimicrobial Copper Surfaces" Poster presented at the American Hospital Association and Health Forum Leadership Summit 2011, July 17-19, 2011, San Diego, CA.

13. Noyce, J. O., Michels, H. T., & Keevil, C. W. (2007): Inactivation of Influenza A Virus on Copper versus Stainless Steel Surfaces. 73 (8), 2748 – 2750, Appl and Environ Microbiol.
14. Prado V, Duràn C, Crestto M, Gutierrez A, Sapiain P, Flores G, Fabres H, Tardito C, Schmidt M. "Effectiveness of Copper Contact Surfaces in Reducing the Microbial Burden (MB) in the Intensive Care Unit (ICU) of Hospital del Cobre, Calama", Chile Poster 56.044, presented at the 14th International Conference on Infectious Diseases, Miami, March 11, 2010.
15. Salgado C D, Morgan A, Sepkowitz K A et al "A Pilot Study to Determine the Effectiveness of Copper in Reducing the Microbial Burden (MB) of Objects in Rooms of Intensive Care Unit (ICU) Patients", Poster 183, 5th Decennial International Conference on Healthcare-Associated Infections, Atlanta, March 29, 2010
16. Salgado C D, Sepkowitz K A, Plaskett T, John J F, Cantey J R, Attaway H H, Steed L L, Michels H T, Schmidt M G, "Microbial Burden of Objects in ICU Rooms" October 2008
17. Shufutinsky Anton, Michels Harold, Moran Wilton, Estelle Adam, Michel James, Dreska Chris, Simon Dennis, "Potential for the application of metallic copper surfaces as a method for preventing surface and airborne microbial contamination in military healthcare facilities, food handling operations, and other occupational settings"
18. Souli M. , Chrysouli Z., Galani I. , Panayea T. , Petrikos G, Armaganidis A, Giamarellou H, "Evaluation of the antimicrobial properties of copper against clinical isolates of carbapenamase-producing Enterobacteriaceae"
19. Wilks S A, Michels H and Keevil C W "The Survival of Escherichia coli O157 on a Range of Metal Surfaces", International Journal of Food Microbiology, 105 (2005), pp 445-454.
20. World's First Antimicrobial Copper Air Conditioner Launched in Beijing, PR795 issued: 21 December 2010
21. Τριμηνιαία Περιοδική Έκδοση του Ε.Ι.Α.Χ. , Ιούλιος - Αύγουστος - Σεπτέμβριος 2011, τεύχος 56
22. Τριμηνιαία Περιοδική Έκδοση του Ε.Ι.Α.Χ. , Ιούλιος - Αύγουστος - Σεπτέμβριος 2011, τεύχος 56
23. PR797 issued: 12th January 2011 "Antimicrobial Copper to Protect Children Against Infections"
24. PR795 issued: 21 December 2010 World's First Antimicrobial Copper Air Conditioner Launched in Beijing
25. www.antimicrobialcopper.com



Ελληνικό Ινστιτούτο
Ανάπτυξης Χαλκού

Copper Alliance

Πειραιώς 252, 177 78 Ταύρος, Αττική
Τηλ.: 210 4898298, Fax: 210 4898311
www.copper.org.gr, E-mail: info@copperalliance.gr