



**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανάπτυξη συστήματος παρακολούθησης και
αξιολόγησης της κατάστασης ασθενών κατά τη
διάρκεια κλινήρους νοσηλείας**

Γαστεράτος Νικόλαος

Επιβλέπων Καθηγητής: Τσίπουρας Μάρκος

Κοζάνη, Φεβρουάριος 2021



**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Ανάπτυξη συστήματος παρακολούθησης και
αξιολόγησης της κατάστασης ασθενών κατά τη
διάρκεια κλινήρους νοσηλείας**

Γαστεράτος Νικόλαος

Επιβλέπων Καθηγητής: Τσίπουρας Μάρκος

Κοζάνη, Φεβρουάριος 2021

Τίτλος Ανάπτυξη συστήματος παρακολούθησης και αξιολόγησης της κατάστασης ασθενών κατά τη διάρκεια κλινήρου νοσηλείας

Περιγραφή Διπλωματική εργασία στα πλαίσια των σπουδών για την απόκτηση του Διπλώματος που απονέμει το Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας με τίτλο «Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Πληροφορικής»

Λέξεις κλειδιά Έλκος πίεσης, έξυπνο στρώμα, σύστημα παρακολούθησης πίεσης,

Ημερομηνία Δημιουργίας 17 / 02 / 2021

Έτος έκδοσης 2021

Χώρα έκδοσης GR

Γλώσσα κειμένου Gre

Δήλωση Πνευματικών Δικαιωμάτων

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2,4,6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Διπλωματική Εργασία με τίτλο, “Ανάπτυξη συστήματος παρακολούθησης και αξιολόγησης της κατάστασης ασθενών κατά τη διάρκεια κλινήρους νοσηλείας”, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν, και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Μάρκου Τσίπουρα, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας και δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή / και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα. Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και μόνο.

Copyright (C) Γαστεράτος Νικόλαος & Μάρκος Τσίπουρας, 2021, Κοζάνη

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε ένα σύστημα παρακολούθησης και έγκαιρης πρόβλεψης έλκους λόγω κατάκλισης, για εφαρμογή σε ασθενείς με παρατεταμένη κλινήρη θεραπεία.

Τα έλκη πίεσης ή κατάκλισης συνήθως μπορούν να προληφθούν. Εάν κάποιος ασθενής έχει αυξημένες πιθανότητες εμφάνισης έλκους πίεσης, θα πρέπει να καταβάλλεται μια συντονισμένη προσπάθεια πρόληψης τους, από όσους τον φροντίζουν αλλά και από τον ίδιο εάν είναι δυνατόν. Ο βασικότερος τρόπος αντιμετώπισης του προβλήματος είναι η συχνή αλλαγή θέσης του ασθενούς.

Μέχρι σήμερα και ιδιαίτερα για την περίπτωση που ο ασθενής είναι κλινήρης για μεγάλο χρονικό διάστημα, οι λύσεις που αξιοποιούνται κατά κόρον είναι δύο: είτε η κίνηση του ασθενούς να εξαρτάται αποκλειστικά από τους νοσηλευτές, οι οποίοι αυθαίρετα κινούν τον ασθενή, είτε με τη χρήση στρώματος που κινεί ολόκληρο το σώμα του ασθενή ανά ορισμένο χρονικό διάστημα, χωρίς να λαμβάνει υπόψη του τα μέρη του σώματος που ασκείται περισσότερη και για μεγαλύτερο διάστημα πίεση, προκαλώντας πολλές φορές δυσφορία στον ασθενή.

Στόχος της εργασίας είναι να βρεθεί η βέλτιστη λύση που αφενός δε θα εξαρτά την κίνηση του ασθενούς από τον υποκειμενικό παράγοντα (ιατρικό – νοσηλευτικό προσωπικό) και αφετέρου, δεν θα προκαλεί δυσφορία, λόγω συνεχόμενης κίνησης του στρώματος, στον ασθενή.

Το σύστημα χαρτογράφησης της πίεσης που δημιουργήθηκε σε αυτή την εργασία επιτρέπει σε πραγματικό χρόνο την παρακολούθηση της κινητικής κατάστασης του ασθενούς έτσι ώστε το νοσηλευτικό προσωπικό να γνωρίζει ακριβώς ποιο μέρος του σώματος χρήζει άμεσης κίνησης. Σκοπός είναι η παρακολούθηση της πίεσης που ασκείται στο σώμα του ασθενή και η έγκαιρη πρόβλεψη πιθανούς έλκους πίεσης.

Abstract

In the present paper, a system was developed for monitoring and promptly predicting pressure ulcer as a result of bedrest, to be applied in patients under a prolonged bedridden treatment.

Pressure ulcers or bedsores can usually be prevented. If patients show increasing possibilities to appear pressure ulcer, a coordinated attempt of provision should be made, both by people catering for them but also by the patients themselves if possible. The main way to deal with this problem is the frequent change of the position occupied by the patient.

Until today and especially on the occasion when the patient is bedridden for a long period of time, the main solutions applied are two: either moving of the patient is exclusively dependent on the nursers, who move the patient on their judgement, or using a mattress which moves the whole body of the patient at a specific time, without taking into consideration the parts of the body where greater and more prolonged pressure is exerted, thus causing often discomfort to the patient.

Aim of this paper is to discover the optimal solution which will not leave the motion of a patient to the subjective factor (medical-nursing staff) as well as it will not cause any discomfort to the patient, as a result of the mattress' constantly moving.

The mapping system of pressure created in the present paper allows the monitoring of the patient's motion state in real time, so as the nursing staff knows exactly which part of the body needs to be immediately moved. Aim is to monitor the pressure exerted on the patient's body and promptly predict any possible pressure ulcer.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Μάρκο Τσίπουρα για την καθοδήγηση αλλά και τη βοήθεια που μου προσέφερε στα πλαίσια της ολοκλήρωσης αυτής της εργασίας. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω όλους του καθηγητές της σχολής μου που με έκαναν να αγαπήσω το επιστημονικό μου αντικείμενο λίγο περισσότερο και την οικογένεια μου, που με αμέριστη αγάπη και εμπιστοσύνη με στήριξε όλα τα χρόνια των σπουδών μου. Τέλος οφείλω να ευχαριστήσω όλους τους συμφοιτητές και τους φίλους μου που μαζί πορευτήκαμε σε αυτό το επιστημονικό ταξίδι και ήταν πραγματικά πολύ υποστηρικτικοί και συνεργάσιμοι.

Περιεχόμενα

Περίληψη	5
Abstract	6
Ευχαριστίες	7
1 Περιγραφή ιατρικού προβλήματος	11
1.1 Εισαγωγή στην έννοια του έλκους πίεσης	11
1.2 Αιτιολογία	12
1.2.1 Πίεση	13
1.2.3 Διάτμηση	14
1.2.4 Τριβή	14
1.2.5 Ακινησία	14
1.2.6 Αποτυχία του αντιδραστικού κύκλου υπεραιμίας	14
1.2.7 Συνδυασμένη παθολογία	15
1.2.8 Έμμεσες αιτίες (σχετιζόμενοι παράγοντες)	15
1.3 Αλληλεπίδραση των πιέσεων	16
1.3.1 Βαθμός 1	17
1.3.2 Βαθμός 2	17
1.3.3 Βαθμός 3	17
1.3.4 Βαθμός 4	17
1.4 Θεραπεία	18
1.4.1 Καθαρισμός και απομάκρυνση	19
1.4.2 Καθαρισμός και άρδευση πίεσης	20
1.4.3 Υπέρηχος	21
1.4.4 Λείζερ	21
1.4.5 Επίδεσμοι πληγών	21
1.4.6 Υδροκολλοειδή επίδεσμοι	21
1.4.7 Επιθέματα αλγινικού	21
1.4.8 Επίδεσμοι με νανοσωματίδια αργύρου	22
1.4.9 Κρέμες και αλοιφές	22
1.4.10 Αντιβιοτικά	22
1.4.11 Βιοφίλμ	22
1.5 Θεραπεία αρνητικής πίεσης (NPWT)	22

1.5.1	Νεότερη έρευνα	23
1.5.2	Κυτοκίνες και παράγοντες ανάπτυξης.....	23
1.5.3	Υπερβαρική θεραπεία οξυγόνου	24
1.5.4	Υποκατάστατα δέρματος (δέρμα βιο-μηχανικής)	25
1.6	Ανασκευαστική χειρουργική.....	25
1.6.1	Τοπικά εμφυτεύματα	26
1.6.2	Περιφερειακά εμφυτεύματα	26
1.6.3	Ελεύθερα εμφυτεύματα	32
1.6.4	Πρόληψη: Στρώματα και μαξιλάρια.....	32
2	Έξυπνα κρεβάτια	35
2.1	Ιστορικό.....	35
2.2	Αποτελέσματα έρευνας.....	37
2.3	Ιατρικά κρεβάτια, τάσεις και αλλαγές.....	38
2.3.1	Χαρακτηριστικά του ιατρικού κρεβατιού	39
2.3.2	Ρυθμιστική ενοποίηση	40
2.4	Ιατρικά κρεβάτια του 21ου αιώνα.....	41
2.4.1	Τρέχουσα εμβέλεια στην αγορά	41
2.4.2	Έξυπνες λειτουργίες	42
2.4.3	Διεπαφές χρήστη	43
2.5	Μελλοντική διαμόρφωση της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης	45
2.6	Συμπεράσματα	46
3	Βιβλιογραφική έρευνα	47
3.1	Μελέτη	49
3.2	Η συνεχής χαρτογράφηση πίεσης	49
3.3	Παρατήρηση επανατοποθέτησης: πίεση αιχμής, αριθμός παρεμβάσεων και άνεση	50
3.4	Ερωτηματολόγιο - γνώση και στάσεις έλκους πίεσης	51
3.5	Αποτελέσματα.....	51
3.5.1	Μέγιστη πίεση, αριθμός παρεμβάσεων και άνεση	51
3.5.2	Γνώση και στάσεις για την αποφυγή ενδεχόμενου έλκους κατάκλισης.....	52
3.5.3	Συμπεράσματα και συνάφεια με την κλινική πρακτική	55
3.6	Αλγόριθμοι που έχουν χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες έρευνες.....	55
4	Λογισμικό Παρακολούθησης Κατακλίσεων Πίεσης	57

4.1 Αρχιτεκτονική	57
4.2 Δίκτυο αισθητήρων	58
4.3 Βάση δεδομένων	58
4.4 Λογισμικό – Κώδικας.....	59
4.4.1. Κανονικές Κατανομές	59
4.4.2 Σωρευτικό πίεσης	61
4.4.3 Εμφάνιση μηνύματος προτροπής	63
4.5 Προσομοίωση.....	64
4.6 Συμπεράσματα	72
4.6.1 Μελλοντική εργασία.....	73
Βιβλιογραφία	74

1 Περιγραφή ιατρικού προβλήματος

Η εμφάνιση ελκών πίεσης είναι ένα πρόβλημα που ταλανίζει για χρόνια τους επιστήμονες της ιατρικής αλλά και το νοσηλευτικό προσωπικό. Επομένως, για να μπορέσουμε να προτείνουμε λύσεις για την αντιμετώπιση ενός τόσο σημαντικού ιατρικού προβλήματος είναι ανάγκη να γνωρίζουμε καλά τον μηχανισμό, τα συμπτώματα, τις αιτίες, τη σοβαρότητα, τη διάγνωση αλλά την πρόληψη για την αποφυγή του.

1.1 Εισαγωγή στην έννοια του έλκους πίεσης

Έλκος πίεσης είναι ένα είδος τραυματισμού που σκίζει το δέρμα και τον υποκείμενο ιστό όταν μια περιοχή του δέρματος βρίσκεται υπό σταθερή πίεση για ορισμένο χρονικό διάστημα προκαλώντας ισχαιμία (ελλιπής αιμάτωση) ιστού, υποτροφία και έλλειψη παροχής οξυγόνου στους ιστούς και τελικά οδηγεί στη νέκρωση των ιστών. Η σταθερή πίεση που οδηγεί σε «παραμόρφωση» είναι ίσως η πιο ακριβής περιγραφή ενός έλκους πίεσης. Υπάρχει μια τοπική, οξεία ισχαιμική βλάβη σε οποιονδήποτε ιστό που προκαλούνται από την εφαρμογή εξωτερικής δύναμης (είτε διάτμηση, συμπίεση ή συνδυασμός των δύο) [1].

Η φράση “Pressure sores” ή “πληγές πίεσης” είναι ο όρος που χρησιμοποιείται συνήθως στο Ηνωμένο Βασίλειο και περιλαμβάνει τραυματισμούς πίεσης που δεν είναι ανοιχτές πληγές (όπως φουσκάλες και κοκκινίσματα), ουσιαστικά δεν είναι αληθινές πληγές, αλλά μόνο «βλάβη που προκαλείται λόγω πίεσης» και εξακολουθούν να ανήκουν στην οικογένεια των ελκών πίεσης. Η φράση “Pressure ulcers” ή “έλκος πίεσης”, είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται ευρέως στις ΗΠΑ και σε άλλες χώρες και έχει γίνει αποδεκτός ως πανευρωπαϊκός όρος από την ευρωπαϊκή συμβουλευτική ομάδα για τα έλκη πίεσης (EPUAP). Είναι επίσης γνωστές ως «κοίλες» ή «έλκος κατάκλισης», αν και αυτά τα ονόματα χρησιμοποιούνται σπάνια καθώς αναγνωρίζεται ότι τα έλκη δεν προκαλούνται αποκλειστικά από ξαπλωμένη θέση. Οι περιοχές που είναι ιδιαίτερα επιρρεπείς σε πληγές

πίεσης είναι εκείνες που καλύπτουν τις οστικές περιοχές όπως ινώδες, τροχαντήρας, ιερό ιστό, σφυρό και φτέρνα.

1.2 Αιτιολογία

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να συμβάλουν στην ανάπτυξη ελκών πίεσης, αλλά η επικρατούσα άποψη για το έλκος είναι μία ισχαιμία ιστού. Οι ιστοί είναι ικανοί να αντέχουν πίεση στην αρτηριακή πλευρά περίπου 30-32 mm hg για μικρό μόνο χρονικό διάστημα. Όταν η πίεση αυξάνεται ακόμη και λίγο πιο πάνω από αυτά τα όρια, προκαλεί φράξιμο μικροκυκλοφορίας και αυτό με τη σειρά του προκαλεί ισχαιμία, θάνατο ιστού και έλκος.

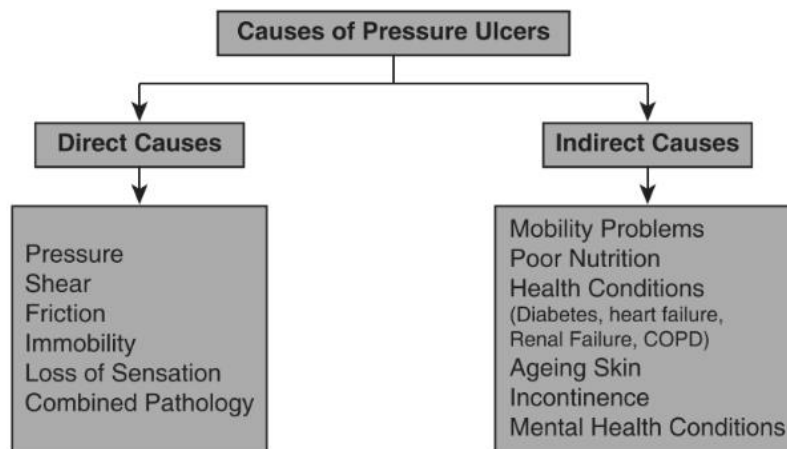
Τα έλκη πίεσης μπορεί να αναπτυχθούν όταν εφαρμόζεται μεγάλη ποσότητα πίεσης σε μια περιοχή του δέρματος για σύντομο χρονικό διάστημα. Μπορούν επίσης να συμβούν όταν ασκείται λιγότερη πίεση για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η παραμόρφωση των ιστών συμβαίνει είτε επειδή οι μαλακοί ιστοί συμπιέζονται ή / και κόβονται μεταξύ του σκελετού και ενός σημείου στήριξης, όπως ένα κρεβάτι ή καρέκλα όταν το άτομο κάθεται ή ξαπλώνει, ή επειδή κάτι πιέζει το σώμα, όπως ένα παπούτσι, μια χειρουργική συσκευή ή ένα λάστιχο ρούχων. Τα αιμοφόρα αγγεία εντός του παραμορφωμένου ιστού συμπιέζονται, γωνιώνονται ή εκτείνονται από το συνηθισμένο σχήμα τους και το αίμα δεν μπορεί να περάσει από αυτά. Οι ιστοί που παρέχονται από αυτά τα αιμοφόρα αγγεία γίνονται ισχαιμικοί. Εκτός από τη φραγή της ροής του αίματος, η παραμόρφωση των ιστών εμποδίζει επίσης τη λεμφική ροή, η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε συσσώρευση μεταβολικών απορριμμάτων, πρωτεϊνών και ενζύμων στον προσβεβλημένο ιστό. Αυτό μπορεί επίσης να επιδεινώσει τη βλάβη των ιστών.

Η πλειονότητα των ατόμων που πλήττονται από πληγές πίεσης είναι εκείνοι που η κατάσταση της υγείας τους (διανοητική ή σωματική) επιβάλλει την ακινησία, ειδικά εκείνοι που βρίσκονται στο κρεβάτι ή την καρέκλα για παρατεταμένες χρονικές περιόδους. Αρκετές άλλες συνθήκες υγείας που επηρεάζουν την παροχή αίματος και την τριχοειδή αιμάτωση, όπως ο διαβήτης τύπου 2, μπορούν να κάνουν ένα άτομο πιο ευάλωτο σε έλκη πίεσης. Η ηλικία είναι επίσης ένας παράγοντας που επηρεάζει αφού η πλειοψηφία (περίπου τα δύο τρίτα) των ελκών πίεσης εμφανίζεται σε ηλικιωμένους (60-80 ετών). Ουσιαστικά, κάθε άτομο, με ή χωρίς ιατρική πάθηση, που είναι ανίκανο να αποφύγει παρατεταμένες περιόδους αδιάλειπτης πίεσης, κινδυνεύει από έλκη. Η πλειονότητα των ασθενών που έχουν προσβληθεί από έλκη πίεσης συχνά το αναπτύσσουν σε μια οστεώδη προβολή. Αυτοί, φέρεται να επηρεάζεται στην περιοχή όπου το δέρμα καλύπτει οστά όπως ιερά, ισχιακά και τροχαντικά έλκη πίεσης και στα χαμηλότερα άκρα του σώματος δηλαδή στις περιοχές της μολυβικής, της φτέρνας, της επιγονατίδας και του προκαμτιακού - αντιπροσωπεύουν περίπου το 25% όλων των πληγών της πίεσης. Ο Πίνακας 1.1 περιγράφει τις διάφορες άμεσες και έμμεσες αιτίες έλκους πίεσης.

1.2.1 Πίεση

Καθώς οι ζωντανοί ιστοί δεν είναι στατικοί, ο τρόπος παραμόρφωσης αλλάζει με την πάροδο του χρόνου. Όταν διατηρείται σταθερή πίεση, οι μαλακοί ιστοί σχηματίζονται για να προσαρμόσουν το εξωτερικό σχήμα. Αυτό είναι γνωστό ως ερπυσμός ιστών. Αυτό μπορεί να μειώσει τις εξωτερικές πιέσεις, αλλά μπορεί επίσης να υπερβάλει τις εσωτερικές στρεβλώσεις των μαλακών ιστών που μειώνουν περαιτέρω την αγγειακή παροχή ήδη υποβαθμισμένης περιοχής λόγω των αγγειακών συστροφών. Αυτή η παραμόρφωση της εσωτερικής σύζευξης των μαλακών ιστών είναι σημαντικά υψηλή σε παραπληγικούς ασθενείς και γενικότερα σε τέτοιου είδους ευαίσθητους ασθενείς, Εάν η ισχαιμία επιμένει για 1-2 ώρες, τότε παρατηρείται νέκρωση και μπορεί να εμφανιστούν έλκη πίεσης. Λόγω της παρατεταμένης και σταθερής πίεσης, οι πιθανότητες ατροφίας του δέρματος αυξάνονται, καθιστώντας το δέρμα πιο ευαίσθητο σε μικρή συμπίεση.

Το ύψος του διαθέσιμου καλύμματος ιστού πάνω από την οστική προβολή δεν είναι ο μόνος καθοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη πληγών πίεσης. Αν και τα πέλματα των ποδιών έχουν ένα λεπτό κάλυμμα μαλακού ιστού, έχουν ένα αγγείο που είναι ιδιαίτερα καλά προσαρμοσμένο ώστε να αντέχει σε σημαντικές παραμορφωτικές δυνάμεις. Στο ιερό και το ισχιακό εξόγκωμα οστού από την άλλη πλευρά, αν και υπάρχει σχετικά παχύ κάλυμμα μαλακού ιστού και ευρεία επιφάνεια στήριξης, τα αιμοφόρα αγγεία δεν είναι προσαρμοσμένα για να φέρουν βάρος, πράγμα που σημαίνει ότι ακόμη και με αρκετά ελαφριά συμπίεση, η ισχαιμία λόγω πίεσης μπορεί να αναπτυχθεί γρήγορα. Ως εκ τούτου, τα πέλματα των ποδιών δεν αναπτύσσουν πληγές πίεσης ακόμη και σε ασθενείς που γενικά περπατούν, εκτός εάν υπάρχουν υποκείμενες αιτίες που τα καθιστούν πιο ευαίσθητα και πιο επιρρεπή σε βλάβη από την πίεση.



Πίνακας 1.1: Αιτία έλκους πίεσης [1]

1.2.3 Διάτμηση

Η διάτμηση φράζει τη ροή πιο εύκολα από τη συμπίεση (για παράδειγμα, είναι πιο εύκολο να διακόψετε τη ροή σε έναν εύκαμπτο σωλήνα νερού κάμπτοντας παρά σφίγγοντας τον), οπότε η διάτμηση μπορεί να θεωρηθεί ακόμη πιο σημαντική από την πίεση στην αιτία των ελκών πίεσης. Οι περιοχές του σώματος που είναι ιδιαίτερα ευπαθείς σε διάτμηση είναι τα ισχιακά εξογκώματα, οι φτέρνες, οι ωμοπλάτες και οι αγκώνες. Πρόκειται για περιοχές στις οποίες το σώμα υποστηρίζεται συχνά όταν βρίσκεται σε μια θέση (όπως καθιστή ή ξαπλωμένη) που επιτρέπει την ολίσθηση προς τα εμπρός. Τα έλκη επιφανειακής πίεσης που προκαλούνται από διάτμηση τείνουν να μην έχουν συχνή εμφάνιση.

1.2.4 Τριβή

Η τριβή, μαζί με την πίεση και τη διάτμηση, αναφέρεται επίσης συχνά ως αιτία έλκους πίεσης. Η τριβή μπορεί να προκαλέσει έλκη πίεσης τόσο έμμεσα όσο και άμεσα. Με την έμμεση έννοια, η τριβή είναι απαραίτητη για τη δημιουργία των δυνάμεων διάτμησης. Το δέρμα που εξασθενεί από ισχαιμία υπό πίεση μπορεί να είναι πιο ευαίσθητο σε τριβή και τα δύο θα δράσουν μαζί για να επιταχύνουν την καταστροφή του δέρματος.

1.2.5 Ακινησία

Η ακινησία δεν είναι πρωταρχική αιτία έλκους πίεσης, αλλά ο συνδυασμός της με επιπλέον παράγοντες μπορεί να την προκαλέσει. Ασθενείς με βαθιά ακινησία έχοντας όμως πλήρως τις αισθήσεις τους σπάνια αναπτύσσουν έλκη πίεσης όταν μπορούν ακόμα να επικοινωνήσουν. Αντίθετα, οι ασθενείς που βρίσκονται σε κώμα, μπορούν να αναπτύξουν έλκος πίεσης, καθώς δεν μπορούν να επικοινωνήσουν σχετικά με τον πόνο που νιώθουν λόγω αυξημένου ορίου πίεσης. Ο πόνος της ισχαιμίας των ιστών διασφαλίζει ότι οι ασθενείς θα μπορούν να ζητούν συχνά την αλλαγή της θέσης τους. Οι ασθενείς με ορθοπεδικά καλούπια θα πρέπει να ενθαρρύνονται να αναφέρουν οποιαδήποτε δυσφορία και πόνο προκειμένου να αποτρέψουν τα ιατρογενή έλκη πίεσης.

1.2.6 Αποτυχία του αντιδραστικού κύκλου υπεραιμίας

Είναι γνωστό ότι η παραμόρφωση των ιστών προκαλεί ισχαιμία που με τη σειρά της ωθεί τον οργανισμό σε προστατευτικές κινήσεις για την ανακούφιση της πίεσης και τη βελτίωση της κυκλοφορικής δραστηριότητας για την αποκατάσταση της φυσιολογικής ροής του αίματος στις πληγείσες περιοχές. Αυτές οι προστατευτικές κινήσεις είναι συχνά αντανακλαστικά καθώς το άτομο δεν γνωρίζει να τα κάνει. Ωστόσο, εάν αυτές οι άμεσες ενέργειες αποδειχθούν ανεπαρκείς για την ανακούφιση της ισχαιμίας, το κεντρικό νευρικό σύστημα διεγείρει σταθερά σήματα δυσφορίας και πόνου για να βεβαιωθεί ότι η πίεση ανακουφίζεται πριν εμφανιστεί οποιαδήποτε μόνιμη βλάβη. Μόλις ανακουφιστεί η πίεση και αποκατασταθεί η κυκλοφορία, τα τοπικά τριχοειδή αγγεία αρχίζουν να διαστέλλονται και λαμβάνει χώρα αυξημένη ροή αίματος, που αναφέρεται ως αντιδραστική υπεραιμία.

Ως αποτέλεσμα, το δέρμα παίρνει ένα χλωμό ροζ χρώμα, διότι γίνεται πιο αγνό λόγω της πίεσης σε αντίθεση με το θαμπό κόκκινο χρώμα που υποδεικνύει βλάβη στους ιστούς [Εικόνα 1.1α]. Η αντιδραστική υπεραιμία εξασφαλίζει ταχεία αποκατάσταση της ισορροπίας οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα, απομακρύνοντας επίσης άχρηστα στοιχεία. Το κοκκίνισμα υποχωρεί μόλις αποκατασταθούν οι ιστοί στην κατάσταση ηρεμίας τους.

Ασθενείς που δεν παράγουν αντιδραστική υπεραιμία δεν μπορούν να ανακάμψουν από τα ισχαιμικά επεισόδια που προκαλούνται από την πίεση με αποτέλεσμα μόνιμη βλάβη στους ιστούς. Κλινικά, αυτά παρουσιάζονται ως “λευκά μπαλώματα” σε περιοχές πίεσης, τα οποία δεν αλλάζουν χρώμα γρήγορα στο κόκκινο της αντιδραστικής υπεραιμίας, όπως θα έκαναν σε ένα υγιές άτομο. Αντίθετα, τα “λευκά μπαλώματα” παραμένουν για πολλά λεπτά πριν επιστρέψουν αργά σε ένα πιο φυσιολογικό χρώμα του δέρματος με μικρή ή καθόλου αντιδραστική υπεραιμία.

1.2.7 Συνδυασμένη παθολογία

Όταν ο αντιδραστικός κύκλος υπεραιμίας παύσει να λειτουργεί επαρκώς, ένα έλκος πίεσης θα αναπτυχθεί σχεδόν σίγουρα εκτός εάν ληφθεί προληπτική δράση. Υπάρχουν τρεις παράγοντες προδιάθεσης για έλκη πίεσης:

- Απώλεια κίνησης
- Αποτυχία αντιδραστικής υπεραιμίας
- Απώλεια αισθήσεων.

Η δημιουργία έλκους πίεσης μπορεί να περιλαμβάνει έναν ή συνδυασμό αυτών των παραγόντων. Ο διαβητικός ασθενής με νευροπάθεια των ποδιών είναι πιθανό να έχει ανώμαλη κυκλοφορική λειτουργία στην συγκεκριμένη περιοχή. Από την άλλη πλευρά, ο παράλυτος ασθενής με τραυματισμό στη σπονδυλική στήλη χάνει τις αισθήσεις του και την ικανότητα να μετακινεί τις πληγείσες περιοχές και ο ασθενής με αναπνευστική υποβοήθηση (μηχάνημα) δεν μπορεί να αισθανθεί ή να κινηθεί λόγω αναισθησίας ενώ η περιφερική κυκλοφορία μπορεί κινδυνεύει από τη χορήγηση ινοτρόπων φαρμάκων.

1.2.8 Έμμεσες αιτίες (σχετιζόμενοι παράγοντες)

Οι φυσιολογικές μεταβολές που σχετίζονται με την ηλικία μπορούν να αυξήσουν την πιθανότητα τραυματισμού που προκαλείται από πίεση σε ηλικιωμένους ασθενείς. Για παράδειγμα:

1. η αύξηση της ευθραυστότητας των αιμοφόρων αγγείων και του συνδετικού ιστού και η απώλεια λίπους και μυών οδηγεί σε μειωμένη ικανότητα εξάλειψης της πίεσης.
2. Οποιαδήποτε πάθηση που σχετίζεται με παρατεταμένη, εξασθενημένη επούλωση τραυμάτων όπως ο σακχαρώδης διαβήτης, η οποία επηρεάζει το 11% των ανθρώπων ηλικίας άνω των 70 ετών.

3. Απαιτείται οξυγόνο για όλα τα στάδια της επούλωσης των πληγών, επομένως οποιαδήποτε κατάσταση που σχετίζεται με χαμηλή ένταση οξυγόνου στους ιστούς είναι η κύρια αιτία έλκους πίεσης. Τέτοια μπορεί να είναι: Καρδιακή ανεπάρκεια, κολπική μαρμαρυγή, έμφραγμα του μυοκαρδίου και χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια.
4. Περιφερική αγγειακή νόσος, η οποία προσβάλλει το 20% των ηλικιωμένων ενηλίκων, έχει αρνητικό αντίκτυπο στην επούλωση πληγών.
5. Οι συσπάσεις και η σπαστικότητα μπορούν να συμβάλλουν εκθέτοντας επανειλημμένα τους ιστούς σε πίεση μέσω κάμψης μιας άρθρωσης.
6. Απώλεια αισθήσεων, το σήμα του πόνου που θα προκαλούνταν κανονικά ένα ακίνητο άτομο να αλλάξει θέση χάνεται.
7. Η παράλυση μπορεί να προκαλέσει ατροφία του δέρματος που το κάνει πιο λεπτό. Αυτό καθιστά το δέρμα πιο ευαίσθητο στις δυνάμεις τριβής και διάτμησης που βιώνει ο ασθενής όταν κινείται.
8. Διατροφικές συνθήκες, όπως υποσιτισμός, υποπρωτεϊναιμία, και αναιμία μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές καθυστερήσεις στην επούλωση τραυμάτων και να επιταχύνουν το σχηματισμό ελκών πίεσης.
9. Η υγρασία προκαλεί διαβροχή, η οποία προδιαθέτει το δέρμα σε τραυματισμό. Η αποεπιθηλίωση που προκαλείται από τραύμα οδηγεί σε διαδερμική απώλεια νερού που δημιουργεί διαβροχή και προσκόλληση του δέρματος στα ρούχα και σε οποιαδήποτε άλλα μέρη έρχεται σε επαφή, με αποτέλεσμα περαιτέρω τραυματισμό.
10. Καταστάσεις ψυχικής υγείας - τα άτομα με σοβαρές ψυχικές ασθένειες όπως η σχιζοφρένεια ή η σοβαρή κατάθλιψη έχουν αυξημένο κίνδυνο έλκους πίεσης για διάφορους λόγους:
 - Η διατροφή τους τείνει να είναι κακή, με αποτέλεσμα την υποπρωτεϊναιμία.
 - Συχνά έχουν άλλες φυσικές καταστάσεις υγείας, όπως διαβήτη ή ακράτεια.
 - Μπορεί να παραμελήσουν την προσωπική τους υγιεινή, καθιστώντας το δέρμα τους πιο ευάλωτο σε τραυματισμούς και λοιμώξεις που βοηθούν στο σχηματισμό έλκους.

1.3 Αλληλεπίδραση των πιέσεων

Οι επαγγελματίες του τομέα υγειονομικής περίθαλψης χρησιμοποιούν διάφορα συστήματα για να περιγράψουν τη σοβαρότητα των ελκών πίεσης. πιο συνηθισμένο είναι το σύστημα βαθμολόγησης EPUAP. Οι πληγές πίεσης κατηγοριοποιούνται σε τέσσερα στάδια [Εικόνα 1.1] που αντιστοιχούν στο βάθος της ζημιάς. Πρέπει ωστόσο να τονιστεί ότι όταν υπάρχουν οι ξεραμένοι ιστοί (κρούστα) που εμφανίζονται σε πληγή μετά από λίγο καιρό, δεν είναι δυνατή η ακριβής σταδιοποίηση.

1.3.1 Βαθμός 1

Το έλκος πίεσης βαθμού 1 είναι ο πιο επιφανειακός τύπος έλκους. Η πληγείσα περιοχή του δέρματος εμφανίζεται αποχρωματισμένη και είναι κόκκινη στα λευκά άτομα και μοβ ή μπλε στα άτομα με πιο σκούρο χρώμα δέρματος [Εικόνα 1.1 a]. Ένα σημαντικό πράγμα που πρέπει να θυμάστε είναι ότι τα έλκη βαθμού 1 δεν γίνονται λευκά όταν ασκείται πίεση σε αυτά. Το δέρμα παραμένει άθικτο, αλλά και πάλι μπορεί να βλάψει το δέρμα ή να προκαλέσει φαγούρα. Μπορεί επίσης ο ασθενής να αισθάνεται σε εκείνη την περιοχή το δέρμα του ζεστό και σπογγώδες ή σκληρό.

Τα χαρακτηριστικά του είναι:

- Το μη εύκαμπτο ερύθημα του άθικτου δέρματος μπορεί να είναι δύσκολο να εκτιμηθεί σε ασθενείς με πιο σκούρες αποχρώσεις του δέρματος.
- Οίδημα, σκλήρυνση
- Αίσθηση ζέστης πάνω από μια οστεώδη προβολή.
- Όταν υπάρχουν ξεραμένοι ιστοί (κρούστα), δεν είναι ακριβής η σταδιοποίηση του έλκους.

1.3.2 Βαθμός 2

Σε έλκη πίεσης βαθμού 2, μέρος της εξωτερικής επιφάνειας του δέρματος (η επιδερμίδα) ή το βαθύτερο στρώμα του δέρματος (το χόριο) έχει υποστεί ζημιά, οδηγώντας σε απώλεια δέρματος [Εικόνα 1.1 b]. Το έλκος μοιάζει με ανοιχτή πληγή ή κυψέλη.

Τα χαρακτηριστικά είναι:

- Απώλεια δέρματος μερικού πάχους που περιλαμβάνει επιδερμίδα, χόριο ή και τα δύο, για παράδειγμα μπορεί να μοιάζει με κυψέλη ή ρηχό κρατήρα.

1.3.3 Βαθμός 3

Σε έλκη πίεσης βαθμού 3, η απώλεια δέρματος εμφανίζεται σε ολόκληρο το βάθος του δέρματος. Ο υποκείμενος ιστός είναι επίσης κατεστραμμένος, αλλά ο υποκείμενος μυς και τα οστά δεν έχουν υποστεί βλάβη. Το έλκος εμφανίζεται ως βαθιά κοιλότητα σαν πληγή [Εικόνα 1.1 c].

Τα χαρακτηριστικά είναι:

- Βλάβη σε ολόκληρο το βάθος του δέρματος ή νέκρωση του υποδόριου ιστού που μπορεί να εκτείνεται έως, αλλά όχι μέσω, υποκείμενης περιτονίας.
- Παρουσιάζεται κλινικά ως βαθύς κρατήρας.

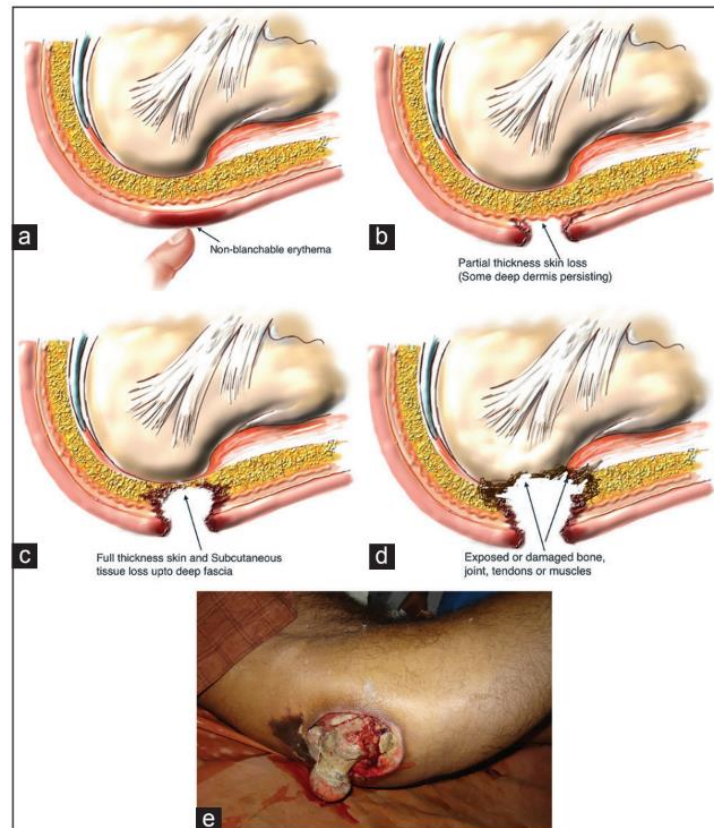
1.3.4 Βαθμός 4

Το έλκος πίεσης Βαθμού 4, είναι η πιο σοβαρή μορφή έλκους πίεσης. Το δέρμα έχει υποστεί σοβαρή βλάβη και ο γύρω ιστός αρχίζει να πεθαίνει (νέκρωση ιστού). Οι

υποκείμενοι μύες, τα οστά ή οι αρθρώσεις μπορεί επίσης να υποστούν βλάβη [Εικόνα 1.1 d], μερικές φορές πολύ σοβαρά [Εικόνα 1e]. Τα άτομα με έλκη πίεσης βαθμού 4 έχουν υψηλό κίνδυνο να κινδυνέψει η ζωή τους.

Τα χαρακτηριστικά είναι:

- Πλήρης απώλεια δέρματος με εκτεταμένη καταστροφή, νέκρωση ιστού ή βλάβη στους μύς, στα οστά ή στις δομές στήριξης, για παράδειγμα, τενόνια ή κάψουλα άρθρωσης.



Εικόνα 1.1: (διαφήμιση) Διάφορες βαθμίδες έλκους πίεσης

(ε) Ένα πολύ σοβαρό έλκος τροχανικής πίεσης όπου η καταστροφή είναι τόσο σοβαρή που το μηριαίο οστό έσκισε το δέρμα και βγήκε έξω. [1]

1.4 Θεραπεία

Όπου είναι δυνατόν, η θεραπεία των ελκών προγραμματίζεται με σκοπό την αναστροφή των παραγόντων που προκαλούν αρχικά το έλκος. Τα έλκη είναι συχνά αποτέλεσμα συνδυασμένης παθολογίας (όπως διαβήτη, πίεση, απώλεια αισθήσεων). Απαιτείται προσεκτική αξιολόγηση πριν προγραμματιστεί η θεραπεία. Γενικά, ο πιθανός αιτιολογικός παράγοντας θα πρέπει να αφαιρεθεί (πίεση, διάτμηση, τριβή) και η σχετική γενική κατάσταση θα πρέπει να ληφθεί υπόψη στον έλεγχο (όπως θεραπεία σχετιζόμενης

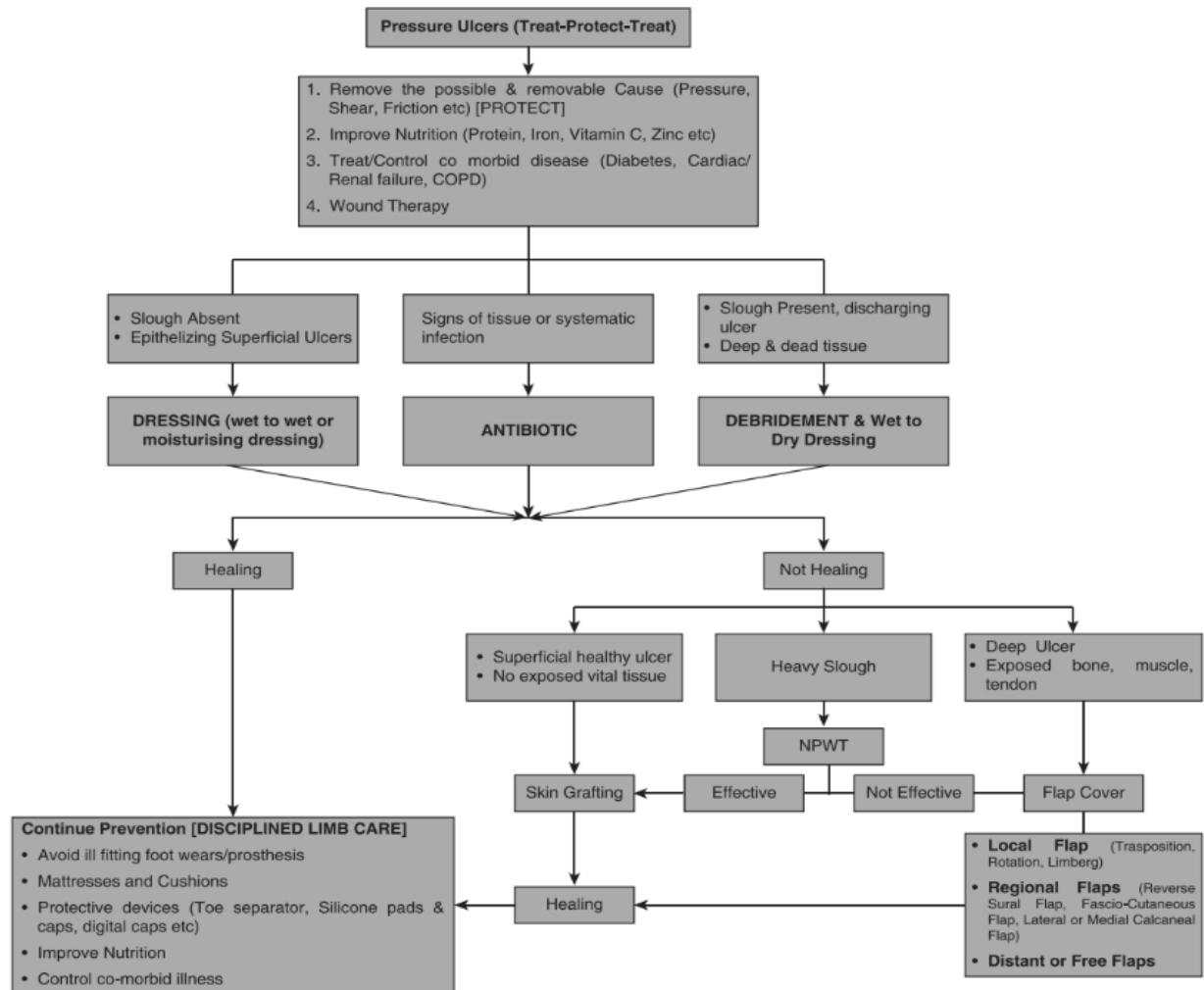
συννοσηρότητας και βελτίωση της διατροφής). Η πληγείσα περιοχή απαιτεί ενδελεχή καθαρισμό και επίδεσμο. Το άκρο πρέπει να ανυψωθεί για να βελτιωθεί η φλεβική και λεμφική παροχέτευση και το μέρος πρέπει να ξεκουραστεί από το βάρος, την πίεση και την τριβή. Ωστόσο, δεδομένου ότι το πλήρες εύρος κινήσεων και η ενεργή φυσιοθεραπεία των αρθρώσεων βελτιώνουν την κυκλοφορία, ακόμη και η φυσικοθεραπεία χωρίς βάρη μπορεί να φέρει αποτελέσματα.

Η επούλωση πληγών απαιτεί επαρκή πρωτεΐνη, σίδηρο, βιταμίνη-C και ψευδάργυρο. Συμπληρώματα μπορεί να συνταγογραφούνται εάν είναι ανεπαρκή στη διατροφή.

Η υπόλοιπη διαχείριση του έλκους εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και ο Πίνακας 1.2 απεικονίζει έναν αλγόριθμο που βοηθά στη διαμόρφωση ενός σχεδίου θεραπείας. Διάφορες επιλογές θεραπείας είναι διαθέσιμες για τη θεραπεία ελκών πίεσης, όπως:

1.4.1 Καθαρισμός και απομάκρυνση

Ο καθαρισμός της πληγής και η σχολαστική φροντίδα του δέρματος είναι το πιο ουσιαστικό μέρος της θεραπείας. Η διαδικασία περιλαμβάνει την αφαίρεση επιφανειακής μόλυνσης και σχολαστική εκτομή όλων των νεκρών ιστών. Εκτός από τον συμβατικό χειρουργικό καθαρισμό άλλοι τύποι καθαρισμού όπως είναι ο μηχανικός καθαρισμός ο οποίος περιλαμβάνει τη χρήση επανειλημμένων “wet to dry” επιδέσμων που τοποθετούνται ουσιαστικά υγροί πάνω στη πληγή και μόλις στεγνώσουν αφαιρούνται και μαζί αφαιρούν τους νεκρούς ιστούς, ενζυματική απομάκρυνση χρησιμοποιώντας ένζυμα για την υγροποίηση του νεκρού ιστού στην πληγή και την αφαίρεσή τους με τους επιδέσμους, και βιολογική απομάκρυνση ή θεραπεία προνυμφών (στις οποίες οι προνύμφες τρώνε όλο τον νεκρό ιστό και καθιστούν την πληγή καθαρή χωρίς να βλάπτουν τους ζωντανούς ιστούς). Τα φυσίκια βοηθούν επίσης στην καταπολέμηση της λοίμωξης απελευθερώνοντας ουσίες που σκοτώνουν βακτήρια και διεγείρουν τη διαδικασία επούλωσης.



Πίνακας 1.2: Αλγόριθμος για τη διαχείριση έλκους πίεσης [1]

Η απότομη χειρουργική απομάκρυνση χρησιμοποιώντας λεπίδα ή ψαλίδι είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη και πιο αποτελεσματική μέθοδος απομάκρυνσης σε ικανά χειρουργικά χέρια. Ο νεκρός ιστός μπορεί να αφαιρεθεί χρησιμοποιώντας μηχανικά μέσα. Ορισμένες τεχνικές μηχανικής απομάκρυνσης παρουσιάζονται παρακάτω:

1.4.2 Καθαρισμός και άρδευση πίεσης

Όπου ο νεκρός ιστός αφαιρείται χρησιμοποιώντας πίδακες νερού υψηλής πίεσης. Δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία που να υποστηρίζουν συγκεκριμένες και αποτελεσματικές τεχνικές καθαρισμού.

1.4.3 Υπέρηχος

Ο νεκρός ιστός αφαιρείται χρησιμοποιώντας κύματα ενέργειας χαμηλής συχνότητας.

1.4.4 Λείζερ

Ο νεκρός ιστός αφαιρείται χρησιμοποιώντας εστιασμένες ακτίνες φωτός. Βασικά, η απομάκρυνση γίνεται για τη μετατροπή της χρονιας πληγής σε οξεία πληγή έτσι ώστε να μπορεί να προχωρήσει στα κανονικά στάδια της επούλωσης.

1.4.5 Επίδεσμοι πληγών

Ο επίδεσμος που χρησιμοποιείται για διάφορα στάδια επούλωσης πληγών είναι εξειδικευμένος για κάθε στάδιο. Στην πραγματικότητα υπάρχει μια ολόκληρη σειρά επιδέσμων που διατίθενται για να βοηθήσουν σε διάφορα στάδια της επούλωσης των πληγών. Αυτά ταξινομούνται ως μη απορροφητικά, απορροφητικά, αποσπώμενα, αυτοκόλλητα και πολλά άλλα. Είναι ζωτικής σημασίας να προσδιοριστεί ο καταλληλότερος επίδεσμος καθώς τελικά εξαρτάται από τον τύπο του έλκους, για νοσοκομειακή περίθαλψη ή περίθαλψη κατοικίας, προσωπικές προτιμήσεις και κόστος για τον ασθενή.

Οι επίδεσμοι είναι συνήθως αποφρακτικοί, έτσι τα έλκη θεραπεύονται καλύτερα σε υγρό περιβάλλον. Εάν το έλκος είναι καθαρό και στεγνό, οι αποφρακτικοί επίδεσμοι συνήθως αλλάζονται εβδομαδιαίως και αποφεύγονται συχνότερες αλλαγές καθώς οι αλλαγές αφαιρούν τα υγιή κύτταρα μαζί με τα νεκρά. Μολυσμένες ή πιο υγρές πληγές μπορεί να απαιτούν συχνότερες αλλαγές, μερικές φορές κάθε λίγες ώρες. Τα βαριά μολυσμένα έλκη αντιμετωπίζονται με θεραπεία πληγής αρνητικής πίεσης (NPWT).

Ειδικοί επίδεσμοι χρησιμοποιούνται για την προστασία και την επιτάχυνση της διαδικασίας επούλωσης των ελκών πίεσης. Αυτοί οι επίδεσμοι είναι:

1.4.6 Υδροκολλοειδή επίδεσμοι

Περιέχουν ένα ειδικό τζελ που ενθαρρύνει την ανάπτυξη νέων κυττάρων του δέρματος στο έλκος και διατηρεί την κοντινή υγιή περιοχή του δέρματος στεγνή.

1.4.7 Επιθέματα αλγινικού

Είναι κατασκευασμένα από φύκια που περιέχουν νάτριο και ασβέστιο που είναι γνωστό ότι επιταχύνουν τη διαδικασία επούλωσης. Οι επίδεσμοι εμποτισμένου αλγινικού με μέλι είναι γνωστό ότι επιτυγχάνουν ολική επούλωση πληγών σε έλκη πίεσης.

1.4.8 Επίδεσμοι με νανοσωματίδια αργύρου

Χρησιμοποιούν την αντιβακτηριακή ιδιότητα του αργύρου για τον καθαρισμό του έλκους.

1.4.9 Κρέμες και αλοιφές

Για την αποφυγή περαιτέρω βλάβης των ιστών και την επιτάχυνση της διαδικασίας επούλωσης, χρησιμοποιούνται συχνά τοπικά παρασκευάσματα, όπως κρέμες και αλοιφές.

1.4.10 Αντιβιοτικά

Όλες οι πληγές πίεσης δεν απαιτούν αντιβιοτικά. Τα αντιβιοτικά συνήθως συνταγογραφούνται μόνο για τη θεραπεία ενός μολυσμένου έλκους πίεσης και την πρόληψη της εξάπλωσης της λοίμωξης. Εάν υπάρχει λοίμωξη ιστού, τα αντιβιοτικά είναι απαραίτητα για τη θεραπεία της λοίμωξης, αλλά πρέπει να καταβληθεί προσπάθεια για την πλήρη απομάκρυνση του έλκους και να αφήσουμε μόνο όλους τους βιώσιμους ιστούς, διαφορετικά τα αντιβιοτικά από μόνα τους δεν θα καθαρίσουν το έλκος. Τα αντιβιοτικά συνδυάζονται με τη χειρουργική απομάκρυνση και δεν αποτελούν εναλλακτική λύση από αυτό.

Τα τοπικά αντιβιοτικά πρέπει να αποφεύγονται επειδή η χρήση τους μπορεί προκαλέσει αλλεργίες. Η αντισηπτική κρέμα μπορεί επίσης να εφαρμοστεί τοπικά σε έλκη πίεσης για την απομάκρυνση τυχόν βακτηρίων που μπορεί να υπάρχουν.

1.4.11 Βιοφίλμ

Έχει παρατηρηθεί ότι τα μακροχρόνια έλκη πίεσης απεικονίζονται συχνά από μικροοργανισμούς σε ένα βιοφίλμ. Το βιοφίλμ μπορεί να αποτελείται από βακτήρια, μύκητες ή άλλους οργανισμούς, τα οποία είναι ενσωματωμένα και προσκολλημένα στην υποκείμενη πληγή. Οι οργανισμοί προστατεύονται από την επίδραση των συμβατικών αντιβιοτικών. Η περιττή συνταγογράφηση αντιβιοτικών μπορεί, στην πραγματικότητα, να κάνει πιο ανθεκτικούς αυτούς τους οργανισμούς. Αντιμετωπίζουμε το πρόβλημα του βιοφίλμ αλλάζοντας το pH του τραύματος - επίδεσμο με αραιό ασκητικό οξύ εάν είναι αλκαλικό, το οποίο συνήθως είναι και διορθώνοντας όλα τα μειονεκτήματα, ρωγμές του έλκους ή με χειρουργική απομάκρυνση.

1.5 Θεραπεία αρνητικής πίεσης (NPWT)

Η θεραπεία αρνητικής πίεσης είναι ένα ανεκτίμητο εργαλείο για τη διαχείριση των πληγών πίεσης και περιλαμβάνει την εφαρμογή υπο-ατμοσφαιρικής πίεσης σε ένα τραύμα χρησιμοποιώντας μια μηχανογραφημένη μονάδα για διαλείπουσα ή συνεχή μεταφορά αρνητικής πίεσης για την επούλωση των πληγών. Το NPWT, είναι αποτελεσματικό για

βαθιά και μολυσμένα έλκη πίεσης, ιδιαίτερα με εκτεθειμένα οστά. Με την αυξανόμενη κλινική εμπειρία, μπορούμε να ισχυριστούμε με βεβαιότητα ότι βοηθά στην επούλωση των πληγών, και τα οφέλη της μπορούν να συνοψιστούν όπως παρακάτω:

- Βοηθά στην κοκκοποίηση.
- Εφαρμόζεται ελεγχόμενη, εντοπισμένη αρνητική πίεση για να βοηθά στην ομοιόμορφη έλξη των πληγών.
- Βοηθά στην απομάκρυνση του διάμεσου υγρού επιτρέποντας την αποσυμπίεση των ιστών.
- Βοηθά στην απομάκρυνση μολυσματικών υλικών και ποσοτικοποιεί την απώλεια εκκρίσεων.
- Παρέχει ένα κλειστό, υγρό περιβάλλον επούλωσης πληγών
- Επιτρέπει την επιβίωση των μοσχευμάτων.
- Μπορεί να αξιοποιηθεί για νοσοκομειακή και οικιακή χρήση.

1.5.1 Νεότερη έρευνα

Υπάρχουν πολλές υποστηρικτικές θεραπείες για την υποβοήθηση της επούλωσης των ελκών πίεσης. Ενώ κάποιες έχουν βρει κλινική χρήση άλλες βρίσκονται στο πεδίο της έρευνας. Πολλά προϊόντα είναι διαθέσιμα για να βοηθήσουν στην επούλωση των πληγών, αλλά θα πρέπει να συνταγογραφούνται μόνο υπό αυστηρές ιατρικές συμβουλές, καθώς απαιτούν περαιτέρω έρευνα για να προσδιοριστεί η αποτελεσματικότητά τους. Τέτοιες είναι:

1. Παράγοντες ανάπτυξης και κυτοκίνες.
2. Υπερβαρικό οξυγόνο (HBO) για μι αύξηση της έντασης του οξυγόνου των ιστών.
3. . Υποκατάστατα μοσχευμάτων δέρματος (βιομηχανικό δέρμα).
 - Μήτρα συνδετικού ιστού.
 - Διευρυμένη επιδερμίδα.
 - Επιδερμικά βλαστικά κύτταρα.
4. . Θεραπεία βλαστικών κυττάρων που προέρχονται από μυελό των οστών (BM) ή λιπώδη ιστό (ASC).

1.5.2 Κυτοκίνες και παράγοντες ανάπτυξης

Τα έλκη χρόνιας πίεσης εμφανίζουν υψηλά επίπεδα φλεγμονής και διαταραχής του κολλαγόνου, μαζί με αυξημένες ενδείξεις απόπτωσης και μειωμένα επίπεδα αυξητικών παραγόντων και των υποδοχέων τους. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πλήρη αξιολόγηση της θεραπείας αυτών των ελκών. Σύγχρονοι συγγραφείς καλούνται να συγκρίνουν την θεραπευτική απόκριση των διαδοχικών τοπικά εφαρμοσμένων κυτοκινών με εκείνη της τοποθέτησης κάθε κυτοκίνης ξεχωριστά, ή ακόμα και με ένα εικονικό φάρμακο (placebo), και να αξιολογήσουν τις μοριακές και κυτταρικές αποκρίσεις. Τα έλκη που υποβλήθηκαν σε θεραπεία με κυτοκίνες είχαν μεγαλύτερη επούλωση από εκείνα των ασθενών που έλαβαν εικονικό φάρμακο. Οι ασθενείς που υποβλήθηκαν σε θεραπεία με βασικό αυξητικό παράγοντα ινοβλαστών (bFGF)

ακολουθούμενο από τον παράγοντα διέγερσης αποικιών κοκκιοκυττάρων-μακροφάγων (GM-CSF) / bFGF, φάνηκε να έχουν την καλύτερη απόκριση. Οι ασθενείς που έλαβαν θεραπεία με GM-CSF ή bFGF είχαν υψηλότερα επίπεδα της αντίστοιχης κυτοκίνης μετά τη θεραπεία. Οι ασθενείς με τη μεγαλύτερη επούλωση εμφάνισαν υψηλότερα επίπεδα αυξητικού παράγοντα προερχόμενου από αιμοπετάλια την 10η ημέρα και μετασχηματισμού του αυξητικού παράγοντα βήτα-1 την 36η ημέρα. Το μήνυμα για το γονίδιο bFGF ρυθμίστηκε εκ νέου μετά από θεραπεία με εξωγενή bFGF, γεγονός που υποδηλώνει αυτόματη επαγωγή της κυτοκίνης. Τόσο οι κυτοκίνες όσο και οι αυξητικοί παράγοντες μπορούν να παίξουν μεγάλο ρόλο στη θεραπεία ελκών πίεσης στο μέλλον.

1.5.3 Υπερβαρική θεραπεία οξυγόνου

Η υπερβαρική θεραπεία οξυγόνου (HBO) χρησιμοποιείται για τη θεραπεία πληγών πίεσης. Ειδικά κατασκευασμένες συσκευές εξοπλισμένες με ελεγχόμενες στεγανοποιήσεις πίεσης και αυτόματες βαλβίδες ανακούφισης είναι τοποθετημένες σε θαλάμους HBO. Μια σταθερή πίεση 22 mm Hg (1,03 ατμόσφαιρες) διατηρείται εντός του θαλάμου χρησιμοποιώντας καθαρό οξυγόνο με ρυθμό ροής 2-8 L / min με άμεση έκκριση στην ατμόσφαιρα. Έχει αποδειχθεί ότι είναι πολύ επιτυχημένη και ασφαλής συμπληρωματική θεραπεία για την καθημερινή επούλωση τραυμάτων, χορήγηση αντιβιοτικών και χειρουργικής απομάκρυνσης επειδή:

1. Αυξάνει τη μεταφορά οξυγόνου σε περιοχή του τραύματος εμποδίζοντας περαιτέρω βλάβη του ιστού.
2. Διευκολύνει την ανάπτυξη νέων τριχοειδών αγγειογένεσης βελτιώνοντας τη μικροκυκλοφορία
3. Επιταχύνει την επούλωση των πληγών μειώνοντας τη φλεγμονή και το πρήξιμο
4. Ανακουφίζει από τον πόνο.
5. Μειώνει τη μόλυνση εξαλείφοντας άμεσα τα βακτηρίδια και αυξάνοντας την ικανότητα των λευκών αιμοσφαιρίων να καταπολεμούν τη μόλυνση
6. Βελτιώνει τη μικροκυκλοφορία και την αποβολή των τοξινών στο αίμα
7. Αυξάνει την επίδραση ορισμένων αντιβιοτικών ή. Διεγείρει την απελευθέρωση βλαστικών κυττάρων από τον μυελό των οστών.
8. Μειώνει το ιξώδες του αίματος και τον κίνδυνο θρόμβωσης και εγκεφαλικού επεισοδίου

9. Βελτιώνει τη λεμφική κυκλοφορία
10. Βελτιώνει την πυκνότητα και την ορυκτοποίηση των οστών και επιταχύνει την επούλωση των οστών
11. Ενισχύει την αναγέννηση των περιφερικών νεύρων για βελτιωμένη ευαισθησία
12. Προετοιμάζει ιστό και οστό για εμβολιασμό πριν από τη χειρουργική επέμβαση
13. Επιταχύνει την επούλωση μετά από χειρουργική επέμβαση και βελτιώνει τις πιθανότητες επιβίωσης μοσχευμάτων.

1.5.4 Υποκατάστατα δέρματος (δέρμα βιο-μηχανικής)

Τα καλλιεργημένα κερατινοκύτταρα έχουν χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία διαφόρων τύπων πληγών για περισσότερο από μια δεκαετία. Οι έρευνες εξηγούν ότι σε ασθενείς με μερική ή πλήρης δερματική ανωμαλία, η πιο αποτελεσματική θεραπεία είναι καλλιεργημένο υποκατάστατο δέρματος (CDS), ενώ καλλιεργημένο επιδερμικό υποκατάστατο και καλλιεργημένο υποκατάστατο δέρματος έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί ως βιολογικοί επίδεσμοι τραυμάτων. Το τεχνητό χόριο προκαλεί αγγειογένεση και ινωδοπλασία σε βαθιά, κακώς αγγειακά ελαττώματα ιστού με λιγότερες αγγειακές εισβολές. Ωστόσο, είναι δύσκολο να εφαρμοστεί η μήτρα κολλαγόνου σε έλκη πίεσης, επειδή συνήθως συνοδεύονται από λοίμωξη με εκκένωση υπερβολικών ποσοτήτων εξιδρώματος ή πύου και γενικά εκτεθειμένες σε εξωτερικούς κινδύνους που αποτρέπουν τη στερέωση μοσχεύματος. Το αλλογενές CDS αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τα άθικτα έλκη, ενώ η εμφύτευση κυττάρων μυελού οστών σε συνδυασμό με αλλογενή CDS χρησιμοποιείται για τη θεραπεία σοβαρών ισχαιμικών ελκών.

1.6 Ανασκευαστική χειρουργική

Μερικές φορές το έλκος σοβαρής πίεσης (Βαθμός III ή IV) αποτυγχάνει να επουλωθεί, σε τέτοιες περιπτώσεις, απαιτείται χειρουργική επέμβαση για να γεμίσει την πληγή και να αποφευχθεί οποιαδήποτε περαιτέρω βλάβη των ιστών. Αυτό γίνεται συνήθως με τον καθαρισμό της πληγής και το κλείσιμο, ενώνοντας τις άκρες της πληγής (άμεσο κλείσιμο), εφαρμογή μοσχευμάτων δέρματος διαφόρων τύπων ή χρησιμοποιώντας τοπικά και περιφερειακά εμφυτεύματα. Είναι συνετό και κρίσιμο να χρησιμοποιείται η ανοικοδομητική σκάλα κατά τον προγραμματισμό της επανορθωτικής χειρουργικής για έλκη πίεσης.

Υπάρχουν πολλοί κίνδυνοι και επιπλοκές που μπορεί να εμφανιστούν μετά από χειρουργική επέμβαση, όπως λοίμωξη, νέκρωση κομματιού δέρματος, μυϊκή αδυναμία, φουσκάλες, υποτροπή των ελκών πίεσης, σηψαιμία, μόλυνση του οστού (οστεομυελίτιδα), αιμορραγία, αποστήματα και θρόμβωση. Παρά τους κινδύνους, η χειρουργική επέμβαση είναι συχνά μια αναγκαιότητα και η μόνη επιλογή για την πρόληψη των επιπλοκών που μπορεί να παρουσιάσουν τα άκρα ή ακόμα προκειμένου να σωθεί η ζωή του ασθενούς.

Όταν το έλκος είναι επιφανειακό και ζωτικοί ιστοί όπως οστά, αγγεία, νεύρα ή τένοντες δεν εκτίθενται, το μόσχευμα δέρματος είναι η πρώτη επιλογή για χειρουργική θεραπεία. Το λεπτό στρώμα πάνω από την επιφάνεια του έλκους απομακρύνεται για να πάρει τη θέση του ένα υγιές κομμάτι δέρματος.

1.6.1 Τοπικά εμφυτεύματα

Ποικιλία τοπικών εμφυτευμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανακατασκευή του ελαττώματος που δημιουργείται από την εκτομή ελκών πίεσης. Τοπική μεταφορά, περιστροφή, τοποθέτηση κομματιού limbberg είναι οι διαθέσιμες επιλογές [Εικόνες 1.2 και 1.3]. Η πρόοδος Biceps femoris VY (μόνο σε παραπληγικούς) για πόνο ισχιακής πίεσης και η εξέλιξη VY, είναι μια άλλη καλή επιλογή εάν το επιτρέπει η ανατομία [Εικόνα 1.4].

1.6.2 Περιφερειακά εμφυτεύματα

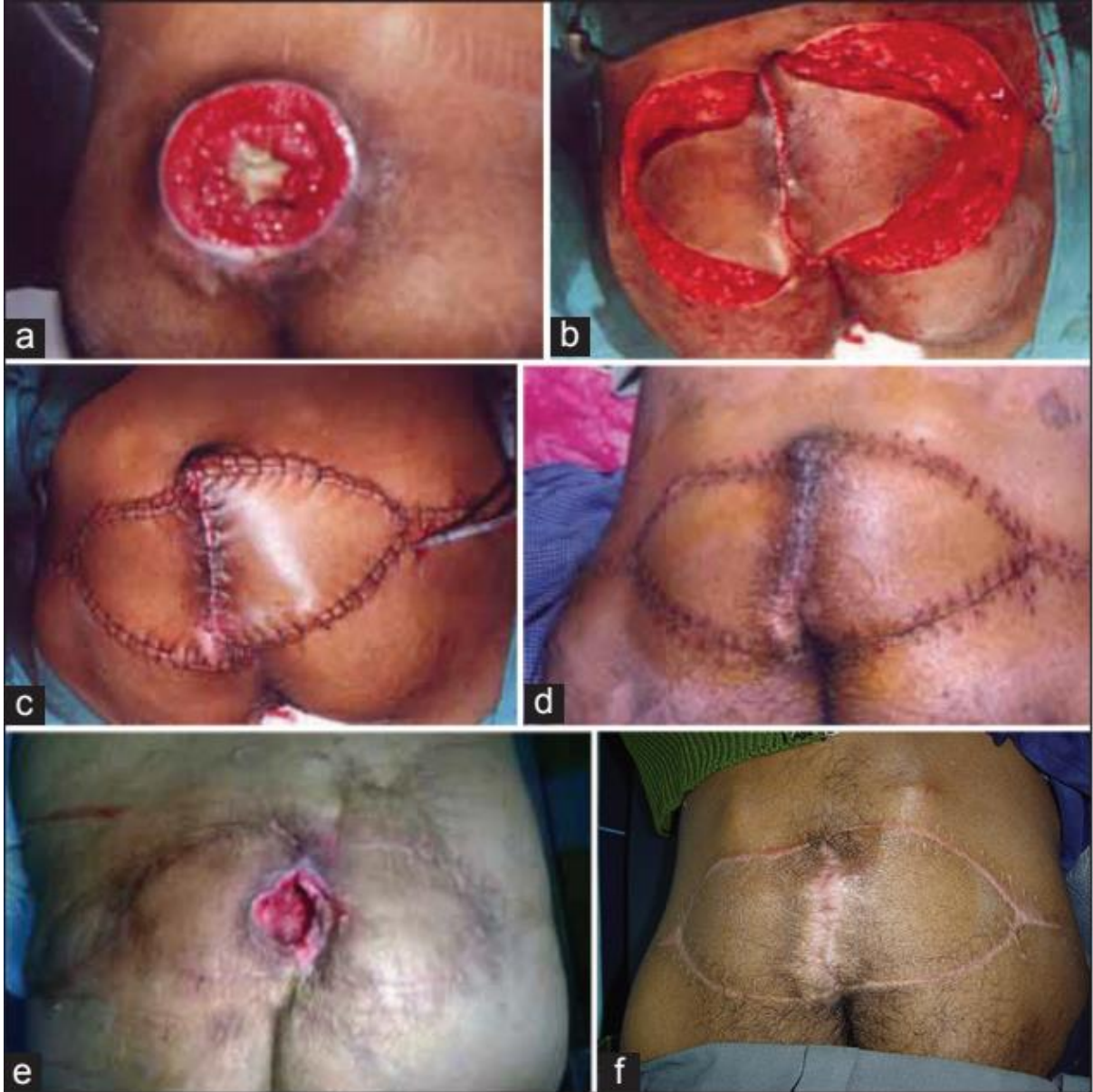
Μερικές φορές η τοπική τοποθέτηση ή το limbberg δεν μπορεί να κλείσει μεγαλύτερες πληγές λόγω του μεγέθους ή της θέσης τους με αποτέλεσμα την ανάγκη για περιφερειακά εμφυτεύματα. Για τις πληγές του ιερού οστού υπάρχουν πολλές επιλογές κομματιού δέρματος, όπως το γλουτιανό δερματικό εμφύτευμα gluteus maximus, το σπειροειδές κομμάτι περιστροφής με βάση τη γλουτιαία αρτηρία, τα εμφυτεύματα ανώτερης διάτρησης της γλουτιαίας αρτηρίας [Εικόνα 1.5], το δέρμα προόδου VY με βάση το διάτρητο, το κομμάτι αισθητήριων εμφυτευμάτων. Για ανοικοδόμηση έλκους χαμηλότερης πίεσης (Islanded Medial flap flap) [Εικόνα 1.6], προτιμώνται, πλευρικά ή μεσαία εμφυτεύματα ασβεστίου, (Reverse sural flap) [Εικόνα 1.7], ποικιλίες φασο-δερματικών εμφυτευμάτων μπορεί να προσφέρουν μια τεράστια ανακατασκευαστική επιλογή.



Εικόνα 1.2: Έλκος ινιακής πίεσης (a) που διαχειρίζεται με περιθωριοποίηση και κάλυψη χρησιμοποιώντας το κομμάτι δέρματος του Limberg (b και c). Μία μετεγχειρητική εικόνα δύο εβδομάδων (d) [1]



Εικόνα 1.3: Έλκος ιερού πίεσης (a) που διαχειρίζεται με οριακή απομάκρυνση και κάλυψη από το Limberg (b). Η παρακολούθηση 3 μηνών (c) και η παρακολούθηση 2 ετών (d) δείχνουν ότι το συγκεκριμένο κομμάτι δέρματος είναι σταθερό χωρίς υποτροπή. [1]



Εικόνα 1.4: Έλκος πίεσης ιερού οστού (a), απομάκρυνση και κάλυψη από τοπικό εμφύτευμα εμφυτευμάτων προόδου VY με βάση διάτρητα (b και c), 1 μήνα μετεγχειρητικό (d), υποτροπή στο συνέχεια μετά από 11 χρόνια (e) λόγω έλλειψης βοήθειας στο σπίτι και επακόλουθη ακατάλληλη φροντίδα. Ένας άλλος ασθενής με το ίδιο εμφύτευμα μετά από 16 χρόνια παρακολούθησης (f) με σωστή αλλαγή βάρους και φροντίδα που δείχνει σταθερή κάλυψη. [1]



Εικόνα 1.5: Έλκος πίεσης ιερού οστού βαθμού 4 (a) που διαχειρίζεται από πτερύγιο διάτρησης ανώτερης γλουτιαίας αρτηρίας δεξιάς πλευράς (b) και παρακολούθηση 2 ετών [1]



Εικόνα 1.6: Μεσαίο εμφύτευμα γλάστρου για έλκος στη φτέρνα: Ένα μακροχρόνιο βαθύ τροφικό έλκος της φτέρνας (a). Το νησιωτικό μεσαίο εμφύτευμα μεταφέρθηκε στο ελαττωματικό σημείο και καλύφθηκε από μοσχευμένο δέρμα (b). Οι μετεγχειρητικές εικόνες μίας εβδομάδας (c) και 3 μηνών (d) δείχνουν σταθερή κάλυψη. Ο ασθενής κατάφερε να σταθεί όρθιος από την έκτη εβδομάδα και μετά χρησιμοποιώντας προστασία σιλικόνης για το πέλμα. [1]



Εικόνα 1.7: Έλκος οπίσθιας φτέρνας, οξείας πίεσης (βαθμού-4) της οπίσθιας φτέρνας (a). Το έλκος αποκόπηκε απότομα και καλύφθηκε με το αντίστροφο καπάκι (b). Η περιοχή των άνω μισό της φτέρνας καλύφθηκε με μοσχεύματα δέρματος σε αυτό το στάδιο. Σε 36 μήνες μετεγχειρητικής παρακολούθησης ©. [1]

1.6.3 Ελεύθερα εμφυτεύματα

Τα ελεύθερα εμφυτεύματα μικροαγγειακής συνήθως προορίζονται για ορισμένες επιλεγμένες περιπτώσεις όπου οι επιλογές τοπικού και περιφερειακού εμφυτεύματος είτε δεν είναι διαθέσιμη είτε έχει αποτύχει, και το βάθος του έλκους πίεσης απαιτεί επαρκή αποκατάσταση όγκου για σωστή αντοχή στο βάρος. Στην πραγματικότητα, ο τελευταίος λόγος είναι τόσο ζωτικής σημασίας που πολλά μεγάλα έλκη πίεσης στα πόδια που φέρουν βάρος ή στο άκρο των κολοβωμάτων ακρωτηριασμού αντιμετωπίζονται σήμερα κυρίως με μικροαγγειακή ελεύθερη μεταφορά ιστού.

1.6.4 Πρόληψη: Στρώματα και μαξιλάρια

Η προστασία είναι ο καλύτερος τρόπος για την πρόληψη ελκών. Οι ασθενείς που κινδυνεύουν να αναπτύξουν έλκη πίεσης θα πρέπει να παρακολουθούν προσεκτικά το δέρμα για τυχόν ζημιές ή ερυθρότητα (ιδιαίτερα σε περιοχές με οστά) δύο φορές την ημέρα.

Το δέρμα πρέπει να διατηρείται καθαρό και στεγνό. Οποιαδήποτε πίεση προκαλεί βλάβη στο δέρμα ή τον ιστό πρέπει να εξαλειφθεί αμέσως. Αυτό μπορεί να γίνει με τη βοήθεια ειδικών στρώματων, μαξιλαριών και από πολλές προστατευτικές συσκευές που μπορούν να ανακουφίσουν την εξωτερική πίεση σε ευάλωτες περιοχές των άκρων του σώματος. Αυτές οι ειδικά σχεδιασμένες προστατευτικές συσκευές μπορούν να είναι πολύ χρήσιμες σε ασθενείς που κινδυνεύουν να αναπτύξουν έλκη πίεσης ή που έχουν προείχαν έλκη πίεσης βαθμού 1 ή 2. Πολλά προηγμένα στρώματα χαμηλής και υψηλής τεχνολογίας είναι διαθέσιμα για ασθενείς που είναι υποχρεωμένοι να ξαπλώνουν στο κρεβάτι για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Αυτά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τα στατικά και δυναμικά. Τα στατικά μπορεί να είναι αφρώδη στρώματα, στρώματα γεμάτα με αέρα, στρώματα υγρού, ενώ τα δυναμικά, όπως εναλλασσόμενα στρώματα πίεσης αέρα ή στρώματα κυματισμού, απαιτούν ηλεκτρική ισχύ για μετατόπιση και αναδιανομή της πίεσης εντός της επιφάνειας. Άλλα ενσωματωμένα ηλεκτρονικά κρεβάτια όπως ρευστοποιημένα κρεβάτια αέρα (κρεβάτι Clinitron ή κρεβάτι KinAir) και ηλεκτρονικά κινούμενα στρώματα αέρα απαιτούν υψηλή τεχνολογία και βαριά μηχανήματα για να επιτρέψουν στα σωματίδια αέρα να κινούν τον ασθενή συνέχεια, ενώ είναι συχνά αρκετά ακριβά, θορυβώδης και δεν διατίθενται εύκολα. Χρησιμοποιούνται κρεβάτια κυματισμού (εναλλασσόμενα στρώματα πίεσης αέρα) που αποτελούνται από αρκετούς θαλάμους με αέρα που διογκώνονται χωριστά και ξεφουσκώνουν σε έναν εναλλακτικό κύκλο 5-10 λεπτών με τη βοήθεια μιας αντλίας. Αυτό βοηθά στην αποφυγή συνεχούς επαφής οποιουδήποτε μέρους του σώματος με το κρεβάτι και αποτρέπει τις πληγές της πίεσης. Λόγω μοναδικών ιδιοτήτων αναδιανομής πίεσης, προσιτού κόστους, εύκολης διαθεσιμότητας και αποτελεσματικότητας, τα κρεβάτια κυματισμού χρησιμοποιούνται πλέον πιο συχνά για την πρόληψη έλκους πίεσης παγκοσμίως. Πολλά γηροκομεία και νοσοκομεία έχουν στραφεί σε κρεβάτια κυματισμού από κανονικά κρεβάτια για να κάνουν τη θέση των ασθενών σε κρίσιμη κατάσταση πιο άνετη και ως εκ τούτου, αυτά τα κρεβάτια αποτελούν το στήριγμα της πρόληψης του έλκους πίεσης στις περισσότερες χώρες. Για μικρές περιοχές, όπως το χέρι, ο αστράγαλος και το πόδι, χρησιμοποιούμε δεμένα χειρουργικά γάντια χειρός ως συσκευές ανακούφισης της πίεσης στις εγκαταστάσεις του νοσοκομείου και συμβουλεύουμε τους ασθενείς να τα χρησιμοποιούν στο σπίτι τους σαν πολύ εύκολη στην κατασκευή, συσκευή ανακούφισης πίεσης και χαμηλού κόστους

Τα έλκη πίεσης θέτουν σε μεγαλύτερο κίνδυνο για την υγεία των τακτικών χρηστών αναπηρικών αμαξιδίων ή εκείνων που είναι υποχρεωμένοι σε παρατεταμένη χρήση. Οι περιοχές που συχνότερα αποτελούν πρόβλημα σε αυτές τις περιπτώσεις είναι το ιερό, ο κόκκυξ και τα ισχιακά τελοζόνια. Αυτές οι περιοχές τείνουν να αναπτύσσουν έλκη πίεσης πιο γρήγορα καθώς αυτές είναι οστικές περιοχές και το λίπος που λειτουργεί ως φυσικό μαξιλάρι είναι λιγότερο σε αυτές τις περιοχές. Ωστόσο, τα έλκη πίεσης λέγονται ότι μπορούν σε μεγάλο βαθμό να προληφθούν με τη βοήθεια προστατευτικών συσκευών και σωστής διαχείρισης. Υπάρχουν ειδικά σχεδιασμένα μαξιλάρια αναπηρικής πολυθρόνας με gel που είναι εύκολα διαθέσιμα και βοηθούν στην ομοιόμορφη κατανομή του φορτίου και στην πρόληψη του σχηματισμού έλκους. Επιπλέον, οι ασθενείς ή οι φροντιστές τους διδάσκονται να κάνουν κινήσεις απελευθέρωσης πίεσης ή βάρδιες σε τακτά χρονικά διαστήματα για να αποτρέψουν τη συγκέντρωση πίεσης και βλάβη των ιστών. Οι ασθενείς που κάθονται για μεγάλο χρονικό διάστημα πρέπει να χρησιμοποιούν προστατευτικά στρώματα / προστατευτικά στρώματα αέρα για την προστασία των συγκεκριμένων σημείων και να κάνουν περιοδική αλλαγή στάσεων και εκφόρτωση σημείων πίεσης με

πλευρική κάμψη, κάμψη προς τα εμπρός και ανύψωση της καρέκλας. Άλλα εργαλεία διαχείρισης πίεσης περιλαμβάνουν προστατευτική επένδυση ή μαξιλάρια για το διαχωρισμό των επιφανειών του αμαξώματος από τα σκληρά καθίσματα.

2 Έξυπνα κρεβάτια

Είναι σημαντικό να γίνει αναφορά σε μερικά στοιχεία για την εξέλιξη των έξυπνων κρεβατιών ανά τα χρόνια αλλά και η εξαγωγή συμπερασμάτων για το σήμερα. Τέτοια συμπεράσματα δε θα μπορούσαν να είναι άλλα από τις ανάγκες της ιατρικής επιστήμης και των ασθενών ή ακόμα και τις ανάγκες που υπάρχουν στην παγκόσμια αγορά. Σε έρευνα που πραγματοποίησαν οι Ghersi et al. [3] το 2018, σχετικά με τα έξυπνα ιατρικά κρεβάτια που αναπτύχθηκαν τον 21ο αιώνα, φάνηκε, ότι η έρευνα σε αυτόν τον τομέα είναι ζωτικής σημασίας σε ένα πλαίσιο παγκόσμιας γήρανσης και ενισχύεται από την αύξηση των ευκαιριών για λύσεις προσβασιμότητας. Τα έξυπνα κρεβάτια, που ενσωματώνονται απρόσκοπτα στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης, έχουν μια μοναδική ευκαιρία να καταστήσουν πιο αποτελεσματικές τις προσπάθειες για τους φροντιστές, και πιο ευαίσθητα περιβάλλοντα για τους ασθενείς.

2.1 Ιστορικό

Πρόσφατα επιστημονικά επιτεύγματα και οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν παρουσιάσει μια τεράστια εμφάνιση νέων ή ενημερωμένων ιατρικών συσκευών, με δυνατότητες υψηλής ανάπτυξης ενσωματωμένου ελέγχου και διαδραστικότητας. Από την τελευταία δεκαετία του εικοστού αιώνα, τα ιατρικά κρεβάτια έχουν επηρεαστεί ιδιαίτερα από αυτήν την αύξηση, λαμβάνοντας νέες μορφές και λειτουργίες, ενώ παράλληλα εξυπηρετούν καθιερωμένες ιδιότητες που έχουν γίνει γνωστές για αυτές τις συσκευές. Τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια επέφεραν επίσης αλλαγές στα εννοιολογικά πλαίσια, σχετικά με το σχεδιασμό προϊόντων και τις διαδικασίες κατασκευής (πρότυπα), καθώς και τον ασθενή (προοπτικές για περιβάλλοντα περίθαλψης ασθενών και προσβασιμότητα).

Τα ηλεκτρικά ιατρικά κρεβάτια έχουν συσσωρεύσει σχεδόν εκατό χρόνια ιστορίας. Ένα ουσιαστικό μέρος του περιβάλλοντος υγειονομικής περίθαλψης, το ιατρικό κρεβάτι χρησιμοποιείται επίσης ως μέτρο της προσέγγισής του, της αποτελεσματικότητάς του

(για στρατηγική πληρότητας και διαχείρισης κρεβατιών), ανάπτυξη (που αντιπροσωπεύει χρηματοδότηση και επενδύσεις σε συστήματα υγειονομικής περίθαλψης) και ποικιλομορφία. Για την περίπτωση αυτοματοποιημένων, ηλεκτρικών συσκευών όπως αυτές, οι τεχνολογικοί και οι σχετικοί παράγοντες έχουν οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές στην εμφάνισή τους και στην αναμενόμενη λειτουργικότητά τους κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου, διατηρώντας παράλληλα τα αρχικά χαρακτηριστικά που έχουν καθοδηγήσει τους πρώτους εκθέτες αυτής της ιατρικής συσκευής. Ωστόσο, τον 21ο αιώνα, έχει κορυφωθεί ένα πρωτοφανές, καινοτόμο στάδιο ανάπτυξης αυτών των συσκευών, εκμεταλλευόμενοι όλα τα τεχνολογικά μέσα που έχουν στη διάθεσή τους οι προγραμματιστές που αυτό στην πραγματικότητα δίνει επιπρόσθετη αξία σε αυτά τα προϊόντα.

Την εξέλιξη των ιατρικών κρεβατιών μπορούμε να τη χωρίσουμε σε δύο χρονικές αλλά και ποιοτικές κατηγορίες, από αρχικά μοντέλα με κουμπιά, έως και το 2000: Η πρώτη είναι τα ηλεκτρικά κρεβάτια (1940 έως 1980) και η δεύτερη τα μηχανικά κρεβάτια (1990's). Τα κυριότερα σημεία αυτής της διαχρονικής μελέτης για μια περίοδο εξήντα ετών ήταν:

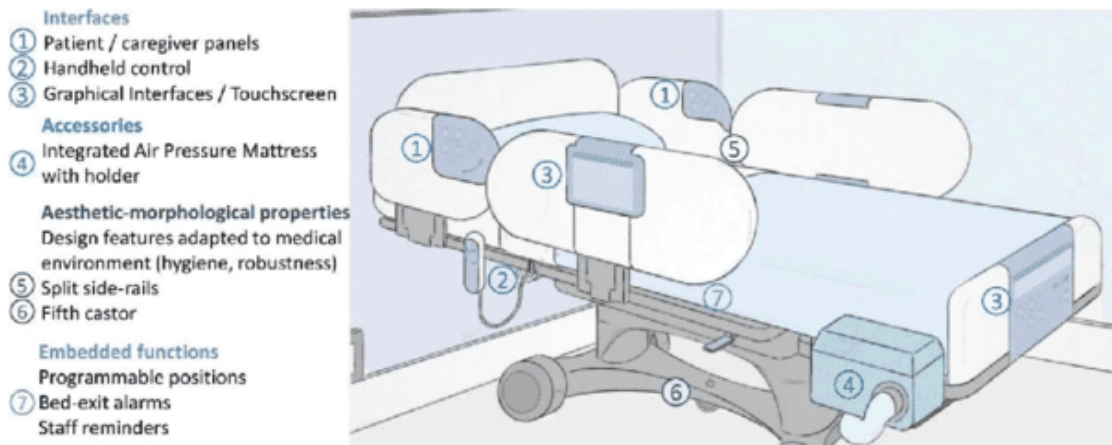
1. Η διάδοση αυτών των συσκευών έξω από το νοσοκομειακό περιβάλλον από τη δεκαετία του '60 προς θεσμικές ή οικιστικές εγκαταστάσεις.
2. Ανάπτυξη συγκεκριμένων ρυθμιστικών πλαισίων
3. Αυξανόμενη εφεύρεση και εμπορευματοποίηση αποκλειστικών αξεσουάρ
4. Έγκαιρη ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών στις συσκευές (δεύτερο στάδιο)

Τα μηχανικά κρεβάτια έγιναν πραγματικότητα στη δεκαετία του '90, όταν εμφανίστηκαν σε επιχειρήσεις, εμπορικά προϊόντα (π.χ. Hill-Rom TotalCare -1998), λειτουργίες και αξεσουάρ (εναλλακτικοί ενεργοποιητές, στρώματα πίεσης, ζυγαριά), ενσωματώνοντας πληροφορική και επικοινωνίες σε αυτές τις συσκευές. Τις τελευταίες δεκαετίες, η αγορά ιατρικών κρεβατιών άλλαξε, ανταποκρινόμενη σε επίσης μεταβαλλόμενες διαρθρωτικές, λειτουργικές και κοινωνικοοικονομικές απαιτήσεις σχετικά με την απόδοση των ιατρικών κρεβατιών. Από το έτος 2000 έως σήμερα, αυτές οι πολύ περίπλοκες μηχανικές συσκευές έχουν ενσωματωθεί σε αυτό που μπορεί να ονομαστεί τμήμα έξυπνων μηχανικών κρεβατιών ή έξυπνων κρεβατιών, ένας όρος που περιγράφει μια ολοκληρωμένη σύνθεση μεταξύ νέων συσχετισμών, σχεδιασμού και υψηλότερης λειτουργικότητας και αυτονομίας για αυτά συστήματα, όλα κάτω από προηγμένες διεπαφές χρήστη. Τα έξυπνα κρεβάτια εφαρμόζουν νέες τεχνολογίες (γραφικές διεπαφές, νέους αισθητήρες περιβάλλοντος και ενεργοποιητικές λύσεις κ.λπ.), για να παρέχουν υψηλότερο επίπεδο υπηρεσιών και λειτουργίας, όπως παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και βοήθεια ασθενών, αυτοματοποιημένες λειτουργίες και θέσεις (καρέκλα, έξοδος υποβοηθούμενου κρεβατιού), και καταγραφή δεδομένων, καθώς και πιο προηγμένα μέσα επικοινωνίας.

2.2 Αποτελέσματα έρευνας

Στη σχετική έρευνα βρέθηκαν και αξιολογήθηκαν συνολικά 85 διανομείς και κατασκευαστές ιατρικών κρεβατιών από την Αμερική, την Ευρώπη και την Ασία. Έχει εντοπιστεί ένα ευρύ φάσμα κρεβατιών που καλύπτουν το σπίτι, τη φροντίδα των ιδρυμάτων, τα επείγοντα, χειρουργικά και θεραπευτικά κρεβάτια (βαριατρικό, ηλικιωμένο, μακροχρόνιο). Δεδομένων των κριτηρίων συμπερίληψης αυτής της εργασίας, δεν αξιολογήθηκαν τα επείγοντα, ψυχιατρικά, μαιευτικά και χειρουργικά κρεβάτια. Εννέα εταιρείες βρέθηκαν να είναι διανομείς από άλλες εταιρίες. Από τους υπόλοιπους, δύο κατασκευαστές απορρίφθηκαν λόγω έλλειψης δεδομένων σχετικά με τις ιδιαιτερότητες των κατασκευασμένων κρεβατιών, με αποτέλεσμα να μείνουν 74 κατασκευαστές ιατρικών κρεβατιών.

Η Εικόνα 2.1 είναι μια απεικόνιση ενός έξυπνου ιατρικού κρεβατιού που συνοψίζει τις αλλαγές που βρέθηκαν να είναι πιο σημαντικές σε αυτές τις ιατρικές συσκευές τον 21ο αιώνα: καινοτόμες διεπαφές, αυξημένη λειτουργικότητα και ειδικά αξεσουάρ, με επιλογές προσαρμογής και τελικής επεξεργασίας. Η ενσωμάτωση χαρακτηριστικών όπως αυτά της Εικόνας 2.1 σε ιατρικά κρεβάτια ήταν αποτέλεσμα τεχνολογικών εξελίξεων των τελευταίων δεκαετιών.



Εικόνα 2.1: Εικόνα ενός έξυπνου ιατρικού κρεβατιού για κλινική χρήση: κατευθυνόμενο σε πολλαπλές ρυθμίσεις, τα έξυπνα ιατρικά κρεβάτια ενσωματώνουν μια σειρά καινοτόμων διεπαφών, λειτουργιών και αξεσουάρ, με ξεχωριστά χαρακτηριστικά σχεδίασης και προσαρμογές [3].

2.3 Ιατρικά κρεβάτια, τάσεις και αλλαγές

Σύμφωνα με την έρευνα, η επέκταση της αγοράς και τεχνολογική διαθεσιμότητα έχουν αυξηθεί ραγδαία μέσα σε αυτό το διάστημα, έχει βρεθεί ένας αυξανόμενος αριθμός και ποικιλία ιατρικών κρεβατιών κατά την περίοδο αυτή, με αυξημένες μηχανικές και αυτόνομες λειτουργίες, φτάνοντας σε νέες συσκευές, όπως ένα κρεβάτι συνεχούς χρήσης που μετατρέπεται σε αναπηρικό καροτσάκι για άτομα με ειδικές ανάγκες, και μοντέλα με ενσωματωμένη καθαρή λειτουργία, επικοινωνία, παρακολούθηση και ενσωματωμένους συναγερμούς (π.χ. Stryker iBed Awareness). Η παγκόσμια αγορά ιατρικών κρεβατιών έχει καταστεί, ως εκ τούτου, πολύ πιο ανταγωνιστική τις τελευταίες δεκαετίες, και η συνεχιζόμενη τάση εξειδίκευσης σε διαφορετικές υποομάδες ασθενών και περιβάλλοντος είναι εμφανής: εκτός από τη βαριατρική (δηλ. Joerns Bari10A και Hill-Rom Excel Care ES) και τις κατοικίες, νέες σειρές προϊόντων, που στοχεύουν στη βοήθεια των ηλικιωμένων (Japan Paramount Bed Co. Ltd. Rakusho Series) ή ασθενών νεαρής ηλικίας γίνονται όλο και πιο εμφανή, ενώ σταδιακά γίνονται εμφανή άλλα μοντέλα (για παράδειγμα Merivaara Carena) τα οποία απευθύνονται σε πολλές ομάδες ασθενών .

Ακολουθώντας την τάση όλων των ιατρικών συσκευών παρατηρείται ότι η ενσωμάτωση πιο ανεπτυγμένων τεχνολογιών σε ηλεκτρικά ιατρικά κρεβάτια έγινε πιο σημαντική σε αυτήν την περίοδο, με αποτέλεσμα παραδείγματα με σύνθετη ομιλία πολλαπλών γλωσσών για την επικοινωνία του ασθενούς (Stryker InTouch), ή ακόμη και εφαρμογή λειτουργιών αναγνώρισης ομιλίας για τον έλεγχο τους (Vallitech-2015). Με σημαντικές ενσωματωμένες δυνατότητες και αυτονομία, οι διεπαφές χρήστη συνεχίζουν να ξεχωρίζουν ως σχετικοί παράγοντες στάθμισης στην αξιολόγηση αυτών των προϊόντων. Ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας του 2005 εμφανίζει πολλές πιθανές διαμορφώσεις για ενσωματωμένα χειριστήρια πλαϊνών σιδηροτροχιών, και μια επόμενη ενσωμάτωση του 2010 ενημερώνει αυτές τις εναλλακτικές λύσεις με λειτουργίες οθόνης αφής, τόσο για χρήση ασθενών όσο και για φροντιστές. Το 2004, παρουσιάστηκε ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας που εμφανίζει ένα κρεβάτι με ασύρματη σύνδεση, διεπαφές χρήστη υψηλής πολυπλοκότητας και ενσωματώνει λειτουργίες αποκλεισμού ασθενών, πεντάλ ποδιών και αυτοματοποιημένες λειτουργίες. Το TotalCare SpO₂ κρεβάτι RT, από τη Hill-Rom, καθώς και τα μοντέλα Stryker's InTouch Care και μοντέλα Size Wise's Navigator, εμφανίζουν ενσωματωμένες οθόνες αφής και ειδικά γραφικά περιβάλλοντα χρήστη ως μέρος των εξελίξεων τους. Τα αναβαθμισμένα, ολοκληρωμένα μπροστινά πάνελ και τα εναλλακτικά χειριστήρια συνέχισαν να αυξάνουν το ρυθμό αυτής της περιόδου, και ο πλεονασμός των χειριστηρίων ήταν ένα τυπικό χαρακτηριστικό (για παράδειγμα, ορατό στα μοντέλα Haelvoet Olympia Hospital και Linet Eleganza Smart). Βελτιωμένη εργονομία και αρθρώσεις μείωσης του κινδύνου έχουν επίσης συμπεριληφθεί σε νέες συσκευές, τροποποιώντας την άρθρωση ισχίου κατά την ανύψωση της πλάτης (Total Care SpO₂ μοντέλο RT) ή / και αντιστάθμιση της θέσης του ασθενούς στο περιβάλλον του (Stryker S3 Med / Surg Bed).

2.3.1 Χαρακτηριστικά του ιατρικού κρεβατιού

Τα τελευταία χρόνια, οι τάσεις και οι πιο σχετικές καινοτομίες στα ιατρικά κρεβάτια σχετίζονται κυρίως με σχεδιαστικές πτυχές, αναφέρονται σε υλικά (πιο υγιεινά και ανθεκτικά), μοντέλα ειδικά για συγκεκριμένες ομάδες ασθενών, εργονομικές και χειροκίνητες εντολές αλλά και μορφολογικές αλλαγές που σχετίζονται με επιλογές κινητικότητας (ύψος, εμπρόσθια και οπίσθια κλίση, κ.λπ.), πλευρικές ράγες, δομές υποστήριξης ασθενούς, τροχίσκοι (πέμπτος τροχίσκος για βελτιωμένη μεταφορά).

Τα αισθητικά και ολοκληρωμένα χαρακτηριστικά σχεδίασης ξεχωρίζουν ως ένας παράγοντας διαφοροποίησης μεταξύ των προϊόντων. Αυτά τα χαρακτηριστικά, που εκπροσωπούνται ευρέως από τις πλευρικές ράγες και τα πάνελ, χρησιμεύουν επίσης στην προσαρμογή των κρεβατιών σε διαφορετικά περιβάλλοντα και πληθυσμούς.

Συνοψίζοντας, οι ακόλουθες τάσεις, όπως δίνονται στον Πίνακα 2.1, έχουν συσχετιστεί με το σχεδιασμό έξυπνων κρεβατιών:

- Ενώ αυτές οι συσκευές αναδεικνύουν την προηγμένη λειτουργικότητά τους, διατηρούν απλοποιημένες διεπαφές ελέγχου, βασισμένες σε γνωστές δομές και σήματα, για να διευκολύνουν τη χρήση τους με ασθενείς ή φροντιστές.
- Τα κρεβάτια που είναι σχεδιασμένα για οικιακή χρήση, δίνουν μεγάλο βάρος στην εμφάνιση και στην αφομοίωση τους σε καθημερινά-οικιακά περιβάλλοντα (Haelvoet Olympia Hospital, Völker LTC Beds, Paramount Bed Co. Ltd. METIS VIP).
- Αντίθετα, τα κρεβάτια κρίσιμης φροντίδας αναδεικνύουν την ευρωστία, τις ενσωματωμένες τεχνολογίες και την αξιοπιστία τους για ιατρική χρήση μέσω του σχεδιασμού τους (Stryker InTouch, Hill-Rom TotalCare Bariatric, Linet Eleganza 3XC, Paramount Bed Co. Ltd. KA6600 series). Άλλα μοντέλα μπορούν να προσαρμοστούν και για τα δύο σενάρια (π.χ. Rotec Versatech 600).

Brand	Model	Year (where available)
ArjoHuntleigh	Enterprise 9000	2010
Haelvoet	Olympia Hospital	2013
Hill-Rom	TotalCare SpO ₂ RT	2004
	TotalCare Bariatric	2007
	Excel Care ES	2013
Joerns	Bari10A	2012
	UltraCare XT	2013
Linet	Eleganza Smart	2009
	Eleganza 3XC	2013
Merivaara	Carena	2012
Paramount Bed Co. Ltd.	Rakusho Series	–
	METIS VIP Series	–
	KA6600 Series	–
Pro Bed	Freedom Bed	–
Rotec	Versatech 600	2013
SizeWise	Navigator	2013
Stryker	InTouch II	2008/2011
	S3 Med/Surg Bed	2015
Vallitech	VLT-931	2015
Völker	LTC Beds	2016

Πίνακας 2.1: Έξυπνα ιατρικά κρεβάτια: μοντέλα που παρουσιάζουν λειτουργικά, σχεδιαστικά και διαδραστικά χαρακτηριστικά τελευταίας τεχνολογίας [3].

2.3.2 Ρυθμιστική ενοποίηση

Τα ρυθμιστικά πλαίσια έχουν αντίκτυπο στη διαδικασία σχεδιασμού και στις απαιτήσεις που αναμένονται από διαφορετικές οικογένειες συσκευών προκειμένου να προσεγγίσουν τους πιθανούς χρήστες τους. Στον τομέα των ιατρικών κλινών, σημειώθηκαν πρόοδοι στον τομέα αυτό μεταξύ του 2000 και του 2016. Μετά την ανάπτυξη συγκεκριμένων προτύπων για ηλεκτρικά ιατρικά κρεβάτια στα τέλη της δεκαετίας του '90, οι πρώτες δεκαετίες του 21ου αιώνα έχουν δει τη σύγκλιση αυτών των προτύπων σε μια ενοποιημένη αναφορά. Το πρότυπο ISO / IEC 60.601–2-52: 2009 (βασική ασφάλεια και βασικές επιδόσεις ιατρικών κρεβατιών) εκδόθηκε το 2009 ως συνδυασμός προηγούμενων προτύπων IEC 60601-2-38: 1996 (απαιτήσεις για την ασφάλεια των ηλεκτρικών λειτουργιών νοσοκομειακών κρεβατιών) και EN 1970: 2000 (ρυθμιζόμενα κρεβάτια για άτομα με ειδικές ανάγκες:

απαιτήσεις και μέθοδοι δοκιμής). Αυτό το πλαίσιο, το οποίο καλύπτει ζητήματα όπως ασφαλή φορτία εργασίας, μηχανική και ηλεκτρική ασφάλεια, εργονομικές απαιτήσεις και τις στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου ως ενοποιημένη αναφορά μεταξύ πέντε σεναρίων για ιατρικά κρεβάτια (από νοσοκομείο έως νοσηλευτικό και οικιακό περιβάλλον), τροποποιήθηκε για πρώτη φορά το 2015 και εμπίπτει στο ενημερωμένο πεδίο εφαρμογής του IEC 60601 .

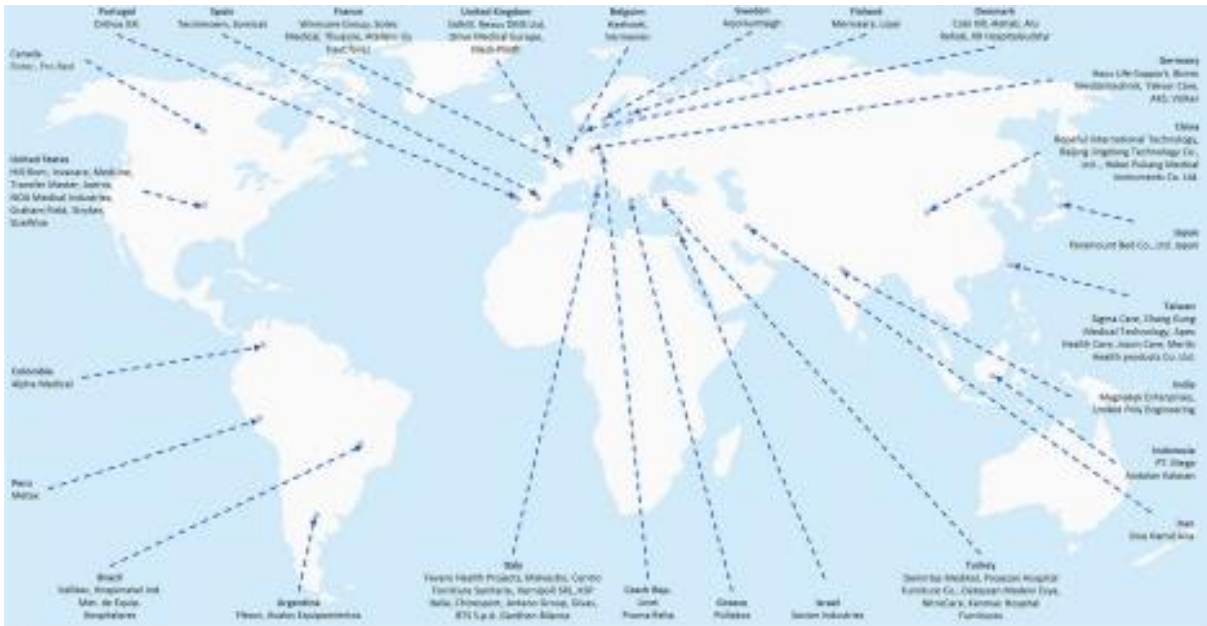


Εικόνα 2.2: Οι αισθητικές και σχεδιαστικές προσαρμογές ξεχωρίζουν σε υπερσύγχρονα ιατρικά κρεβάτια, εξυπηρετώντας έναν σκοπό προσαρμογής σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Αριστερά: μακροχρόνια φροντίδα εμπνευσμένη από την κατοικία (Völker LTC Vis-à-vis bed), Δεξιά: καρδιακή και προοδευτική περίθαλψη για νοσοκομειακό θάλαμο (Malvestio Sigma PCU Electric Bed Scale System). [3]

2.4 Ιατρικά κρεβάτια του 21ου αιώνα

2.4.1 Τρέχουσα εμβέλεια στην αγορά

Ο τρέχων αριθμός προγραμματιστών και κατασκευαστών ιατρικών κρεβατιών, τα σχετικά προϊόντα και αξεσουάρ τους, καθώς και οι τεχνολογίες διαχείρισης της υγειονομικής περίθαλψης, είναι εκατοντάδες. Η παγκόσμια αγορά ηλεκτρικών και έξυπνων ιατρικών κρεβατιών, τόσο για εγκαταστάσεις υγειονομικής περίθαλψης όσο και για οικιακή χρήση, φτάνει στον υψηλότερο βαθμό ανάπτυξης στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρώπη, με την ασιατική αγορά να παρουσιάζει μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης τα επόμενα χρόνια. Οι επιφάνειες και τα κρεβάτια ανακούφισης πίεσης συγκαταλέγονται μεταξύ των σημαντικότερων υποομάδων. Η Εικόνα 2.3 δείχνει την παγκόσμια κατανομή των ελεγχόμενων εταιρειών.



Εικόνα 2.3: Παγκόσμια κατανομή κατασκευαστών ηλεκτρικών και έξυπνων κρεβατιών. Ο παγκόσμιος χάρτης έχει μεταφερθεί από [3].

2.4.2 Έξυπνες λειτουργίες

Ο Πίνακας 2.2 δείχνει ένα σύνολο ξεχωριστών ιδιοτήτων ιατρικών κρεβατιών που βρίσκονται στα αναθεωρημένα συστήματα, που κυμαίνονται από οικιακές λύσεις μέχρι λύσεις εντατικής θεραπείας, με λεπτομέρειες των αισθητικών και μορφολογικών ιδιοτήτων και ειδικές λειτουργίες που διατίθενται σε αυτές τις συσκευές, που απορρέουν από την ενσωμάτωση πολλαπλών τεχνολογικών λύσεων σε μία συσκευή. Σαν σύνολο, αυτές οι συσκευές επισημαίνουν άμεσα τους διαφορετικούς, αλλά συγκεκριμένους σκοπούς για τους οποίους μπορούν να προορίζονται ιατρικά κρεβάτια (βλ. «Περιγραφή»), καθώς και το αυξημένο επίπεδο τεχνολογίας που ενσωματώνεται σε αυτά με την πάροδο του χρόνου. Αυτές οι δυνατότητες χωρίζονται στον πίνακα, ανάλογα με τη σχέση τους με την ίδια τη συσκευή, τον χρήστη (φροντιστή ή ασθενή) ή το περιβάλλον υγειονομικής περίθαλψης.

Λειτουργίες που αναφέρονται στον πίνακα 2.2 (π.χ. συναγερμοί εξόδου από το κρεβάτι, ανίχνευση εμποδίων, επιλογές προχωρημένης κίνησης, ρουτίνες θεραπείας, καταγραφή ιστορικού ασθενούς και κρεβατιού, ολοκληρωμένη κλίμακα, παρακολούθηση και μετρήσεις γωνίας κεφαλής-κρεβατιού, αποκλεισμός ασθενών, τοπικές και απομακρυσμένες πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση των ασθενών, ενσωματωμένοι έλεγχοι και αξεσουάρ), είναι όλες σχετικές από μόνες τους, αλλά έχουν μεγαλύτερη επίδραση όταν ελέγχονται σε μία διεπαφή περίθαλψης ασθενών.

Τα κυριότερα σημεία του σχεδιασμού, συμπεριλαμβανομένης της εργονομίας και οι περιβαλλοντικές προσαρμογές για κλινικές ή / και οικιακές ρυθμίσεις, είναι πιο σημαντικές και ευδιάκριτες σε όλη την αναπτυσσόμενη βιομηχανία έξυπνων κρεβατιών. Ομοίως, η πρόσβαση σε προ-προγραμματισμένες θέσεις, ειδικά αξεσουάρ και προαιρετικά χαρακτηριστικά είναι επίσης σε μεγάλο βαθμό ορατή. Για παράδειγμα, το 85% των

	Related to the device	Related to the patient/caregiver	Related to the environment
Description	<ul style="list-style-type: none"> Ergonomic Low: controllable frame height, significantly lowering the frame to mitigate consequences of bed falls 	<ul style="list-style-type: none"> Universal Bariatric Critical Acute Early Mobility 	<ul style="list-style-type: none"> Hospital Intensive Care Long-Term Residential Medical-Surgical Multiple
Aesthetic/design features	<ul style="list-style-type: none"> 5th castor for eased bed transportation Robustness, removable panels for hygiene Controllable height (including low-frame models) Side-rail shock absorbers Advanced mechanics 	<ul style="list-style-type: none"> Frame extension (length-width) Ergonomics for patient, caregiver Movable, adaptable side-rail controls Autoregression: the back section is moved towards the headboard when lifted, reducing applied pressure to the lower back 	<ul style="list-style-type: none"> Optional panels, side-rails, colors and materials for environmental adaptation Under-Bed Lighting Chair position Concealable controls Customizable for medical or residential scenarios
Standout functions	<ul style="list-style-type: none"> Backup power Accessory support Mechanical/Digital head of bed angle indicators Predefined, programmable positions (cardiac chair, Trendelenburg, etc.) Usage History (positions, etc.) Integrated accessories (i.e. active mattress) Motion Programs 	<ul style="list-style-type: none"> Lit Controls Integrated scale Braden Scale Calculation Nursing staff reminders Patient blocking functions Translation for basic questions Monitoring (i.e. bed-exit) Eased CPR control Motion Support Treatment/Preventive therapies/systems 	<ul style="list-style-type: none"> Patient exit alarm Remote-local alarms Obstacle detection Communication functions

Πίνακας 2.2: Χαρακτηριστικά των τρεχουσών ιατρικών κρεβατιών [3]

μοντέλων που επισημαίνονται στον Πίνακα 2.2 περιλαμβάνουν θέσεις όπως καρδιακή καρέκλα και αυτόματο matic CPR (καρδιοπνευμονική ανάνηψη) και το 95% διαθέτει αξεσουάρ όπως ειδικά στρώματα, υποδοχές IV και επιλογές για πέμπτο τροχό. Από την άποψη της ευρωστίας και της ασφάλειας, η εφεδρική μπαταρία και η χαλαρή απελευθέρωση CPR, που αναφέρονται στον Πίνακα 2.3, παρέχουν γρήγορες αντιδράσεις σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης υπό συνθήκες διακοπής ρεύματος, μια άλλη λειτουργικότητα που αναφέρεται στο τρέχον πρότυπο.

Τα συμπληρωματικά χαρακτηριστικά σχεδίασης, η προσαρμογή των φινιρισμάτων, τα υλικά, τα χρώματα και τα πλαϊνά στυλ για ένα μεμονωμένο μοντέλο είναι επίσης ξεχωριστά, αλλά παρουσιάζονται σε μικρότερο βαθμό (που αντιστοιχεί στο 60% των μοντέλων στον Πίνακα 2.2), δίνοντας παράλληλα μια σημαντική προσθήκη στον σχεδιασμό κρεβατιών για περιβάλλοντα με ασθενείς που βρίσκονται σε πιο κρίσιμες καταστάσεις και χρειάζονται μεγαλύτερη προσοχή. Τέλος, τα ρυθμιζόμενα τμήματα κλίνης (πλάτος και μήκος πλαισίου), ιδιαίτερα χρήσιμα για ασθενείς με βαριατρική, έχουν γίνει ένα ευρέως διαδεδομένο χαρακτηριστικό, που βρίσκεται με τη μορφή ολοκληρωμένων μηχανικών ή ως προαιρετικών προσθηκών, σε όλα τα μοντέλα από τον Πίνακα.

2.4.3 Διεπαφές χρήστη

Οι διεπαφές χρήστη σε ιατρικές κλινικές έχουν διαφοροποιηθεί σταδιακά κατά την περίοδο αυτή. Ξεκινώντας με ενσύρματα χειριστήρια (τα οποία παραμένουν στα περισσότερα μοντέλα, για παράδειγμα Joerns UltraCare XT), οι διεπαφές έχουν

προχωρήσει σε λύσεις με ενσωματωμένα χειριστήρια πλευρικών σιδηροτροχιών (εξωτερικά και εσωτερικά, π.χ. ArjoHuntleigh Enterprise 9000), τηλεχειριστήρια, πόδια - πεντάλ, ενσωματωμένες αριθμητικές οθόνες και οθόνες αφής (κυρίως απευθύνονται σε έλεγχο φροντιστή), και παραλλαγές όπως χειριστήρια ανάρτησης που είναι προσβάσιμα από τον ασθενή.

Η Εικόνα 2.4 δείχνει παραδείγματα αυτών των εναλλακτικών λύσεων, γραφικής διεπαφής χρήστη και ελέγχου πλευρικής σιδηροτροχιάς, τα οποία είναι επίσης ορατά στο Εικόνα 2.2. Επιπλέον, οι τρέχουσες εφευρέσεις αντιμετωπίζουν νέες ενοποιήσεις μεταξύ αυτών των τεχνολογιών για μελλοντικές συσκευές.

Οι έξυπνες διεπαφές ιατρικών κρεβατιών βασίζονται στις προαναφερθείσες, τώρα τυπικές λειτουργίες όπως μπλοκάρισμα ασθενών, λειτουργίες κλήσης νοσοκόμου, δικτύωση και αλληλεπίδραση με άλλες συσκευές και αξεσουάρ (π.χ. στρώματα πίεσης αέρα) και η λειτουργία μέσω πολλαπλών χειριστηρίων είναι διαθέσιμη για τα περισσότερα, ευνοώντας την στιβαρή και αξιόπιστη λειτουργία. Με βάση χρόνια διεπιστημονικής εμπειρίας, τα ισχύοντα πρότυπα έχουν ρυθμίσει τις προϋποθέσεις για αυτές τις διεπαφές (δείκτες, μέγεθος, μέσα λειτουργίας). Η προσθήκη προηγμένων γραφικών μέσων και οθονών αφής με αποκλειστικές διεπαφές χρήστη υπάρχει επί του παρόντος σε επιλεγμένο αριθμό κλινών, παρέχει ευκολότερη πρόσβαση σε λειτουργίες όπως ρύθμιση συναγερμού και παρακολούθηση, και είναι απαραίτητο για τον έλεγχο ενός αυξανόμενου αριθμού καταστάσεων και λειτουργιών σε έξυπνα κρεβάτια, όπως λειτουργίες ιστορικού κρεβατιού. Για το λόγο αυτό, η παρουσία τους αναμένεται να αυξηθεί στο μέλλον.



Εικόνα 2.4: Οι διεπαφές χρήστη σε έξυπνα κρεβάτια είναι πολλαπλές, στιβαρές και αφιερωμένες στον ασθενή ή / και τον φροντιστή. Η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών, εργονομίας και γραφικών διεπαφών επιτρέπει βελτιωμένο έλεγχο σε ένα ευρύτερο φάσμα λειτουργιών. Αριστερά: κρεβάτι νοσοκομείου Olympia, που αναπτύχθηκε και κατασκευάστηκε από την Haelvoet. Δεξιά: παράδειγμα γραφικής διεπαφής χρήστη που έχει σχεδιαστεί για τον έλεγχο μιας νέας γενιάς ιατρικών κρεβατιών [3].

2.5 Μελλοντική διαμόρφωση της έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης

Ως ολοκληρωμένες λειτουργίες για εμπορικά κρεβάτια και ερευνητικές προτάσεις, τα κρεβάτια που περιέχουν διεπαφές παρακολούθησης των ασθενών είναι η πιο διαδεδομένη ομάδα κρεβατιών μεταξύ ολοκληρωμένων προτάσεων για τη φροντίδα ασθενών υψηλού κινδύνου ή ακόμα και για μακροπρόθεσμη φροντίδα ασθενών. Ποικίλα συστήματα ανίχνευσης είτε πτώσης είτε κίνησης, γύρω από το κρεβάτι, μπορούν να αποτελέσουν πολύτιμες προσθήκες στο ιατρικό κρεβάτι, επιτρέποντας περιβάλλοντα φροντίδας με επίγνωση του ασθενούς. Παρομοίως, οι πίνακες κατανομής πίεσης πάνω από την επιφάνεια στήριξης της κλίνης επιτρέπουν μια ολοκληρωμένη ανάλυση της θέσης του ασθενούς και μπορεί να μειώσουν τον κίνδυνο εμφάνισης ελκών πίεσης. Με βάση τα ληφθέντα δεδομένα σχετικά με την κατάσταση του ασθενούς ή της συσκευής, αυτές οι προτάσεις παρακολούθησης μπορούν είτε να δείχνουν την ανιχνευμένη κατάσταση, να εκπέμπουν συναγερμούς είτε να ενεργούν αυτόνομα κατά των εντοπισμένων κινδύνων. Οι αισθητήρες κίνησης ασθενούς, σε επαφή με το άτομο, μπορούν να εκτελέσουν παρόμοιες εργασίες σχετικά με την ανίχνευση και την προειδοποίηση για έλλειψη κινητικότητας (η Leaf Healthcare Inc. ανέπτυξε μια τέτοια συσκευή), ως μεμονωμένες προσθήκες.

Η ολοκληρωμένη, μη επεμβατική παρακολούθηση ζωτικών οργάνων από το κρεβάτι αποτέλεσε επίσης αντικείμενο έρευνας τα τελευταία χρόνια. Μια συσκευή έτοιμη για καταναλωτές μπορεί να τοποθετηθεί κάτω από το στρώμα και να παρακολουθεί το ρυθμό καρδιάς και αναπνοής, καθώς και να εκτιμήσει την κίνηση του ασθενούς και να καταγράψει το χρόνο απόκρισης του φροντιστή. Εκτός του ιατρικού κρεβατιού, ερευνήθηκαν συστήματα ψυχαγωγίας με αισθητήρες υπερύθρων για μη επεμβατική ανίχνευση καρδιακού ρυθμού.

Η ένδειξη και η καταγραφή της κλίσης της γωνίας κεφαλής του κρεβατιού (πάνω μέρος) είναι σημαντική για την πρόληψη δευτερογενών καταστάσεων που σχετίζονται με την ακινησία και οι προϋποθέσεις σχετικά με την κατάστασή της ποικίλλουν ανάλογα με την κατάσταση του ασθενούς (η πρόληψη των ελκών πίεσης απαιτεί χαμηλές γωνίες). Οι διασωληνωμένοι ασθενείς χρειάζονται γωνίες ανάπαυσης κεφαλής άνω των 30 μοιρών, σύμφωνα με την εμπειρία του νοσηλευτικού και ιατρικού προσωπικού).

Τέλος, η βοήθεια κίνησης ασθενούς είναι ένας άλλος τομέας έρευνας που εκτιμάται για τη φροντίδα των ηλικιωμένων και ατόμων με ειδικές ανάγκες, με ερευνητικές λύσεις, καθώς και συσκευές έτοιμες για καταναλωτές που ενσωματώνουν τέτοια χαρακτηριστικά, έτσι ώστε η συσκευή να υποστηρίζει την κίνηση του ασθενούς.

Τα ιατρικά κρεβάτια έχουν αλλάξει τις τελευταίες δεκαετίες, από τεχνολογική, αισθητική και λειτουργική άποψη. Τα έξυπνα ιατρικά κρεβάτια είναι μια ολοκληρωμένη σύνθεση αυτών των τριών. Με την αύξηση της τεχνογνωσίας των χρηστών, η αποδοχή νέων τεχνολογιών σε έξυπνα κρεβάτια και αξεσουάρ πιθανότατα θα συνεχίσει να αυξάνεται στις ανεπτυγμένες περιοχές, φτάνοντας σε πιο περίπλοκες, αναβαθμισμένες και ακόμη και τολμηρές εφευρέσεις στο εγγύς μέλλον. Το μέλλον των ιατρικών κρεβατιών θα

διαμορφωθεί από την συνεχή, συνειδητή ενσωμάτωση τεχνολογιών στο περιβάλλον υγειονομικής περίθαλψης. Μια προοπτική ανάλυσης σχετικά με την εξέλιξη των συστημάτων υγειονομικής περίθαλψης θα είναι απαραίτητη για τον καθορισμό των κατάλληλων στρατηγικών, προκειμένου να παρέχονται καλύτερες, προσαρμοσμένες υπηρεσίες. Όσον αφορά τους ασθενείς και τα περιβάλλοντα, η έρευνα προχωρά στον δρόμο της παροχής περαιτέρω λειτουργικότητας και ενσωμάτωσης στο ιατρικό κρεβάτι. Η ενσωματωμένη παρακολούθηση, οι αυτόνομες χορηγήσεις και τα συστήματα με δυνατότητα προσβασιμότητας μπορούν να εκμεταλλευτούν πλήρως τις δυνατότητες αυτών των συσκευών, ενώ ταυτόχρονα θέτουν μελλοντικές προκλήσεις στην ανάπτυξη αξιόπιστων λύσεων για άτομα με ειδικές ανάγκες. Η ανάγκη για διεπιστημονική διορατικότητα, στην πραγματικότητα, θα γίνει πιο επείγουσα στην ανάπτυξη επιτυχημένων λύσεων υγειονομικής περίθαλψης. Η έρευνα και η μελέτη για λύσεις που σχετίζονται με την υγειονομική περίθαλψη και το περιβάλλον είναι μεγάλης ανάγκης σε ένα πλαίσιο γηράσκοντος πληθυσμού παγκοσμίως.

2.6 Συμπεράσματα

Τα έξυπνα ιατρικά κρεβάτια έχουν εμφανιστεί τις τελευταίες δεκαετίες ως ολοκληρωμένες λύσεις για τη φροντίδα των ασθενών, τη βοήθεια και την παρακολούθηση, με βάση μια ολοκληρωμένη, διεπιστημονική διαδικασία σχεδιασμού. Η παγκόσμια αγορά ιατρικών κρεβατιών είναι επί του παρόντος ευρεία, ανταγωνιστική και εξακολουθεί να έχει δυνατότητες εξάπλωσης. Αναπτύσσονται ειδικές συσκευές για διαφορετικές ομάδες ασθενών και η λειτουργικότητα υψηλού επιπέδου κάτω από εξατομικευμένες λύσεις αποτελεί κοινό χαρακτηριστικό αυτών των συσκευών. Η έρευνα προωθεί επίσης συνεχώς νέες ή ενημερωμένες ενσωματώσεις τεχνολογίας σε αυτήν την οικογένεια συσκευών. Αναμένεται ότι αυτές οι αλλαγές θα συνεχίσουν να επεκτείνονται σε περαιτέρω προσαρμογές αυτοματισμού και σχεδίασης, με το έξυπνο κρεβάτι να αποτελεί την καρδιά του έξυπνου περιβάλλοντος φροντίδας ασθενών του μέλλοντος. Η ολοκλήρωση των έξυπνων κρεβατιών δεν θα επιτευχθεί μόνο με μεμονωμένες τεχνολογικές ή μορφολογικές εξελίξεις, αλλά όταν ενσωματώνονται απρόσκοπτα στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης, επιτρέποντας πιο αποτελεσματικές προσπάθειες για τους φροντιστές και πιο φιλικά περιβάλλοντα για τους ασθενείς.

3 Βιβλιογραφική έρευνα

Στο παρόν κεφάλαιο έγινε προσπάθεια να παρουσιαστεί κομμάτι της βιβλιογραφικής έρευνας που έγινε για τη συγγραφή της εργασίας. Στόχος του κεφαλαίου είναι να αναδειχθεί η αναγκαιότητα του συστήματος χαρτογράφησης πίεσης για κλινικής ασθενής και η παρουσίαση πανομοιότυπων συστημάτων.

Σε έρευνα, με επικεφαλής τους Gunningberg & Carli, που πραγματοποιήθηκε στη Σουηδία το 2014 [4], είχε διπλό χαρακτήρα. Από τη μία να περιγράψει τις δεξιότητες επανατοποθέτησης ασθενών σε κρεβάτι από νοσοκόμους και βοηθούς νοσοκόμων σε σχέση με την υπάρχουσα σωματική τους στάση και τη θεωρητική γνώση της πρόληψης του έλκους πίεσης (PU). Από την άλλη να αξιολογηθεί εάν το σύστημα συνεχούς χαρτογράφησης πίεσης αποτελεί για το προσωπικό ένα χρήσιμο εργαλείο για τη βελτιστοποίηση της επανατοποθέτησης του ασθενούς.

Οι εγγεγραμμένοι νοσοκόμοι ($n=19$) και οι βοηθοί νοσοκόμων ($n=33$), που πήραν μέρος στην έρευνα, εργάστηκαν σε ζευγάρια και τους δόθηκε η εντολή να τοποθετήσουν δύο εθελοντές (ηλικίας άνω των 70 ετών) στην καλύτερη θέση μείωσης της πίεσης (πλευρική και ύπτια), πρώτα χωρίς να δουν το σωρευτικό πίεσης και μετά ξανά μετά από ανατροφοδότηση. Συνολικά, πραγματοποιήθηκαν 240 θέσεις. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι για το ίδιο άτομο με τον ίδιο διαθέσιμο εξοπλισμό μείωσης της πίεσης, η μέγιστη πίεση διέφερε σημαντικά μεταξύ των ζευγαριών νοσηλευτικής. Η μείωση της πίεσης στην πλευρική θέση φαίνεται να είναι η πιο δύσκολη. Οι μέγιστες πιέσεις μειώθηκαν σημαντικά, με βάση την οπτική ανάδραση. Αυξήθηκε επίσης ο αριθμός των προληπτικών παρεμβάσεων, καθώς και η άνεση των ασθενών. Για τις νοσοκόμες ως ομάδα, η βαθμολογία γνώσεων ήταν 59,7% και η βαθμολογία συμπεριφοράς ήταν 88,8%. Η οπτική ανάδραση σε πραγματικό χρόνο των σημείων πίεσης φαίνεται να παρέχει μια άλλη διάσταση για να συμπληρώσει τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την πρόληψη των έλκων πίεσης.

Η αποτελεσματικότητα της επανατοποθέτησης βρήκε ότι μόνο τρία τυχαία έλκη πίεσης (PU) είναι κοινά, αν και πολύ προληπτικά, συμβάντα σε νοσοκομεία παγκοσμίως, με

μεγάλες ευρωπαϊκές μελέτες να τοποθετούν ποσοστά επικράτησης έλκων πίεσης μεταξύ 9,0% και 18,1%. Οι ασθενείς με έλκη πίεσης των έλκων πίεσης U συχνά υποφέρουν από πόνο και συναισθηματική ταλαιπωρία ως αποτέλεσμα της μη βέλτιστης αντιμετώπισης, η οποία με τη σειρά της δημιουργεί σημαντική επιβάρυνση όσον αφορά το άμεσο και έμμεσο κόστος για τα δημόσια συστήματα υγειονομικής περίθαλψης και σε αυτούς που χρήζουν υγειονομικής περίθαλψης στην Ευρώπη.

Από τις πολλές κατευθυντήριες γραμμές για την πρόληψη του έλκους πίεσης, οι περισσότερες υποστηρίζουν ότι το έλκος πίεσης μπορεί να αποφευχθεί με την ύπαρξη τεκμηριωμένων συστημάτων σε οργανωτικό επίπεδο, μέσω κλινικής αξιολόγησης κινδύνου και καλά ενημερωμένων ασθενών. Η ανακούφιση από την πίεση (π.χ. τοποθέτηση, στρώματα μείωσης της πίεσης, μαξιλάρια καρέκλας) είναι η βάση των προληπτικών μέτρων. Ωστόσο, μερικές μελέτες δείχνουν ότι οι νοσηλευτές δεν γνωρίζουν πάντα τη σημασία της .

Μια πρόσφατη ανασκόπηση του Cochrane όσον αφορά την αποτελεσματικότητα της επανατοποθέτησης κατέληξε στο συμπέρασμα ότι εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη έγκυρης αξιολόγησης σχετικά με την συχνότητα επανατοποθέτησης ασθενών αλλά και την εγκυρότητα αυτής ώστε να προληφθεί ενδεχόμενη εμφάνιση έλκους πίεσης. Επί του παρόντος δεν υπάρχουν ακριβή και ευνόητα στοιχεία σε σχέση με την ακριβή γωνία που θα πρέπει να έχει το κρεβάτι. Για παράδειγμα δεν είναι σίγουρο ότι στις 30 μοίρες υπάρχουν λιγότερες πιθανότητες εμφάνισης έλκους από τις 90 μοίρες ούτε καλές ενδείξεις για την επίδραση της επανατοποθέτησης του ασθενούς ανά τακτά χρονικά διαστήματα.

Στη Σουηδία, ξεκίνησε μια εθνική πρωτοβουλία για την ασφάλεια των ασθενών το 2007, με έναν από τους τομείς εστίασης να είναι το έλκος πίεσης. Η δημόσια αναφορά του επιπολασμού του έλκους κατάκλισης, η οποία επιτρέπει τη συνεργασία μεταξύ ιδρυμάτων, είναι πλέον διαθέσιμη, οι κατευθυντήριες γραμμές βάσει αποδεικτικών στοιχείων έχουν διαδοθεί και οι εθνικοί στόχοι έχουν οριστεί. Αν και έχουν καταβληθεί προσπάθειες σε εθνικό επίπεδο για την ενθάρρυνση της πρόληψης των έλκων πίεσης, το ποσοστό επικράτησης εξακολουθεί να είναι 16,1%. Η απουσία προληπτικών παρεμβάσεων όπως η χρήση στρωμάτων μείωσης της πίεσης και σχεδίων πρόληψης, η διαχείριση των έλκων πίεσης δεν μπορεί να θεωρηθεί αποδεκτή. Ο Gunningberg, διαπίστωσε ότι οι γνώσεις σχετικά με την πρόληψη των έλκων πίεσης στο νοσηλευτικό προσωπικό στη Σουηδία ήταν ανεπαρκείς, ιδίως όσον αφορά τη μείωση του βαθμού και της διάρκειας της ενδοϋπηρεσιακής εκπαίδευσης. Άλλες μελέτες δείχνουν ότι υπάρχει περιθώριο βελτίωσης όσον αφορά τη γνώση της πρόληψης έλκων πίεσης, όχι μόνο μεταξύ των Σουηδών νοσοκόμων.

Μέχρι πρόσφατα, δεν ήταν δυνατή η αποτελεσματική ανακούφιση της πίεσης των παρεμβάσεων πρόληψης των έλκων πίεσης των νοσοκόμων σε πραγματικό χρόνο. Αντίθετα, η ανάπτυξη ενός έλκους ήταν η απόδειξη, μετά το γεγονός, της αποτυχίας στη μείωση της πίεσης. Ένα προϊόν που κυκλοφόρησε πρόσφατα, το σύστημα συνεχούς χαρτογράφησης πίεσης (CBPM), ισχυρίζεται ότι παρέχει ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τα μέρη του σώματος που εκτίθενται σε δυνητικά επιβλαβείς πιέσεις σε κλινικές ασθενείς. Μέχρι στιγμής, δύο μελέτες έχουν αξιολογήσει αυτό το σύστημα σε

περιβάλλον κρίσιμης φροντίδας στις Ηνωμένες Πολιτείες. Επομένως, δικαιολογείται η αξιολόγηση της χρησιμότητας του CBPM σε άλλα κλινικά πλαίσια.

3.1 Μελέτη

Μια ποσοτική μελέτη πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας έναν περιγραφικό, συγκριτικό σχεδιασμό. Οι συνεδρίες παρατήρησης της επανατοποθέτησης συνδυάστηκαν με ένα ερωτηματολόγιο σχετικά με τις γνώσεις και τις στάσεις που σχετίζονται με τα έλκη πίεσης.

Ένα δείγμα 19 εγγεγραμμένων νοσοκόμων (RNs) και 33 βοηθών νοσοκόμων (ANs) προσλήφθηκαν από το Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Uppsala των 1000 κρεβατιών στη Σουηδία. Οι νοσοκόμες ήταν όλες γυναίκες, εκτός από τρεις άνδρες. Τα δημογραφικά δεδομένα για το 71,2% ($n=37$) του δείγματος που συμπλήρωσαν τα ερωτηματολόγια γνώσης σχετικά με τα έλκη πίεσης και τοποθέτησης παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1.

	Total ($n=37$)	RN ($n=12$)	AN ($n=25$)
Age (years) [mean (SD) range]	47.4 (11.7) 20–63	46.3 (13.5) 24–63	47.9 (11.1) 20–63
Work experience (years) [mean (SD) range]	20.1 (15.2) 1–46	21.3 (18.1) 2–44	19.5 (13.9) 1–46
Pressure ulcer ward nurse (n)	14	3	11
Bachelor of nursing (n)	7	7	0
In-service education* ; 1 hour to half day (n)	8	3	5
In-service education* ; 1 day or more (n)	17	5	12
Post-graduate university course* (n)	2	2	0

Πίνακας 3.1 Δημογραφικά δεδομένα για εγγεγραμμένους νοσηλευτές (RNs) και βοηθούς νοσηλευτών (ANs). [4]

3.2 Η συνεχής χαρτογράφηση πίεσης

Το σύστημα αποτελείται από ένα ταμπλό ανίχνευσης πίεσης και μια μονάδα ελέγχου. Το στρώμα περιέχει χιλιάδες αισθητήρες που έχουν σχεδιαστεί για τη μέτρηση των επιπέδων πίεσης μεταξύ 0 και 180 mm Hg. Η μονάδα ελέγχου είναι ένας μικρός υπολογιστής με οθόνη, ο οποίος ανακτά συνεχώς δεδομένα πίεσης. Αυτά τα δεδομένα εμφανίζονται στην οθόνη σε πραγματικό χρόνο, έγχρωμες εικόνες και απεικονίζουν τον τρόπο με τον οποίο κατανέμεται η πίεση στη διεπαφή body-mat. Τα χρώματα που εμφανίζονται στην οθόνη

είναι σχετικά με ένα ανώτερο όριο πίεσης, το οποίο προγραμματίζεται στη μονάδα ελέγχου από τη νοσοκόμα. Το κόκκινο σημαίνει περιοχές υψηλής πίεσης, που ορίζονται σε αυτή τη μελέτη να είναι ≥ 60 mm Hg. Τα χρώματα από μπλε σε σκούρο πορτοκαλί σημαίνουν μια αυξανόμενη πίεση από 10 σε < 60 mm Hg.

3.3 Παρατήρηση επανατοποθέτησης: πίεση αιχμής, αριθμός παρεμβάσεων και άνεση

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο Κέντρο Κλινικής Κατάρτισης του πανεπιστημιακού νοσοκομείου. Για τους σκοπούς αυτής της μελέτης, προσλήφθηκαν δύο εθελοντές, (ένας άνδρας και μία γυναίκα) άνω των 70 ετών και με φυσιολογικούς δείκτες μάζας σώματος ως «ασθενείς» (Πίνακας 3.2). Σε αυτούς τους ασθενείς δόθηκαν ξεχωριστά δωμάτια. Τα κρεβάτια τους ήταν εξοπλισμένα με ένα βέλτιστο στρώμα πέντε ζωνών, ένα συνήθως χρησιμοποιούμενο στρώμα αφρού μείωσης πίεσης στο νοσοκομείο, και ένα στρώμα CBPM τοποθετήθηκε πάνω από κάθε στρώμα και κάτω από ένα σεντόνι. Το κρεβάτι θα μπορούσε να ανασηκωθεί σε σχέση με το πάτωμα και το πάνω άκρο (πλευρά κεφαλιού) των κρεβατιών θα μπορούσε να ανυψωθεί και το κάτω άκρο να χαμηλώσει ανεξάρτητα. Κάθε κρεβάτι ήταν εφοδιασμένο με ένα μεγάλο μαξιλάρι στο κεφάλι του στρώματος, το οποίο ήταν εντελώς οριζόντιο στην αρχή κάθε συνεδρίας παρατήρησης. Οι ασθενείς έλαβαν οδηγίες να είναι σωματικά παθητικοί και να απέχουν από την παροχή προφορικών προτροπών ή συμβουλών σχετικά με τον τρόπο βελτίωσης της άνεσης.

	Height (cm)	Weight (kg)	BMI	Age (years)
Male 1	192	88	23.9	71
Female 1	162	62	23.9	75
Male 2	176	91	29.4	69
Female 2	162	53	19	80

BMI, body mass index.

Πίνακας 3.2: Σώματος και ηλικίας εθελοντών. Ύψος (cm), Βάρος (kg), Ηλικία (έτη) [4].

Οι νοσοκόμοι και οι βοηθοί, δούλεψαν σε ζευγάρια και τους δόθηκε εντολή να τοποθετήσουν τον ασθενή στην καλύτερη θέση μείωσης πίεσης χρησιμοποιώντας την επιλογή των παρεμβάσεων μείωσης πίεσης. Εκτός από το μαξιλάρι στο κεφάλι του κρεβατιού, οι νοσοκόμοι είχαν στη διάθεσή τους δύο μεγάλα μαξιλάρια, τέσσερα μικρά μαξιλάρια, ένα προστατευτικό μαξιλάρι, δύο σφήνες και ένα πάπλωμα. Για τους σκοπούς αυτής της μελέτης, κάθε μαξιλάρι, ή προστατευτικό μαξιλάρι και ούτω καθεξής, και η προσαρμογή στη θέση του πλαισίου κρεβατιού μετρήθηκε ως παρέμβαση μείωσης της πίεσης. Έτσι, τα ζευγάρια θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν το πολύ 13 παρεμβάσεις μείωσης της πίεσης σε σύγκριση με την αρχική οριζόντια θέση του κρεβατιού με ένα μαξιλάρι.

Χρησιμοποιήθηκε ένα πρωτόκολλο ειδικής μελέτης για την καταγραφή της μέγιστης πίεσης, της άνεσης και του αριθμού των παρεμβάσεων μείωσης της πίεσης στο σημείο που

οι νοσηλευτές τελικά ήταν ικανοποιημένοι ότι ο ασθενής τους τοποθετήθηκε στην καλύτερη θέση μείωσης της πίεσης. Οι ασθενείς τοποθετήθηκαν αρχικά στην πλευρική θέση και οι μετρήσεις καταγράφηκαν σύμφωνα με το πρωτόκολλο. Στη συνέχεια, η πλευρική θέση του ασθενούς προσαρμόστηκε με τη βοήθεια ανατροφοδότησης από την οθόνη CBPM και καταγράφηκε ένα δεύτερο σύνολο μετρήσεων. Αυτή η διαδικασία επαναλήφθηκε με τον ασθενή σε ύπτια θέση, δίνοντας έτσι τέσσερις καταγεγραμμένες θέσεις ανά ασθενή και νοσηλευτικό ζεύγος. Κάθε νοσηλευτικό ζεύγος στη συνέχεια επανέλαβε την ίδια διαδικασία στον δεύτερο ασθενή. Όλα τα ζευγάρια ολοκλήρωσαν τη συνεδρία, η οποία περιλάμβανε επίσης οδηγίες και πληροφορίες σχετικά με μια προγραμματισμένη επόμενη συνεδρία μέσα σε μια ώρα.

Μετά από 3 μήνες, οι ίδιοι νοσοκόμοι και οι βοηθοί, κλήθηκαν να συμμετάσχουν σε μια επόμενη συνεδρία. Οι συνεδρίες επανατοποθέτησης επαναλήφθηκαν με τέσσερις νέους εθελοντές με διαφορετικούς τύπους σώματος (δύο υπέρβαρα αρσενικά και δύο λιποβαρής γυναίκες) (Πίνακας 3.2). Στο τέλος των συνεδριών, ζητήθηκε από τις νοσοκόμες να αξιολογήσουν δύο δηλώσεις σχετικά με τη χρησιμότητα του συστήματος CBPM. «Πιστεύω ότι το σύστημα CBPM είναι ένα πολύτιμο συμπλήρωμα στις υπάρχουσες παρεμβάσεις μείωσης της πίεσης για την πρόληψη των ελκών» και «νομίζω ότι ήταν εύκολο να ερμηνεύσουμε τα δεδομένα στην οθόνη CBPM». Υπήρχαν τέσσερις εναλλακτικές λύσεις απόκρισης με τα τελικά σημεία του "Συμφωνώ εντελώς" και "Μην συμφωνείτε καθόλου".

3.4 Ερωτηματολόγιο - γνώση και στάσεις έλκους πίεσης

Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε 26 στοιχεία από τα οποία προέρχονται έξι διαφορετικά θέματα: (i) αιτιολογία και ανάπτυξη, (ii) ταξινόμηση και παρατήρηση, (iii) διατροφή, (iv) εκτίμηση κινδύνου, (v) μείωση του μεγέθους και (vi) μείωση της διάρκειας της πίεσης και της διάτμησης. Οι ερωτήσεις σχετικά με τη στάση απέναντι στην πρόληψη του έλκους πίεσης περιλαμβάνουν 13 στοιχεία / δηλώσεις σε κλίμακα Likert 4 σημείων (1=συμφωνώ απόλυτα με 4=διαφωνώ απόλυτα). Μια μέση βαθμολογία γνώσης >60% και μια μέση βαθμολογία συμπεριφοράς >75% θεωρούνται ικανοποιητικές. Το ερωτηματολόγιο είχε προηγουμένως μεταφραστεί στα Σουηδικά. Στο τέλος του ερωτηματολογίου συμπεριλήφθηκε ένα άλλο σύνολο ερωτήσεων σχετικά με το φύλο, το είδος και το επίπεδο εκπαίδευσης και νοσηλευτικής νοσοκόμων.

3.5 Αποτελέσματα

3.5.1 Μέγιστη πίεση, αριθμός παρεμβάσεων και άνεση

Εννέα ζεύγη βοηθών νοσοκόμων, δεκαεπτά ζεύγη νοσοκόμων και τέσσερα ανάμεικτα ζεύγη πραγματοποίησαν 120 θέσεις χωρίς CBPM και επιπλέον 120 με τη βοήθεια του CBPM. Τρεις μήνες αργότερα, 8 RN και 8 ANs επέστρεψαν για να συμμετάσχουν στη μελέτη παρακολούθησης. Όπως εξηγήθηκε νωρίτερα, με την ευκαιρία που ένας άνισος αριθμός νοσοκόμων ήρθε στη συνεδρία, μια επιπλέον νοσοκόμα ήταν διαθέσιμη για να δημιουργήσει ένα ζευγάρι. Αυτό παρείχε 10 ζεύγη για να εκτελέσει 40 επανατοποθετήσεις χωρίς ανατροφοδότηση από το CBPM και 40 με τη βοήθεια του CBPM.

Οι μέγιστες πιέσεις ήταν υψηλότερες για τον πρώτο άντρα σε σύγκριση με την πρώτη γυναίκα και υψηλότερες σε πλευρικές θέσεις σε σύγκριση με ύπτια θέση (Πίνακας 3.3). Οι μέγιστες πιέσεις για τον ίδιο ασθενή κυμαίνονταν από 44 έως 95 mm Hg. Η τοποθέτηση ασθενών με ανατροφοδότηση από τη μονάδα ελέγχου μείωσε σημαντικά τις μέγιστες πιέσεις σε όλες τις θέσεις. Ο αριθμός των παρεμβάσεων αυξήθηκε σημαντικά και το επίπεδο άνεσης σε όλες τις θέσεις ήταν μεγαλύτερο με οπτική ανάδραση, εκτός από μία.

Τα ζεύγη βοηθών νοσοκόμων τοποθέτησαν τόσο τον πρώτο άντρα όσο και την πρώτη γυναίκα στην ύπτια θέση μετά από ανατροφοδότηση από το CBPM, οι μέγιστες πιέσεις ήταν χαμηλότερες ($P=0.014$, $P=0.031$), τα επίπεδα άνεσης ήταν υψηλότερα ($P=0.035$, $P=0.006$) και χρησιμοποιήθηκαν περισσότερες προληπτικές παρεμβάσεις ($P=0.002$, $P=0.031$) σε σύγκριση με τα ζεύγη των νοσοκόμων. Τα ζεύγη των βοηθών χρησιμοποίησαν σημαντικά αυξημένο αριθμό παρεμβάσεων σε όλες τις θέσεις εκτός από την πλευρική θέση χωρίς ανατροφοδότηση.

Κατά την παρακολούθηση των 3 μηνών, οι μέγιστες πιέσεις μειώθηκαν σημαντικά μετά την ανατροφοδότηση από το CBPM και στις δύο θέσεις για την δεύτερη γυναίκα. Για τον δεύτερο άντρα, οι πιέσεις αιχμής μειώθηκαν σημαντικά μετά την ανατροφοδότηση μόνο στην πλευρική θέση και έλαβε επίσης σημαντικό αριθμό προληπτικών παρεμβάσεων (Πίνακας 3.4).

Οι νοσοκόμες συμφώνησαν πλήρως ($n=12$) ή σε μεγάλο βαθμό ($n=4$) ότι το σύστημα CBPM ήταν ένα πολύτιμο συμπλήρωμα στις υπάρχουσες παρεμβάσεις μείωσης της πίεσης. Όλες οι νοσοκόμες ($n=16$) συμφώνησαν πλήρως ότι ήταν εύκολο να ερμηνευθούν τα δεδομένα στην οθόνη CBPM.

	Male 88 kg – normal BMI			Female 62 kg – normal BMI		
	Without feedback	With feedback	P-value	Without feedback	With feedback	P-value
<i>Lateral left</i>						
Mean peak pressure, mm Hg (SD)	67.3 (13.3)	54.9 (8.3)	0.000	47.5 (7.1)	43.2 (4.0)	0.001
Min-max	44–95	41–70		37–67	37–52	
Number of interventions	4.2	4.9	<0.001	4.1	4.6	0.002
Mean comfort	8.0	8.4	<0.001	9.1	9.4	0.084
<i>Supine</i>						
Mean peak pressure, mm Hg (SD)	50.3 (4.6)	45.3 (6.9)	<0.001	39.2 (4.5)	37.7 (3.6)	0.021
Min-max	37–58	31–57		29–49	29–43	
Number of interventions	3.8	4.9	<0.001	4.1	4.6	0.001
Mean comfort	8.4	8.8	<0.001	8.7	9.5	<0.001

Πίνακας 3.3: Πίεση αιχμής, αριθμός παρεμβάσεων και άνεση σε πλευρικές και ύπτια θέση χωρίς και με ανατροφοδότηση από το σύστημα CBPM. [4]

3.5.2 Γνώση και στάσεις για την αποφυγή ενδεχόμενου έλκους κατάκλισης

Η μέση βαθμολογία γνώσεων για το συνολικό δείγμα ήταν 59,7%. Η υψηλότερη βαθμολογία ήταν στο θέμα της «διατροφής» (86,5%) και η χαμηλότερη βαθμολογία ήταν στο θέμα «μείωση της ποσότητας πίεσης και διάτμησης» (52,1%). Δεν υπήρχαν σημαντικές

διαφορές μεταξύ νοσοκόμων και βοηθών νοσοκόμων σχετικά με τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου ($P=0,760$, $t = -0,308$, $df 35$). Πέντε (26,3%) νοσοκόμες και 14 (42,4%) βοηθοί δεν έφτασαν το σκορ γνώσεων του 60%. Η μέση βαθμολογία συμπεριφοράς για το συνολικό δείγμα ήταν 88,8%, χωρίς σημαντική διαφορά ($P=0,599$, $t = -0,530$, $df 35$) μεταξύ νοσοκόμων (87,9%) και βοηθών (89,2%). Υπήρχαν δύο νοσοκόμοι που δεν έφτασαν το όριο του 75% (Πίνακας 3.5).

	Male 91 kg – high BMI			Female 52 kg – low BMI		
	Without feedback	With feedback	P-value	Without feedback	With feedback	P-value
<i>Lateral left</i>						
Mean peak pressure, mm Hg (SD)	49.4 (3.7)	43.1 (4.2)	0.011	46.2 (12.4)	40.4 (10.5)	0.008
Min-max	44-56	37-49		32-76	24-61	
Number of interventions	5.6	6.0	0.037	4.8	4.7	0.591
Mean comfort	7.6	8.1	0.052	8.4	8.8	0.223
<i>Supine</i>						
Mean peak pressure, mm Hg (SD)	40.5 (3.9)	39.9 (4.7)	0.778	35.3 (5.3)	32.3 (6.3)	0.019
Min-max	35-47	35-52		27-43	22-41	
Number of interventions	3.7	4.6	0.159	3.9	4.1	0.678
Mean comfort	8.3	8.4	0.343	9.1	9.6	0.052

Πίνακας 3.4 Τρεις μήνες παρακολούθησης: Μέγιστη πίεση, παρεμβάσεις και άνεση σε πλευρικές και ύπτιες θέσεις χωρίς και με ανατροφοδότηση από το σύστημα CBPM. [4]

	Total (n=37)		RN (n=12)		AN (n=25)		P-value
	m	SD	m	SD	m	SD	
<i>Themes</i>							
Aetiology and causes	64.0	25.6	70.8	27.6	60.7	24.5	
Classification and observation	49.2	20.3	50.0	23.4	48.8	19.2	
Risk assessment	67.6	35.8	79.2	33.4	62.0	36.2	
Nutrition	86.5	34.7	75.0	45.2	92.0	27.7	
Reduction in the amount of pressure and shear	52.1	23.1	51.2	21.5	52.6	24.3	
Reduction in the duration of pressure and shear	66.5	18.3	61.7	21.7	68.8	16.4	
Total score	59.6	13.7	60.6	16.3	59.1	12.6	0.760

Πίνακας 3.5 Γνώση σχετικά με το έλκος κατάκλισης των εγγεγραμμένων νοσοκόμων και βοηθών νοσοκόμων. [4]

Στις περισσότερες περιπτώσεις, οι μέσες μέγιστες πιέσεις μειώθηκαν σημαντικά με οπτική ανάδραση από την οθόνη CBPM. Υπήρξε αύξηση του αριθμού των προληπτικών παρεμβάσεων που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και στο επίπεδο άνεσης. Για τις νοσοκόμες ως ομάδα, η βαθμολογία γνώσεων ήταν 59,7% και η βαθμολογία συμπεριφοράς ήταν 88,8%.

Τα δεδομένα μας δείχνουν υψηλό βαθμό διακύμανσης στη θέση των ασθενών. Για το ίδιο άτομο με τον ίδιο διαθέσιμο εξοπλισμό μείωσης της πίεσης, η μέγιστη πίεση ποικίλλει. Αυτό υποδηλώνει ότι η ποιότητα της νοσηλευτικής φροντίδας διαφέρει ανάλογα με το άτομο που εκτελεί την επανατοποθέτηση, ακόμα και όταν οι επιφάνειες στήριξης και ο

διαθέσιμος εξοπλισμός είναι οι ίδιοι. Η μείωση της πίεσης στους ασθενείς στην πλευρική θέση φαίνεται να είναι η πιο δύσκολη για τους νοσηλευτές. Η υψηλότερη καταγεγραμμένη πίεση πριν από την ανατροφοδότηση από την οθόνη CBPM ήταν 95 mm Hg για τον πρώτο άντρα με φυσιολογικό δείκτη μάζας σώματος (BMI) και 76 mm Hg για τη δεύτερη γυναίκα με χαμηλό ΔΜΣ. Φαίνεται σημαντικό να γνωρίζετε τις διαφορές στα σώματα των ασθενών και πώς επηρεάζουν τα σημεία πίεσης.

Η επανατοποθέτηση βελτιώθηκε μετά από ανατροφοδότηση από την οθόνη CBPM. Παρατηρήσαμε ότι μετά από ανατροφοδότηση, οι νοσοκόμοι έγιναν πιο επινοητικοί, αποκλίνουν από τις κανονικές τους ρουτίνες και δοκίμασαν άλλες μεθόδους τοποθέτησης. Χρησιμοποίησαν επίσης σημαντικά μεγαλύτερο αριθμό μαξιλαριών, καθώς και τη λειτουργία ανύψωσης ή χαμηλώματος των άκρων του κρεβατιού. Οι ασθενείς ανέφεραν το επίπεδο άνεσής τους σχετικά καλό σε όλες τις θέσεις, αλλά αρκετά καλύτερο μετά την ανατροφοδότηση.

Είναι σημαντικό να κατανοηθεί ότι τα χρώματα στην οθόνη CBPM είναι σχετικά και όχι απόλυτοι δείκτες του κινδύνου για την ανάπτυξη έλκους. Μια «ασφαλής» πίεση διεπαφής για ένα άτομο μπορεί να είναι πρωταρχικός παράγοντας που οδηγεί σε καταστροφή ιστού σε ένα άλλο άτομο. Η πρόληψη των έλκων πίεσης είναι μία από τις βασικές αρχές της φροντίδας και θεωρείται συχνά δεδομένο ότι οι νοσοκόμες ξέρουν πώς να επανατοποθετούν τους ασθενείς. Η οπτική ανάδραση από ένα σύστημα χαρτογράφησης, όπως το σύστημα CBPM, μπορούν να βοηθήσουν τις νοσοκόμες να παρέχουν υψηλότερη ποιότητα φροντίδας.

Οι νοσοκόμες έχουν την επίσημη ευθύνη για την αξιολόγηση του κινδύνου για έλκος κατάκλισης και τη δημιουργία κατάλληλων σχεδίων φροντίδας. Ωστόσο, οι βοηθοί νοσοκόμων ήταν πολύ πιο ικανοί στη μείωση της πίεσης. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι περισσότερες παρεμβάσεις πρόληψης έλκους κατάκλισης ανατίθενται σε βοηθούς νοσηλευτές στη Σουηδία και έχουν περισσότερη εμπειρία στο συγκεκριμένο θέμα.

Τα αποτελέσματά μας αποκαλύπτουν ότι η βαθμολογία γνώσεων δεν έφτασε το όριο του 60% που πρότεινε ο Beeckman. Αν και το επίπεδο γνώσεων σχετικά με τη μείωση της ποσότητας πίεσης και διάτμησης ήταν χαμηλό (52,1%), ήταν κάπως υψηλότερο από αυτό που παρατηρήθηκε σε μια πολυκεντρική μελέτη (47,5%), συμπεριλαμβανομένων 415 σουηδικών νοσοκόμων και βοηθών. Και στις δύο μελέτες, το θέμα της «διατροφής» συμπλήρωσε υψηλή βαθμολογία γνώσεων (86,5% έναντι 83,1%).

Τόσο οι νοσοκόμοι όσοι και οι βοηθοί στη μελέτη μας ανέφεραν ότι το σύστημα CBPM ήταν ένα χρήσιμο εργαλείο που ήταν επίσης εύκολο να κατανοηθεί. Τα αποτελέσματά μας επιβεβαιώνουν αυτά των Siddiqui *et al.* ο οποίος διαπίστωσε ότι το 90% των νοσηλευτών στη μονάδα εντατικής θεραπείας (ICU) ανέφεραν ότι το σύστημα CBPM συνέβαλε στη βελτίωση της ανίχνευσης και της ανακούφισης της πίεσης, το 88% δήλωσε ότι το CBPM τους βοήθησε με πρωτόκολλα επαναφοράς και το 84% ανέφερε ότι ο χάρτης πίεσης διευκόλυνε στην αποτελεσματικότερη επανατοποθέτηση των ασθενών. Νωρίτερα, η χαρτογράφηση πίεσης χρησιμοποιήθηκε συχνά για ασθενείς με σύνθετες ανάγκες ως προς

τη θέση που μπορούν να έχουν, ως μέρος της διαδικασίας αξιολόγησης για προσαρμοσμένες θέσεις.

Ωστόσο, το πεδίο της χαρτογράφησης της κλινικής πίεσης έχει αναπτυχθεί σημαντικά κατά την τελευταία δεκαετία ως αποτέλεσμα βελτιωμένης τεχνολογίας και γραφικών διεπαφών χρήστη, και τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι το σύστημα CBPM θα μπορούσε να προσφέρει κλινική χρησιμότητα. Μια πρόσφατη ελεγχόμενη μελέτη που περιελάμβανε 422 ασθενείς σε ΜΕΘ ανέφερε ότι σημαντικά λιγότερα έλκη πίεσης, εμφανίστηκαν στην ομάδα που χρησιμοποίησε το CBPM σε σύγκριση με την ομάδα που πραγματοποιούσε αυτόβουλους ελέγχους, υποδεικνύοντας την αποτελεσματικότητα της οπτικής τροφοδοσίας σε πραγματικό χρόνο στην επανατοποθέτηση των ασθενών για την πρόληψη του σχηματισμού νέου έλκους κατάκλισης.

3.5.3 Συμπεράσματα και συνάφεια με την κλινική πρακτική

Σε αυτή τη μελέτη, οι νοσηλευτές αναγνώρισαν τη σημασία της πρόληψης έλκους. Η γνώση τους σχετικά με τον τρόπο μείωσης της πίεσης και της διάτμησης ήταν ανεπαρκής, ωστόσο η αποτροπή αυτών των προβλημάτων είναι το βασικό στήριγμα της διαχείρισης ενός έλκους. Η οπτική ανάδραση σε πραγματικό χρόνο των σημείων πίεσης φαίνεται να παρέχει μια άλλη διάσταση στην ολοκλήρωση της λήψης αποφάσεων σχετικά με την πρόληψη. Οι συγγραφείς και οι συλλέκτες δεδομένων παρατήρησαν ότι πολλές νοσοκόμες μίλησαν αυθόρμητα κατά την επανατοποθέτηση μετά από οπτική ανατροφοδότηση σχετικά με τα θετικά αποτελέσματα των μικρών προσαρμογών στην επανατοποθέτηση. Παρόλο που τα σχόλια των νοσοκόμων δεν μετρήθηκαν ή καταγράφηκαν συστηματικά, σε συνδυασμό με τη γενική αποδοχή του συστήματος CBPM από τις νοσοκόμες ως ένα εύκολο και χρήσιμο εργαλείο, προτείνουν ότι το σύστημα μπορεί να έχει παιδαγωγική αξία στη διαχείριση ελκών.

3.6 Αλγόριθμοι που έχουν χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες έρευνες

Έχουν γίνει προσπάθειες στο παρελθόν για ανάπτυξη αλγορίθμων για την παρακολούθηση, την πρόληψη και τη διαχείριση ελκών πίεσης, οι οποίοι περιλαμβάνουν: i) Χρονική μελέτη της πίεσης και παρακολούθηση ολόκληρου του σώματος, ii) ταξινόμηση της πίεσης ανάλογα με τη στάση του σώματος, iii) ανίχνευση των άκρων και παρακολούθηση τους, iv) παρακολούθηση της αλλαγής στάσης και εκτίμηση κινδύνου από αυτή, v) εκπαίδευση νοσηλευτικού προσωπικού για τη διαχείριση ελκών πίεσης και vi) αναφορά της κατάστασης του ασθενούς για την αξιοποίηση από το νοσηλευτικό προσωπικό.

Στη χρονική μελέτη της πίεσης που ασκείται σε έναν ασθενή χρησιμοποιείται ένα εύκαμπτο στρώμα που περιέχει ομοιόμορφα διαταγμένους αισθητήρες κατά μήκος του που καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια του κρεβατιού ή ακόμα μπορεί να χρησιμοποιούν αισθητήρες που είναι τοποθετημένοι στο σώμα του ασθενούς με τη μορφή αυτοκόλλητων

ή και ρούχων. Τα δεδομένα των αισθητήρων αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων με μορφή εικόνας και στη συνέχεια αυτή διοχετεύεται σε κεντρική μονάδα επεξεργασίας.

Ένα άλλο σύστημα παρακολούθησης είναι σχεδιασμένο να δημιουργεί ένα προφίλ του ασθενή που περιλαμβάνει τις πληροφορίες που είναι περισσότερο σημαντικές για την παρακολούθηση της συνολικής κατάστασης ενός ασθενή όπως ο χάρτης πίεσης, η κινητικότητα του και η συνολική δραστηριότητα του σώματος, η δομή των άκρων και η παρακολούθηση τους αφού αποτελούν τα πιο επικίνδυνα σημεία για εμφάνιση έλκους πίεσης.

Για να βελτιωθεί οπτικά η ποιότητα της εικόνας που θα παρουσιάζεται χρησιμοποιούνται φίλτρα μορφοποίησης ή χρησιμοποιούνται ακόμα και Γκαουσιανές καμπύλες για ομαλοποίηση της εικόνας. Η εικόνα παρουσιάζεται ως ένας πίνακας με pixel όπου η τιμή κάθε εισόδου αποτελεί την τιμή της πίεσης που πραγματοποιείται σε κάθε αισθητήρα.

4 Λογισμικό Παρακολούθησης Κατακλίσεων Πίεσης

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται ανάλυση του πλήρους συστήματος παρακολούθησης της πίεσης που αναπτύχθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία, που ασκείται από ένα στρώμα σε ασθενή που βρίσκεται κατάκοιτος σε κλίνη αυξημένης φροντίδας για μεγάλο χρονικό διάστημα. Το παρόν σύστημα αναπτύχθηκε με σκοπό την πρόληψη και αποφυγή ενδεχόμενου έλκους κατάκλισης σε τέτοιου είδους ασθενής.

4.1 Αρχιτεκτονική

Σε κλίνες νοσηλείας θα τοποθετηθεί κατάλληλα προσαρμόσιμο στο στρώμα κάλυμμα το οποίο θα περιέχει ενσωματωμένους ηλεκτροπιεστικούς αισθητήρες. Αυτό το πλέγμα αισθητήρων θα είναι ομοιόμορφα κατανεμημένο με σκοπό να είναι όσο το δυνατόν πιο ακριβής η παρακολούθηση του σώματος του ασθενή. Οι αισθητήρες θα λαμβάνουν μετρήσεις πίεσης, όπως αυτές κατανέμονται στην επιφάνεια της κλίνης και στη συνέχεια θα μεταδίδονται στη βάση δεδομένων, μέσω πρωτοκόλλων ασύρματης ή ενσύρματης επικοινωνίας. Τα δεδομένα αυτά θα συλλέγονται σε κεντρική μονάδα επεξεργασίας όπου θα γίνεται και η τελική τους επεξεργασία.

Όσον αφορά την τελική επεξεργασία, έχει δημιουργηθεί ένα σύστημα με σκοπό την εξαγωγή ενός θερμικού χάρτη καταγραφής πίεσης που θα απεικονίζει με πιο θερμά χρώματα τα σημεία εκείνα που ασκείται μεγαλύτερη πίεση ενώ με πιο ψυχρά τα σημεία εκείνα που ασκείται μικρότερη. Θα λαμβάνεται υπόψιν και η διάρκεια κατά την οποία θα υφίσταται αυτή η πίεση. Στόχος είναι να εμφανίζονται αυτά τα αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο ώστε ανά πάσα στιγμή να μπορεί το νοσηλευτικό προσωπικό να παρέμβει.

4.2 Δίκτυο αισθητήρων

Μέχρι σήμερα οι λύσεις που αξιοποιούνται κατά κόρων είναι δύο: είτε η κίνηση του ασθενούς να εξαρτάται αποκλειστικά από τους νοσηλευτές, οι οποίοι αυθαίρετα κινούν τον ασθενή, είτε με τη χρήση στρώματος που κινεί ολόκληρο το σώμα του ασθενή ανά ορισμένο χρονικό διάστημα περιοδικά, χωρίς να λαμβάνει υπόψη του τα μέρη του σώματος που ασκείται περισσότερη και για μεγαλύτερο διάστημα πίεση, προκαλώντας πολλές φορές δυσφορία στον ασθενή.

Στόχος της εργασίας ήταν να βρεθεί η βέλτιστη λύση που αφενός δε θα εξαρτάται η κίνηση του ασθενούς αποκλειστικά από τον υποκειμενικό παράγοντα (κατά βούληση πρωτοβουλία νοσηλευτικού προσωπικού), και αφετέρου δεν θα προκαλεί δυσφορία, λόγω συνεχόμενης κίνησης του στρώματος, στον ασθενή.

Οι περισσότερες τεχνικές ανίχνευσης στάσης στο κρεβάτι χωρίζονται σε κατηγορίες ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται όπως βιντεοκάμερες, μικρόφωνα, αισθητήρες που φοριούνται. Εκτός από την παραβίαση των προσωπικών δεδομένων του χρήστη, ένα σημαντικό τεχνικό μειονέκτημα της χρήσης οπτικών σημάτων και βιντεοκαμερών είναι τα ζητήματα φωτισμού κατά τη συλλογή δεδομένων. Τα οπτικά σήματα επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από μη ομοιόμορφα αντικείμενα και θόρυβο λόγω του χαμηλού επιπέδου φωτός κατά τη διάρκεια της νύχτας. Μια άλλη τεχνική χρησιμοποιεί μετρήσεις Ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ΗΚΓ) για την εκτίμηση των στάσεων του σώματος. Ωστόσο, αυτές οι τεχνικές πάσχουν καθώς οι αισθητήρες που συνδέονται με το σώμα ή τα ρούχα μπορεί να είναι δυσάρεστοι για τους χρήστες. Γι' αυτόν το λόγο, το δίκτυο αισθητήρων επιλέγουμε να περιλαμβάνει, ηλεκτροπιεστικούς αισθητήρες κατά μήκος του στρώματος με τη μορφή πλέγματος [6].

4.3 Βάση δεδομένων

Η βάση δεδομένων περιέχει κατά βάση τα στοιχεία πίεσης του ασθενούς σε μορφή πίνακα. Οι τιμές που θα επιστρέφουν οι αισθητήρες είναι από 0 έως 100 με 0 να συμβολίζεται η πλήρης απουσία πίεσης και με 100 η απόλυτη που μπορεί να δεχθεί ο αισθητήρας. Έχει τέτοια δομή ώστε να επιτρέπεται η συνεχής ανανέωση των δεδομένων πίεσης από τους αισθητήρες αλλά και η αποθήκευση στιγμιότυπων ανά συγκεκριμένο χρονικό διάστημα για λόγους διατήρησης ιατρικού αρχείου ασθενούς. Αυτό μπορεί μακροπρόθεσμα να βοηθήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την καταλληλότητα συγκεκριμένων θέσεων που μπορεί να τοποθετείται ο ασθενής ώστε να του ασκείται η ελάχιστη δυνατή πίεση. Ιδανικό θα ήταν μετά τη συγκέντρωση αυτών των στοιχείων να διακρίνουμε την καλύτερη δυνατή αλληλουχία θέσεων που μπορεί να αλλάζει ο ασθενής με σκοπό αφενός την άσκηση μικρής πίεσης και αφετέρου την ανακούφιση. Επιπλέον η βάση δεδομένων περιέχει προσωπικά στοιχεία του ασθενή οπότε αποτελεί καίριας σημασίας η αποτροπή οποιαδήποτε διαρροής στοιχείων από τη βάση.

4.4 Λογισμικό – Κώδικας

Η βασική ιδέα πίσω από τη υλοποίηση ήταν να δημιουργηθεί μια οπτική ανάδραση που να γίνεται εύκολα αντιληπτή από όλους χωρίς να έχουν απαραίτητα προγραμματιστικές γνώσεις ή γενικότερα να έχουν επαρκείς γνώσεις λειτουργίας ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Αυτό γιατί η κύρια χρήση του συστήματος θα γίνεται κυρίως από υγειονομικούς υπάλληλους ανεξαρτήτου ηλικιακής ομάδας.

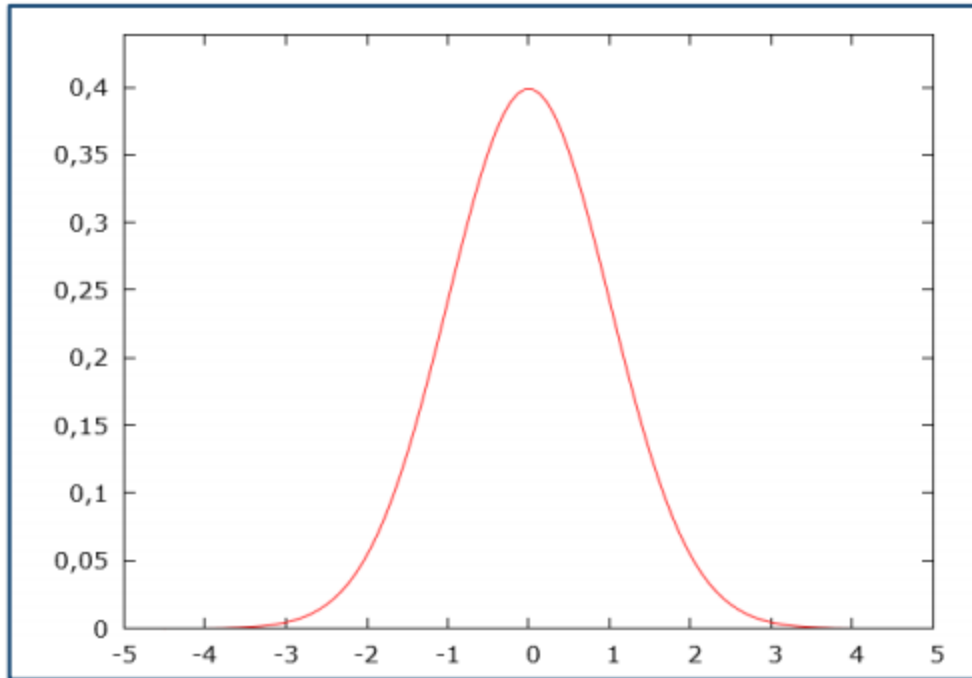
Έτσι το σύστημα περιλαμβάνει έναν θερμικό χάρτη στιγμιαίας πίεσης, που στα πιο θερμά του σημεία θα απεικονίζονται τα μέρη του σώματος στα οποία θα ασκείται μεγαλύτερη πίεση τη συγκεκριμένη χρονική στιγμή και έναν θερμικό χάρτη καταγραφής σωρευτικής πίεσης που θα απεικονίζει τη συσσώρευση πίεσης που θα ασκείται στο σώμα του ασθενή για δοσμένο χρονικό διάστημα. Με αυτόν τον τρόπο δηλαδή θα γίνεται απολύτως ξεκάθαρο και ορατό, ποιο σημείο του σώματος του ασθενή χρειάζεται να κινηθεί έτσι ώστε να αιματωθεί σωστά.

4.4.1. Κανονικές Κατανομές

Για την εμφάνιση του θερμικού χάρτη καταγραφής πίεσης με τον τρόπο που επεξηγήθηκε παραπάνω, χρησιμοποιήθηκαν κανονικές κατανομές Gauss. Η κανονική κατανομή (γνωστή και ως Γκαουσιανή κατανομή) αναφέρεται σε συνεχείς μεταβλητές αποτελώντας μία συνεχή συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας. Χρησιμοποιείται ως μία πρώτη προσέγγιση για να περιγραφούν τυχαίες μεταβλητές πραγματικών τιμών, οι οποίες τείνουν να συγκεντρώνονται γύρω από μια μέση τιμή. Η κανονική κατανομή αποτελεί την πιο σημαντική κατανομή της στατιστικής μεθοδολογίας για τους εξής βασικούς λόγους:

- Την κανονική κατανομή ακολουθούν είτε με ακρίβεια είτε με μεγάλη προσέγγιση τα περισσότερα συνεχή φαινόμενα.
- Πολλές ασυνεχείς κατανομές πιθανοτήτων μπορούν να προσεγγιστούν μέσω της κανονικής κατανομής. Για παράδειγμα πολλά πληθυσμιακά χαρακτηριστικά, όπως το ύψος, το βάρος κ.λπ.)
- Η κανονική κατανομή αποτελεί σύμφωνα με το κεντρικό οριακό θεώρημα (το άθροισμα ενός ικανοποιητικά μεγάλου αριθμού ανεξάρτητων και ισόνομων τυχαίων μεταβλητών προσεγγίζεται από την κανονική κατανομή) τη βάση της στατιστικής συμπερασματολογίας ή επαγωγικής στατιστικής.
- Τυχαία σφάλματα που εμφανίζονται σε διάφορες μετρήσεις έχουν κανονική κατανομή. Γι' αυτό το λόγο η Κανονική κατανομή αναφέρεται πολλές φορές και ως κατανομή σφαλμάτων.

Η γραφική παράσταση της σχετιζόμενης συνάρτησης πυκνότητας πιθανότητας έχει σχήμα «καμπάνας», και είναι γνωστή ως Γκαουσιανή συνάρτηση ή κωδωνοειδής καμπύλη (Εικόνα 4.1).



Εικόνα 4.1: Κανονική κατανομή Gauss

Συνοπτικά τα χαρακτηριστικά της κανονικής κατανομής είναι:

- Ο οριζόντιος άξονας είναι η ευθεία των πραγματικών αριθμών. Το συνολικό εμβαδόν ανάμεσα στην κανονική καμπύλη και τον οριζόντιο άξονα είναι 1.
- Οι τιμές που μπορεί να πάρει η τυχαία μεταβλητή είναι άπειρες και επομένως η πιθανότητα να πάρουμε μία συγκεκριμένη τιμή είναι $1 \infty = 0$. Αυτό που αναζητούμε λοιπόν είναι η πιθανότητα να είμαστε πάνω ή κάτω από μία συγκεκριμένη τιμή a ή η πιθανότητα να είμαστε ανάμεσα σε δύο συγκεκριμένες τιμές α και β . Δηλαδή, υπολογίζουμε τις πιθανότητες $P(X < a)$ ή $P(X > a)$ ή $P(\alpha < X < \beta)$.
- Ο μέσος χωρίζει την κατανομή σε δύο ίσα τμήματα, με άλλα λόγια η κανονική κατανομή είναι συμμετρική ως προς το μέσο της.
- Ο μέσος, η διάμεσος και η επικρατούσα τιμή ταυτίζονται.

Οι πιθανότητες στην κανονική κατανομή ακολουθούν το λεγόμενο εμπειρικό κανόνα που λέει τα εξής:

- Περίπου το 68% των τιμών βρίσκονται σε διάστημα μιας τυπικής απόκλισης πάνω και κάτω από το μέσο. Δηλαδή το διάστημα $(\mu - \sigma, \mu + \sigma)$ περιέχει περίπου το 68% των τιμών της κατανομής
- Το διάστημα $(\mu - 2\sigma, \mu + 2\sigma)$ περιέχει περίπου το 95% των τιμών της κατανομής
- Το διάστημα $(\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma)$ περιέχει περίπου το 99,7% των τιμών της κατανομής

Τα μέτρα που χαρακτηρίζουν την κανονική κατανομή είναι η μέση τιμή μ και η διακύμανση σ^2 , επομένως συμβολίζουμε:

$$X \sim N(\mu, \sigma^2)$$

και λέμε ότι η τυχαία μεταβλητή X ακολουθεί την κανονική κατανομή με μέσο μ και διακύμανση σ^2 . Εναλλακτικά, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε την τυπική απόκλιση σ . Όλες οι κανονικές κατανομές, ανεξάρτητα από την τιμή που έχουν ο μέσος και η διακύμανση, έχουν τις ίδιες ιδιότητες και σχηματίζουν την ίδια βασική μορφή καμπάνας. Μια πραγματική τυχαία μεταβλητή X με συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-(x-\mu)^2/2\sigma^2}$$

όπου μ είναι ο μέσος του πληθυσμού, σ η τυπική απόκλιση του πληθυσμού και X μια τιμή της συνεχούς τυχαίας μεταβλητής στο διάστημα $-\infty$ έως $+\infty$, ονομάζεται κανονικά κατανεμημένη με μέση τιμή μ και διακύμανση σ^2 .

Οι αισθητήρες ουσιαστικά, θα επιστρέφουν έναν πίνακα με αριθμούς από 0 έως 255 όπου το 0 θα σημαίνει απουσία οποιασδήποτε πίεσης και το 255 τη μέγιστη πίεση που μπορούν να καταγράψουν οι αισθητήρες. Σε αυτόν τον πίνακα ουσιαστικά θα χρησιμοποιήσουμε τις κανονικές κατανομές καταφέροντας έτσι να απεικονίσουμε τα σημεία εκείνα που συγκεντρώνεται πίεση. (Εικόνα 4.2)

```
def gaussian(x0, y0, sx, sy, H):
    im = np.zeros((151, 301))

    y = list(range(1, 300))

    for x in range(150):
        for y in range(300):
            im[x, y] = H * np.exp(-(((x - x0) ** 2) / (2 * sx ** 2) + ((y - y0) ** 2) / (2 * sy ** 2)))

    return im
```

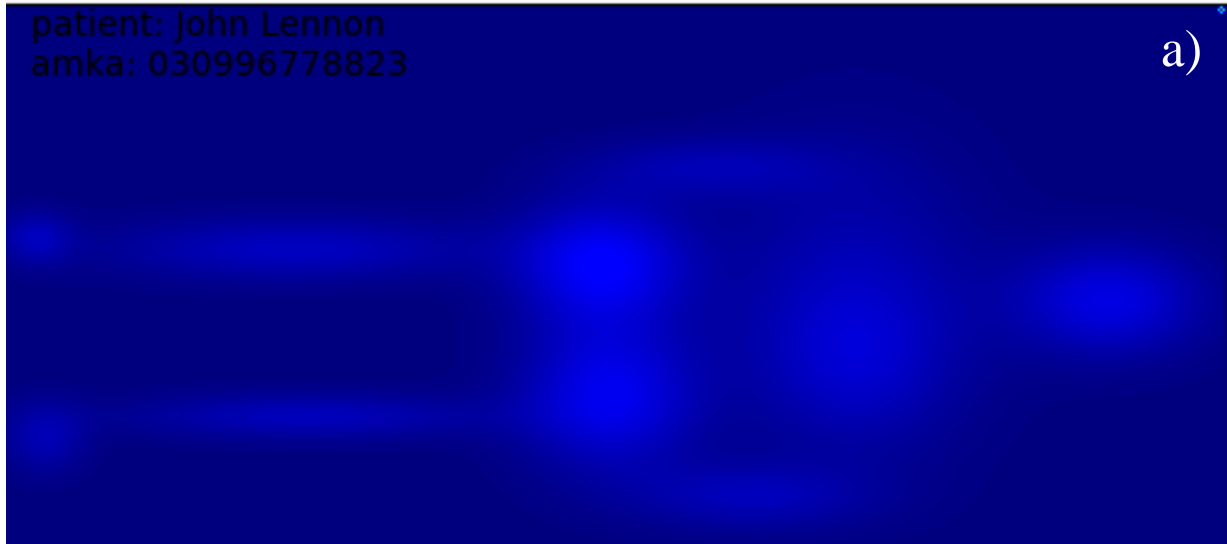
Εικόνα 4.2: Τμήμα κώδικα που αποτελεί μία συνάρτηση που δέχεται ως παραμέτρους συντεταγμένες θέσης (x,y), τη διακύμανση σ ως προς x (sx) και ως προς y (sy), αλλά και το ύψος της καμπύλης. Η παρούσα κατανομή χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία του χάρτη καταγραφής πίεσης.

4.4.2 Σωρευτικό πίεσης

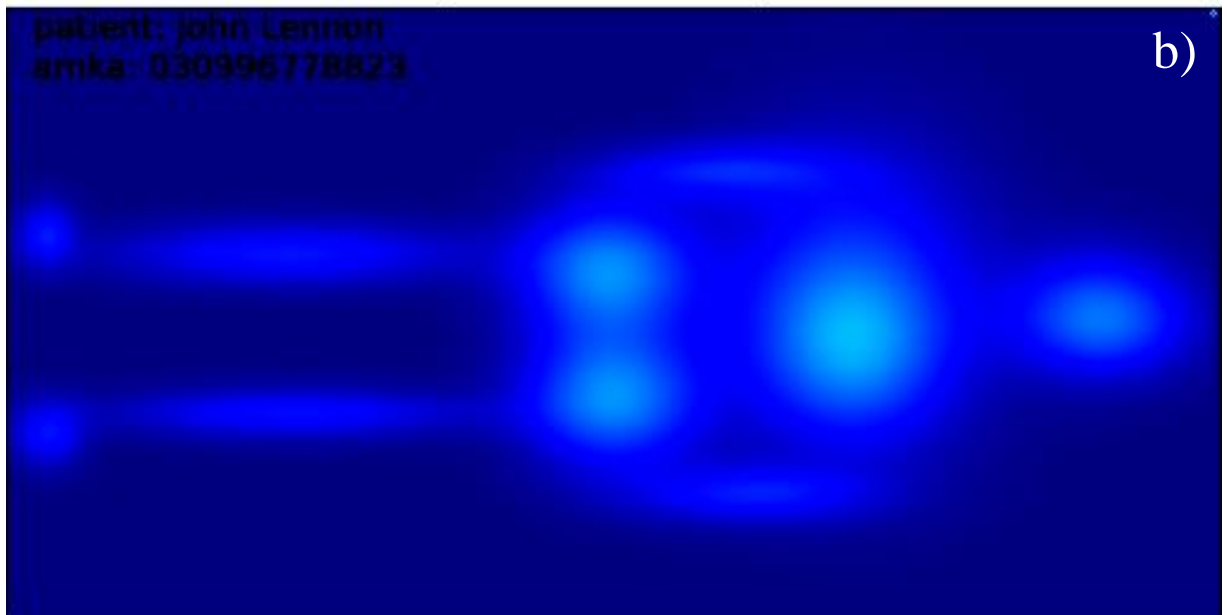
Κατά τη διάρκεια της θεραπείας του ασθενούς, εκτός από τη τρέχουσα κατάσταση πίεσης που δέχεται το σώμα του, έχει δημιουργηθεί και ένας δεύτερος θερμικός χάρτης καταγραφής σωρευτικής πίεσης, που αθροίζει τις προηγούμενες καταστάσεις πίεσης από ορισμένο χρονικό διάστημα και εμφανίζει σε πραγματικό χρόνο σε ποια σημεία του σώματος του ασθενή έχει συσσωρευτεί πίεση. Με αυτό τον τρόπο ελέγχεται η χρονική

διάρκεια που ασκείται πίεση και μπορεί να εκτιμηθεί καλύτερα η κατάσταση του ασθενούς. Η απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο από μόνη της, δεν είναι τόσο χρήσιμη σε αυτή την περίπτωση αφού μπορεί για κάποια στιγμή να ασκηθεί πολύ μεγάλη πίεση σε ένα σημείο του σώματος που θα είναι για τόσο μικρό χρονικό διάστημα που δεν θα την καθιστά επικίνδυνη για τη υγεία του. Στην Εικόνα 4.3 παρουσιάζεται σύντομα η λειτουργία του θερμικού χάρτη καταγραφής συσφρευτικής πίεσης.

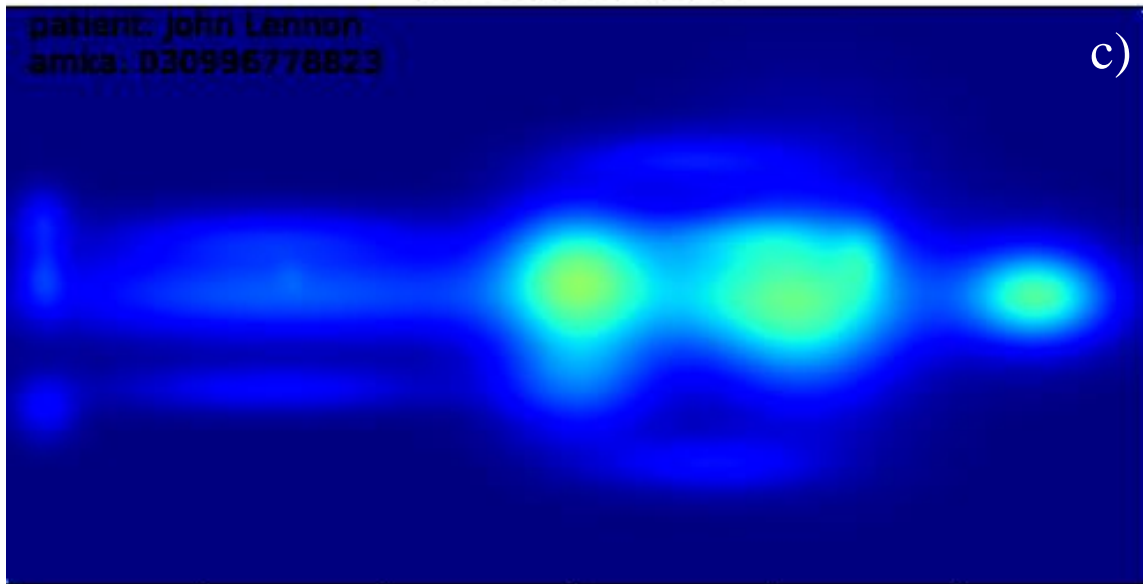
pressure sum up



pressure sum up



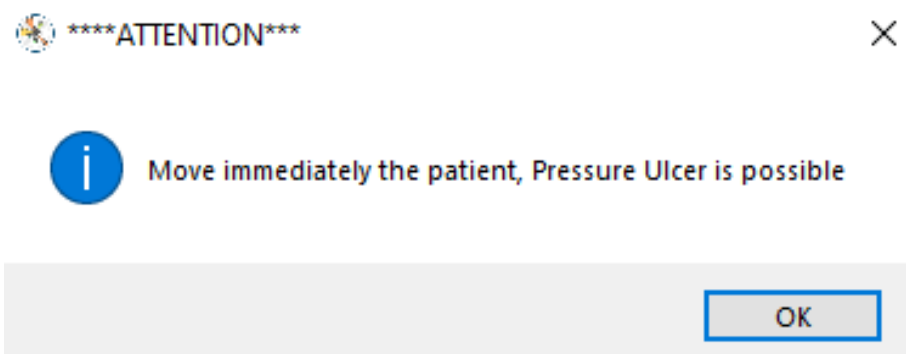
pressure sum up



Εικόνα 4.3: Παράδειγμα λειτουργίας θερμικού χάρτη καταγραφής σωρευτικής πίεσης. Στην εικόνα a παρατηρείται ελάχιστη συσσωρευμένη πίεση στο σώμα του ασθενή ενώ στη εικόνα c, έχει αρχίσει η συσσώρευση πίεσης στο δεξί μέρος του ισχίου αλλά και του θώρακα.

4.4.3 Εμφάνιση μηνύματος προτροπής

Όταν ασκείται για μεγάλο χρονικό διάστημα πίεση σε κάποιο μέρος του σώματος του ασθενή και παράλληλα δεν έχει πάρει κάποιος υγειονομικός υπάλληλος τη πρωτοβουλία να του αλλάξει θέση, τότε ο θερμικός χάρτης καταγραφής σωρευτικής πίεσης που έχει δημιουργηθεί θα αρχίσει να δείχνει ορισμένα μέρη του σώματος με πιο έντονο ερυθρό χρώμα. Όταν η πίεση αυτή κορυφωθεί θα εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή που θα γίνεται η χαρτογράφηση της πίεσης σε πραγματικό χρόνο, ένα μήνυμα προτροπής προς τους υγειονομικούς υπαλλήλους για κίνηση του ασθενή λόγω μεγάλης επικινδυνότητας εμφάνισης έλκους πίεσης. (Εικόνα 4.4)



Εικόνα 4.4: Μήνυμα κινδύνου.

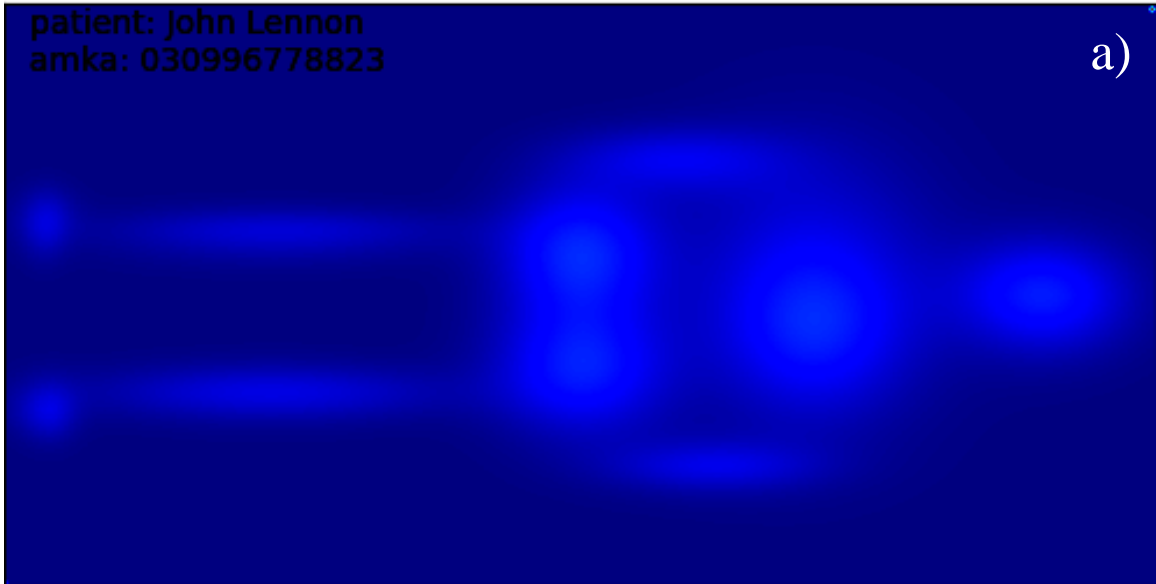
4.5 Προσομοίωση

Λόγω απουσίας των ηλεκτροπιεστικών αισθητήρων που θα τοποθετούνταν με τη μορφή πλέγματος πάνω στο στρώμα, τα στοιχεία πίεσης που θα παρείχαν αυτοί αντικαταστάθηκαν χειροκίνητα ώστε να μπορέσει να γίνει έλεγχος λειτουργικότητας και αξιοπιστίας του συστήματος χαρτογράφησης της πίεσης που δημιουργήθηκε σε αυτή την εργασία. Έτσι δημιουργήθηκαν δύο σενάρια προσομοίωσης που θα παρουσιάζουν δύο περιπτώσεις αρκετά συνηθισμένες αλλά και βασικές ώστε να γίνει σωστός έλεγχος λειτουργικότητας.

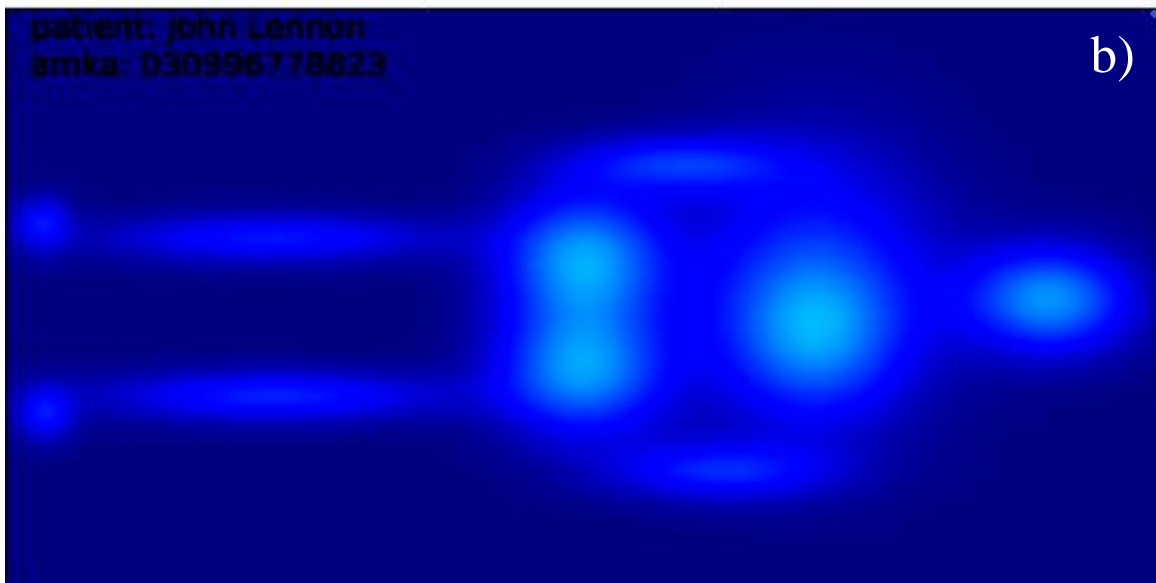
- Σενάριο 1^ο

Στην πρώτη προσομοίωση ο ασθενής βρίσκεται σε ύπτια θέση. Με τη βοήθεια εικόνων (Εικόνα 4.5), παρουσιάζεται η αυξητική τάση της πίεσης που ασκείται στο σώμα αφού δεν αλλάζει η θέση του ώστε να υπάρξει αποσυμφόρηση πίεσης. Στην (Εικόνα 4.5 a) παρατηρείται ελάχιστη ή σχεδόν μηδενική πίεση σε οποιοδήποτε μέρος του σώματος του ασθενή και σταδιακά παρατηρείται με τη βοήθεια του θερμικού χάρτη σωρευτικής πίεσης, αύξηση αυτής σε συγκεκριμένα σημεία. Σε αυτό το σενάριο υποθέσαμε ότι ακόμα και όταν εμφανιζόταν στον θερμικό χάρτη μεγάλα ποσά πίεσης δεν παρενέβη κανείς υγειονομικός υπάλληλος αλλά και ο ίδιος ο ασθενής δεν άλλαξε ριζικά τη θέση του σώματός του. Έτσι μετά από παρατεταμένη πίεση, φαίνεται στις εικόνες (εικόνα 4.5 b & 4.5 c) ότι αρχίζουν να εμφανίζονται πιο ερυθρά σημεία στο θερμικό χάρτη σωρευτικής πίεσης μέχρι τη στιγμή (εικόνα 4.5 d) που παρατηρείται αρκετά μεγάλη συσσώρευση πίεσης όπου εμφανίζεται και το σχετικό μήνυμα προτροπής αλλαγής θέσης του ασθενούς.

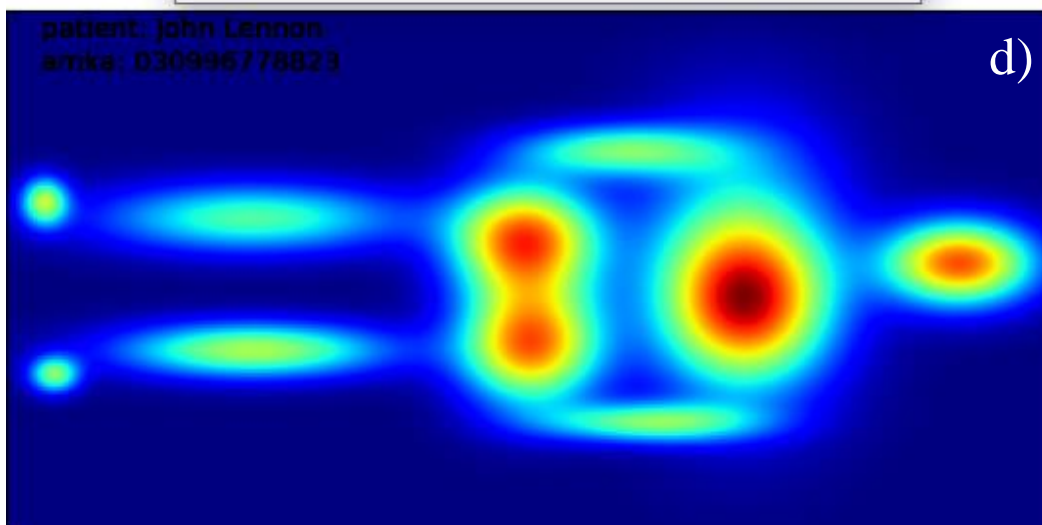
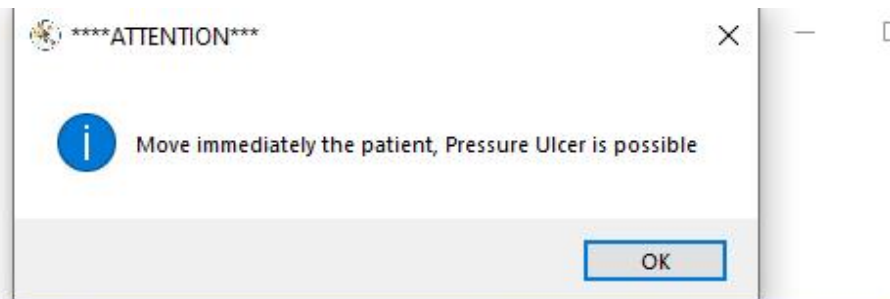
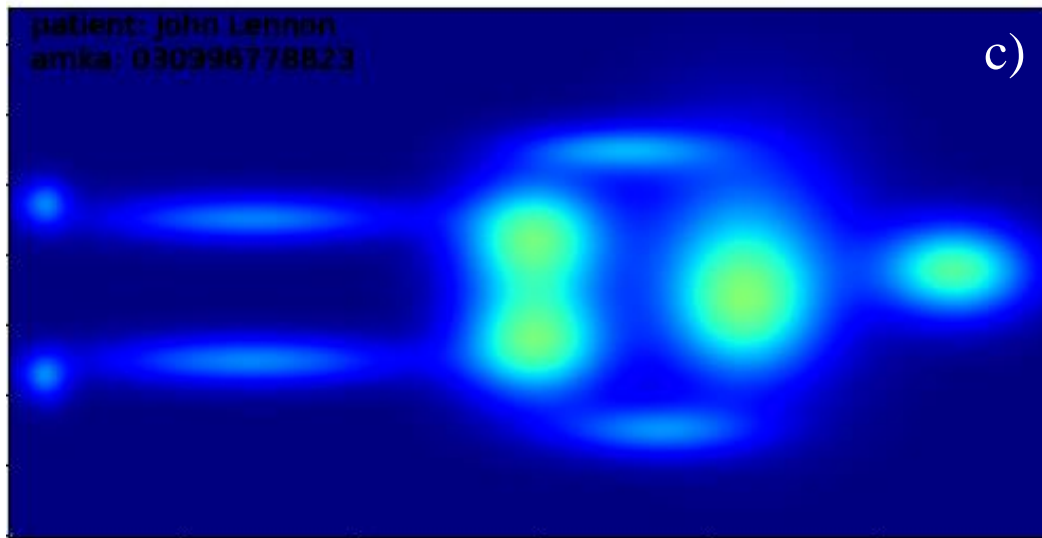
pressure sum up



pressure sum up



pressure sum up

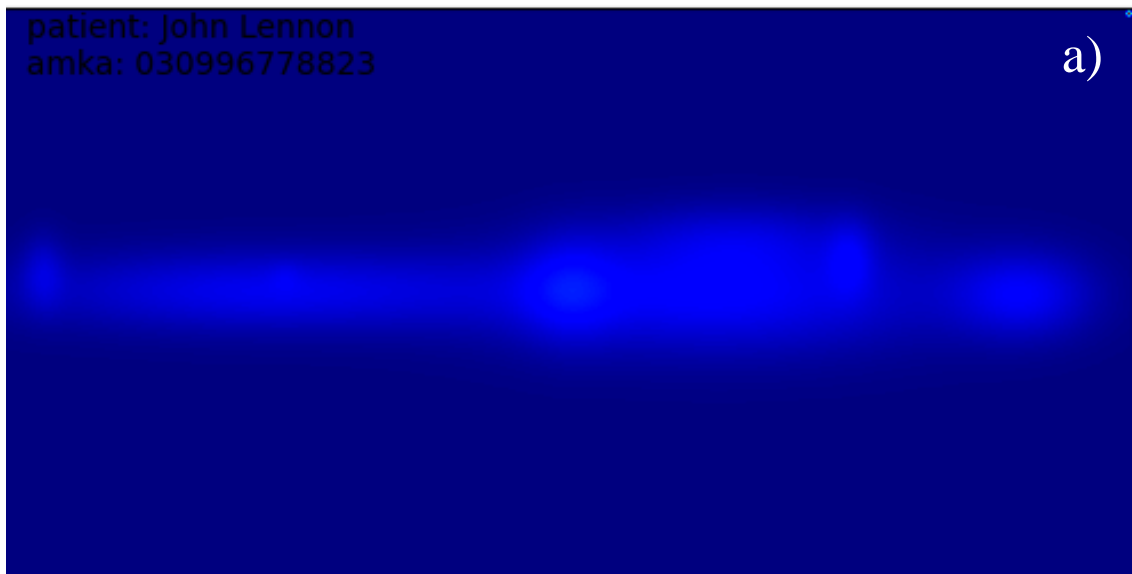


Εικόνα 4.5: Στιγμιότυπα του θερμικού χάρτη καταγραφής σωρευτικής πίεσης που κλιμακωτά παρατηρείται αύξηση της (a: μικρότερη έως d:μεγαλύτερη). Στο πρώτο στιγμιότυπο η πίεση που ασκείται είναι σχεδόν αμελητέα ενώ στο τελευταίο έχει αρχίσει να αποκτά μεγάλες τιμές και είναι η στιγμή που εμφανίστηκε το μήνυμα προτροπής κίνησης.

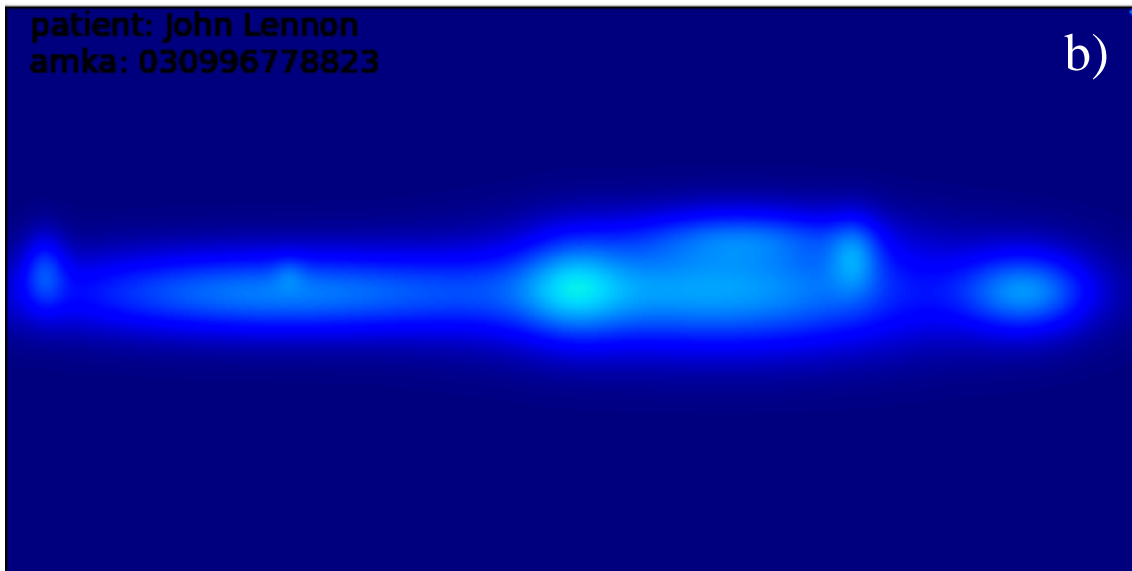
- Σενάριο 2^ο

Η δεύτερη προσομοίωση αποτελείται από δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση ο ασθενής είναι αρχικά τοποθετημένος σε πλάγια θέση (εικόνα 4.6 a) και δεν αλλάζεται η θέση του μέχρι να συσσωρευτεί σταδιακά τόση πίεση ώστε να εμφανιστεί μήνυμα προτροπής προς τους υγειονομικούς υπαλλήλους για αλλαγή θέσης λόγω πιθανότητας εμφάνισης έλκους κατάκλισης (εικόνα 4.6 d). Μόλις εμφανιστεί το μήνυμα και ειδοποιηθούν οι υγειονομικοί, αλλάζουν θέση στον ασθενή από πλάγια σε ύπτια ώστε να αποσυμφορηθεί η υπάρχουσα πίεση. Το στιγμιότυπο της (εικόνας 4.7 a), αποτελεί τη στιγμή που έχει αλλαχθεί η θέση του ασθενούς και ήδη φαίνεται η τάση αποσυμφόρησης αφού δεν εμφανίζονται πλέον στον θερμικό χάρτη καταγραφής σωρευτικής πίεσης έντονα ερυθρά χρώματα όπως της (εικόνας 4.6 d). Αντίθετα είναι εμφανή πιο ανοιχτοί χρωματισμοί του ερυθρού και αυτό το φαινόμενο γίνεται ακόμα πιο έντονο στις (εικόνες 4.7 b & 4.7 c). Τέλος στην (εικόνα 4.7 d) παρατηρείται σχεδόν πλήρης αποσυμφόρηση πίεσης αφού δεν διακρίνεται οποιαδήποτε ερυθρή απόχρωση.

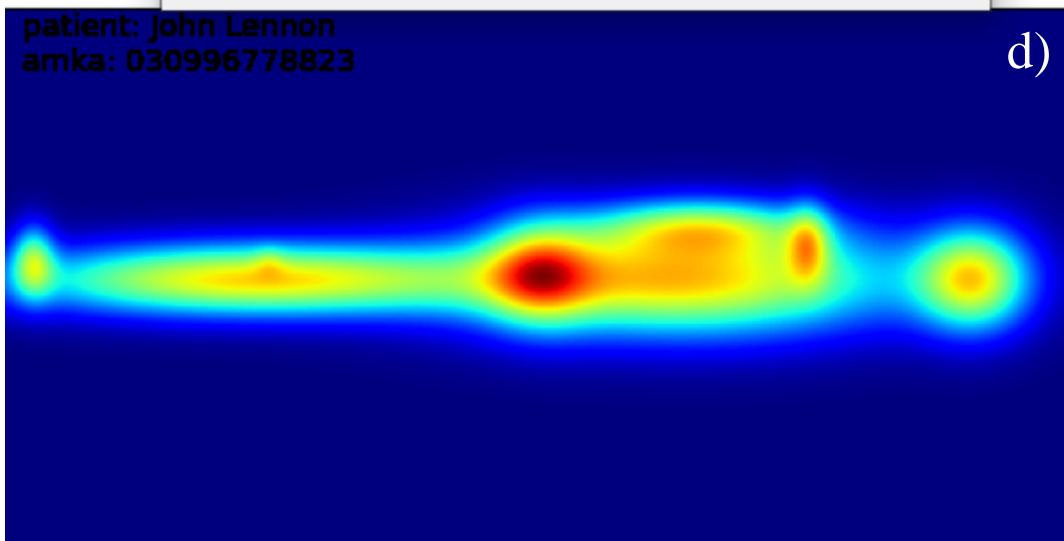
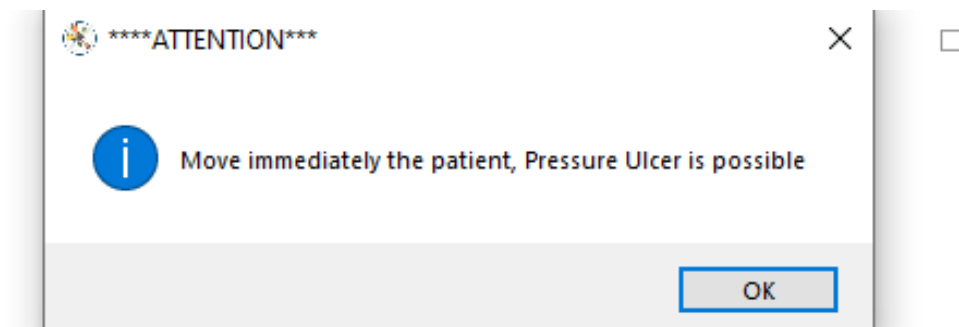
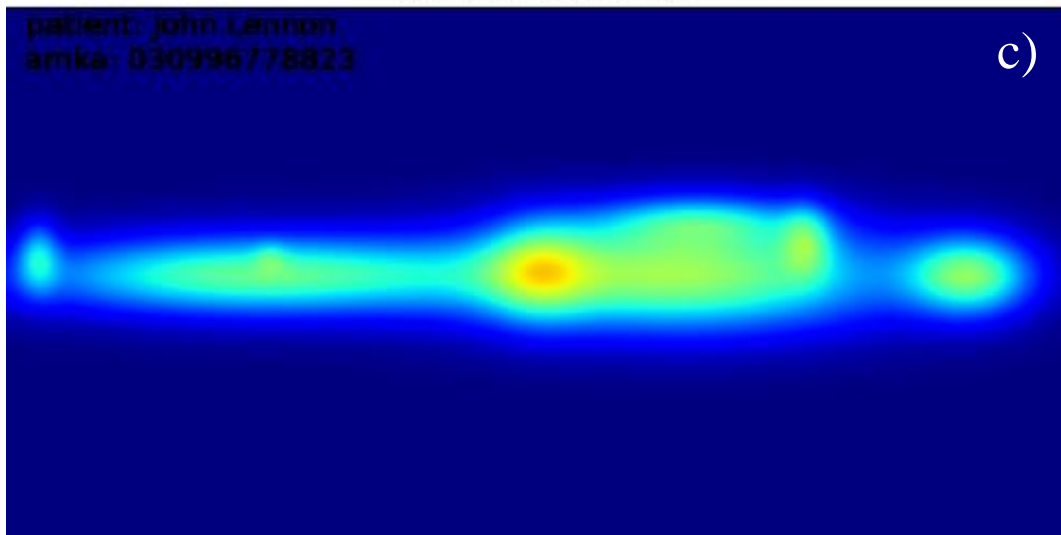
pressure sum up



pressure sum up

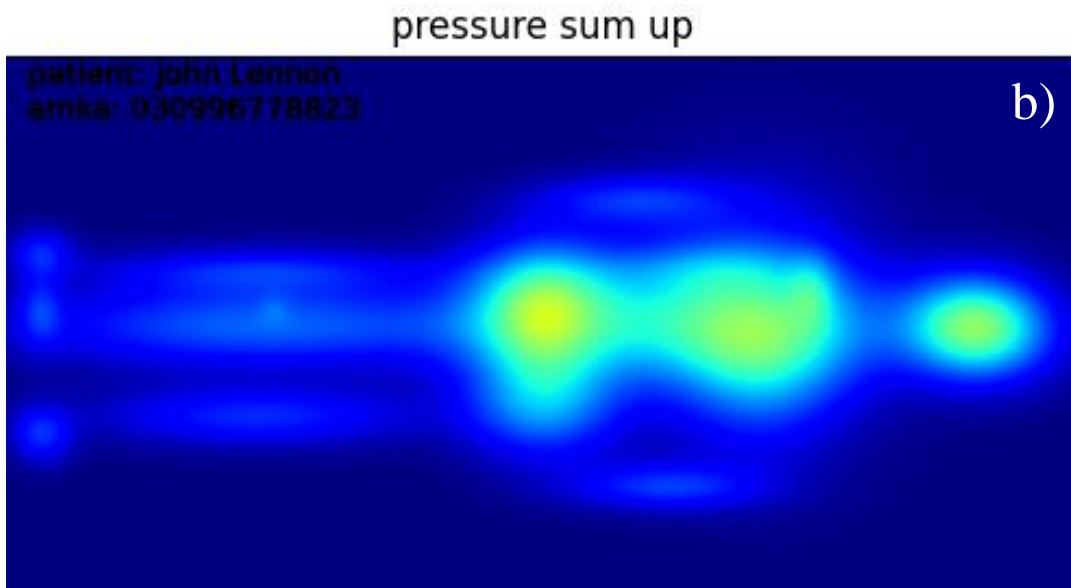
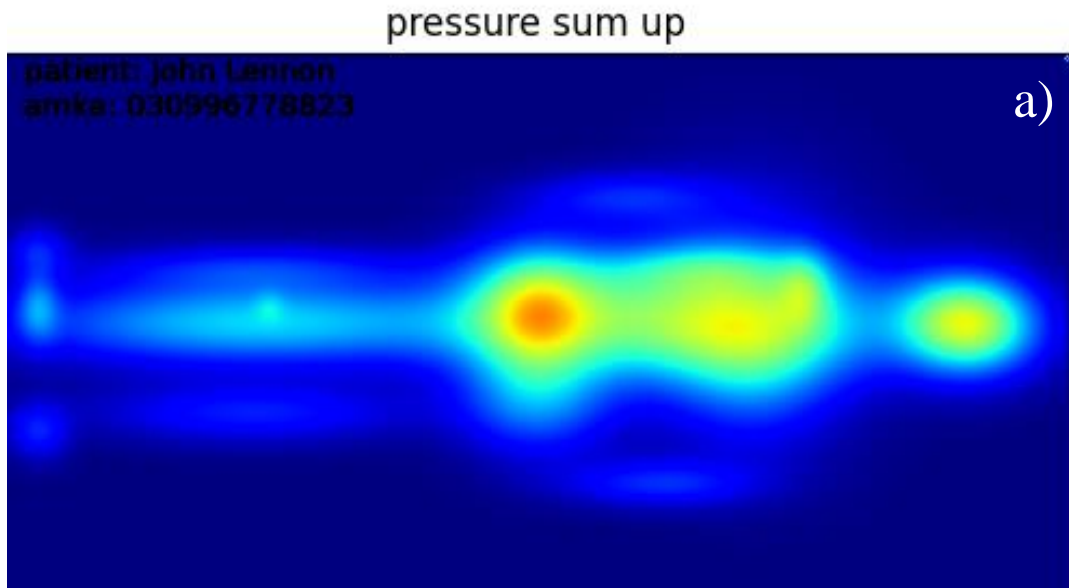


pressure sum up

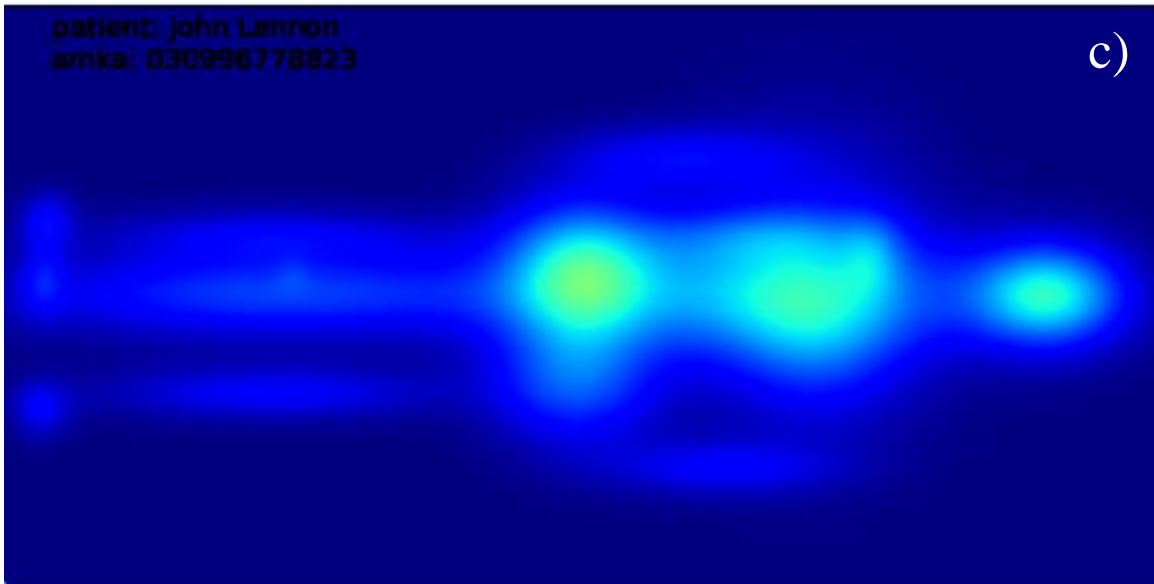


Εικόνα 4.6: Συσσώρευση πίεσης σε πλάγια θέση μέχρι την ένδειξη μηνύματος κινδύνου.

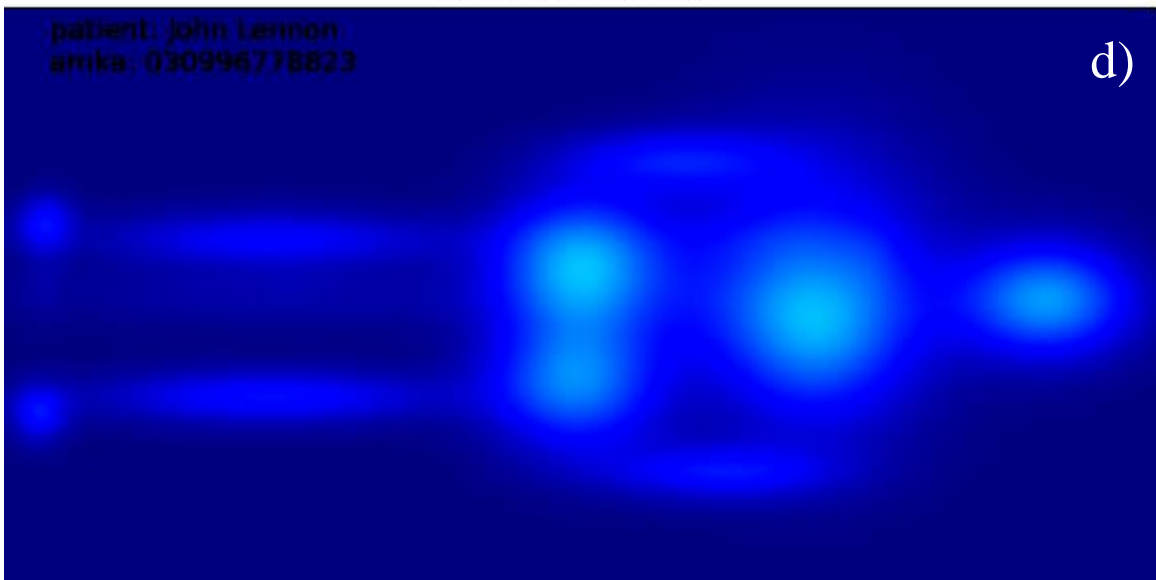
Δεύτερη φάση (αλλαγή θέσης από πλάγια σε ύπτια και αποσυμφόρηση πίεσης): (Εικόνα 7)



pressure sum up



pressure sum up



Εικόνα 4.7 : Αποσυμφόρηση πίεσης

4.6 Συμπεράσματα

Στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε ένα έξυπνο σύστημα καταγραφής της πίεσης που ασκείται σε έναν ασθενή μακράς νοσηλείας με σκοπό την αποφυγή εμφάνισης έλκους πίεσης. Η βασική ιδέα ήταν να δημιουργηθεί ένα πλέγμα αισθητήρων που θα τοποθετείται πάνω από το στρώμα που θα βρίσκεται ξαπλωμένος ο ασθενής, τα δεδομένα αρχικά θα τοποθετούνται σε μια βάση δεδομένων και με τη βοήθεια έξυπνου λογισμικού θα συλλέγονται και θα επεξεργάζονται από κεντρική μονάδα υπολογιστή. Στην παρούσα εργασία λόγω έλλειψης των αισθητήρων (hardware) δημιουργήθηκε η βάση δεδομένων και το σύστημα χαρτογράφησης της πίεσης ενώ παράλληλα αναπτύχθηκε και μια προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος με σκοπό τον έλεγχο της λειτουργίας του συστήματος αλλά και της αποτελεσματικότητας του.

Κατά τη διάρκεια της προσομοίωσης δημιουργήθηκαν αρκετά σενάρια λειτουργίας δύο εκ των οποίων παρουσιάστηκαν και παραπάνω. Εκτιμάται ότι οι προσομοιάσεις κύλισαν ομαλά και τα αποτελέσματα ήταν ευδιάκριτα και κατανοητά από οποιονδήποτε χωρίς να απαιτείται οποιαδήποτε εκπαίδευση. Ακόμα, καλύφθηκαν τα περισσότερα σενάρια λειτουργίας που θα μπορούσαν να προκύψουν (στάσεις σώματος και απότομες αλλαγές σε αυτές) και το σύστημα χαρτογράφησης φάνηκε να ανταποκρίνεται επαρκώς.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αλλά και την παγκόσμια τάση στον κλάδο των έξυπνων κρεβατιών προκύπτει ότι το σύστημα που δημιουργήθηκε αποτελεί μια καινοτόμα λύση, αφού δεν υπάρχουν πολλά παρόμοια στην αγορά, και μπορεί να αποτελέσει την βάση για την ανάπτυξη ενός άκρως ανταγωνιστικού προϊόντος, καθώς η παγκόσμια τάση δείχνει ότι τα επόμενα χρόνια η ζήτηση για τέτοιου είδους τεχνολογικές προσθήκες στο χώρο της υγείας αλλά και συγκεκριμένα στο χώρο των έξυπνων κρεβατιών, θα αυξηθεί ραγδαία. Επιπλέον, αρκετά νοσοκομεία ανά τον κόσμο αρχίζουν να εντάσσουν στο δυναμικό τους τέτοιου είδους τεχνολογίες. Τέλος, αποτελεί μεγάλο πλεονέκτημά του η εύχρηστη λειτουργία του και η αμεσότητα που δημιουργεί η ανάδραση με τον χρήστη.

Σύμφωνα με την έρευνα των Gunningberg & Carli [4] υπάρχει αρκετά μεγάλη έλλειψη γνώσης και εξειδίκευσης από το νοσηλευτικό προσωπικό των νοσοκομείων όσον αφορά την πρόληψη ελκών κατάκλισης. Έτσι, ένα τέτοιο σύστημα θα μπορούσε να βοηθήσει σημαντικά στην έγκαιρη πρόβλεψη ελκών πίεσης και θα αποτελούσε βασικό όπλο των υγειονομικών σε αυτή την κατεύθυνση. Ήταν επίσης πολύ σημαντικό να είναι εύχρηστο αφού απευθύνεται κυρίως σε γιατρούς και νοσηλευτές που δεν μπορεί να θεωρείται δεδομένη η ικανότητά τους να ανταποκρίνονται με ευκολία και χωρίς περεταίρω εκπαίδευση σε περίπλοκες τεχνολογικές εφαρμογές. Με αυτόν τον τρόπο θα μπορέσει με ακόμα μεγαλύτερη ευκολία να ενταχθεί σε κλίνες αυξημένης φροντίδας χωρίς ιδιαίτερο πρόβλημα. Σύμφωνα με την παραπάνω έρευνα το 90% των νοσηλευτών στη μονάδα εντατικής θεραπείας που εμπλεκόταν στην έρευνα ανέφεραν ότι το σύστημα συνέβαλε στη βελτίωση της ανίχνευσης και της ανακούφισης της πίεσης, το 88% δήλωσε ότι το σύστημα τους βοήθησε με πρωτόκολλα επαναφοράς και το 84% ανέφερε ότι ο χάρτης πίεσης διευκόλυνε στην αποτελεσματικότερη επανατοποθέτηση των ασθενών.

4.6.1 Μελλοντική εργασία

Η άμεση μελλοντική εργασία περιλαμβάνει την ολοκλήρωση του συστήματος, με την προσθήκη του πλέγματος αισθητήρων. Στόχος είναι να χρησιμοποιηθεί το πρότυπο σύστημα σε κλινήρεις ασθενείς της νευρολογικής κλινικής του Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου Ιωαννίνων. Μετά τη διαδικασία της τελικά ενοποιημένης και ελεγμένης λύσης, το σύστημα θα εισαχθεί στην κλινική πρακτική ώστε να αξιολογηθεί από ομάδες χρηστών. Θα γίνει επικύρωση όλων των διαδικασιών της εφαρμογής από τους τελικούς χρήστες, σχετιζόμενες με την αξιοπιστία και αποτελεσματικότητά του προτεινόμενου συστήματος. Θα πραγματοποιηθεί μελέτη σχέσης κόστους καθώς και πιλοτική αξιολόγηση συστήματος για τη βελτίωση ζωής των ασθενών. Για τους λόγους αυτούς θα δημιουργηθεί ερωτηματολόγιο που θα δοθεί τόσο στους ασθενείς όσο και στο νοσηλευτικό προσωπικό.

Βιβλιογραφία

- [1] S. Bhattacharya and R. K. Mishra, “Pressure ulcers: current understanding and newer modalities of treatment”, *Indian journal of plastic surgery: official publication of the Association of Plastic Surgeons of India*, 48(1), 4, 2015.
- [2] T. V. Boyko, M. T. Longaker, G. P. Yang, “Review of the Current Management of Pressure Ulcers”, *Advances in Wound Care (New Rochelle)*, 7(2), 57–67, Feb 2018.
- [3] I. Ghersi, M. Mariño, M. T. Miralles, “Smart medical beds in patient-care environments of the twenty-first century: a state-of-art survey”, *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 18(1), 1-12, (2018)
- [4] L. Gunningberg and C. Carli, “Reduced pressure for fewer pressure ulcers: can real-time feedback of interface pressure optimize repositioning in bed”, *International Wound Journal*, 13(5),774-9, Oct. 2016.
- [5] M. Taylor, T. Grant, F. Knoefel, R. Goubran, “Bed occupancy measurements using under mattress pressure sensors for long term monitoring of community-dwelling older adults”, *2013 IEEE International Symposium on Medical Measurements and Applications (MeMeA)*, (130-134), May 2013
- [6] M. B. Pouyan, J. Birjandtalab, M. Heydarzadeh, M. Nourani, S. Ostadabbas, “A pressure map dataset for posture and subject analytics”, *2017 IEEE EMBS International Conference on Biomedical & Health Informatics (BHI)*, (65-68),.13 April 2017
- [7] J. Black, M. Baharestani, J. Cuddigan, B. Dorner, L. Edsberg, D. Langemo, G. Taler, “National Pressure Ulcer Advisory Panel's updated pressure ulcer staging system”, *Advances in skin & wound care*, 20, (5), 269–274, 2007.
- [8] Reger, S. I., and V. Sahgal, "Tissue stress and management of skin microclimate", *International Wound Healing Foundation*, 38–42, 2004.
- [9] C. Wann-Hansson, P. Hagell, A. Willman, “Risk factors and prevention among patients with hospital-acquired and pre-existing pressure ulcers in an acute care hospital”, *Journal of Clinical Nursing*, 17 (13), 1718–1727, 2008
- [10] M. Chatzi, K. Tsaras, I. Papathanasiou, E. Lahana, T. Paralikas, E. Kotrotsiou, “Study of incidence of pressure ulcers in ICU patients”, *Interscientific Health Care*, 1, (2), 56– 60, 2009.
- [11] T. Harada, T. Sato, T. Mori, “Pressure distribution image based human motion tracking system using skeleton and surface integration model”, *Proceedings 2001 ICRA. IEEE International Conference on Robotics and Automation*, 4, (3201-3207), May 2001

[12] D. I. Townsend, M. Holtzman, R. Goubran, M. Frize, F. Knoefel, "Simulated central apnea detection using the pressure variance", *2009 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*. IEEE, 2009.

[13] L. Walsh, E. Moloney, S. McLoone, "Identification of nocturnal movements during sleep using the non-contact under mattress bed sensor", *2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, (1660-1663), IEEE, August 2011.