

Μελέτη του Φαινομένου του «Συνωστισμού» σε ένα Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών ενός Γενικού Νοσοκομείου της Χώρας

**Study of Emergency Rooms
“Crowding” in a Greek General
Hospital**

Παναγιώτα Μπουγάτσα,¹ Ιωάννης Αποστολάκης,²
Γεώργιος Χαραλάμπους³

Abstract at the end of the article

¹ΠΜΣ Διοίκηση Υπηρεσιών Υγείας,
Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής,
²Ιατρική Πληροφορική PhD,
Ιατρική Σχολή, Εθνικό και
Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών,
³Χειρουργός MD, MSc, PhD, Τμήμα
Επειγόντων Περιστατικών Γενικού
Νοσοκομείου Αθηνών «Ιπποκράτειο»,
Αθήνα
Προέλευση εργασίας: Μεταπτυχιακό
πρόγραμμα ειδίκευσης στη Διοίκηση
Υπηρεσιών Υγείας, Τμήμα Πολιτικών
Υγείας, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Υποβλήθηκε: 11/02/2020
Επανυποβλήθηκε: 26/06/2020
Εγκρίθηκε: 13/10/2020

Υπεύθυνος αλληλογραφίας:

Παναγιώτα Μπουγάτσα
Αργυροκάστρου 22, 157 73 Ζωγράφου,
Ν. Αττικής
Τηλ: (+30) 6988 777 603
e-mail: bougatsamail@gmail.com

Εισαγωγή: Ο «συνωστισμός» στα Τμήματα Επειγόντων Περιστατικών (ΤΕΠ) αποτελεί παγκόσμιο φαινόμενο με πολλές προεκτάσεις. Κυρίως επηρεάζει αρνητικά την περίθαλψη των ασθενών. Το φαινόμενο συναντάται στην Ελλάδα και σε συνδυασμό με τα δομικά προβλήματα του Ελληνικού Συστήματος Υγείας δημιουργεί επιπλέον πίεση στα ΤΕΠ. **Σκοπός:** Για τη μελέτη του φαινομένου του «συνωστισμού» προτείνεται η χρήση της προσομοίωσης ως βασικού εργαλείου. Στόχος είναι να μελετηθεί το ΤΕΠ ως σύστημα, να βρεθούν τα σημεία συμφόρησης και να αναπτυχθούν σενάρια βελτίωσης. Κύρια υπόθεση της συγκεκριμένης εργασίας είναι ότι, η μελέτη και η μοντελοποίηση των διαδικασιών στα ΤΕΠ μπορεί να συνδράμει στην κατανόηση των στοιχείων που επηρεάζουν τον «συνωστισμό», και να βοηθήσει να αναπτυχθούν εργαλεία και πρακτικές για την αντιμετώπιση του φαινομένου. **Υλικό και Μέθοδος:** Η μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι η ανάπτυξη μοντέλου προσομοίωσης διακριτών γεγονότων με τη χρήση της πλατφόρμας προσομοίωσης ClouDES. Η μεθοδολογία έχει σχεδιαστεί να λειτουργεί με ελάχιστα στοιχεία από το ΤΕΠ. Προκειμένου να εφαρμοστεί πρακτικά το μοντέλο αναπτύχθηκε συνεργασία με το Γενικό Νοσοκομείο Αθηνών «Ιπποκράτειο» και το Τμήμα Εκτάκτων Περιστατικών. **Αποτελέσματα:** Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης επιβεβαιώνουν ότι το ΤΕΠ είναι «συνωστισμένο» και αναδεικνύουν τα κρίσιμα σημεία συμφόρησης (διαλογή, εργαστηριακές εξετάσεις, μεγάλος αριθμός μη επειγόντων περιστατικών). **Συμπεράσματα:** Η μοντελοποίηση και η προσομοίωση είναι ισχυρά εργαλεία που μπορούν να βοηθήσουν στη μελέτη του φαινομένου του «συνωστισμού».

Ο πειραματισμός με σενάρια βελτίωσης αναδεικνύει ότι για τη βελτίωση της λειτουργίας των ΤΕΠ χρειάζονται παρεμβάσεις, τόσο εντός ΤΕΠ (π.χ. εικοσιτετράωρη λειτουργία των ΤΕΠ, κ.ά.) όσο και εκτός ΤΕΠ (π.χ. ενίσχυση της Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας, κ.ά.).

Λέξεις-ευρετηρίου: Φαινόμενο «Συνωστισμού», Τμήμα Εκτάκτων Περιστατικών, Προσομοίωση, Πλατφόρμα ClouDES, Μοντελοποίηση.

Εισαγωγή

Τμήματα Επείγοντων Περιστατικών (ΤΕΠ) ονομάζονται οι δομές επείγουσας φροντίδας υγείας στα Νοσοκομεία. Αποτελούν ζωτικό κρίκο ανάμεσα στην προνοσοκομειακή και νοσοκομειακή φροντίδα.¹ Τα ΤΕΠ πρέπει να θεωρούνται σημείο αναφοράς, καθώς από αυτά μπορεί να εκτιμηθούν παράμετροι της ποιότητας του Συστήματος Υγείας.² Οι δύο λέξεις που περιγράφουν το ΤΕΠ ως σύστημα είναι η πολυπλοκότητα (πρέπει καθημερινά να συνεργαστεί μεγάλος αριθμός διαφορετικών πόρων που εμπλέκονται στη λειτουργία τους), και η αβεβαιότητα όσον αφορά στο αποτέλεσμα αυτών των δραστηριοτήτων (οι οποίες μπορεί να συμβαίνουν σε διαφορετικές στιγμές και να χρειάζεται ταυτόχρονη χρήση πόρων).³ Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα τους αυξημένους χρόνους αναμονής και παραμονής στα ΤΕΠ.

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται, σε παγκόσμιο επίπεδο, αυξανόμενος ρυθμός επισκέψεων στα ΤΕΠ,¹ και αυτό αποτελεί πρόβλημα διεθνώς.⁴

Για το παγκόσμιο φαινόμενο του «συνωστισμού» στα ΤΕΠ ένας κοινά αποδεκτός ορισμός είναι: «η κατάσταση στην οποία οι αναγνωρισμένες ανάγκες για υπηρεσίες επείγουσας φροντίδας, ξεπερνούν τους διαθέσιμους πόρους για τη φροντίδα των ασθενών στα ΤΕΠ, στα Νοσοκομεία ή και στα δύο».⁵

Ως αποτελέσματα του συνωστισμού αναφέρονται οι μεγάλοι χρόνοι αναμονής για τους ασθενείς, κακή επικοινωνία και βία ανάμεσα στους ασθενείς και το προσωπικό, αποχώρηση ασθενών από τα ΤΕΠ χωρίς να έχουν λάβει την απαραίτητη φροντίδα, κ.ά.^{6,7}

Οι λόγοι αύξησης των επισκέψεων στα ΤΕΠ και του «συνωστισμού» είναι πολυπαραγοντικοί, μπορεί να σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά των ασθενών, τις δημογραφικές και κοινωνικές αλλαγές (γήρανση του πληθυσμού, αύξηση του επιπολασμού των χρόνιων νοσημάτων), τις αλλαγές στη διαβίωση των νοικοκυριών (μοναξιά και έλλειψη υποστηρικτικού οικογενειακού δικτύου).^{8,9}

Υπάρχουν όμως και παράγοντες από την πλευρά των παρόχων υπηρεσιών επείγουσας φροντίδας που εντείν

νουν το φαινόμενο του «συνωστισμού», όπως η έλλειψη πρόσβασης σε υπηρεσίες πρωτοβάθμιας φροντίδας⁸ και η μη 24ωρη λειτουργία των ΤΕΠ.

Για την αντιμετώπιση του φαινομένου προτείνονται διάφορες παρεμβάσεις. Ευρύτερες, εκτός ορίων των ΤΕΠ, όπως αύξηση της προσφοράς των υπηρεσιών της Πρωτοβάθμιας Φροντίδας Υγείας (ΠΦΥ) και της πρόσβασης σε αυτή, διάφορες τηλεφωνικές υπηρεσίες,⁹⁻¹⁴ διάφορες προνοσοκομειακές παρεμβάσεις,^{15,16} ολοκληρωμένη φροντίδα,^{17,18} εκπαίδευση ασθενών και αυτοδιαχείριση,^{12,15} εμπόδια στην πρόσβαση και συμμετοχή στο κόστος.¹²

Προτείνονται και παρεμβάσεις εντός των ορίων του ΤΕΠ, όπως αύξηση των διαθέσιμων πόρων (ανάπτυξη νέων δομών, προσωπικού, κλινών-θέσεων, κ.λπ.) βελτιστοποίηση των διαδικασιών, αποδοτικότερη χρήση των πόρων, διάφορα συστήματα διαλογής,¹⁹ χρήση των νέων τεχνολογιών και τεχνικών (για γρήγορη καταχώρηση ασθενών, πρόβλεψη αφίξεων/ επανεισαγωγών, έξυπνα ΤΕΠ),²⁰⁻²³ ιατρεία ταχείας διακίνησης περιστατικών χαμηλής επικινδυνότητας ("Fast Track").²⁴

Το φαινόμενο του «συνωστισμού» των ΤΕΠ, συναντάται και στη χώρα μας. Αποτελεί πρόβλημα που διογκώνεται και από τα δομικά χαρακτηριστικά του Συστήματος Υγείας (έλλειψη δικτύου ΠΦΥ, υποστελέχωση, χαμηλή αναλογία νοσηλευτικού προσωπικού και υψηλοί δείκτες νοσοκομειακής νοσηλείας).²⁵ Επιπρόσθετα, διαφαίνεται ότι, το ελληνικό επιδημιολογικό και δημογραφικό προφίλ μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της ζήτησης επείγουσας φροντίδας στα ΤΕΠ (η γήρανση του πληθυσμού, τα καρδιαγγειακά και τα εγκεφαλικά ως πρώτες αιτίες θανάτου, θάνατοι από τροχαία κ.ά.)

Η αύξηση του φόρτου εργασίας και του «συνωστισμού» στα ελληνικά ΤΕΠ δεν έχει μελετηθεί ενδελεχώς, λόγω της μη συστηματικής καταγραφής των στοιχείων των ασθενών²⁶ αλλά και λόγω άλλων προβλημάτων όπως η έλλειψη σύγχρονων τεχνικών για την αξιολόγηση της σημαντικότητας των περιστατικών, η μη υιοθέτηση σύγχρονων τεχνικών διοίκησης υπηρεσιών υγείας για την

αξιολόγηση των υπηρεσιών, η έλλειψη στρατηγικής για τη βελτιστοποίηση των παρεχομένων υπηρεσιών στα ΤΕΠ, καθώς και η έλλειψη σύγχρονων εφαρμογών επιχειρησιακής έρευνας προκειμένου να αναδιοργανωθούν τα ΤΕΠ.²⁶

Σκοπός

Για τους παραπάνω λόγους, στην εργασία αυτή αναπτύσσεται μοντέλο που περιγράφει τις αφίξεις των ασθενών, τη ροή τους στο ΤΕΠ και τη διαδικασία εξέτασης. Το μοντέλο μεταφέρεται στην προσομοιωτική πλατφόρμα ClouDES,²⁷ ώστε να μελετηθεί το ΤΕΠ ως σύστημα, να γίνει έλεγχος για τον «συνωστισμό», να εντοπιστούν τα σημεία συμφόρησης και να αναπτυχθούν σενάρια για τη βελτίωση των διαδικασιών.

Στις επόμενες ενότητες αναφέρονται, συνοπτικά, η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη δημιουργία και την ανάπτυξη του προσομοιωτικού μοντέλου, τα αποτελέσματα της προσομοίωσης και τα συμπεράσματα από την παραπάνω διαδικασία.

Υλικό και Μέθοδος

Επιλογή ΤΕΠ αναφοράς

Για τη μελέτη του φαινομένου του «συνωστισμού» επιλέχθηκε το ΤΕΠ του ΓΝΑ «Ιπποκράτειο». Το νοσοκομείο έχει στην ευθύνη του ασθενείς της 1ης ΥΠΕ Αττικής, καθώς και ασθενείς που μπορούν να παραπέμπονται από άλλες ΥΠΕ. Δέχεται κατά μέσον όρο πεντακόσια (500) περιστατικά ανά εφημερία. Οι διαδικασίες εξυπηρέτησης των ασθενών περιλαμβάνουν διαλογή με κλίμακα που έχει διαμορφωθεί για το συγκεκριμένο ΤΕΠ (κατεπείγοντα, επείγοντα και χρόνια περιστατικά). Δεν δέχεται πολυτραυματίες, περιστατικά που μπορεί να «μπλοκάρουν» τη λειτουργία του συστήματος.

Σχεδιασμός - Ανάπτυξη μοντέλου

Για τον σχεδιασμό του μοντέλου αξιοποιήθηκαν τα πραγματικά δεδομένα από το ΤΕΠ, η εμπειρία του ειδικού (για τη ροή των ασθενών και για τους χρόνους εξυπηρέτησης) και η προσωπική παρατήρηση. Το κενό (π.χ. η αποχώρηση ασθενών χωρίς εξέταση) συμπληρώθηκε από στοιχεία που υπάρχουν στη βιβλιογραφία για το θέμα, υιοθετώντας και τις κατάλληλες υποθέσεις (π.χ. η αναλογία επειγόντων/ κατεπειπόντων περιστατικών) όπου ήταν απαραίτητο.

Κατά την ανάπτυξη του μοντέλου ακολουθήθηκαν τα οκτώ (8) βήματα για τη μοντελοποίηση ενός ΤΕΠ.²⁸ Χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία της νοσηλευτικής κίνησης για

να κατηγοριοποιηθούν οι αφίξεις των ασθενών. Αναπτύχθηκαν οι διαδικασίες της υποδοχής, της διαλογής, της εξέτασης σε ένα από τα έξι (6) διαμορφωμένα ιατρεία του ΤΕΠ, των εργαστηριακών εξετάσεων, της επανεξέτασης των ασθενών για τον έλεγχο των εργαστηριακών εξετάσεων, της παρακολούθησης στη Βραχεία Νοσηλεία, και της εξέτασης του ασθενούς από ιατρό άλλης ειδικότητας. Ταυτόχρονα στο μοντέλο ενσωματώθηκε η διαδικασία αποχώρησης του ασθενούς χωρίς εξέταση καθώς και η διαφοροποίηση του χρόνου εξέτασής του λόγω της σοβαρότητας του περιστατικού. Το μοντέλο αναπτύχθηκε στην πλατφόρμα ClouDES,²⁷ η οποία παραμετροποιήθηκε και «έτρεξε» την προσομοίωση. Το μοντέλο επαληθεύτηκε (διενεργήθηκαν έλεγχοι για πιθανά λάθη και για την ομαλή λειτουργία του προγράμματος προσομοίωσης) και επικυρώθηκε (διενεργήθηκαν έλεγχοι για την αντιστοιχία του μοντέλου με το ΤΕΠ του «Ιπποκράτειου»). Βάσει των αποτελεσμάτων αναπτύχθηκαν εστιασμένα σενάρια βελτίωσης.

Επιλογή εργαλείου προσομοίωσης

Η ανάπτυξη της πλατφόρμας ClouDES είναι μια πρωτοβουλία του Virginia Modeling, Analysis, and Simulation Center (VMASC) του Πανεπιστημίου Old Dominion University (ODU) των ΗΠΑ,²⁷ με σκοπό τον σχεδιασμό και την εκτέλεση προσομοίωσης διακριτών γεγονότων σε περιβάλλον νέφους (cloud). Ενσωματώνει όλα τα πλεονεκτήματα του υπολογιστικού νέφους (cloud computing) και έχει εύχρηστη και φιλική διεπαφή προς τον χρήστη (user friendly interface). Επιχειρεί να δώσει, στους ειδικούς και μη, τη δυνατότητα να σχεδιάζουν και να κατασκευάζουν προσομοιώσεις διακριτών γεγονότων.²⁷

Δείκτες Ανάλυσης

Οι κύριοι δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για να μελετηθούν τα αποτελέσματα της προσομοίωσης ήταν:

Βαθμός Χρήσης των Πόρων (ΒΧΠ) - το ποσοστό του χρόνου που ο πόρος (π.χ. ιατρός, κρεβάτι) είναι απασχολημένος. Όταν σε ένα σύστημα ο ΒΧΠ είναι πάνω από 80% το σύστημα θεωρείται απασχολημένο. Όσο αυξάνεται αυτό το ποσοστό τόσο πιο συνωστισμένο θεωρείται το σύστημα.²⁸

Μέσος Χρόνος Παραμονής (ΜΧΠ) - ο συνολικός χρόνος που παραμένει ο ασθενής στο ΤΕΠ κατά μέσον όρο (περιλαμβάνει και τον χρόνο στην εξυπηρέτηση αλλά και τον χρόνο αναμονής).

Μέσο Μήκος Ουράς (ΜΜΟ) - το πλήθος των ασθενών στην αναμονή σε κάθε σημείο εξυπηρέτησης κατά μέσον όρο.

Μέσος Χρόνος Αναμονής (ΜΧΑ) - ο χρόνος που παραμένει ο ασθενής κατά μέσον όρο στην ουρά σε κάθε σημείο εξυπηρέτησης.

Μέγιστη Δυναμικότητα (ΜΔ) - ο μέγιστος αριθμός ασθενών που μπορεί το ΤΕΠ να εξυπηρετεί ταυτόχρονα (συμπεριλαμβάνονται τα κρεβάτια της Βραχείας Νοσηλείας και οι θέσεις αναμονής).

Αποτελέσματα

Ο ΒΧΠ για τους περισσότερους πόρους (διοικητικό, ιατρικό-νοσηλευτικό προσωπικό, κρεβάτια) είναι πάνω από 80%, στοιχείο που φανερώνει ότι το σύστημα λειτουργεί υπό πίεση, είναι σίγουρα απασχολημένο έως και συνωστισμένο (πρώτη ένδειξη του «συνωστισμού»).

Ένας πρώτος έλεγχος για τον συνωστισμό γίνεται με την αντιπαραβολή των θέσεων αναμονής που υπάρχουν πραγματικά στο ΤΕΠ, με τις θέσεις αναμονής που είναι κατειλημμένες –κατά μέσον όρο– κατά την προσομοίωση. Η διαμόρφωση του ΤΕΠ του «Ιπποκράτειου» περιλαμβάνει 62 θέσεις αναμονής. Καθώς το άθροισμα του ΜΜΟ των εξυπηρετητών είναι 59, αναδεικνύεται ότι οι θέσεις αναμονής μπορούν οριακά να καλύψουν τις ανάγκες.

Δεύτερος έλεγχος είναι η σύγκριση του ΜΜΟ με τη ΜΔ (ΜΔ=91). Από τα αναλυτικά στοιχεία της προσομοίωσης μπορούμε να δούμε το ΜΜΟ σε κάθε σημείο εξυπηρέτησης ανά ώρα. Συγκρίνοντας τη ΜΔ με το ΜΜΟ ανά ώρα εντοπίζουμε ότι σε αρκετές χρονικές στιγμές το συνολικό ΜΜΟ ξεπερνά τη ΜΔ του ΤΕΠ, επομένως σε αυτές τις στιγμές το ΤΕΠ είναι συνωστισμένο.

Για τον εντοπισμό των σημείων συμφόρησης (bottle-necks) διενεργήθηκαν αναλύσεις ευαισθησίας (αύξηση του χρόνου διαλογής, αύξηση του χρόνου αναμονής για τα εργαστηριακά αποτελέσματα κ.ά.) ώστε να εντοπιστούν τα σημεία στις διαδικασίες που συνωστίζονται οι ασθενείς και υπάρχει πρόβλημα στη ροή τους στο σύστημα. Ως τέτοια αναδείχθηκαν η διαλογή, ο χρόνος αναμονής για τα εργαστηριακά αποτελέσματα αλλά και τα ιατρεία που δέχονται μεγάλο αριθμό περιστατικών (όπως π.χ. το παθολογικό).

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων και ιδιαίτερα ο εντοπισμός των σημείων συμφόρησης αξιοποιήθηκαν για να επιλεγούν οι παρεμβάσεις ώστε να αναπτυχθούν τα σενάρια βελτίωσης και να μελετηθεί η επίδρασή τους στο σύστημα. Αναπτύχθηκαν τα παρακάτω σενάρια:

Ενίσχυση των Υπηρεσιών ΠΦΥ

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι η αύξηση της πρόσβασης στην ΠΦΥ δεν μειώνει απαραίτητα τον «συνωστισμό»,¹²

αλλά τέτοιες παρεμβάσεις πρέπει να μελετώνται στα Συστήματα Υγείας (ΣΥ) που δεν υπάρχει οργανωμένη ΠΦΥ.

Βασική υπόθεση του σεναρίου είναι ότι η ανάπτυξη δικτύου ΠΦΥ θα μειώσει το ποσοστό των «μη έκτακτων» περιστατικών που προσέρχονται στα ΤΕΠ κατά 50%. Συνέπεια αυτού είναι η αντίστοιχη αλλαγή στις κατανομές αφίξεων για τα χρόνια περιστατικά, ενώ παραμένουν ίδιες οι κατανομές για τα κατεπείγοντα και επείγοντα περιστατικά και οι υπόλοιπες παράμετροι του συστήματος.

Το συγκεκριμένο σενάριο έχει σαφώς θετική επίδραση στο σύστημα καθώς δεν συνωστίζονται ασθενείς για να εξυπηρετηθούν, μειώνει τον συνολικό ΜΧΠ, σχεδόν μηδενίζει τους ΜΧΑ, μειώνει κατά πολύ τον ΜΜΟ.

Βελτίωση του χρόνου εξυπηρέτησης - ανάπτυξη ειδικότητας επείγουσας ιατρικής, εκπαίδευση νοσηλευτών στην επείγουσα ιατρική

Βασική υπόθεση του σεναρίου είναι ότι θα μειώσει τους χρόνους εξυπηρέτησης κατά 20%, καθώς το προσωπικό θα είναι έμπειρο και κατάλληλα εκπαιδευμένο.

Διαμορφώθηκαν, αντίστοιχα, οι παράμετροι των κατανομών εξυπηρέτησης στις διαδικασίες που συμμετέχει ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό, παρέμειναν σταθεροί οι χρόνοι εξυπηρέτησης στις διαδικασίες που συμμετέχει προσωπικό άλλης ειδικότητας (π.χ. διοικητικό) και οι υπόλοιπες παράμετροι του συστήματος.

Η παραπάνω αλλαγή μειώνει σημαντικά τον ΜΧΠ στο σύστημα ακόμα και για τα περιστατικά που συνωστίζονται για αρκετές ώρες στο ΤΕΠ. Μειώνει, σημαντικά, τους ΜΧΑ και τον ΜΜΟ. Το συγκεκριμένο σενάριο αναδεικνύει τη σημαντικότητα του ανθρώπινου παράγοντα.

24ωρη λειτουργία του ΤΕΠ

Από τη νομοθεσία προβλέπεται η 24ωρη λειτουργία των ΤΕΠ στα Νοσοκομεία της χώρας. Στο συγκεκριμένο σενάριο ο συνολικός αριθμός των ασθενών ανά εφημερία παραμένει ο ίδιος αλλά αλλάζει η κατανομή τους στον χρόνο (24ωρο). Προσαρμόστηκαν οι κατανομές αφίξεων των ασθενών και παρέμειναν σταθερές όλες οι υπόλοιπες παράμετροι. Από την προσομοίωση αναδεικνύεται ότι ο συνολικός ΜΧΠ στο σύστημα μειώνεται σημαντικά, μειώνεται ο ΒΧΠ και τον ΜΜΟ σε κάθε σημείο εξυπηρέτησης.

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Λόγω της πολυπλοκότητας των ΤΕΠ, η ακριβής μοντελοποίησή τους αποτελεί πρόκληση.²⁹ Οι δυσκολίες στη μοντελοποίηση στο συγκεκριμένο ΤΕΠ ήταν οι αφίξεις, η ροή των ασθενών στο ΤΕΠ, η εξυπηρέτηση βάσει σοβαρότητας περιστατικού, η διαδικασία της διαλογής, η

αποχώρηση ασθενούς χωρίς εξέταση, η αλληλεπίδραση με τμήματα εκτός ΤΕΠ.

Για τις αφίξεις: Χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία της νοσηλευτικής κίνησης και έγιναν οι απαραίτητες υποθέσεις για τη συμπλήρωσή τους.³⁰ Από την παραπάνω διαδικασία διαμορφώθηκαν δεκαοκτώ (18) διαφορετικές κατηγορίες ασθενών βάσει της βαρύτητας του περιστατικού (Κατεπείγον, Επείγον, Χρόνιο) αλλά και βάσει του είδους του περιστατικού (π.χ. Παθολογικό, Χειρουργικό, κ.λπ.). Για κάθε κατηγορία ασθενή έχουμε διαφορετικό ρυθμό άφιξης.

Ο συνολικός αριθμός των ασθενών που προσέρχονται στα ΤΕΠ ανά εφημερία ακολουθεί την κατανομή Poisson με συνολικό ρυθμό λ (όπου $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_{18}$), ο χρόνος ανάμεσα στις αφίξεις περιγράφεται με εκθετική κατανομή με $\mu = \frac{1}{\lambda}$ και ταυτόχρονα οι αφίξεις δεν είναι ομοιόμορφα κατανεμημένες στη διάρκεια του χρόνου, αλλά υπάρχουν στιγμές με μεγαλύτερη κίνηση και στιγμές με μικρότερη.³¹ Ουσιαστικά, επιλέχθηκε μια διαδικασία Poisson³² με πολλαπλές αφίξεις.

Για τη ροή των ασθενών και την εξυπηρέτηση: Το μοντέλο αποτυπώνει τις διαφορετικές οδούς που μπορεί να ακολουθήσει ένας ασθενής στα ΤΕΠ³² (κύρια εξέταση, απόφαση για εργαστηριακές εξετάσεις, έλεγχος των εργαστηριακών εξετάσεων, επανεξέταση από άλλη ειδικότητα, παρακολούθηση στη Βραχεία Νοσηλεία και συνδυασμοί αυτών). Η συγκεκριμένη διαδικασία στηρίχθηκε, κυρίως, σε παρατήρηση και στην εμπειρία του ειδικού. Η αναπαράσταση των λειτουργικών σχέσεων μεταξύ των στοιχείων του συστήματος (αφίξεις, εξέταση κ.λπ.) έγινε με τη βοήθεια μαθηματικών και λογικών εκφράσεων που περιγράφουν τις ιδιότητες του συστήματος. Για παράδειγμα από τα στοιχεία της νοσηλευτικής κίνησης του ΤΕΠ επιλέχθηκαν οι κατανομές άφιξης και από τα εμπειρικά στοιχεία οι κατανομές εξυπηρέτησης (μαθηματικές σχέσεις) ενώ η λογική ακολουθία της ροής των ασθενών περιγράφηκε με τα αντίστοιχα διαγράμματα ροής (λογικές σχέσεις).

Οι ασθενείς εξυπηρετούνται βάσει σοβαρότητας του περιστατικού και όχι βάσει του χρόνου προσέλευσης στο ΤΕΠ.³³ Επίσης τα σοβαρότερα περιστατικά απασχολούν τους πόρους του συστήματος για περισσότερο χρόνο απ' ό,τι τα υπόλοιπα.

Η διαλογή ακολουθεί την κλίμακα που υπάρχει στο ΤΕΠ και όχι κάποια κλίμακα με διεθνή εφαρμογή όπως π.χ. ο Δείκτης Επείγουσας Οξύτητας- Emergency Severity Index (ESI).^{34,35} Στη διαλογή συμμετέχει ιατρικό προσωπικό και όχι νοσηλευτικό.

Αποχώρηση ασθενούς χωρίς εξέταση: Ο συγκεκριμένος δείκτης παρακολουθείται για να εντοπίζονται προβλή-

ματα στη διαδικασία εξυπηρέτησης των ασθενών και σύμφωνα με τη βιβλιογραφία δεν πρέπει να ξεπερνά το 5% των συνολικών αφίξεων των ασθενών.²² Στο μοντέλο –μετά τη διαλογή– ορίστηκε ένα ποσοστό ασθενών (1%) να αποχωρεί πριν εξεταστεί.

Αλληλεπίδραση με άλλα τμήματα ή δομές:^{19,32,35,36} Ενσωματώθηκε αλληλεπίδραση με τα εργαστηριακά τμήματα του νοσοκομείου. Οι βασικοί δείκτες που χρησιμοποιήθηκαν για την εξέταση των αποτελεσμάτων από την προσομοίωση του μοντέλου ήταν ο ΒΧΠ, ο ΜΧΠ, ΜΜΟ, ΜΧΑ. Το λογισμικό που επιλέχθηκε έχει αρκετούς περιορισμούς, ειδικά στην καταμέτρηση εσωτερικών στοιχείων, με αποτέλεσμα να αποκλείει την εφαρμογή πολύπλοκων δεικτών (όπως για παράδειγμα το National Emergency Department Overcrowding Score-NEDOCS).³⁷ Όμως τα στοιχεία ήταν αρκετά για να επιβεβαιωθεί ο «συνωστισμός» και για να αναπτυχθούν βελτιωτικά σενάρια.

Κατ' αρχήν για τα βελτιωτικά σενάρια επιλέχθηκαν παρεμβάσεις που είναι πιο πιθανές (στροφή στην ΠΦΥ, 24ωρη λειτουργία των ΤΕΠ, μόνιμη στελέχωση και εκπαίδευση του προσωπικού). Δεν επιλέχθηκαν οι προφανείς όπως αύξηση της στελέχωσης και ανάπτυξη της δομής, καθώς στις δεδομένες οικονομικές και δημογραφικές συνθήκες τέτοιες αποφάσεις είναι αρκετά δύσκολες. Ακόμα, δεν επιλέχθηκε η εκτροπή ασθενοφόρων καθώς ήδη εφαρμόζεται μια τέτοια διαδικασία. Το νοσοκομείο δεν έχει νευρολογική κλινική και συνεφεμερεύει πάντα με τον Ερυθρό Σταυρό και τα περιστατικά, όπως πολυτραυματίες, μεταφέρονται εκεί. Δευτερευόντως, ο λόγος που επιλέχθηκαν οι παραπάνω παρεμβάσεις είναι ότι δεν χρειάζονται αλλαγές στη δομή του μοντέλου, αλλά αλλαγή στις παραμέτρους του.

Η παραπάνω διαδικασία ανέδειξε στοιχεία για μελλοντική εργασία.

Πρώτον την ενσωμάτωση στο μοντέλο ιατρού ταχείας διακίνησης μη επειγόντων περιστατικών, καθώς υπάρχει πρόταση εφαρμογής του σε ΤΕΠ των Νοσοκομείων της χώρας που δέχονται πάνω από 300 περιστατικά ανά εφημερία.³⁸

Δεύτερον, τη μελέτη της συσχέτισης της πληρότητας των κλινών του νοσοκομείου - Bed Occupancy Rate (BOR) με τον «συνωστισμό» στα ΤΕΠ. Νοσοκομεία με BOR μεγαλύτερο του 85% θεωρούνται ότι έχουν έλλειψη σε κρεβάτια. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει καθυστερήσεις στη ροή των ασθενών από τα ΤΕΠ στις κλινικές των Νοσοκομείων (καθυστέρηση εισαγωγής). Αποτέλεσμα αυτού είναι ο «συνωστισμός» και ο περιορισμός των πόρων στα ΤΕΠ.³⁹ Συνολικά το ΓΝΑ «Ιπποκράτειο» διατηρεί την πληρότητα κάτω από το 85%. Όμως κάποιες κλινικές και

τμήματα του Νοσοκομείου ξεπερνάνε αυτό το όριο (π.χ. η Πανεπιστημιακή Παθολογική)

Τρίτον, την παραμετροποίηση του μοντέλου, ώστε να μελετά εκτός από την αποτελεσματική και την αποδοτική λειτουργία των ΤΕΠ. Η αλλαγή αυτή θα μπορούσε να προσφέρει στοιχεία για την εξοικονόμηση πόρων και να δημιουργηθούν σενάρια για το πως αυτοί οι πόροι μπορούν να αξιοποιηθούν για τη βελτίωση της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών.

Συνοπτικά, στη συγκεκριμένη εργασία δημιουργήθηκε ένα προσομοιωτικό μοντέλο για συγκεκριμένο ΤΕΠ με χρήση των διαθέσιμων στοιχείων.

Το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να προσφέρει στη μελέτη του συνωστισμού και να αναδείξει σημεία προς βελτίωση. Η εφαρμογή του δεν μπορεί να γενικευθεί σε κάθε ΤΕΠ, λόγω των ιδιαιτεροτήτων και των διαφορών που υπάρχουν στη ροή των ασθενών, αλλά μπορεί να αποτελέσει τη βάση για τη δημιουργία ανάλογων μοντέλων. Το συγκεκριμένο μοντέλο μπορεί να βελτιωθεί

ως προς την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιώντας ιστορικά δεδομένα αντί για εμπειρικές υποθέσεις.

Όσο αυξάνεται η ζήτηση για παροχή υπηρεσιών φροντίδας υγείας στα ΤΕΠ, τόσο μεγαλύτερη ανάγκη υπάρχει για τη μελέτη τους, ειδικά στις συνθήκες (οικονομικές και κοινωνικές) που έχουν διαμορφωθεί στη χώρα μας. Για την επίτευξη αυτού του στόχου χρειάζεται όλο και μεγαλύτερη συνεργασία επιστημόνων από διαφορετικά επιστημονικά πεδία, ώστε να γίνει δυνατή η βελτίωση των διαδικασιών τους με την εφαρμογή προσεγγίσεων σε πραγματικές συνθήκες.

Δήλωση αντικρουόμενων συμφερόντων: Οι συγγραφείς δηλώνουν ότι δεν υπάρχουν πιθανά αντικρουόμενα συμφέροντα όσον αφορά στην έρευνα, την πνευματική ιδιοκτησία και τη δημοσίευση αυτού του άρθρου.

Declaration of conflicting interests: The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article

ABSTRACT

Study of Emergency Rooms "Crowding" in a Greek General Hospital

Panagiota Bougatsa,¹ Ioannis Apostolakis,²

George Charalambous³

¹Postgraduate Program Health Services Management, University of West Attica,

²Medical Informatics PhD, School of Medicine, National and Kapodistrian University of Athens,

³Surgeon MD, MSc, PhD, Emergency Department, "Ippokratio" General Hospital of Athens, Athens, Greece

Origin: Postgraduate Program Health Services Management, University of West Attica

Introduction: "Crowding" in Emergency Rooms (ER) is a worldwide phenomenon with many implications. It has a negative impact mainly on patient care. The phenomenon is also found in Greece and in combination with the structural problems of the Greek Health System, it creates additional pressure on the ER. **Purpose:** To study the phenomenon of "crowding" it is suggested to use simulation as a basic tool. The aim is to study ER as a system, to find bottlenecks, and to develop scenarios of improvement. The main hypothesis of this work is that the study and modeling of ER processes can help to understand the elements that influence "crowding" and help develop tools and practices to address this phenomenon. **Material and Method:** The method followed is to develop a Discrete Event Simulation (DES) model using the ClouDES simulation platform. The methodology is designed to work with minimal ER data. In order to put the model into practice, a collaboration was developed with the Emergency Rooms of the Athens General Hospital "Hippocrates". **Results:** The simulation results confirm that the ER is "crowded" and highlight critical bottlenecks (triage, laboratory tests, large number of non-emergencies). **Conclusions:** Modeling and simulation are powerful tools that can help study the phenomenon of "crowding". Experimentation with improvement scenarios indicates that actions to improve the functioning of ER need interventions, both within ERs (eg 24-hour, etc.) and outside ER (eg enhancing Primary Health Care, etc.).

Key-words: "Crowding", Emergency Department, Simulation, ClouDES Platform, Modeling.

✉ **Corresponding Author:** Panagiota Bougatsa, 22 Argirokastrou street, GR-157 73 Zografou, Attica, Greece, Tel: (+30) 6988 777 603, e-mail: bougatsamail@gmail.com

Βιβλιογραφία

- Imperato J, Morris DS, Binder D, Fischer C, Patrick J, Sanchez LD, et al. Physician in triage improves emergency department patient throughput. *Intern Emerg Med* 2012, 7:457–462
- Al-shaqsi S. Models of International Emergency Medical Service (EMS) Systems. *Oman Med J* 2010, 25:320–323
- Young T, Eatock J, Jahangirian M, Naseer A, Lilford R. *Three critical challenges for modeling and simulation in healthcare*. Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC) 2009:1823–1830
- Rachiotis G, Kourousis C, Kamilaraki M, Symvoulakis EK, Dounias G, Hadjichristodoulou C. Medical supplies shortages and burnout among greek health care workers during economic crisis: a pilot study. *Int J Med Sci* 2014, 11:442–447
- Sun BC, Hsia RY, Weiss RE, Zingmond D, Liang L-J, Han W et al. Effect of emergency department crowding on outcomes of admitted patients. *Ann Emerg Med* 2013, 61:605–611.e6
- Guttmann A, Schull MJ, Vermeulen MJ, Stukel TA. Association between waiting times and short term mortality and hospital admission after departure from emergency department: population based cohort study from Ontario, Canada. *BMJ* 2011, 342:d2983
- Mccarthy ML. Overcrowding in emergency departments and adverse outcomes. *BMJ* 2011:d2830
- Carret MLV, Fassa AVG, Domingues MR. Inappropriate use of emergency services: a systematic review of prevalence and associated factors. *Cad Saude Publica* 2009, 25:7–28
- Wei G, Arya R, He A, Eisenstein R, Ritz Zt, Ohman Strickland PA, et al. How Does Emergency Department Crowding, as Measured by National Emergency Department Overcrowding Scale, Affect Medical Student Test Score and Clerkship Evaluation? *Ann Emerg Med* 2013:S135–S136
- Bahr Sj, Solverson S, Schlidt A, Hack D, Smith JL, Ryan P. Integrated literature review of post discharge telephone calls. *West J Nurs Res* 2014, 36:84–104
- Crocker JB, Benjamin Crocker J, Crocker JT, Greenwald JL. Telephone Follow-up as a Primary Care Intervention for Post discharge Outcomes Improvement: A Systematic Review. *Am J Med* 2012, 125:9,915–921
- Flores-mateo G, Violan-fors C, Carrillo-santistev P, Peiró S, Argimon J-M. Effectiveness of Organizational Interventions to Reduce Emergency Department Utilization: A Systematic Review. *PLoS ONE*. 2012:e35903
- Ismail Sa, Gibbons DC, Gnani S. Reducing inappropriate accident and emergency department attendances: *Br J Gen Pract* 2013:e813–e820
- Lidal IB, Holte HH, Vist GE. Triage systems for pre-hospital emergency medical services - a systematic review. *Scand J Trauma Resuscit Emerg Med* 2013, 21:28
- Morgan SR, Chang AM, Alqatari M, Pines JM. Non-Emergency Department Interventions to Reduce ED Utilization: A Systematic Review. *Acad Emerg Med* 2013:969–985
- Tohira H, Williams TA, Jacobs I, Bremner A, Finn J. The impact of new prehospital practitioners on ambulance transportation to the emergency department: a systematic review and meta-analysis. *Emerg Med J* 2014:e88–e94
- Soril LJJ, Leggett LE, Lorenzetti DL, Noseworthy TW, Clement FM. Reducing Frequent Visits to the Emergency Department: A Systematic Review of Interventions. *PLOS ONE* 2015:e0123660
- Tricco AC, Antony J, Ivers NM, Ashoor HM, Khan PA, Blondal E, et al. Effectiveness of quality improvement strategies for coordination of care to reduce use of health care services: a systematic review and meta-analysis. *Can Med Assoc J* 2014:E568–E578
- Barthell EN, Coonan K, Finnell J, Pollock D, Cochrane D. Disparate systems, disparate data: integration, interfaces, and standards in emergency medicine information technology. *Acad Emerg Med* 2004, 11:1142–1148
- Gooijer JGD, De Gooijer JG, Hyndman RJ. 25 years of time series forecasting. *Intern J Forecast* 2006:443–473
- Khalidi R, Chiheb R, El Afia A, Akaaboune A, Faizi R. Prediction of Supplier Performance. Proceedings of the 2nd international Conference on Big Data, Cloud and Applications - BDCA'17. 2017
- Hooijenga D, Phan R, Augusto V, XIE X, Redjaline A. *Discriminant analysis and feature selection for emergency department readmission prediction*. 2018 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI). 2018:836–842
- Yu D, Blocker RC, Sir MY, Hallbeck MS, Hellmich TR, Cohen T, et al. Intelligent Emergency Department: Validation of Sociometers to Study Workload. *J Med Syst* 2016, 40:53
- Sanchez M, Smally AJ, Grant RJ, Jacobs LM. Effects of a fast-track area on emergency department performance. *J Emerg Med* 2006:117–120
- World Health Organization (Genève). Emergency Medical Services Systems in the European Union: Report of an Assessment Project Co-ordinated by the World Health Organization: Data Book. 2008
- Kotsiou OS, Zouridis S, Kosmopoulos M, Gourgoulidis KI. Impact of the financial crisis on COPD burden: Greece as a case study. *Eur Respir Rev* 2018, 27:147
- Padilla JJ, Diallo SY, Barraco A, Lynch CJ, Kavak H. *Cloud-based simulators: Making simulations accessible to non-experts and experts alike*. Proceedings of the Winter Simulation Conference 2014, 2014:3630–3639
- Banks J, Carson JS, BL Nelson DM, Nicol. *Discrete-Event Simulation*. 3rd ed. Prentice Hall, Inc., Upper Saddle River, New Jersey, 2000
- Wiler JL, Griffey RT, Olsen T. Review of modeling approaches for emergency department patient flow and crowding research. *Acad Emerg Med* 2011, 18:1371–1379

30. Connelly LG, Bair AE. Discrete event simulation of emergency department activity: a platform for system-level operations research. *Acad Emerg Med* 2004, 11:1177–1185
31. Altiock T, Melamed B. *Introduction to Simulation Modeling*. Simulation Modeling and Analysis with ARENA. 200:1–10
32. Gupta D. Queueing Models for Healthcare Operations. *Handbook of Healthcare Operations Management*. 2013:19–44, doi:10.1007/978-1-4614-5885-2_2
33. Moll HA. Challenges in the validation of triage systems at emergency departments. *J Clin Epidemiol* 2010:384–388
34. Barthell EN, Coonan K, Finnell J, Pollock D, Cochrane D. Disparate systems, disparate data: integration, interfaces, and standards in emergency medicine information technology. *Acad Emerg Med* 2004, 11:1142–1148
35. Gilboy N, Travers D, Wuerz R. Re-evaluating triage in the new millennium: A comprehensive look at the need for standardization and quality. *J Emerg Nurs* 1999:468–473
36. Allon G, Deo S, Lin W. *The Impact of Size and Occupancy of Hospital on the Extent of Ambulance Diversion: Theory and Evidence*. Operations Research, 2013:544–562
37. Beniuk K, Boyle AA, Clarkson PJ. Emergency department crowding: prioritising quantified crowding measures using a Delphi study. *Emerg Med J* 2012, 29: 868–871
38. Lydakis C, Patramanis J, Lavredaki K, Karavitaki M, Neofotistos G. Crowding in emergency departments: The role of a fast track clinic. *Arch Hellen Med* 2014, 31:336–341
39. Perez M. Response Time to the Emergency Department (ED) and Its Effect on Patient Flow and Hospital Outcomes. *Chest* 2015:481A