



Μαθηματικές γνώσεις και υπολογισμός φαρμακευτικών δοσολογιών: Απαραίτητες κλινικές δεξιότητες για το νοσηλευτή

Αθανασάκης Ευστράτιος

Νοσηλεύτης ΤΕ, Απόφοιτος «Αλεξάνδρειου» Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι νοσηλευτές κατά την εκτέλεση των καθηκόντων τους διαχειρίζονται καταστάσεις όπου η γνώση μαθηματικών είναι απαραίτητη. Μια από αυτές τις καταστάσεις αποτελεί ο υπολογισμός δοσολογιών των φαρμάκων που πρόκειται να χορηγηθούν σε ασθενείς.

Σκοπός: Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τις μαθηματικές γνώσεις και τις δεξιότητες υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών σε νοσηλευτές και φοιτητές νοσηλευτικής.

Υλικό-Μέθοδος: Πραγματοποιήθηκε αναζήτηση δημοσιευμένων ερευνητικών και ανασκοπικών άρθρων από τον Ιανουάριο του 1989 έως το Μάρτιο του 2012, στη βάση δεδομένων Pubmed. Οι όροι αναζήτησης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: νοσηλευτές, μαθηματικές δεξιότητες, αριθμητικές δεξιότητες και δεξιότητες υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών.

Αποτελέσματα: Από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας διαπιστώνεται πως αρκετές ερευνητικές μελέτες διερευνούν τις μαθηματικές γνώσεις και δεξιότητες υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών των φοιτητών νοσηλευτικής. Τα αποτελέσματα των παραπάνω μελετών υποδεικνύουν πως οι φοιτητές έχουν μειωμένες δεξιότητες στην εκτέλεση μαθηματικών πράξεων και υπολογισμών φαρμακευτικών δοσολογιών. Σε αντίθεση με τους φοιτητές, οι νοσηλευτές που εργάζονται είναι πιθανότερο να έχουν καλύτερες επιδόσεις στον υπολογισμό δοσολογιών. Εκτός από την εκτίμηση των δεξιοτήτων των φοιτητών, σε αρκετές μελέτες αξιολογήθηκε η εφαρμογή εκπαιδευτικών παρεμβάσεων στην ενίσχυση του τρόπου υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών. Η επάρκεια στην εκτέλεση υπολογισμών φαρμακευτικών δοσολογιών αποτελεί προληπτικό μέτρο των λαθών κατά την προετοιμασία και χορήγηση φαρμάκων.

Συμπεράσματα: Οι μαθηματικές γνώσεις και ο υπολογισμός φαρμακευτικών δοσολογιών αποτελούν αλληλένδετες έννοιες και απαραίτητες κλινικές δεξιότητες για το νοσηλευτή. Το γεγονός ότι οι φοιτητές νοσηλευτικής δεν έχουν ικανοποιητικές δεξιότητες υπολογισμού δοσολογιών, ίσως να αποτελεί ένα θέμα στο οποίο οι φορείς της νοσηλευτικής εκπαίδευσης πρέπει να εστιάσουν την προσοχή τους. Η περαιτέρω διερεύνηση των ικανοτήτων υπολογισμού δοσολογιών των νοσηλευτών θεωρείται απαραίτητη.

Λέξεις Κλειδιά: Νοσηλευτές, μαθηματικές δεξιότητες, αριθμητικές δεξιότητες, δεξιότητες υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών.

Υπεύθυνος αλληλογραφίας: Αθανασάκης Ευστράτιος, Αντιφίλιπποι, Καβάλα, ΤΚ 64100,
E-mail: stratosathanasakis@yahoo.gr

Mathematical knowledge and drug dosage calculation: Necessary clinical skills for the nurse

Athanasakis Efstratios

RN, Graduate of Nursing Faculty, "Alexandreio" Technological Educational Institute of Thessaloniki, Greece

ABSTRACT

When nurses perform their tasks, they manage situations where maths knowledge is required. Such a situation is the calculation of medication dosage.

Aim: The literature review of papers relevant with the mathematical knowledge and drug calculation skills of nurses and nursing students.

Material-Method: A search of published research and review articles from January 1989 until March 2012, has been conducted in Pubmed database. The search terms used were: nurses, mathematics skills, numeracy skills and medication dosology calculation skills.

Results: Literature review showed that many studies focus in the mathematical knowledge and drug dosage calculation competency of nursing students. Results from these studies revealed that nursing students had poor mathematical

knowledge and drug dosage calculation skills. In contrast with students, professional nurses are more likely to have sufficient skills in drug calculations. Apart from the papers analyzing calculation skills' assessment, several studies examined educational interventions in the context of calculation skills enhancement. Accuracy and proficiency in the dosage calculation of medications is a preventive factor of errors made at medication preparation and administration.

Conclusion: Mathematical knowledge and drug dosage calculation abilities are interrelated concepts and essential clinical skills for the nurse. The fact that nursing students do not have adequate skills for calculating medications' dosage, might be an issue that schools of nursing education should focus in. Further research of the drug dosage calculation skills is considered essential.

Keywords: Nurses, mathematics skills, numeracy skills, medication dosology calculation skills.

Corresponding Author: Athanasakis Efstratios, Antifilipi, Kavala, PC 64100, E-mail: stratosathanasakis@yahoo.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η προετοιμασία και η χορήγηση φαρμάκων σε ασθενείς αποτελεί υψηλού επιπέδου ευθύνη και ένα νοσηλευτικό καθήκον, το οποίο πραγματοποιείται καθημερινά.¹ Για την αποτελεσματική και ασφαλή χορήγηση φαρμάκων από τους νοσηλευτές είναι απαραίτητα τρία στοιχεία: α) η φαρμακευτική γνώση (δράση των φαρμάκων, των δοσολογιών και του θεραπευτικού εύρους τους), β) η γνώση στοιχείων του ασθενούς (ηλικία, διάγνωση, κατάσταση) και γ) η γνώση των αριθμητικών πράξεων (για το σωστό υπολογισμό φαρμακευτικών δόσεων που πρόκειται να χορηγηθούν στον ασθενή).¹⁻³

Η συχνότητα που οι νοσηλευτές εκτελούν υπολογισμούς δοσολογιών με σκοπό τη χορήγηση φαρμάκων, διαφέρει ανάλογα τον τύπο της κλινικής.⁴ Εκτός από τη χορήγηση φαρμάκων, οι μαθηματικοί υπολογισμοί χρησιμεύουν και σε άλλες καταστάσεις, όπως η εκτίμηση του δείκτη μάζας σώματος ή επιφανειών σώματος, η εκτίμηση του όγκου χορήγησης ενδοφλέβιων υγρών και η

καταμέτρηση προσλαμβανομένων-αποβαλλόμενων υγρών του ασθενή.⁵⁻⁷

Παρεκκλίσεις από την ακρίβεια στον υπολογισμό δοσολογίας μιας φαρμακευτικής ουσίας ενέχουν τον κίνδυνο φαρμακευτικού λάθους. Υπάρχουν αρκετές μελέτες στις οποίες οι ανεπαρκείς δεξιότητες υπολογισμού φαρμακευτικών δόσεων θεωρούνται ως ένας από τους πιθανούς παράγοντες που συμβάλλει στην εμφάνιση φαρμακευτικών λαθών.^{5,8} Όμως, ελάχιστες είναι οι μελέτες στις οποίες τεκμηριώνεται η θετική συσχέτιση μεταξύ του φαρμακευτικού λάθους και του λάθους υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών.⁹ Η Wright σε μελέτη της επισημαίνει πως από τη στιγμή που δεν υπάρχουν αρκετές ερευνητικές μελέτες που να αναδεικνύουν το λάθος υπολογισμό δοσολογιών ως αίτιο των φαρμακευτικών λαθών, είναι αδύνατο να ειπωθεί πως οι νοσηλευτές έχουν φτωχές δεξιότητες υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών.¹⁰



Σκοπός

Σκοπός του παρόντος άρθρου ήταν η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με τις μαθηματικές γνώσεις και τις δεξιότητες υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών σε νοσηλευτές και φοιτητές νοσηλευτικής.

Υλικό-Μέθοδος

Η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε το Μάρτιο του 2012 στη βάση δεδομένων Pubmed. Η αναζήτηση άρθρων αφορούσε αυτά που είχαν δημοσιευθεί από τον Ιανουάριο του 1989 μέχρι το Μάρτιο του 2012, είτε ερευνητικού ή ανασκοπικού περιεχομένου και περιορίστηκε σε αυτά που είχαν χρησιμοποιήσει στον τίτλο τους ή στην περίληψη τους ή ως λέξεις κλειδιά, τους ακόλουθους όρους: Nurses, mathematics skills, numeracy skills, medication dosology calculation skills. Τα άρθρα που επιλέχθηκαν για περαιτέρω μελέτη ήταν αυτά που είχαν δημοσιευτεί στην αγγλική γλώσσα και μελετούσαν τις μαθηματικές δεξιότητες ή/και τις δεξιότητες υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών των νοσηλευτών ή/και φοιτητών νοσηλευτικής. Δεν υπήρξαν περιορισμοί ως προς το έτος δημοσίευσης και το είδος της μελέτης. Ο συνολικός αριθμός πηγών που προέκυψαν από την αναζήτηση ήταν 47. Τα 22 άρθρα αποτέλεσαν τις πρωταρχικές πηγές, ενώ οι υπόλοιπες πηγές (25) αποτελούν παραπομπές των αρχικών.

Αποτελέσματα

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προέκυψαν 47 πηγές, 27 από τις οποίες ήταν πρωτογενή ερευνητικά άρθρα και οι υπόλοιπες (20) αφορούσαν άλλες πηγές ανασκοπήσεις, οδηγίες, ανάλυση θεμάτων, βιβλίο, διαδικτυακή πηγή. Όπως φαίνεται στον πίνακα 1, υπάρχουν αρκετές βιβλιογραφικές αναφορές από χώρες όπως το Ηνωμένο Βασίλειο και την Αμερική.

Στη μελέτη των Bindler και Bayne,¹¹ όπου συμμετείχαν νοσηλευτές, διαπιστώθηκε πως η πλειοψηφία των νοσηλευτών (81%), δεν κατάφερε να πετύχει πάνω από 90% στο τεστ μαθηματικών και το 43% αυτών είχαν ποσοστό επιτυχίας κατώτερο του 70%. Σε άλλη μελέτη,¹² οι νοσηλευτές έδειχναν ενδιαφέρον για την εκτέλεση υπολογισμών, αλλά θεωρούσαν δύσκολες τις αρχές της φαρμακολογίας. Επίσης, αναφέρουν πως γνώριζαν να υπολογίζουν το ρυθμό έγχυσης ενός διαλύματος (73%), να κάνουν μετατροπές (79%), να υπολογίζουν τη δοσολογία ενός φαρμάκου σε μορφή δισκίου (95%) και λιγότερο κατείχαν υπολογισμούς για τη χορήγηση διαλυμάτων (50%). Όσον αφορά στην επίλυση προβλημάτων, το 83% των νοσηλευτών αδυνατούσε να βρει το σημείο που έπρεπε να τοποθετήσει υποδιαστολή (στους δεκαδικούς αριθμούς). Σε προβλήματα με περιεχόμενο τον υπολογισμό όγκου υγρών που πρόκειται να χορηγηθεί σε ασθενή, τα 2/3 των

νοσηλευτών χρησιμοποιούσαν λάθος τον όρο milligram (χιλιοστόγραμμα), αντί του millilitre (χιλιοστόλιτρο).

Για να υπολογίσουν το ρυθμό χορήγησης ενδοφλέβιων υγρών, οι νοσηλευτές θεωρούν σημαντική τη γνώση που απέκτησαν από την κλινική τους εμπειρία, χρησιμοποιώντας παράλληλα τις γνώσεις τους. Άλλες φορές, παρακολουθούν προσεκτικά το ρυθμό χορήγησης του διαλύματος ή τον επαναπροσαρμόζουν σε συχνά διαστήματα. Όμως, δε συμβαίνει το ίδιο σε περιπτώσεις νοσηλευτών που δεν έχουν κλινική εμπειρία. Για τον υπολογισμό του ρυθμού χορήγησης ενδοφλέβιων υγρών, οι νοσηλευτές με μικρή εμπειρία χρησιμοποιούν περισσότερο τους τύπους, μέχρι να νιώσουν πως απέκτησαν την κατάλληλη εμπειρία (σε διάστημα 2-3 μηνών).⁴

Στη μελέτη των Jukes και Gilchrist,¹³ οι φοιτητές υποβλήθηκαν σε ορισμένες ερωτήσεις. Οι ερωτήσεις αφορούσαν θέματα όπως τις δόσεις φαρμάκων προς έγχυση, δόσεις ταμπλέτων, αραιώσεις διαλυμάτων και ενδοφλέβιες εγχύσεις. Οι ερωτήσεις περιελάμβαναν πράξεις διαίρεσης, πολλαπλασιασμού, ποσοστών, αναλογιών, μετατροπών σε διεθνείς μονάδες (units) και διαδικασίες σύνθετες με πολλαπλά βήματα. Η μέση τιμή της βαθμολογίας των φοιτητών στη δοκιμασία αυτή ήταν 5.5/10. Ωστόσο, σύμφωνα και με άλλους ερευνητές,^{1,14} οι νοσηλευτές θα πρέπει να γνωρίζουν το

επίπεδο των μαθηματικών τους γνώσεων τους, των ικανοτήτων τους και να ενδιαφέρονται να ενισχύσουν τις μαθηματικές τους γνώσεις και όχι απλά να στηρίζουν τη γνώση τους σε τεστ.

Η Wright,⁸ μελέτησε τη συμβολή μιας εκπαιδευτικής παρέμβασης στην ενίσχυση των μαθηματικών δεξιοτήτων των φοιτητών. Η παρέμβαση αυτή αφορούσε την παρακολούθηση συνεδριών, στις οποίες παρέχονταν στους φοιτητές μαθηματική εκπαίδευση (ομιλίες, βιβλίο με ασκήσεις και τις αντίστοιχες λύσεις τους). Η συνολική βαθμολογία των φοιτητών στο ερωτηματολόγιο που τους δόθηκε πριν την παρέμβαση ήταν 16 (σε κλίμακα βαθμολόγησης με άριστα το 30). Επιπλέον δυσκολίες συναντούσαν οι φοιτητές όταν είχαν να επιλύσουν πολλαπλασιασμούς κλασμάτων, αναλογίες, να ερμηνεύσουν δεδομένα, να διαχειριστούν τιμές και ποσοστά. Σημαντική βελτίωση παρατηρήθηκε στα επίπεδα αυτοπεποίθησης των φοιτητών στα μαθηματικά, μετά την παρέμβαση. Μετά το πέρας της παρέμβασης, διαπιστώθηκε παράλληλα και μείωση στην ανταπόκριση των φοιτητών. Σύμφωνα με την ερευνήτρια, αυτό οφειλόταν στη συνύπαρξη επιπλέον φοιτητικών υποχρεώσεων το χρονικό διάστημα που διεξήχθη η μελέτη.

Παρόμοια μεθοδολογία εφαρμόστηκε σε μεταγενέστερη μελέτη από την ίδια ερευνήτρια,¹⁵ χρησιμοποιώντας δείγμα



φοιτητών νοσηλευτικής πριν (n=71) και μετά (n=44) την παρέμβαση. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν ήταν παρόμοια με την προηγούμενη μελέτη. Η συγγραφέας όμως συστήνει ως χρήσιμη την περισσότερη μελέτη του ζητήματος, στοχεύοντας στη διδασκαλία των φοιτητών ως προς την «πρόβλεψη» των απαντήσεων ενός προβλήματος και την έγκαιρη αναγνώριση τυχόν λαθών.

Μελετώντας τον τρόπο που προσεγγίζουν οι ερευνητές το θέμα του υπολογισμού δοσολογιών, ενδιαφέρον παρουσιάζει μια μελέτη όπου υπήρξε ποιοτική προσέγγιση του θέματος.¹⁶ Στη μελέτη αυτή, διερευνήθηκαν οι απόψεις των φοιτητών νοσηλευτικής ως προς τον τρόπο μάθησης υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών. Από τα συμπεράσματα της μελέτης προκύπτει πως οι ανάγκες μάθησης των φοιτητών μεταβάλλονται όσο η γνώση και η αντίληψη των φοιτητών αυξάνεται. Έτσι, η χρήση διαφόρων μεθόδων διδασκαλίας θα ήταν καταλληλότερη, ανάλογα με το επίπεδο γνώσης των φοιτητών.

Οι Kelly και Colby,¹⁷ προσέγγισαν το πρόβλημα του υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών χρησιμοποιώντας τη μάθηση βασισμένη στη διερεύνηση του προβλήματος (problem based learning). Οι ερευνητές υπέβαλλαν στους φοιτητές φαρμακευτικά προβλήματα προς επίλυση και τους σύστησαν να τα λύσουν ακολουθώντας δικές τους μεθόδους και διαδικασίες. Αν και στη

συγκεκριμένη έρευνα δεν συνεκτιμήθηκε ο παράγοντας της ενθάρρυνσης των φοιτητών, φαίνεται πως ήταν αρκετά ενθαρρυμένοι ως προς την εφαρμογή μαθηματικών μεθόδων. Ακόμη, ήταν ικανοί να αναγνωρίζουν τις πιθανές λάθος απαντήσεις τους.

Σε μελέτη τελειόφοιτων νοσηλευτών,² 4 στους 10 φοιτητές περιέγραψαν τα μαθηματικά ως δύσκολα και 1 στους 3 αντιμετώπιζε δυσκολίες στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Τα 2/3 των φοιτητών, θεωρούσαν πως είχαν επαρκείς μαθητικές δεξιότητες. Όταν οι φοιτητές ερωτήθηκαν για την αποτελεσματικότερη μέθοδο διδασκαλίας του υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών, θεώρησαν ως καταλληλότερη την εποπτεία τους από τους νοσηλευτές.

Σε μία άλλη έρευνα,¹ οι νοσηλευτές είχαν ποσοστό επιτυχίας σχεδόν 80%, σε αντίθεση με τους φοιτητές που είχαν σχεδόν 60% επιτυχία. Στις υψηλού βαθμού δυσκολίας μαθηματικές πράξεις και οι δυο πληθυσμοί αντιμετώπισαν δυσκολίες στην επίλυση προβλημάτων που σχετίζονται με την αύξηση του βάρους, τις αραιώσεις και τη μετατροπή αραβικών και ρωμαϊκών αριθμών. Κατά την αυτοαξιολόγηση τους, οι νοσηλευτές και οι φοιτητές νοσηλευτικής θεωρούσαν επαρκείς τις μαθηματικές τους δεξιότητες. Αλλά, δεν ίσχυε το ίδιο όσο αφορά μαθηματικούς τύπους, ρωμαϊκούς αριθμούς και ποσοστά. Συγκρίνοντας τη γνώση των νοσηλευτών με

αυτή των φοιτητών νοσηλευτικής, οι πρώτοι γνώριζαν καλύτερα ορισμένα πεδία της κλινικής πρακτικής. Για παράδειγμα, οι νοσηλευτές γνώριζαν πώς να κάνουν μετατροπές, να υπολογίσουν αναλογίες υγρών και δόσεις βάσει του σωματικού βάρους του ασθενή.

Σε άλλη μελέτη,¹⁸ η οποία περιελάμβανε φοιτητές και νοσηλευτές, διαπιστώθηκε πως το 55% και το 45% αυτών αντίστοιχα, έλαβε $\leq 60\%$ σε δοκιμασία εκτίμησης των αριθμητικών τους ικανοτήτων. Κατά τους συγγραφείς, το γεγονός των χαμηλών ποσοστών επιτυχίας, πιθανόν να οφείλεται στη μη χρήση αριθμομηχανής και στη μειωμένη εξάσκηση του μυαλού στην εκτέλεση μαθηματικών πράξεων. Όσον αφορά στην ηλικία των συμμετεχόντων, οι νοσηλευτές ηλικίας >35 ετών, ήταν περισσότερο ικανοί στην εκτέλεση πράξεων από ότι οι νεότεροι νοσηλευτές. Στην ίδια μελέτη, παρατηρήθηκαν παρόμοια αποτελέσματα ($\leq 60\%$), όταν οι φοιτητές και οι νοσηλευτές υποβλήθηκαν σε δοκιμασίες σχετικές με τον υπολογισμό φαρμακευτικών δοσολογιών. Στο σύνολο, οι φοιτητές και οι νοσηλευτές είχαν καλύτερη επίδοση στην εκτέλεση υπολογισμών στερεών, από του στόματος, υγρών και ενέσιμων φαρμάκων, ενώ δυσκολεύονταν σε περιπτώσεις όπου υπήρχαν ποσοστά και υπολογισμός ρυθμού έγχυσης ενός φαρμάκου.

Τρόποι επίλυσης προβλημάτων

Ο πιο διαδεδομένος τύπος για την επίλυση προβλημάτων υπολογισμού δοσολογιών είναι η μέθοδος των τριών. Η μέθοδος των τριών αποτελείται από τρεις σταθερές μεταβλητές τιμές και μια ζητούμενη (το x). Οι τρεις σταθερές τιμές περιλαμβάνουν:

- την επιθυμητή δοσολογία φαρμάκου
- τη διαθέσιμη δοσολογία φαρμάκου
- και τη διαθέσιμη ποσότητα φαρμάκου που πρόκειται να χορηγηθεί στον ασθενή.

Η ζητούμενη τιμή x , αποτελεί την ποσότητα του φαρμάκου που θα χορηγηθεί σε ασθενή (πίνακας 2, β).^{10,19} Άλλοι βασικοί τύποι υπολογισμού δοσολογιών παρατίθενται από την Trim (πίνακας 2).²⁰ Εκτός από τη χρήση τύπων, υπάρχουν άλλοι εναλλακτικοί τρόποι υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών, όπου χρησιμοποιούνται διαφορετικές μέθοδοι (πίνακας 3).²¹

Οι Connor και Tillman,²² μελέτησαν τη χρήση αλγορίθμου για τον υπολογισμό ρυθμού χορήγησης ενδοφλέβιων διαλυμάτων και φαρμάκων. Η χρήση αλγορίθμου βασισμένου σε ένα τύπο, θα μπορούσε να αποτελέσει εναλλακτικό τρόπο υπολογισμού του ρυθμού χορήγησης υγρών και οδηγό λήψης αποφάσεων. Ο αλγόριθμος παρακάμπτει την πολυπλοκότητα των μαθηματικών πράξεων, χρησιμοποιώντας ερωτήματα και απαντήσεις που παρουσιάζονται σε διάγραμμα ροής.



Πολλοί νοσηλευτές βασίζονται στη χρήση της αριθμομηχανής και ίσως να μην κατανοούν τις μαθηματικές αρχές. Το συμβούλιο των Νοσηλευτών και Μαιών της Αγγλίας (Nursing and Midwifery Council) υποστηρίζει πως η αριθμομηχανή δεν θα πρέπει να λειτουργεί ως «υποκατάστατο» των αριθμών, για αυτό το λόγο δε συστήνει τη χρήση αριθμομηχανής.^{14,23} Η χρήση της αριθμομηχανής για την επίλυση προβλημάτων προϋποθέτει τη γνώση και τον σωστό έλεγχο και διαχείριση όχι μόνο των δεδομένων, αλλά και των αποτελεσμάτων των μαθηματικών πράξεων.^{13,24,25} Διότι η αριθμομηχανή μπορεί να προσφέρει το πλεονέκτημα αποφυγής λαθών που οφείλονται στον υπολογισμό μαθηματικών πράξεων, αλλά δεν μπορεί να υποδείξει στο χρήστη ποια δεδομένα θα εισάγει, ποια θα εξάγει και τον τρόπο ερμηνείας τους.¹⁸

Ωστόσο, σε συγκριτική μελέτη δυο ομάδων φοιτητών που χρησιμοποίησαν ή όχι αριθμομηχανή για τον υπολογισμό δοσολογιών, η ομάδα που χρησιμοποίησε αριθμομηχανή έλυσε με επιτυχία παραπάνω ασκήσεις από ότι η άλλη ομάδα. Το ποσοστό επιτυχίας των πρώτων ήταν 76.5%, ενώ των δεύτερων ήταν (42.5%).²⁶

Σε μελέτη όπου εξετάστηκαν 222 προγράμματα σπουδών τριτοβάθμιων τμημάτων νοσηλευτικής, οι εκπαιδευτικοί νοσηλευτές στα 174 από αυτά, δεν επέτρεπαν από τους φοιτητές τη χρήση αριθμομηχανής

για τον υπολογισμό δοσολογιών.²⁷ Ένας από τους πιθανούς λόγους αποφυγής χρήσης αριθμομηχανής αποτελεί το γεγονός πως οι αριθμομηχανές δεν είναι πάντα διαθέσιμες στην κλινική πράξη.²⁸ Άλλοι ερευνητές²⁹, όμως θεωρούν πως η χρήση αριθμομηχανής θα πρέπει να ενθαρρύνεται από τους εκπαιδευτές των νοσηλευτικών σχολών.

Θέματα εκπαίδευσης

Η Wright,^{10,30} θεωρεί πως ο υπολογισμός δοσολογιών είναι ένα πρόβλημα που εντοπίζεται στη νοσηλευτική εκπαίδευση. Αναφέρει πως οι γραπτές δοκιμασίες που υποβάλλονται οι νοσηλευτές στα ερευνητικά πλαίσια των μελετών, δεν αντιπροσωπεύουν πλήρως την κλινική πραγματικότητα. Αυτό συμβαίνει διότι στις δοκιμασίες αυτές οι νοσηλευτές καλούνται να μη χρησιμοποιήσουν αριθμομηχανή, κάτι το οποίο δε θα έκαναν όταν υπολόγιζαν δοσολογίες στην πρακτική τους. Ακόμη, προσθέτει πως δεν αξιολογούνται προβλήματα, όπως τα εξής: πόσα γραμμάρια βρίσκονται σε συσκευασία 1000 ml διαλύματος 5% γλυκόζης ή πόση ποσότητα πρέπει να αναρροφηθεί από 1 amp αδρεναλίνης 1:1000 για να έχουμε 0,01 g.

Τα λάθη που μπορεί να κάνουν οι φοιτητές, αφορούν λάθη στην αντίληψη και διατύπωση ενός προβλήματος, λάθη σε μαθηματικές πράξεις και λάθη σχετικά με τις μετρήσεις.²⁴ Λάθη που σχετίζονται με τη διατύπωση και

αντίληψη του προβλήματος υπολογισμού δοσολογιών διαπιστώθηκαν και σε άλλη μεταγενέστερη έρευνα.³¹

Οι φοιτητές οι οποίοι υποβάλλονται σε τεστ αξιολόγησης των μαθηματικών τους ικανοτήτων θα ήταν προτιμότερο να μην εξετάζονται μέσω ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής, αλλά να χρησιμοποιούν χαρτί και μολύβι για επιλύσουν τα ερωτήματα. Επίσης, οι εξεταστές θα πρέπει να επιτρέπουν στους φοιτητές να χρησιμοποιούν μαθηματικούς τύπους ελεύθερα από το βιβλίο, κατά τη διάρκεια εξέτασης. Σκοπός των τεστ αξιολόγησης είναι να καταφέρουν οι φοιτητές να λύσουν επιτυχώς την άσκηση.⁴

Οι εκπαιδευτές θα πρέπει να διδάσκουν στους φοιτητές όχι μόνο τον τρόπο εύρεσης της σωστής απάντησης, αλλά και το νόημα κάθε απάντησης (είναι λογική η απάντηση που βρέθηκε;). Η ενθάρρυνση τους να σχεδιάζουν μόνοι τους τον τρόπο εύρεσης λύσης σε ένα πρόβλημα είναι σημαντική. Μέσω της θεωρία μάθησης που λέγεται εποικοδομητική (constructivist), προτείνεται η ενίσχυση της ικανότητας αντίληψης των φοιτητών, πριν ακόμα ασχοληθούν με διαδικασίες υπολογισμού και τους σχετικούς τύπους. Με άλλα λόγια, η ανάπτυξη της κριτικής ικανότητας για το αν μια απάντηση σε ένα φαρμακευτικό πρόβλημα θεωρείται λογική θα μπορούσε να αποτελέσει ένα τρόπο βελτίωσης των δεξιοτήτων υπολογισμού των φοιτητών. Ως απώτερος στόχος θεωρείται η

κατανόηση των αρχών που εμπλέκονται σε όλη τη διαδικασία επίλυσης υπολογισμών δοσολογιών. Για παράδειγμα, ένας φοιτητής μπορεί να υπολογίσει τη χορήγηση 50 ml ενός φαρμάκου ενδομυϊκά, χωρίς όμως να συνειδητοποιήσει ότι η παραπάνω ποσότητα είναι αδύνατο να χορηγηθεί ενδομυϊκά.¹⁷

Οι φοιτητές που έχουν υπόβαθρο μαθηματικών γνώσεων από τη δευτεροβάθμια εκπαίδευση είχαν περισσότερες πιθανότητες να γνωρίζουν μαθηματικά, όχι όμως να επιτύχουν στη δοκιμασία υπολογισμού δοσολογιών που υποβλήθηκαν.³²

Ένα σημαντικό ερώτημα είναι γιατί τα προγράμματα σπουδών δεν περιλαμβάνουν την επαγγελματική προετοιμασία των νοσηλευτών σχετικά με τα μαθηματικά και τις βασικές έννοιες αυτών ή δε δίνουν ιδιαίτερα βάση στη διδασκαλία των μαθηματικών.^{3,28} Η Middleton,³³ για τη δημιουργία προγράμματος που θα ενισχύει τις μαθηματικές δεξιότητες των φοιτητών νοσηλευτικής θεωρεί απαραίτητους τρεις παραμέτρους. Πρώτον, τη διαμόρφωση του προγράμματος με πρότυπο άλλα που εφαρμόζονται επιτυχώς σε πανεπιστήμια νοσηλευτικής, δεύτερον τη τυποποιημένη προσέγγιση των υπολογισμών και τρίτον την εφαρμογή του προγράμματος πριν οι φοιτητές αρχίσουν την κλινική άσκηση τους (όπου πρόκειται να διδαχθούν υπολογισμό δόσεων).



Κατά τη διδασκαλία υπολογισμού δοσολογιών η χρήση βοηθητικών μέσων που χρησιμοποιούν οι νοσηλευτές καθημερινά, όπως οι σύριγγες και τα συστήματα ενδοφλέβιας έγχυσης, αποτελούν παραδείγματα τα οποία οι φοιτητές εύκολα μπορούν να ανακαλέσουν στη μνήμη τους. Άλλωστε, η επανάληψη βοηθάει στη διατήρηση της γνώσης.³³ Ένας άλλος παράγοντας που ενισχύει τη μάθηση του υπολογισμού δοσολογιών των φοιτητών είναι η ελευθερία επιλογής του τρόπου μάθησης από τους ίδιους.³⁴

Μερικοί από τους παράγοντες που παρακινούν τους φοιτητές να ασχοληθούν με τα μαθηματικά και τον υπολογισμό δοσολογιών θεωρούνται η περαιτέρω εξάσκηση, η λήψη γραπτών δοκιμασιών, τα φροντιστήρια, τα online κουίζ, οι ανταμοιβές, η αγάπη για τη νοσηλευτική και η προσμονή για να γίνουν ικανοί νοσηλευτές. Υπάρχουν όμως και παράγοντες που λειτουργούν ως εμπόδια στη μάθηση των φοιτητών. Ορισμένοι από αυτούς είναι η ηλικία, η έλλειψη χρόνου, θέματα γλώσσας, το άγχος ότι θα αποτύχουν, έλλειψη κινήτρων και η πίεση που νιώθουν για μελέτη.³⁵

Φυσικά, την ευθύνη των φοιτητών για την εξασφάλιση επαρκούς εκπαίδευσης και καθοδήγησης για θέματα που αφορούν τις μαθηματικές γνώσεις και δεξιότητες υπολογισμού φαρμακευτικών δόσεων, την

έχουν κυρίως οι φοιτητές, αλλά και οι κλινικοί εκπαιδευτές και καθηγητές.^{13,36}

Τρόποι ενίσχυσης των δεξιοτήτων υπολογισμού δοσολογιών

Η ανανέωση των γνώσεων των νοσηλευτών, η ενασχόληση τους με παραδείγματα υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών και η τακτική αυτοαξιολόγηση των ικανοτήτων τους αποτελούν τρόπους διατήρησης της γνώσης και των μαθηματικών ικανοτήτων τους σε ικανοποιητικό επίπεδο.³⁷ Η επαναξιολόγηση, η επανεκπαίδευση και η διαβεβαίωση των γνώσεων θεωρούνται τρεις σημαντικές αρχές για την εκτίμηση των μαθηματικών ικανοτήτων των νοσηλευτών.⁷

Άλλο μέτρο μείωσης του κινδύνου λάθους κατά τον υπολογισμό φαρμακευτικών δοσολογιών αποτελεί η παροχή έντυπου υλικού, όπως διαγράμματα και πίνακες μετατροπών από φάρμακα τα οποία χορηγούνται σε ασθενείς. Επίσης, όσοι νοσηλευτές νιώθουν αβέβαιοι ή αντιμετωπίζουν πολύπλοκες περιπτώσεις υπολογισμού δοσολογιών, θα πρέπει να ενθαρρύνονται να συμβουλευονται τους συναδέλφους τους που γνωρίζουν.^{11,38} Για τον υπολογισμό ρυθμού χορήγησης ενδοφλέβιων διαλυμάτων, η χρήση έτοιμων πινάκων που απεικονίζουν τον όγκο υγρών που πρόκειται να χορηγηθούν στον ασθενή, το χρόνο που πρέπει να γίνει η έγχυση και την

αντίστοιχη τιμή ρύθμισης του ροόμετρου, είναι ιδιαίτερα ωφέλιμη.⁶

Στον εκπαιδευτικό τομέα, σπουδαίο ρόλο έχουν τα νοσηλευτικά τμήματα της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, στην καθοδήγηση των φοιτητών για την ανάπτυξη των δεξιοτήτων τους.³⁹ Στις δεξιότητες των φοιτητών, συμπεριλαμβάνεται η χορήγηση φαρμάκων, η οποία θεωρείται ένα από τα βασικότερα στοιχεία της νοσηλευτικής εκπαίδευσης.⁴⁰ Η ανατροφοδότηση (feedback), θεωρείται από τους φοιτητές ένας τρόπος εκτίμησης της προόδου που έχουν κάνει και των «κενών γνώσης» που έχουν, ώστε να μπορούν να τα αναπληρώσουν.¹⁶ Άλλοι τρόποι ενίσχυσης των μαθηματικών τους ικανοτήτων, ο οποίος φαίνεται ιδιαίτερα αποτελεσματικός είναι η εφαρμογή κλινικών φροντιστηρίων (workshop) και η μελέτη των μαθηματικών μέσω βιβλίων (με θεωρία και ασκήσεις), προσιτά στους φοιτητές και βασισμένα στην καθημερινή νοσηλευτική πρακτική.^{7,41}

Ακόμη, η επικέντρωση και η ενίσχυση της διδασκαλίας σε θέματα μαθηματικών και υπολογισμού δοσολογιών αποτελούν σημαντικά μέτρα για τη θεωρητική στήριξη της γνώσης των φοιτητών. Παράλληλα, η εφαρμογή των γνώσεων στην κλινική πράξη θεωρείται εξίσου αξιόλογη.^{18,39,42}

Η πρώτη μελέτη όπου διερευνήθηκε η χρήση του υπολογιστή για την εκπαίδευση φοιτητών στον υπολογισμό δοσολογιών

πραγματοποιήθηκε το 1990. Τα ευρήματα της μελέτης αναφέρουν σημαντικά στατιστική διαφορά στη μαθηματική επίδοση, μεταξύ των φοιτητών που διδάχθηκαν άλλους τρόπους (θεωρητικούς) και των φοιτητών που χρησιμοποίησαν μόνο τον υπολογιστή.⁴³

Οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις των ερευνητών στοχεύουν στη μείωση του άγχους των φοιτητών και στη βελτίωση των αντιλήψεων που έχουν για τις ικανότητες τους στα μαθηματικά.⁴⁴ Η αυτοπεποίθηση είναι ένας σημαντικός παράγοντας για την εκτέλεση του υπολογισμού δοσολογιών από τους φοιτητές. Η αυτοπεποίθηση ωθεί τους φοιτητές να αναζητήσουν πληροφορίες από τον εκπαιδευτή τους ή το βιβλίο. Κατά τη δόμηση ομαδικών συνεδρίων των φοιτητών (1 εκπαιδευτής για 10 φοιτητές) χρειάζεται προσοχή, διότι φαίνεται πως δεν αποτελούν την καλύτερη επιλογή για τους φοιτητές.¹⁶

Εργαλεία εκτίμησης μαθηματικών ικανοτήτων και δεξιοτήτων υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών

Η μελέτη των μαθηματικών δεξιοτήτων των νοσηλευτών και των φοιτητών, έχει εκτιμηθεί βάσει διαφόρων δοκιμασιών και εργαλείων που έχουν δημιουργηθεί από τους ερευνητές. Στον πίνακα 1, αναφέρονται συνοπτικά τα εργαλεία που χρησιμοποίησε ο κάθε ερευνητής στη μελέτη του.

Στη βορειοδυτική Αγγλία, το 2007 είχε δημιουργηθεί μια καινοτόμος μέθοδος



αντιμετώπισης των μειωμένων αριθμητικών ικανοτήτων των επαγγελματιών υγείας. Η μέθοδος αυτή περιελάμβανε ένα ηλεκτρονικό εργαλείο αξιολόγησης αριθμητικών ικανοτήτων των επαγγελματιών υγείας (NHS North West Online Numeracy Assessment Tool). Το εργαλείο «αναγνώριζε» τους νοσηλευτές με μειωμένες αριθμητικές ικανότητες και παρείχε τρόπους περαιτέρω αντιμετώπισης τους, όπως η παρακολούθηση μαθημάτων (μαθηματικού περιεχομένου) για ενήλικες.^{5,45}

Στις έρευνες που πραγματοποιήθηκαν από την Brown^{3,36}, χρησιμοποιήθηκε μεγάλο δείγμα φοιτητών νοσηλευτικής. Για να εκτιμηθούν οι μαθηματικές τους ικανότητες χρησιμοποιήθηκε ένα τεστ υπολογισμού (computational placement test-CPT) αριθμητικών πράξεων με ακέραιους αριθμούς, δεκαδικούς αριθμούς, κλάσματα και ποσοστά.

Σε ορισμένες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν από ίδιους ερευνητές, χρησιμοποιήθηκε συγκεκριμένου τύπου ερωτηματολόγιο που είχαν αναπτύξει οι ίδιοι. Για παράδειγμα, οι Grandell-Niemi et al.,^{2,12} αξιολόγησαν τα δεδομένα τους χρησιμοποιώντας ερωτηματολόγιο που περιείχε δομημένες ερωτήσεις (δημογραφικού τύπου, ερωτήσεις σχετικές με τα φάρμακα), δηλώσεις που αφορούσαν τις μαθηματικές ικανότητες και τις δεξιότητες υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών

και δοκιμασία υπολογισμού δόσεων (επίλυση 17 μαθηματικών προβλημάτων και πράξεων). Σε μεταγενέστερη χρονικά έρευνα των ίδιων ερευνητών¹, αναπτύχθηκε ένα άλλο εργαλείο, το Medication Calculation Skills test (MCS test). Το MCS test αποτελούταν από τρία τμήματα, παρόμοια με τα παραπάνω, με τη μόνη διαφορά πως υπήρχε εκτίμηση του ενδιαφέροντος του πληθυσμού για τα μαθηματικά και περιλάμβανε περισσότερες εκτελέσεις πράξεων και προβλημάτων.

Για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της υποβοηθούμενης μάθησης μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν το Allen's test toward CAL semantic differential (ATCALSD).⁴³ Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από 15 δηλώσεις, όπου οι φοιτητές μετά τη χρήση του υπολογιστή καλούνταν να διαλέξουν ανάλογα. Σε άλλη μελέτη,⁴⁶ χρησιμοποιήθηκε ένα πρόγραμμα-εργαλείο εκτίμησης των μαθηματικών ικανοτήτων, όπου οι χρήστες έπρεπε να βρίσκονται σε περιβάλλον υπολογιστή. Για να είναι ένα τέτοιο εργαλείο έγκυρο, αξιόπιστο και ικανό να ανταπεξέλθει στην πολυπλοκότητα της χρήσης των αριθμών στη νοσηλευτική πρέπει να συμβαδίζει με την πραγματικότητα, να είναι κατάλληλο, εύχρηστο, διαγνωστικό, να διαφοροποιείται, να συνάδει με τις μαθηματικές αρχές που χρησιμοποιούνται σε ενήλικες, να έχει διαφάνεια και καλή δομή.⁴⁷ Οι ερευνητές σύγκριναν το εργαλείο αυτό με

ένα άλλο (objective structured clinical examination, OSCE), όπου οι φοιτητές εξετάζονταν γραπτώς για τις ικανότητες τους. Στα συμπεράσματα της μελέτης αναφέρεται υψηλή συνάφεια μεταξύ των δυο εργαλείων.⁴⁶

Στη μοναδική μελέτη που εκτιμήθηκαν οι απόψεις των νοσηλευτών ή των φοιτητών νοσηλευτικής, η Wright¹⁶ χρησιμοποίησε το ερωτηματολόγιο αντιλήψεων του εκπαιδευτικού περιβάλλοντος (perceptions of learning environment questionnaire- PLEQ).

Περιορισμοί

Στην παρούσα ανασκόπηση υπάρχουν ορισμένοι περιορισμοί που πρέπει να αναφερθούν. Η αναζήτηση άρθρων πραγματοποιήθηκε σε μια βάση δεδομένων και περιελάμβανε άρθρα δημοσιευμένα στην αγγλική γλώσσα. Ακόμη, η επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε από ένα συγγραφέα.

Προτάσεις για περαιτέρω μελέτη

Η συνέχιση της μελέτης των μαθηματικών ικανοτήτων αποτελεί απαραίτητο στοιχείο για τη διερεύνηση κάθε πτυχής του ζητήματος. Οι μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες θα πρέπει να εστιάσουν κυρίως στη μελέτη:

- της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας των εργαλείων που εκτιμούν τις

μαθηματικές ικανότητες των νοσηλευτών¹

- του ρόλου της αυτοπεποίθησης στην εκτέλεση υπολογισμού δοσολογιών⁸
- των δεξιοτήτων υπολογισμού δοσολογιών των νοσηλευτών σε κλινικό επίπεδο¹⁰
- της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων σπουδών των νοσηλευτικών τμημάτων τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, ως προς την επίδοση των φοιτητών στον υπολογισμό φαρμακευτικών δοσολογιών²⁷
- των μαθηματικών ικανοτήτων των νοσηλευτών στην Ελλάδα.

Συμπεράσματα

Ο υπολογισμός φαρμακευτικών δοσολογιών ή διαδικασιών που περιέχουν μαθηματικές πράξεις, μετατροπές, κλάσματα και ποσοστά αποτελούν στοιχεία που οι νοσηλευτές χρησιμοποιούν καθημερινά για την εκτέλεση νοσηλευτικών-φαρμακευτικών παρεμβάσεων. Η ενίσχυση των μαθηματικών γνώσεων και των δεξιοτήτων υπολογισμού φαρμακευτικών δόσεων των νοσηλευτών αποτελούν μέτρο ενίσχυσης της ασφάλειας του ασθενούς και πρόληψης φαρμακευτικών λαθών. Οι νοσηλευτές οφείλουν να μεριμνούν για τη διεύρυνση των μαθηματικών τους γνώσεων, καλύπτοντας οποιοδήποτε έλλειμμα παρουσιάζεται σχετικά με τον υπολογισμό φαρμακευτικών δοσολογιών.



Όπως θα συμπέρανε κανείς από τα δεδομένα που αναφέρθηκαν, υπάρχει έντονο ερευνητικό ενδιαφέρον για τις δεξιότητες των νοσηλευτών και συγκεκριμένα των φοιτητών νοσηλευτικής. Σε πρώτη φάση, υπάρχει ασάφεια ως προς την αιτιότητα του λάθους υπολογισμού δοσολογιών υπεύθυνη για την πρόκληση φαρμακευτικών λαθών. Όμως, σε μια σειρά μελετών καταγράφονται οι χαμηλού επιπέδου μαθηματικές γνώσεις και η ανεπαρκής εκπαίδευση των φοιτητών νοσηλευτικής στον υπολογισμό φαρμακευτικών δοσολογιών. Αρκετοί είναι οι ερευνητές που αξιολογούν διάφορα μοντέλα εκπαίδευσης και διδασκαλίας του τρόπου υπολογισμού δοσολογιών, αποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητά τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Grandell-Niemi H, Hupli M, Puukka P, Leino-Kilpi H. Finnish nurses' and nursing students' mathematical skills. *Nurse Educ Today* 2006, 26(2): 151-161.
2. Grandell-Niemi H, Hupli M, Leino-Kilpi H. Medication calculation skills of graduating nursing students in Finland. *Adv Health Sci Educ Theory Pract* 2001, 6(1): 15-24.
3. Brown DL. Does 1 + 1 still equal 2? A study of the mathematic competencies of associate degree nursing students. *Nurse Educ* 2002, 27(3): 132-135.
4. Cartwright M. Numeracy needs of the beginning registered nurse. *Nurse Educ Today* 1996, 16(2): 137-143.
5. Warburton P. Numeracy and patient safety: the need for regular staff assessment. *Nurs Stand* 2010, 24(27): 42-44.
6. Dyjur L, Rankin J, Lane A. Maths for medications: an analytical exemplar of the social organization of nurses' knowledge. *Nurs Philos* 2011, 12(3): 200-213.
7. Thomas A. How to improve your maths skills. *Nurs Times* 2004, 100(38): 64-65.
8. Wright K. An investigation to find strategies to improve student nurses' maths skills. *Br J Nurs* 2004, 13(21): 1280-1287.
9. Wright K. Do calculation errors by nurses cause medication errors in clinical practice? A literature review. *Nurse Educ Today* 2010, 30(1): 85-97.
10. Wright K. The assessment and development of drug calculation skills in nurse education-a critical debate. *Nurse Educ Today* 2009, 29(5): 544-548.
11. Bindler R, Bayne T. Medication calculation ability of registered nurses. *Image J Nurs Sch* 1991, 23(4): 221-224.
12. Grandell-Niemi H, Hupli M, Leino-Kilpi H, Puukka P. Medication calculation skills of nurses in Finland. *J Clin Nurs* 2003, 12(4): 519-528.

13. Jukes L, Gilchrist M. Concerns about numeracy skills of nursing students. *Nurse Educ Pract* 2006, 6(4): 192-198.
14. Pentin J, Smith J. Drug calculations: are they safer with or without a calculator? *Br J Nurs* 2006, 15(14): 778-781.
15. Wright K. Student nurses need more than maths to improve their drug calculating skills. *Nurse Educ Today* 2007, 27(4): 278-285.
16. Wright K. Student nurses' perceptions of how they learn drug calculation skills. *Nurse Educ Today* 2011, Nov 10. doi:10.1016/j.nedt.2011.09.014.
17. Kelly LE, Colby N. Teaching medication calculation for conceptual understanding. *J Nurs Educ* 2003, 42(10): 468-471.
18. McMullan M. Exploring the numeracy skills of nurses and students when performing drug calculations. *Nurs Times* 2010, 106(34): 10-12.
19. Wright K. Drug calculations part 1: a critique of the formula used by nurses. *Nurs Stand* 2008, 22(36): 40-42.
20. Trim J. Clinical skills: a practical guide to working out drug calculations. *Br J Nurs* 2004, 13(10): 602-606.
21. Wright K. Drug calculations part 2: alternative strategies to the formula. *Nurs Stand* 2008, 22(37): 42-44.
22. Connor SE, Tillman MH. Using algorithms to teach dosage calculation. *Nurse Educ* 1993, 18(3): 34-37.
23. Nursing and Midwifery Council (2007) *Essential Skills Clusters for Pre-Registration Nursing Programmes*. London: NMC.
24. Blais K, Bath JB. Drug calculation errors of baccalaureate nursing students. *Nurse Educ* 1992, 17(1): 12-15.
25. Murphy MA, Graveley EA. The use of hand-held calculators for solving pharmacology problems. *Nurse Educ* 1990, 15(1): 35, 41, 43.
26. Kapborg I, Rosander R. Swedish student nurses solving mathematical items with or without help of a hand-held calculator - a comparison of results. *Nurse Educ Pract* 2001, 1(2): 80-84.
27. Worrell PJ, Hodson KE. Posology: the battle against dosage calculation errors. *Nurse Educ* 1989, 14(2): 27-31.
28. Hutton M. Nursing mathematics: The importance of application. *Nurs Stand* 1998, 13(11): 35-40.
29. Wilson A. Nurses' maths: researching a practical approach. *Nurs Stand* 2003, 17(47): 33-36.
30. Wright K. A written assessment is an invalid test of numeracy skills. *Br J Nurs* 2007, 16(13): 828-831.
31. Arnold GJ. Refinements in the dimensional analysis method of dose calculation problem-solving. *Nurse Educ* 1998, 23(3): 22-26.



32. Eastwood KJ, Boyle MJ, Williams B, Fairhall R. Numeracy skills of nursing students. *Nurse Educ Today* 2011, 31(8): 815-818.
 33. Middleton DA. A standardized nursing mathematics competency program. *Nurse Educ* 2008, 33(3): 122-124.
 34. Bath JB, Blais K. Learning style as a predictor of drug dosage calculation ability. *Nurse Educ* 1993, 18(1): 33-36.
 35. Ramjan LM. Contextualism adds realism: nursing students' perceptions of and performance in numeracy skills tests. *Nurse Educ Today* 2011, 31(8): e16-21.
 36. Brown DL. Can you do the math? Mathematic competencies of baccalaureate degree nursing students. *Nurse Educ* 2006, 31(3): 98-100.
 37. McMullan M, Jones R, Lea S. Patient safety: numerical skills and drug calculation abilities of nursing students and registered nurses. *J Adv Nurs* 2010, 66(4): 891-809.
 38. Sherriff K, Wallis M, Burston S. Medication calculation competencies for registered nurses: a literature review. *Aust J Adv Nurs* 2011, 28(4): 75-83.
 39. Arkell S, Rutter PM. Numeracy skills of undergraduate entry level nurse, midwife and pharmacy students. *Nurse Educ Pract* 2012, 2(4):198-203.
 40. Costello M. Predictors of success on medication calculation tests. *Nurse Educ* 2011, 36(1): 11-12.
 41. Sandwell M, Carson P. Developing numeracy in child branch students. *Paediatr Nurs* 2005, 17(9): 24-26.
 42. Wright K. Resources to help solve drug calculation problems. *Br J Nurs* 2009, 18(14): 878-80, 882-883.
 43. Wong TK. Drug calculations for nurses-a computer assisted learning application. *Nurse Educ Today* 1990, 10(4): 274-280.
 44. Rainboth L, DeMasi C. Nursing students' mathematic calculation skills. *Nurse Educ Today* 2006, 26(8): 655-661.
 45. Warburton P, Sherrington S, Kirton J, Ryland I, Jinks A. An evaluation of an online numeracy assessment tool. *Nurs Stand* 2010, 24(30): 62-64, 66, 68.
 46. Hutton M, Coben D, Hall C, Rowe D, Sabin M, Weeks K, Woolley N. Numeracy for nursing, report of a pilot study to compare outcomes of two practical simulation tools-an online medication dosage assessment and practical assessment in the style of objective structured clinical examination. *Nurse Educ Today* 2010, 30(7): 608-614.
- Coben D, Hall C, Hutton BM, Rowe D, Sabin M, Weeks K, Woolley N, 2008. Numeracy for nursing: The case for a benchmark. In: O'Donoghue, J. (Ed.), *The Changing Face of Adults Mathematics Education: Learning*

from the past, planning for the future.
Proceedings of ALM-14, the 14th
International Conference of Adults
Learning Mathematics - A Research
Forum (ALM), University of Limerick,
Ireland, 26-29 June, 2007. University of
Limerick in association with ALM.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 1. Συνοπτικός πίνακας των βασικών χαρακτηριστικών των ερευνητικών άρθρων που εντάχθηκαν στην παρούσα μελέτη.

Μελέτη	Σκοπός	Χώρα	Μέγεθος δείγματος	Μεθοδολογία-Εργαλείο	Ευρήματα
<i>Worrell & Hodson</i> ²⁷	Η εκτίμηση της συμβολής του προγράμματος σπουδών στον υπολογισμό δοσολογιών	Αμερική	223 προγράμματα σπουδών νοσηλευτικής	Περιγραφική ανάλυση δεδομένων-PDF	Το 41% των προγραμμάτων αναφέρει πως το 11-30% των φοιτητών έχουν μειωμένες δεξιότητες υπολογισμού δοσολογιών
<i>Wong</i> ⁴³	Η υποβοηθούμενη μάθηση του υπολογισμού δοσολογιών μέσω εφαρμογών υπολογιστή	Χονγκ Κονγκ	Ομάδα ελέγχου (n=50) Πειραματική ομάδα (n=47)	ATCALSD	Διαπιστώθηκε μικρή διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων
<i>Bindler & Bayne</i> ¹¹	Η εκτίμηση των ικανοτήτων υπολογισμού δοσολογιών	Αμερική	109 νοσηλευτές	Τεστ υπολογισμού δοσολογιών	Η κατηγορία φαρμάκων που οι νοσηλευτές αντιμετώπιζαν δυσκολίες ήταν τα ενδοφλέβια φάρμακα
<i>Blais & Bath</i> ²⁴	Η μελέτη των ικανοτήτων υπολογισμού δοσολογιών	Αμερική	66 πρωτοετείς φοιτητές νοσηλευτικής	Τεστ υπολογισμού δοσολογιών	Το 89% των φοιτητών δεν πέρασε στο τεστ
<i>Bath & Blais</i> ³⁴	Η διερεύνηση του τρόπου διδασκαλίας υπολογισμού δοσολογιών	Αμερική	66 πρωτοετείς φοιτητές νοσηλευτικής	Περιγραφική ανάλυση δεδομένων-TCISM	Στη διδασκαλία του υπολογισμού δοσολογιών θα πρέπει να ενισχύεται ο τρόπος μάθησης που κάθε φοιτητής προτιμά
<i>Cartwright</i> ⁴	Η μελέτη των μαθηματικών Ικανοτήτων	Αυστραλία	Νοσηλευτές με ελάχιστη κλινική εμπειρία	Ποσοτική ανάλυση δεδομένων-Τεστ υπολογισμού δοσολογιών	Απαιτούνται δημιουργικές ιδέες για τους τρόπους προσέγγισης της επίλυσης των πράξεων
<i>Hutton</i> ²⁸	Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας ενός προγράμματος μαθηματικών ικανοτήτων	Ηνωμένο Βασίλειο	231 πρωτοετείς φοιτητές νοσηλευτικής	Τεστ μαθηματικών ικανοτήτων-Συνέντευξη	Μέσω του τεστ διαπιστώνεται ποιοι φοιτητές χρήζουν περαιτέρω μαθηματική εκπαίδευση και σε ποιά σημεία
<i>Grandell-Niemi et al.</i> ²	Η μελέτη των μαθηματικών ικανοτήτων και δεξιοτήτων υπολογισμού φαρμακευτικών υπολογισμών	Φιλανδία	204 απόφοιτοι νοσηλευτικής	Περιγραφική ανάλυση δεδομένων-Το ερωτηματολόγιο περιείχε δομημένες ερωτήσεις, εκθέσεις και δοκιμασία υπολογισμού δόσεων	Το 1/5 του πληθυσμού είχε ανεπαρκείς μαθηματικές ικανότητες
<i>Karborg & Rosander</i> ²⁶	Η σύγκριση των αποτελεσμάτων μαθηματικού τεστ σε φοιτητές που χρησιμοποίησαν ή όχι αριθμομηχανή	Σουηδία	189 φοιτητές νοσηλευτικής	Συγκριτική μελέτη-Μαθηματικό τεστ	Οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι φοιτητές στην επίλυση των πράξεων, μπορούν να μειωθούν χρησιμοποιώντας αριθμομηχανή

Τρίμηνη, ηλεκτρονική έκδοση του Τμήματος Νοσηλευτικής Α',
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Αθήνας

<i>Brown 2002³</i>	Η μελέτη των μαθηματικών ικανοτήτων	Αμερική	868 φοιτητές νοσηλευτικής 1 ^{ου} έτους	CPT	Οι φοιτητές ήταν απροετοίμαστοι για πράξεις με κλάσματα, δεκαδικούς και ποσοστά
<i>Grandell-Niemi et al.¹²</i>	Η μελέτη των ικανοτήτων υπολογισμού δοσολογιών	Φιλανδία	546 νοσηλευτές	Περιγραφική ανάλυση δεδομένων-Το ερωτηματολόγιο περιείχε δομημένες ερωτήσεις, εκθέσεις και δοκιμασία υπολογισμού δόσεων	Οι νοσηλευτές (20-29 ετών πέτυχαν στη δοκιμασία υπολογισμού δοσολογιών)
<i>Wilson²⁹</i>	Η σύγκριση ενός γραπτού τεστ υπολογισμού δοσολογιών με ένα νέο πρακτικό τεστ	Ηνωμένο Βασίλειο	55 νοσηλευτές	Ημιδομημένη συνέντευξη- Τεστ υπολογισμού δοσολογιών	Τα 2/3 των νοσηλευτών προτιμούν το δεύτερο τεστ
<i>Wright⁸</i>	Ο έλεγχος της αποδοτικότητας σειράς μαθημάτων που στοχεύουν στη βελτίωση των μαθηματικών ικανοτήτων	Ηνωμένο Βασίλειο	Φοιτητές 2 ^{ου} έτους νοσηλευτικής, πριν την παρέμβαση: n=70 μετά την παρέμβαση: n=61	Περιγραφική ανάλυση- Ημιδομημένο ερωτηματολόγιο (συμπεριλαμβανομένου τεστ)	Ο συνδυασμός διαφόρων μεθόδων για την ενίσχυση των μαθηματικών δεξιοτήτων είναι αποτελεσματικός για την ανάπτυξη της αυτοπεποίθησης τους
<i>Brown³⁶</i>	Η μελέτη των μαθηματικών Ικανοτήτων	Αμερική	Το 1988 (n=234) και το 2003 (n=294)	CPT	Η πλειοψηφία των φοιτητών και των 2 ομάδων έλαβε <70% στο τεστ
<i>Grandell-Niemi et al.¹</i>	Η διερεύνηση της αντίληψης των μαθηματικών ικανοτήτων	Φιλανδία	364 νοσηλευτές και 282 φοιτητές νοσηλευτικής	Περιγραφική ανάλυση δεδομένων-MCS test	Διαπιστώθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο πληθυσμών
<i>Jukes & Gilchrist¹³</i>	Εκτίμηση επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων σχετικών με τα φάρμακα	Ηνωμένο Βασίλειο	37 φοιτητές νοσηλευτικής	Τεστ υπολογισμού δόσεων	Οι μαθηματικές ικανότητες των φοιτητών δεν ήταν ικανοποιητικές
<i>Rainboth & DeMasi⁴⁴</i>	Η μελέτη των μαθηματικών ικανοτήτων και δεξιοτήτων υπολογισμού φαρμακευτικών υπολογισμών	Αμερική	Φοιτητές 2 ^{ου} έτους νοσηλευτικής, πριν την παρέμβαση: n=54 μετά την παρέμβαση: n=44	Ερωτηματολόγιο αποτελούμενο από 14 ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής	Τα αποτελέσματα ήταν θετικά για την ομάδα που έγινε η παρέμβαση
<i>Wright¹⁵</i>	Ο έλεγχος της αποδοτικότητας σειράς μαθημάτων που στοχεύουν στη βελτίωση των μαθηματικών ικανοτήτων	Ηνωμένο Βασίλειο	Φοιτητές 2 ^{ου} έτους νοσηλευτικής, πριν την παρέμβαση: n=71 μετά την παρέμβαση: n=44	Τεστ υπολογισμού δοσολογιών (πριν και μετά την παρέμβαση)	Η παρέμβαση λειτούργησε θετικά ως προς την επίδοση των φοιτητών
<i>Hutton et al.⁴⁶</i>	Η σύγκριση των αποτελεσμάτων δυο εργαλείων προσομοίωσης υπολογισμού φαρμακευτικών υπολογισμών	Ηνωμένο Βασίλειο	50 φοιτητές 3 ^{ου} έτους	Ποσοτική ανάλυση δεδομένων- Χρήση προγράμματος υπολογιστή	Διαπιστώθηκε υψηλό επίπεδο συνάφεια μεταξύ των εργαλείων
<i>McMullan¹⁸</i>	Η σύγκριση των ικανοτήτων: αριθμητικών και υπολογισμού δοσολογιών	Ηνωμένο Βασίλειο	229 φοιτητές 2 ^{ου} έτους νοσηλευτικής και 44 νοσηλευτές	2 ειδών τεστ (αριθμητικό και υπολογισμού δοσολογιών)	Οι νοσηλευτές ήταν ικανότεροι στην εκτέλεση πράξεων και μετατροπών



<i>McMullan et al.</i> ³⁷	Η εξέταση ορισμένων παραγόντων σε σχέση με την ικανότητα υπολογισμού δοσολογιών	Ηνωμένο Βασίλειο	229 φοιτητές 2 ^{ου} έτους νοσηλευτικής και 44 νοσηλευτές	Ποσοτική μελέτη-Εργαλεία: τεστ αριθμητικό και υπολογισμού δοσολογιών	Το 55% των φοιτητών και το 45% των νοσηλευτών απέτυχαν στο αριθμητικό τεστ. Το 92% των φοιτητών και το 89% των νοσηλευτών απέτυχαν στο τεστ υπολογισμού δοσολογιών
<i>Warburton et al.</i> ⁴⁵	Η εκτίμηση των απόψεων των χρηστών ενός τεστ αξιολόγησης αριθμητικών ικανοτήτων	Ηνωμένο Βασίλειο	320 νοσηλευτές	Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση δεδομένων-Χρήση online ερωτηματολογίου	Το 88% των χρηστών είχε επιτυχία στο τεστ
<i>Costello</i> ⁴⁰	Η εκτίμηση των παραγόντων που συμβάλλουν στον επιτυχή υπολογισμό δοσολογιών	Αμερική	44 πρωτοετείς φοιτητές νοσηλευτικής	Ερωτηματολόγιο των συγγραφέων-MSAT	Η χρήση αυτού του εργαλείου βοηθάει στην εντόπιση των φοιτητών που χρειάζονται περαιτέρω εκπαίδευση στον υπολογισμό δοσολογιών
<i>Eastwood et al.</i> ³²	Η διερεύνηση των ικανοτήτων υπολογισμού δοσολογιών	Αυστραλία	52 φοιτητές 2 ^{ου} έτους νοσηλευτικής	Περιγραφική ανάλυση-Ερωτηματολόγιο των συγγραφέων	Οι φοιτητές έκαναν λάθη υπολογισμού, αριθμητικά και αντίληψης
<i>Ramjan</i> ³⁵	Η μελέτη των απόψεων των φοιτητών για τις επιδόσεις τους σε αριθμητικά τεστ	Αυστραλία	567 φοιτητές νοσηλευτικής 2 ^{ου} έτους	Ποιοτική και ποσοτική ανάλυση-Χρήση δυο ερωτηματολογίων	Οι φοιτητές είχαν καλύτερη επίδοση στο μόνο στο δεύτερο τεστ
<i>Wright</i> ¹⁶	Η διερεύνηση των απόψεων για τους τρόπους εκμάθησης υπολογισμού δοσολογιών	Ηνωμένο Βασίλειο	60 φοιτητές 2 ^{ου} έτους νοσηλευτικής	Περιγραφική ανάλυση-Θεμελιωμένη θεωρία-Ημιδομημένο ερωτηματολόγιο, PLEQ	Η ιεράρχηση των δεξιοτήτων υπολογισμού δοσολογιών θα αποτελέσει οδηγό για τη διαμόρφωση στρατηγικών διδασκαλίας
<i>Arkell & Rutter</i> ³⁹	Η διερεύνηση των ικανοτήτων υπολογισμού δοσολογιών	Ηνωμένο Βασίλειο	Πρωτοετείς φοιτητές νοσηλευτικής (n=176), μαιευτικής (n=32) και φαρμακευτικής (n=70)	Τεστ μαθηματικών ικανοτήτων	Οι φοιτητές φαρμακευτικής είχαν καλύτερες επιδόσεις στο τεστ

PDF: Posology Data Form, **ATCALSD:** Allen's Test Toward CAL Semantic Differential, **TCSM:** Test Cognitive Style in Mathematics, **CPT:** Computational Placement Test, **MCS test:** Medication Calculation Skill test, **MSA test:** Math Scholastic Achievement test, **PLEQ:** Perceptions of Learning Environment Questionnaire

Πίνακας 2. Βασικοί τύποι υπολογισμού δοσολογιών από την Trim.²⁰

A. Υπολογισμός μονάδων βάρους ή όγκου:

[γνωστό βάρος ή όγκος / γνωστό όγκο] × επιθυμητό όγκο

B. Υπολογισμός φαρμακευτικών δοσολογιών των οποίων η δόση είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη, από ότι η διαθέσιμη δοσολογία:

[επιθυμητή δόση / διαθέσιμη δόση] × διαθέσιμη ποσότητα = επιθυμητή ποσότητα

Γ. Υπολογισμός δοσολογιών βάση σωματικού βάρους:

σωματικό βάρος ασθενούς × ποσότητα δόσης / kg σωματικού βάρους

Δ. Υπολογισμός ρυθμού έγχυσης ενδοφλέβιων σταγόνων για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα:

Για 1 ώρα: *επιθυμητός όγκος (σε ml) / επιθυμητός χρόνος έγχυσης = αριθμός σταγόνων (σε ml) (ανάλογα με το σύστημα χορήγησης) / 60 λεπτά*

Για περισσότερο ή λιγότερο χρόνο: *Όγκος έγχυσης (σε ml) / αριθμός σταγόνων (σε ml) (ανάλογα με το σύστημα χορήγησης) / επιθυμητό αριθμό λεπτών χορήγησης του υγρού*

Ε. Υπολογισμός δοσολογίας φαρμάκου που χορηγείται μέσω αντλίας

επιθυμητός όγκος (σε ml) / επιθυμητή διάρκεια χρόνου έγχυσης =ml/ώρα



Πίνακας 3. Εναλλακτικοί τρόποι υπολογισμού φαρμακευτικών δοσολογιών που παρατίθενται από την Wright.²¹

Περιγραφή τρόπου	Παράδειγμα
Μέσω πολλαπλών πράξεων πρόσθεσης ή πολλαπλασιασμού (για υπολογισμό δοσολογιών φαρμάκων χορηγούμενα από το στόμα)	Για να χορηγηθούν 250 mcg digoxin, όταν η διαθέσιμη ποσότητα του σκευάσματος είναι 62.5 mcg, εφαρμόζουμε: 1 ταμπλέτα=62.5 mcg 2 ταμπλέτες=62.5+62.5=125 mcg 3 ταμπλέτες=62.5+62.5+62.5=187.5 mcg 4 ταμπλέτες=62.5+62.5+62.5+62.5=250 mcg Άρα, στον ασθενή θα χορηγηθούν 4 ταμπλέτες των 62.5 mcg.
4 τρόποι για τον υπολογισμό δοσολογιών με βάση την επιφάνεια σώματος του ασθενή <ul style="list-style-type: none">Μέσω των παραγώγωνΜέσω μείωσης στη μικρότερη μονάδαΜείωση κατά το ήμισυΜέσω τμημάτων	Σε ένα παιδί που ζυγίζει 18 kg, πρόκειται να του χορηγηθεί cefotaxime 200 mcg/kg. Εφαρμόζουμε: Α. πολλαπλασιασμό μεταξύ των τιμών: 18 kg x 200 mcg Β. στρογγυλοποιούμε την πρώτη τιμή (18⇒20 kg) και την πολλαπλασιάζουμε τη δεύτερη τιμή (20 x 200), έπειτα αφαιρούμε από το αποτέλεσμα το γινόμενο της δεύτερης τιμής και των εκατοντάδων του αριθμού που προστέθηκε στην πρώτη τιμή: 20 x 200 - (2 x 200) = Γ. 4000-400 = 3600 mcg Εφαρμόζουμε: Α. διαίρεση της τιμής των εκατοντάδων με το 100, δηλαδή 200 : 100 = 2, άρα προκύπτει 18 kg x 2 mcg Β. 18 x 2 = 36 Γ. στο αποτέλεσμα που βρέθηκε προσθέτουμε το 100: 36 x 100 = 3600 mcg Εφαρμόζουμε: Α. απλοποίηση της τιμής των εκατοντάδων, δηλαδή το 200 γίνεται 100 (άρα προκύπτει 18 kg x 100 mcg) και έπειτα πολλαπλασιασμός του αριθμού όσες φορές ο πρώτος αριθμός των εκατοντάδων Β. 18 x 100 = 1800 Γ. 1800 x 2 = 3600 mcg Εφαρμόζουμε: Α. απλοποίηση (σε δεκάδες) της πρώτης τιμής: 18 kg x 200 mcg: 10 x 200 και 8 x 200 Β. 10 x 200 = 2000 και 8 x 200 = 1600 Γ. 1600 + 2000 = 3600 mcg
Μέσω του αναλογικού συλλογισμού (proportional reasoning)	Για να χορηγηθούν 300 mg ασπιρίνης σε ένα ασθενή, όταν η διαθέσιμη ποσότητα του σκευάσματος είναι 75 mg / 2 ml, ακολουθούμε το συλλογισμό: Από τη στιγμή που τα 75 mg εμπεριέχονται σε 2 ml, άρα πολλαπλασιάζοντας και τις 2 τιμές με το 2, έχουμε 150 mg σε 4 ml, ακολουθώντας ξανά την ίδια διαδικασία προκύπτει: 300 mg σε 6 ml. 75 mg ⇒ 2 ml x2 150 mg ⇒ 4 ml x2 300 mg ⇒ 6 ml