



ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ & ΘΕΡΑΠΕΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ
ΤΟΥ ΔΙΑΒΗΤΙΚΟΥ ΠΟΔΙΟΥ



Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

"Τρόποι Αποφόρτισης του Διαβητικού Ποδιού"

υπό

ΠΑΓΚΑΛΟΥ ΝΙΚΟΛΕΤΤΑ

Ποδίατρος

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης
*«Διαγνωστική και Θεραπευτική Προσέγγιση
του Διαβητικού Ποδιού»*

Λάρισα, 2025

Επιβλέπων:

Βαρυτιμίδης Σωκράτης, Καθηγητής Ορθοπαιδικής Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1. Βαρυτιμίδης Σωκράτης, Καθηγητής Ορθοπαιδικής Πανεπιστήμιο
Θεσσαλίας
2. Γιάκας Ιωάννης, Καθηγητής Τμήματος Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού
ΠΘ & Δ/ντης Ινστιτούτου Κινησιολογίας, ΠΕΚ ΙΑΣΩΝ ΠΘ
3. Σγάντζος Μάρκος, Αναπλ. Καθηγητής στο Τμήμα Ιατρικής του
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

Τίτλος εργασίας στα αγγλικά:

«OFF-LOADING DIABETIC FOOT»

Πίνακας περιεχομένων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
Abstract	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΣΚΟΠΟΣ.....	14
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	14
Σχεδιασμός έρευνας	14
Στρατηγική αναζήτησης	15
Κριτήρια επιλογής μελετών	15
Διαδικασία επιλογής μελετών.....	16
Αξιολόγηση μελετών.....	16
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	17
Επούλωση έλκους με συντηρητικές μεθόδους αποφόρτισης.....	17
Επούλωση έλκους με συντηρητικές μεθόδους αποφόρτισης σε συνδυασμό με χειρουργική επέμβαση	19
Μέγιστη πίεση.....	20
Χωροχρονικά χαρακτηριστικά.....	21
Ανεπιθύμητα επεισόδια	22
Συμμόρφωση και ικανοποίηση ασθενών.....	22
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	23
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	30
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	33

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα «Διαγνωστική και θεραπευτική προσέγγιση του Διαβητικού ποδιού».

Στις σπουδές μου ήταν καθοριστική η συμβολή των καθηγητών μου στα γνωστικά αντικείμενα που παρακολούθησα και θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου για την συμβολή τους.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ Βαρυτιμίδη, στην παρούσα διπλωματική εργασία για την καθοδήγηση του με πολύ εύστοχες και εποικοδομητικές παρατηρήσεις.

Οφείλω να ευχαριστήσω και την αγαπημένη μου φίλη και συνάδελφο κα. Κριμιτζά Παρέσσα που με στήριξε όλη αυτή την περίοδο της εκπόνησης της εργασίας μου με τις συμβουλές της και την ψυχολογική υποστήριξη της.

Ιδιαίτερα όμως ευχαριστώ τα παιδιά μου, Θωμά και Εμμανουήλ, που για μια ακόμη φορά ήταν στο πλάι μου και με υποστήριξη και σεβασμό στηρίζαν τον αγώνα μου με τον δικό τους καθοριστικό τρόπο.

Τέλος, να ευχαριστήσω θερμά και τους γονείς μου, Εμμανουήλ και Χρυσούλα, για την συνεχόμενη ενθάρρυνση και υποστήριξη για να πετύχω όσους στόχους έχω θέσει μέχρι τώρα.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο: Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στη διερεύνηση και αξιολόγηση των μεθόδων αποφόρτισης του διαβητικού ποδιού, με σκοπό την πρόληψη και θεραπεία των διαβητικών ελκών. Αναλύονται διαφορετικές προσεγγίσεις, όπως ο γύψος ολικής επαφής (TCC), οι αφαιρούμενοι νάρθηκες, τα θεραπευτικά υποδήματα, η χρήση της αφρώδους τσόχας, τα μισά υποδήματα και οι χειρουργικές τεχνικές.

Στόχος: Ο κύριος στόχος είναι να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των μεθόδων αποφόρτισης αναφορικά με την επούλωση των ελκών, τη μείωση των πιέσεων, την ικανοποίηση και συμμόρφωση των ασθενών, καθώς και να αναδειχθούν οι προκλήσεις που σχετίζονται με τη χρήση τους.

Πληθυσμός μελέτης: Η εργασία εστιάζει σε ασθενείς με Σακχαρώδη Διαβήτη που έχουν εμφανίσει διαβητικό πόδι και νευροπαθητικά έλκη, χωρίς σοβαρή λοίμωξη ή ισχαιμία. Περιλαμβάνονται μελέτες που εξετάζουν τόσο απλές όσο και πολύπλοκες περιπτώσεις.

Μέθοδος: Πραγματοποιήθηκε συστηματική βιβλιογραφική ανασκόπηση με αναζήτηση στις βάσεις δεδομένων PubMed, Scopus, ScienceDirect και Cochrane. Τα κριτήρια επιλογής περιλάμβαναν κλινικές μελέτες, μεταanalύσεις και συστηματικές ανασκοπήσεις της τελευταίας δεκαετίας. Η αξιολόγηση της ποιότητας έγινε με τη χρήση του CASP checklist (Critical Appraisal Skills Programme).

Αποτελέσματα: Ο γύψος ολικής επαφής (TCC) αναδείχθηκε ως η πιο αποτελεσματική μέθοδος στην επούλωση ελκών και τη μείωση πιέσεων, αν και χαρακτηρίζεται από χαμηλή συμμόρφωση λόγω της δυσκολίας στην χρήση τους. Οι αφαιρούμενοι νάρθηκες προσφέρουν μεγαλύτερη ευκολία αλλά είναι λιγότερο αποτελεσματικοί. Τα θεραπευτικά υποδήματα(με ή χωρίς την χρήση αφρώδους τσόχας) και τα μισά υποδήματα είναι άνετα αλλά παρέχουν περιορισμένη αποφόρτιση. Οι χειρουργικές μέθοδοι, σε συνδυασμό με τις συσκευές αποφόρτισης, είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές για περίπλοκες περιπτώσεις.

Κύρια Συμπεράσματα: Η εξατομίκευση της θεραπείας, η υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών, καθώς και η ενίσχυση της συμμόρφωσης των ασθενών είναι ζωτικής

σημασίας για την επιτυχία της θεραπείας. Οι διεπιστημονικές ομάδες και η χρήση τεχνολογικά εξελιγμένων μέσων μπορούν να μειώσουν τον κίνδυνο επιπλοκών και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των ασθενών.

ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ: Διαβητικό Πόδι, Συσκευές αποφόρτισης, Τεχνικές αποφόρτισης, Θεραπευτικά υποδήματα, Χειρουργικές Τεχνικές

Abstract

Purpose: This study focuses on the investigation and evaluation of diabetic foot offloading methods, with the aim of preventing and treating diabetic ulcers. Different approaches are analyzed, such as total contact cast (TCC), removable splints, therapeutic shoes, felted foam, half shoes and surgical techniques.

Objective: The main objective is to evaluate the effectiveness of offloading methods with regard to ulcer healing, pressure reduction, patient satisfaction and compliance, as well as to highlight the challenges associated with their use.

Study population: The study focuses on patients with Diabetes Mellitus who have developed diabetic foot and neuropathic ulcers, without serious infection or ischemia. Studies examining both simple and complex cases are included.

Method: A systematic literature review was performed by searching the PubMed, Scopus, ScienceDirect and Cochrane databases. The selection criteria included clinical trials, meta-analyses and systematic reviews from the last decade. Quality assessment was performed using the CASP checklist (Critical Appraisal Skills Programme).

Results: Total contact plaster (TCC) emerged as the most effective method in ulcer healing and pressure reduction, although it is characterized by low compliance due to the difficulty of use. Removable splints offer greater convenience but are less effective. Therapeutic shoes (with or without felted foam) and half shoes are comfortable but provide limited offloading. Surgical methods, combined with offloading devices, are particularly effective for complex cases.

Main Conclusions: Individualization of treatment, the adoption of innovative technologies, as well as enhancing patient compliance are crucial for the success of treatment. Multidisciplinary teams and the use of technologically advanced tools can reduce the risk of complications and improve patients' quality of life.

KEY WORDS: diabetic foot, off-loading devices, off-loading techniques, therapeutic footwear, surgical techniques

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Σακχαρώδης Διαβήτης (ΣΔ) συγκαταλέγεται στις μεγαλύτερες προκλήσεις της δημόσιας υγείας στον 21ο αιώνα, καθώς πρόκειται για μια χρόνια ασθένεια με σοβαρές επιπτώσεις λόγω των επιπλοκών του και της μη έγκαιρης διάγνωσης του (1). Οι καθυστερήσεις στη διάγνωση επιδεινώνουν τη διαχείριση της πάθησης, οδηγώντας σε αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα, ενώ παράλληλα επιβαρύνουν τα ήδη υπερφορτωμένα συστήματα υγείας (2). Με επιπολασμό 9%, παγκοσμίως, προσεγγίζει τα επίπεδα πανδημίας. Το 2019 υπολογίστηκε ότι 463 εκατομμύρια άτομα πάσχουν από ΣΔ (3). Σύμφωνα με την πορεία και εξέλιξη που έχει μέχρι τώρα υπολογίζεται ότι το 2040 θα φτάσει τα 642 εκατομμύρια άτομα παγκοσμίως (4). Ο ΣΔ ως πάθηση προϋπάρχει πολλά χρόνια πριν την ακριβή διάγνωση του. Τα κύρια αίτια εκδήλωσης του είναι η παχυσαρκία, η κακή διατροφή, η καθιστική ζωή, η ηλικιακή αύξηση του πληθυσμού και η οικονομική ανάπτυξη. Η πάθηση επηρεάζει άτομα κάθε ηλικίας, αν και η επίπτωση είναι υψηλότερη στις μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες, εξαιτίας της γήρανσης του πληθυσμού και του σύγχρονου τρόπου ζωής (1).

Το 20% των ασθενών με Σακχαρώδη Διαβήτη (ΣΔ), σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει, θα εμφανίσουν και προβλήματα στο κάτω άκρο και πιο συγκεκριμένα στον άκρο πόδα. (5). Περίπου το 15-25% αυτών των ασθενών αναπτύσσει διαβητικά έλκη(ΔΕ) κατά τη διάρκεια της ζωής τους. Αν αυτά δεν αντιμετωπιστούν σωστά, υπάρχει υψηλή πιθανότητα υποτροπής σε διάστημα πέντε ετών, με ποσοστά που κυμαίνονται από 50% έως 70% (6). Τα έλκη είναι συχνά δύσκολο να επουλωθούν, οδηγώντας σε χρονιότητα και μπορεί να εξελιχθούν σε σοβαρές λοιμώξεις ή ακόμα και σε ακρωτηριασμό. Ετησίως, περισσότεροι από 100.000 ακρωτηριασμοί σχετίζονται με μη θεραπευμένα διαβητικά έλκη, με το 60% αυτών να οφείλονται στη μη επούλωση του έλκους λόγω χρονιότητας. Οι ακρωτηριασμοί έχουν σημαντικές κοινωνικές επιπτώσεις, όπως η μείωση της λειτουργικότητας και της ποιότητας ζωής, καθώς και οικονομικές συνέπειες, όπως το αυξημένο κόστος φροντίδας (5). Αυτά αποτελούν και τους κύριους λόγους που είναι απαραίτητη η έγκαιρη πρόληψη και διάγνωση του Διαβητικού Ποδιού (ΔΠ).

Η παρουσία των μακροαγγειακών και μικροαγγειακών επιπλοκών του Σακχαρώδη Διαβήτη (ΣΔ) είναι ιδιαίτερα έντονη στα κάτω άκρα και έχει σοβαρές συνέπειες για

την υγεία των ασθενών. Οι μεταβολικές διαταραχές όπως η υπεργλυκαιμία, το οξειδωτικό στρες και η μειωμένη σύνθεση ινοβλαστών και κολλαγόνου, σε συνδυασμό με τη Διαβητική Νευροπάθεια (ΔΝ) και την Περιφερική Αρτηριακή Νόσο (ΠΑΝ), προκαλούν ατροφία του δέρματος και του συνδετικού ιστού, με αποτέλεσμα το κάτω άκρο να γίνεται πιο επιρρεπές σε τραυματισμούς και έλκη. Οι διαβητικοί ασθενείς γίνονται ιδιαίτερα ευάλωτοι στις λοιμώξεις λόγω αυτών των παραγόντων (7).

Η ΔΝ και η ΠΑΝ είναι οι δύο κύριες επιπλοκές του ΣΔ που οδηγούν στην εμφάνιση διαβητικού ποδιού (ΔΠ) (5). Η ΔΝ επηρεάζει το 8% των νεοδιαγνωσμένων και πάνω από το 50% των ασθενών με χρόνια νόσηση (8). Η ΔΝ μπορεί να επηρεάσει το περιφερικό νευρικό σύστημα και να προκαλέσει απώλεια της αισθητικότητας, γεγονός που προκαλεί αδυναμία αντίληψης του τραυματισμού ή των λοιμώξεων(9). Η ΠΑΝ, από την άλλη, επηρεάζει την κυκλοφορία του αίματος, προκαλώντας μείωση της αιμάτωσης στα κάτω άκρα, κάτι που καθιστά τους ιστούς πιο ευάλωτους σε ισχαιμία και τραυματισμούς(10). Οι ασθενείς με ΣΔ έχουν 4 φορές περισσότερες πιθανότητες να αναπτύξουν ΠΑΝ, η οποία μπορεί να είναι ασυμπτωματική, αλλά σε πολλές περιπτώσεις εκδηλώνεται με διαλείπουσα χωλότητα ή πόνο κατά τη διάρκεια της ξεκούρασης(11).

Τα έλκη που εμφανίζονται στο Διαβητικό Πόδι (ΔΠ) ταξινομούνται σε τρία βασικά είδη: τα νευροπαθητικά, τα ισχαιμικά και τα νευροϊσχαιμικά. Τα νευροπαθητικά έλκη εμφανίζονται κυρίως στην πελματιαία επιφάνεια του πρόσθιου πόδα, ενώ τα ισχαιμικά έλκη εντοπίζονται στα άκρα των δακτύλων ή στο 1ο και 5ο μετατάρσιο. Τα νευροϊσχαιμικά έλκη είναι συνδυασμός των δύο προηγούμενων τύπων. Η ταξινόμηση αυτών των ελκών συνήθως γίνεται με το σύστημα PEDIS (Perfusion, Extent, Depth, Infection and Sensation), το οποίο βασίζεται στην παρουσία ή απουσία λοίμωξης(12).

Η ανάπτυξη ενός έλκους σε διαβητικούς ασθενείς συνήθως οφείλεται σε μηχανικούς παράγοντες, όπως επαναλαμβανόμενη πίεση ή τριβή στην περιοχή του πέλματος, η οποία προκαλεί ρήξη του δέρματος(13). Συχνά, ένα αδιάγνωστο τραύμα ή μια φλεγμονή μπορεί να προκαλέσουν την εμφάνιση του έλκους, με το 35% των ασθενών να αναπτύσσουν έλκος στην πελματιαία επιφάνεια λόγω των αυξημένων πιέσεων που ασκούνται στο πέλμα (14), (15) .

Για την πρόληψη και θεραπεία των διαβητικών ελκών, η μείωση των πιέσεων στις ευάλωτες περιοχές του ποδιού είναι κρίσιμη. Η αποφόρτιση της περιοχής, είτε μέσω κατάλληλων συσκευών είτε με τη χρήση κατάλληλων υποδημάτων, είναι το κλειδί για την αποτροπή της εμφάνισης νέων ελκών και την αποτελεσματική επούλωση των ήδη υπαρχόντων.

Οι υψηλές πελματιαίες πιέσεις και η χρήση μη κατάλληλου υποδήματος είναι οι κυριότεροι παράγοντες κινδύνου για την εμφάνιση έλκους(16). Σύμφωνα με τις Διεθνείς Κατευθυντήριες Οδηγίες για το Διαβητικό Πόδι το 2023(17) οι μέθοδοι αποφόρτισης αφορούν τον γύψο ολικής επαφής (TCC), αφαιρούμενους νάρθηκες, θεραπευτικά υποδήματα και την χρήση της αφρώδης τσόχας. Σε περίπτωση ανεπάρκειας ή αποτυχίας αυτών των συντηρητικών μεθόδων αποφόρτισης ή αν η μορφολογία/παθολογία του άκρου πόδα το απαιτεί, προτείνεται η αποφόρτιση μέσω χειρουργικών επεμβάσεων.

Ο χρυσός κανόνας όπως προτείνεται και από τις Διεθνείς Κατευθυντήριες οδηγίες για τον Διαβητικό Πόδι είναι η χρήση του Γύψου Ολικής Επαφής (TCC) καθώς θεωρείται το καλύτερο μέσο αποφόρτισης του διαβητικού ποδιού (17). Η βασική του λειτουργία είναι να αναδιανείμει τις φορτίσεις από τις περιοχές των ελκών σε άλλες, υγιείς περιοχές του ποδιού, ελαχιστοποιώντας την επαφή του τραυματισμένου σημείου με το έδαφος κατά τη βάδιση(18). Η εφαρμογή του γύψου ολικής επαφής επιτρέπει στον ασθενή να συνεχίσει να κινείται, χωρίς να επιδεινώνει το πρόβλημα, κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την καθημερινή ζωή και την αποφυγή της ατροφίας των μυών. Επιπροσθέτως, επιτυγχάνεται η ταχύτερη επούλωση των ελκών, καθώς μειώνεται η μηχανική καταπόνηση των ελκών. Επιπλέον, ο γύψος διασφαλίζει ότι ο ασθενής δεν θα επιβαρύνει το τραυματισμένο πόδι, ακόμα κι αν δεν έχει πλήρη επίγνωση του τραυματισμού λόγω της νευροπάθειας.

Ωστόσο, υπάρχουν και οι προκλήσεις. Η σωστή εφαρμογή του γύψου απαιτεί εξειδικευμένη γνώση, καθώς μια λανθασμένη τοποθέτηση μπορεί να οδηγήσει σε επιπλοκές, όπως δημιουργία νέων ελκών. Επίσης, ο γύψος πρέπει να παρακολουθείται στενά, καθώς τυχόν μετακινήσεις ή φθορές μπορούν να ακυρώσουν τα οφέλη της αποφόρτισης. Επιπλέον, ο γύψος πρέπει να παραμένει στεγνός και καθαρός για να αποτραπούν λοιμώξεις, κάτι που μπορεί να είναι δύσκολο για τους ασθενείς στην

καθημερινή τους ζωή. Τέλος, ο Γύψος Ολικής Επαφής (TCC) έχει υψηλό οικονομικό κόστος και απαιτεί συνεχή παρακολούθηση και αλλαγή όταν χρειάζεται (19).

Το αμέσως επόμενο εναλλακτικό μέσο αποφόρτισης, σύμφωνα με τις Διεθνείς Κατευθυντήριες οδηγίες είναι οι αφαιρούμενοι νάρθηκες, οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι από ελαφριά και ανθεκτικά υλικά, όπως πλαστικό ή αφρώδη υλικά, που προσαρμόζονται στο σχήμα του ποδιού(17). Ο κύριος στόχος τους είναι να μειώσουν την πίεση στις ελκωτικές περιοχές, όπως οι πτέρνες και τα μετατάρσια οστά, ενώ διατηρούν τη σταθερότητα του ποδιού κατά την κίνηση. Σε αντίθεση με τον γύψο ολικής επαφής, οι νάρθηκες αυτοί μπορούν να αφαιρεθούν, προσφέροντας ευκολία στην υγιεινή και τη φροντίδα του έλκους (20)

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των αφαιρούμενων νάρθηκων, είναι η ευκολία στην εφαρμογή και την αφαίρεσή τους, επιτρέποντας στον ασθενή ή τον γιατρό να ελέγχει τακτικά την κατάσταση του τραύματος. Αυτό βοηθά στην πρόληψη λοιμώξεων και στην καλύτερη παρακολούθηση της διαδικασίας της επούλωσης. Επιπλέον, οι νάρθηκες παρέχουν ευελιξία στον ασθενή, διευκολύνοντας την κίνηση χωρίς να επιδεινώνεται το έλκος. Ωστόσο, οι αφαιρούμενοι νάρθηκες απαιτούν αυστηρή συμμόρφωση από τον ασθενή, καθώς η μη συνεχής χρήση τους μπορεί να καθυστερήσει την επούλωση. Επίσης, είναι πιθανό να μην προσφέρουν το ίδιο επίπεδο σταθερότητας με άλλες μορφές αποφόρτισης, όπως ο γύψος ολικής επαφής (21).

Εφόσον οι προηγούμενες μέθοδοι έχουν αποτύχει μπορούν να αναφερθούν και τα half-shoe (μισά υποδήματα) τα οποία είναι ειδικά σχεδιασμένα υποδήματα που καλύπτουν και υποστηρίζουν μόνο το μπροστινό μέρος του ποδιού ή τη φτέρνα, αφήνοντας εκτεθειμένο το υπόλοιπο τμήμα. Χρησιμοποιούνται κυρίως για λόγους θεραπευτικούς ή προσαρμογής του βάρους και της πίεσης που ασκείται σε συγκεκριμένα σημεία του ποδιού. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε περιπτώσεις όπου χρειάζεται να προστατευτεί ένα έλκος ή να μειωθεί η πίεση σε ένα τραυματισμένο τμήμα του ποδιού (22).

Το επόμενο κατά σειρά αποφορτιστικό μέσο σύμφωνα πάλι με τις Διεθνείς Κατευθυντήριες οδηγίες είναι η χρήση αφρώδους τσόχας σε συνδυασμό με ειδικά θεραπευτικά υποδήματα τα οποία έχουν σχεδιαστεί για να μειώνουν την πίεση στις περιοχές του ποδιού που είναι πιο επιρρεπείς σε τραυματισμούς και έλκη (17). Τα υποδήματα αυτά διαφέρουν σημαντικά από τα συνηθισμένα υποδήματα, καθώς είναι

φτιαγμένα από μαλακά και εύκαμπτα υλικά, που δεν πιέζουν τα ευαίσθητα σημεία του ποδιού. Συνήθως διαθέτουν αφρώδη ή και ανατομική εσωτερική σόλα, που προσαρμόζεται στο σχήμα του ποδιού και απορροφά τους κραδασμούς. Οι ραφές τους είναι επίσης περιορισμένες ή τοποθετημένες σε θέσεις που δεν προκαλούν ερεθισμό στο δέρμα, ενώ συχνά περιλαμβάνουν και ρυθμιζόμενα λουριά ή κορδόνια για καλύτερη εφαρμογή. Σκοπός αυτών των υποδημάτων είναι να μειωθούν οι πελματιαίες πιέσεις μέσα από την ανακατανομή της πίεσης (23). Μελέτες δείχνουν ότι η συνεχής χρήση αυτών των υποδημάτων συμβάλλει στη μείωση των επιπλοκών, προσφέροντας προστασία στα κάτω άκρα και βελτιώνοντας τη σταθερότητα και την κινητικότητα του ατόμου. Επιπλέον, βοηθούν στην πρόληψη της επανεμφάνισης τραυμάτων και στη βελτίωση της συνολικής ποιότητας ζωής των ασθενών με διαβήτη. Τα μειονεκτήματα των συγκεκριμένων υποδημάτων είναι ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν υπάρχουν παραμορφώσεις δακτύλων και από άποψη αισθητικής δεν είναι καλαίσθητα (24).

Η μέθοδος χρήσης της αφρώδους τσόχας αποτελεί την έσχατη λύση όταν όλες οι άλλες μέθοδοι αποφόρτισης δεν έχουν πετύχει ή δεν έχει συμμορφωθεί ο ασθενής. Κόβονται στο κατάλληλο σχήμα του πέλματος και στόχος τους είναι να ανακατανεύρουν τις πιέσεις (25). Η ιδιαιτερότητα τους είναι ότι μπορούν να εφαρμοστούν απευθείας πάνω στο δέρμα ή απευθείας πάνω στο πέλμα του υποδήματος. Για να λειτουργήσουν σωστά χρειάζεται να αλλάζουν τακτικά καθώς η αποφορτιστική τους ιδιότητα εκπίπτει πολύ σύντομα, με συνέπεια να μειώνεται η ικανότητα εξισορρόπησης και ισοκατανομής που δέχεται το πέλμα (26).

Τέλος, δεν θα μπορούσε να παραληφθεί και το τελευταίο μέσο αποφόρτισης, εφόσον όλα τα άλλα έχει καταστεί αδύνατο να επουλώσουν το έλκος, οι χειρουργικές μέθοδοι αποκατάστασης. Οι χειρουργικές τεχνικές για την αποφόρτιση του διαβητικού έλκους χρησιμοποιούνται, όταν οι συντηρητικές μέθοδοι, όπως τα ορθωτικά πέλματα, τα υποδήματα και οι νάρθηκες, δεν επαρκούν ή όταν υπάρχουν ανατομικές παραμορφώσεις που επιβαρύνουν το έλκος. Οι χειρουργικές παρεμβάσεις έχουν ως στόχο τη μείωση της πίεσης και της μηχανικής καταπόνησης στις ευάλωτες περιοχές, διευκολύνοντας την επούλωση και προλαμβάνοντας νέες επιπλοκές. Οι χειρουργικές μέθοδοι είναι η επιμήκυνση του αχίλλειου τένοντα, η οστεοτομία των μεταταρσίων, η αρθροπλαστική της 1^{ης} μεταταρσοφαλαγγικής άρθρωσης και η τενοντοτομή των

καμπτηρών. Η σωστή επιλογή τεχνικής, με βάση τις ανάγκες του ασθενούς, και η μετεγχειρητική παρακολούθηση είναι απαραίτητες για την επιτυχία της θεραπείας και την αποφυγή υποτροπών (27).

Οι χειρουργικές τεχνικές αποφόρτισης έχουν αρκετά οφέλη. Μειώνουν τις πιέσεις που δέχεται το πόδι, βελτιώνουν την επούλωση των ελκών και προστατεύουν από τον ακρωτηριασμό. Υπάρχουν όμως και μειονεκτήματα, όπως η πρόκληση λοίμωξης, η καθυστέρηση της επούλωσης, η υποτροπή και η απώλεια της λειτουργικότητας/κινητικότητας.

Την τελευταία εικοσαετία λόγω της αύξησης της εμφάνισης των διαβητικών ελκών και κατ' επέκταση των ακρωτηριασμών δημιουργήθηκε η ανάγκη να μελετηθούν οι διάφορες μέθοδοι αποφόρτισης και να συγκριθούν μεταξύ τους. Σύμφωνα με τον Armstrong,D.G (28) κατά τη σύγκριση του γύψου ολικής επαφής με τους αφαιρούμενους νάρθηκες και το μισό υπόδημα αποδείχθηκε ότι ο γύψος ολικής επαφής έχει υψηλότερο ποσοστό ίασης. Σύμφωνα όμως με την γνώμη τους αυτό οφείλεται και σε ένα βαθμό στην ακινησία της πελματιαίας επιφάνειας. Σε μια αντίστοιχη μελέτη ξανά του ίδιου ερευνητή (20) αναφέρεται ότι η υπεροχή του γύψου ολικής επαφής οφείλεται και σε ένα βαθμό στη συμμόρφωση των ασθενών. Σε μια μελέτη του ο Faglia,E. (29) ασχολήθηκε με την χρήση των γύψων ολικής επαφής με τοποθέτηση διάφορων υλικών στα πέλματα και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι είναι αποτελεσματικό αλλά είναι και πολύ χρονοβόρο για τους επαγγελματίες υγείας, αλλά και κοστοβόρο και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην περίπτωση ισχαιμικού έλκους ή ακρωτηριασμού. Ο Van De Weg,F.B. (30) συνέκρινε τον γύψο ολικής επαφής με ειδικά κατασκευασμένα υποδήματα και συμπεραίνει ότι δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά όσο αφορά στην μείωση της επιφάνειας του έλκους. Τέλος, ο Gutekunst,D.G. (31) υπογραμμίζει ότι δεν υπάρχει καμία στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους αφαιρούμενους νάρθηκες και την βάδιση χωρίς υποδήματα.

Κατά βάση οι απόψεις των ερευνητών συμφωνούν ότι ναι μεν ο γύψος ολικής επαφής βοηθάει στην αποφόρτιση των ελκών, αλλά δημιουργείται πρόβλημα με την συμμόρφωση και την αποδοχή του ασθενή.

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της μελέτης είναι να παρουσιαστούν οι τρόποι αποφόρτισης διαβητικού ποδιού, που χρησιμοποιούνται επί του παρόντος και διερευνήθηκαν σε διάφορες μελέτες και να αναλυθούν οι διάφορες παρεμβάσεις που μπορούν να γίνουν.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μεθοδολογία της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης σχεδιάστηκε για να διασφαλίσει την συλλογή, την αξιολόγηση και την παρουσίαση αξιόπιστων στοιχείων σχετικά με τις μεθόδους αποφόρτισης του διαβητικού ποδιού. Η ανάλυση βασίστηκε σε συστηματική αναζήτηση και κριτική αποτίμηση των σχετικών μελετών, ακολουθώντας αυστηρά πρότυπα και κατευθυντήριες γραμμές.

Σχεδιασμός έρευνας

Ο σχεδιασμός βασίστηκε σε ένα συνδυασμό εργαλείων και τεχνικών προκειμένου να διασφαλιστεί η αξιοπιστία και η ακρίβεια των ευρημάτων. Για την ανάπτυξη της έρευνας χρησιμοποιήθηκε η στρατηγική μέθοδος PICO (Participants, Interventions, Comparisons, Outcomes) που είναι ένα μοντέλο ερωτήσεων που βοηθάει στη καλύτερη στρατηγική αναζήτησης και ανάκτησης των λέξεων-κλειδιά (32) συμβάλλοντας στην ακριβή οριοθέτηση του προβλήματος και στην αποτελεσματικότερη οργάνωση του στην αναζήτηση των δεδομένων. Η χρήση του οικοδομήθηκε ως εξής: ο πληθυσμός ενδιαφέροντος (participants) αφορούσε διαβητικούς ασθενείς που είχαν εμφανίσει διαβητικό πόδι. Η παρέμβαση (intervention) που εξετάστηκε ήταν οποιαδήποτε τεχνική ή συσκευή αποφόρτισης του διαβητικού ποδιού. Ως σύγκριση (comparison) θεωρήθηκε οποιαδήποτε σύγκριση μεταξύ των διαφόρων τρόπων αποφόρτισης ή με μη παρεμβατικές προσεγγίσεις ώστε να αναδειχθεί η αποτελεσματικότητα της κάθε παρέμβασης. Τα αποτελέσματα (Outcomes) ήταν αρκετά, κύριο όμως σημείο ήταν η μείωση της επιφάνειας του έλκους ενώ εξετάστηκαν και η ταχύτητα επούλωσης του

έλκους, οι πιέσεις, τα ανεπιθύμητα συμβάντα, εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά και η συμμόρφωση και ικανοποίηση του ασθενή (33).

Στρατηγική αναζήτησης

Για την παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση πραγματοποιήθηκε αναζήτηση στις αξιόπιστες και αναγνωρισμένες βάσεις δεδομένων «Pubmed», «ScienceDirect», «Cohrane» και «Scopus». Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν στις παραπάνω βάσεις δεδομένων και προέκυψαν από τη μεθοδολογία PICO ήταν: diabetic foot, off-loading devices, off-loading techniques, therapeutic footwear, surgical techniques, felted foam, Total Contact Cast, Removable Walkers. Κατά τη διάρκεια της αναζήτησης, για την ακρίβεια και ευστοχία της, χρησιμοποιήθηκαν και οι τελεστές «AND» και «OR» για να διευκολύνουν και να συγκεκριμενοποιήσουν τα αποτελέσματα μεγιστοποιώντας την ευστοχία των αποτελεσμάτων. Η αναζήτηση της βιβλιογραφίας διενεργήθηκε από τις 10/06/2024 έως 22/11/2024.

Κριτήρια επιλογής μελετών

Τα κριτήρια επιλογής των μελετών επικεντρώθηκαν στις τυχαιοποιημένες ελεγχόμενες κλινικές δοκιμές- Randomized Controlled Trials (RCT's), σε κλινικές δοκιμές, σε μεταanalύσεις, συστηματικές ανασκοπήσεις και σε πιλοτικές τυχαιοποιημένες κλινικές δοκιμές- pilot Randomized Controlled Trials που αφορούσαν τον συγκεκριμένο πληθυσμό ενδιαφέροντος για την παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση και το πλήρες κείμενο τους ήταν γραμμένο στην αγγλική γλώσσα. Η αναζήτηση των μελετών στις βάσεις δεδομένων έγινε για την τελευταία δεκαετία και μετά, στοχεύοντας στην συλλογή των πλέον πρόσφατων και ενημερωμένων μελετών.

Τα κριτήρια αποκλεισμού περιλάμβαναν μελέτες σε γλώσσα εκτός της αγγλικής, μελέτες χωρίς περίληψη και άλλοι τύποι μελετών. Επίσης, αποκλείστηκαν μελέτες που αφορούσαν υγιείς πληθυσμούς, άτομα με ασθένειες εκτός του Σακχαρώδη Διαβήτη ή άτομα με Σακχαρώδη Διαβήτη που δεν είχαν εμφανίσει διαβητικό έλκος. Όσον αφορά τις παρεμβάσεις που χρησιμοποιήθηκαν εξαιρέθηκαν μελέτες που δεν θεωρήθηκαν ότι

έχουν συνάφεια με τις μεθόδους αποφόρτισης καθώς επίσης και όσες δεν αποσαφήνιζαν την χρήση τους.

Διαδικασία επιλογής μελετών

Η διαδικασία επιλογής των μελετών πραγματοποιήθηκε σε όλα τα αρχεία που ανακτήθηκαν μέσω της αναζήτησης στις βάσεις δεδομένων. Οι μελέτες ελέγχθηκαν βάσει του τίτλου τους για την καταλληλότητα τους ώστε να συμπεριληφθούν στη μελέτη. Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε διαδικασία επιλογής διαβάζοντας την περίληψη τους, έτσι ώστε να εξακριβωθεί η συνάφεια με το αντικείμενο έρευνας. Αφαιρέθηκαν οι διπλότυπες και οι μελέτες που δεν επέτρεπαν την πρόσβαση στο πλήρες κείμενο. Τέλος, για τις μελέτες που πληρούσαν τα κριτήρια ένταξης, διενεργήθηκε ανάλυση πλήρους κειμένου.

Αξιολόγηση μελετών

Για την κριτική ποιοτική αξιολόγηση των μελετών χρησιμοποιήθηκε το CASP checklist (Critical Appraisal Skills Programme) (<https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/>)(34). Πρόκειται για μια μέθοδο αξιολόγησης και καλύτερης κατανόησης των μελετών. Ελέγχεται η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, η ευκρίνεια και σαφήνεια στην διατύπωση των ερευνητικών ερωτημάτων, η σαφής και διευκρινιστική αναφορά των μεθόδων παρέμβασης, η καταλληλότητα και επάρκεια του δείγματος, και η ύπαρξη περιορισμών, προκαταλήψεων και άλλων μεθοδολογικών σφαλμάτων. Πιο συγκεκριμένα, τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν βιβλιογραφικές πληροφορίες της εκάστοτε μελέτης, συγγραφείς/εις, έτος δημοσίευσης, χώρα δημοσίευσης, τύπος μελέτης, μέγεθος δείγματος, πληθυσμός μελέτης, τύπος εφαρμογής τρόπου αποφόρτισης που χρησιμοποιήθηκε στην μελέτη, παρέμβαση και το αποτέλεσμα.

Παρότι η μεθοδολογία σχεδιάστηκε με τρόπο που διασφαλίζει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων, ορισμένοι περιορισμοί είναι αναπόφευκτοι. Ο περιορισμός της γλώσσας στις αγγλικές μελέτες μπορεί να αποκλείσει συναφή δεδομένα από άλλες γλώσσες. Επίσης, η επικέντρωση στις τελευταίες δεκαετίες, αν και χρήσιμη για την

επικαιρότητα, ενδέχεται να παραλείπει παλαιότερες σημαντικές μελέτες. Τέλος, η ποικιλομορφία στις μεθόδους αποφόρτισης του διαβητικού ποδιού και τα αποτελέσματα τους, καθιστά δύσκολη τη σύγκριση.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η διαχείριση του διαβητικού ποδιού αποτελεί μια από τις μεγαλύτερες προκλήσεις στη φροντίδα ασθενών με Σακχαρώδη Διαβήτη (ΣΔ). Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση ανέδειξε την αποτελεσματικότητα και τους περιορισμούς διαφόρων μεθόδων αποφόρτισης, όπως ο γύψος ολικής επαφής (TCC), οι αφαιρούμενοι νάρθηκες, τα θεραπευτικά υποδήματα, τα μισά υποδήματα, τα θεραπευτικά υποδήματα με την χρήση της τσόχας και οι χειρουργικές τεχνικές, στη θεραπεία των διαβητικών ελκών. Παρόλο που η αποφόρτιση είναι κρίσιμη για την επούλωση, τα διαφορετικά μέσα έχουν ποικίλα επίπεδα αποτελεσματικότητας, αποδοχής από τους ασθενείς και πρακτικής εφαρμογής. Ο στόχος της αποφόρτισης είναι να μειώσει την πίεση που ασκείται σε ευάλωτες περιοχές του πέλματος, διευκολύνοντας την επούλωση των ελκών και αποτρέποντας την ανάπτυξη νέων. Η ανάλυση των μεθόδων αποκάλυψε διαφορές ως προς την αποτελεσματικότητα, τη συμμόρφωση και τις προκλήσεις που σχετίζονται με κάθε προσέγγιση.

Μέσω της αναζήτησης στις αξιόπιστες βάσεις δεδομένων επιλέχθηκαν μελέτες που τηρούσαν τα κριτήρια συμπερίληψης και παρακάτω αναλύονται τα αποτελέσματα των μελετών αυτών όσο αφορά την επούλωση του έλκους και το χρόνο που απαιτείται για αυτήν, την μέγιστη πίεση που ασκείται στον άκρο πόδα, τα εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά, την ικανοποίηση των ασθενών και την εμφάνιση λοίμωξης.

Επούλωση έλκους με συντηρητικές μεθόδους αποφόρτισης

Η επούλωση έλκους αφορά τη φυσική διαδικασία με την οποία το σώμα επιδιορθώνει και αποκαθιστά τον ιστό που έχει υποστεί βλάβη από αυτό. Θεωρείται ο πιο σημαντικός στόχος στο κομμάτι της αποφόρτισης καθώς αν δεν επουλωθεί το έλκος μπορεί να επιδεινωθεί ή να μολυνθεί φτάνοντας στο σημείο της σήψης. Όπως επίσης και η

ταχύτητα επούλωσης ενός έλκους είναι ζωτικής σημασίας για την αποφυγή επιπλοκών, τη βελτίωση της ποιότητας ζωής και τη μείωση των συνολικών επιπτώσεων στην υγεία του ασθενούς (35).

Στη μελέτη του ο Lavery, L.A. (36) προχώρησε σε σύγκριση για 12 εβδομάδες 3 διαφορετικών μεθόδων αποφόρτισης: Γύψος Ολικής Επαφής (TCC), ειδικά θεραπευτικά υποδήματα (Healing Sandals) με υλικό plastazote στο πέλμα και αφαιρούμενους νάρθηκες με πέλματα μείωσης διάτμησης (shear reducing bed-SRB). Το SRB είναι ειδικός τύπος πέλματος ειδικά σχεδιασμένος για να μειώσει την τριβή και την διάτμηση. Η επούλωση του έλκους, η οποία ήταν μέχρι την πλήρη επιθηλιοποίηση, ήταν στατιστικά σημαντική με την χρήση του TCC σε σχέση και με τις άλλες 2 μεθόδους. Όσο αφορά τον χρόνο επούλωσης ήταν πιο γρήγορος στον TCC σε σχέση με το HS δεν υπήρχε όμως καμιά διαφορά σε σχέση με το SRB.

Στη μελέτη του ο Potier, L. (37) χρησιμοποίησε την συσκευή Orthese Diabetes. Είναι μια ειδικά κατασκευασμένη πελματιαία συσκευή αποφόρτισης σχεδιασμένη να αποφορτίζει αποκλειστικά το έλκος μειώνοντας τις δυνάμεις διάτμησης. Την συνέκρινε με άλλες αφαιρούμενες συσκευές αποφόρτισης (αφαιρούμενο μέχρι το γόνατο νάρθηκα, αφαιρούμενες συσκευές που δεν ακινητοποιούσαν την ποδοκνημική, υποδήματα με ειδικά κατασκευασμένο πέλμα, υποδήματα χωρίς ειδικά κατασκευασμένο πέλμα, αναπηρικό αμαξίδιο ή κατάκοιτο σε κρεβάτι) σε ένα διάστημα 6 μηνών. Η πλήρης επούλωση του έλκους σε διάστημα 3 μηνών δεν ήταν στατιστικά σημαντική μεταξύ των ομάδων. Όπως επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντικότητα στο χρόνο επούλωσης του έλκους.

Στη μελέτη του ο Piaggese, A. (38) ασχολήθηκε με την σύγκριση της αφαιρούμενης και μη αφαιρούμενης μπότας σε σχέση με τον Γύψο Ολικής Επαφής (TCC). Η μελέτη διήρκησε 3 μήνες και τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχε στατιστικά σημαντική μείωση των ελκών στους ασθενείς χωρίς να υπάρχει όμως στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των μεθόδων αποφόρτισης. Όπως επίσης δεν υπήρχε καμία στατιστική σημαντικότητα στον χρόνο επούλωσης των ελκών μεταξύ των ομάδων.

Στη μελέτη του Bus, S.A. (39) συγκρίθηκαν 3 διαφορετικές συσκευές αποφόρτισης ο Γύψος Ολικής Επαφής (TCC), ειδικά κατασκευασμένα υποδήματα υψηλής στήριξης (high cast shoe) και υποδήματα με πρόσθια αποφόρτιση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι

μετά από 12 και 20 εβδομάδες δεν υπήρχε καμιά στατιστική σημαντικότητα μεταξύ των 3 συσκευών όσο αφορά την επούλωση του έλκους. Επίσης ο χρόνος επούλωσης του έλκους δεν είχε καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 3 συσκευών. Τέλος, η μείωση της επιφάνειας του έλκους στις 4 πρώτες εβδομάδες δεν είχε καμιά στατιστική διαφορά μεταξύ των ομάδων.

Στη μελέτη του Chakraborty, P.P. (40) συνέκριναν τον Γύψο Ολικής Επαφής (TCC) και έναν ειδικά σχεδιασμένο αφαιρούμενο νάρθηκα που αποφορτίζει τις πιέσεις (PRAFO). Το PRAFO ήταν κατασκευασμένο από μπότα την οποία την γεμίζανε με το υλικό POP (plaster of Paris). Απαιτούσε συγκεκριμένη διαδικασία προετοιμασίας όπως να τοποθετηθεί η υπαστραγαλική άρθρωση σε ουδέτερη θέση, το μεγάλο δάκτυλο σε υπερέκταση και να δημιουργήσουν ποδική καμάρα. Μετά την διεξαγωγή της μελέτης φάνηκε ότι μετά από 4 εβδομάδες ότι η επιφάνεια του έλκους είχε στατιστικά σημαντική μείωση με το TCC σε σχέση με το PRAFO.

Σύμφωνα με την μετα-ανάλυση του Elraiyah, T. (41) συμμετείχαν 19 μελέτες. Τα αποτελέσματα της όσο αφορά την επούλωση έλκους και τον χρόνο επούλωσης έδειξαν ότι ο Γύψος Ολικής Επαφής (TCC) σε σύγκριση με τον αφαιρούμενο νάρθηκα είχε στατιστικά σημαντική υπεροχή στη μείωση στο χρόνο επούλωσης.

Επούλωση έλκους με συντηρητικές μεθόδους αποφόρτισης σε συνδυασμό με χειρουργική επέμβαση

Σύμφωνα με την μετα-ανάλυση του Gauna, C. (42), στη οποία συμμετείχαν 18 μελέτες, οι αφαιρούμενοι και οι μη αφαιρούμενοι νάρθηκες είχαν υψηλότερα ποσοστά επούλωσης, στατιστικά σημαντικά, σε σύγκριση με τη μη χρήση κάποιας συσκευής αποφόρτισης. Πιο συγκεκριμένα, ο TCC και οι μη αφαιρούμενοι νάρθηκες έχουν στατιστικά σημαντικά υψηλότερα ποσοστά επούλωσης έλκους σε σχέση με τους αφαιρούμενους νάρθηκες και τα υποδήματα. Υψηλά ποσοστά επούλωσης εμφάνιζε και η χειρουργική αποκατάσταση σε συνδυασμό με οποιαδήποτε συσκευής αποφόρτισης σε σχέση με την χρήση μόνο συσκευών αποφόρτισης. Δεν υπήρχε όμως καμιά στατιστικά σημαντική διαφορά όσο αφορά τον χρόνο επούλωσης.

Στη μελέτη του Yammine,K. (43) συμμετείχαν 4 μελέτες οι οποίες ανέφεραν ότι ο συνδυασμός χειρουργικών τεχνικών που ασχολούνται με την οστετοτομία των μεταταρσίων σε συνδυασμό με συσκευών αποφόρτισης μειώνουν σημαντικά τον χρόνο επούλωσης των πελματιαίων νευροπαθθτικών ελκών. Ειδικά όταν τα έλκη είναι περίπλοκα γιατί αποφορτίζουν τις περιοχές των μεταταρσίων.

Σε μια πιο πρόσφατη μελέτη του Yammine,K. (44) συμμετείχαν 9 μελέτες αναφερόμενες σε διάφορες χειρουργικές τεχνικές αποφόρτισης (εκτομή οστού, οστεοτομία μεταταρσίων, αρθροπλαστική). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η χειρουργική θεραπεία έχει στατιστικά σημαντική υπεροχή με ποσοστά επούλωσης των ελκών 70-90% σε σχέση με τη μη χειρουργική θεραπεία σε διάστημα 6-12 μηνών.

Στη μετα-ανάλυση του Lazzarini,P.A. (45) συγκεντρώθηκαν 165 μελέτες από τις οποίες αποδείχτηκε ότι ο Γύψος Ολικής Επαφής (TCC) και οι μη αφαιρούμενοι νάρθηκες γονάτου έχουν στατιστικά σημαντικά υψηλότερα ποσοστά επούλωσης σε σύγκριση με τις αφαιρούμενες συσκευές ή τα θεραπευτικά υποδήματα (με ή χωρίς την χρήση αφρώδους τσόχας). Επίσης η χρήση του TCC μειώνει τον χρόνο επούλωσης σε διάστημα μέχρι 4 εβδομάδες σε σχέση με τις αφαιρούμενες συσκευές έχοντας στατιστική σημαντικότητα. Τέλος οι χειρουργικές παρεμβάσεις ήταν περισσότερο αποτελεσματικές στην επούλωση του έλκους όταν συνδυάζονται με συσκευές αποφόρτισης.

Μέγιστη πίεση

Ένα εξίσου σημαντικό αποτέλεσμα είναι η μείωση της μέγιστης πίεσης που ασκείται στον άκρο πόδα. Η μέγιστη πίεση είναι καθοριστικός παράγοντας που επιβαρύνει το έλκος, και η μείωσή της μέσω αποφόρτισης είναι αναγκαία για την πρόληψη περαιτέρω βλάβης και την προώθηση της επούλωσης. Η κατάλληλη διαχείριση της πίεσης, σε συνδυασμό με άλλες θεραπευτικές παρεμβάσεις, μπορεί να επιταχύνει την ανάρρωση και να βελτιώσει την ποιότητα ζωής του ασθενούς (46).

Στη μελέτη του Gotz,J. (47) αναφέρθηκαν στη σύγκριση 4 διαφορετικών μεθόδων αποφόρτισης του Γύψου Ολικής Επαφής (TCC), ενός αντικραδασμικού αφαιρούμενου νάρθηκα με αέρα (air cushioned RCW), ενός αφαιρούμενου νάρθηκα με αεροθάλαμους

(vacuum cushioned RCW) και υποδημάτων όπως τα μισά παπούτσια. Η σύγκριση έγινε σε σχέση με υγιή πληθυσμό. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέγιστη πίεση στον πρόσθιο πόδα μειώθηκε σε όλες τις συσκευές αποφόρτισης σε σχέση με την ανυπόδητη βάρδιση και την χρήση κανονικών υποδημάτων. Όσο αφορά τον μέσο πόδα φάνηκε ότι η ανυπόδητη βάρδιση αύξησε την μέγιστη πίεση. Τέλος, στον οπίσθιο πόδα σε όλες τις συσκευές υπήρχε στατιστικά σημαντική μείωση της μέγιστης πίεσης εκτός από τα μισά παπούτσια.

Στη μελέτη του Bus,S.A. (39) η μέγιστη πίεση ήταν στατιστικά σημαντική αυξημένη στα ειδικά υποδήματα με υψηλή στήριξη (cast shoe) σε σχέση με τον Γύψο Ολικής Επαφής (TCC) και τα ειδικά υποδήματα με πρόσθια αποφόρτιση (FOS). Η μέγιστη πτώση της πίεσης, η οποία ήταν και στατιστικά σημαντική, ήταν με το TCC σε σχέση με τα ειδικά κατασκευασμένα υποδήματα με υψηλή στήριξη.

Στη μετα- ανάλυση του Lazzarini,P.A. (45) επισημάνθηκε ότι οι μη αφαιρούμενες συσκευές παρουσιάζουν μεγαλύτερες μειώσεις στις πιέσεις πελματιαία από ότι οι αφαιρούμενες συσκευές με στατιστική σημαντική υπεροχή.

Χωροχρονικά χαρακτηριστικά

Τα χωροχρονικά στοιχεία στην αποφόρτιση ενός διαβητικού έλκους αναφέρονται στις παραμέτρους που σχετίζονται με τη θέση, τη διάρκεια και τη συχνότητα επίδρασης της πίεσης στο πόδι κατά τη βάρδιση ή την ανάπαυση. Για την σχεδίαση στρατηγικών αποφόρτισης η κατανόηση τους θεωρείται πολύ χρήσιμη(48).

Στη μελέτη του Chakraborty,P.P. (40) σύμφωνα με τα αποτελέσματα το μήκος βήματος και το μήκος διασκελισμού ήταν χαμηλότερο στατιστικά σημαντικά στον Γύψο Ολικής Επαφής (TCC) σε σχέση με τον ειδικό κατασκευασμένο νάρθηκα που αποφορτίζει τις πιέσεις με υλικό Plaster of Paris (PRAFO) με αποτέλεσμα ο ρυθμός βηματισμού να είναι μεγαλύτερος στο TCC σε σχέση με το PRAFO. Η ταχύτητα ήταν υψηλότερη στο PRAFO αλλά όχι στατιστικά σημαντική σε σχέση με το TCC. Ως σύνολο τα εμβιομηχανικά χαρακτηριστικά ήταν στατιστικά καλύτερα στο PRAFO από ότι στο TCC, καθώς οι ασθενείς μπορούσαν να περπατάνε γρηγορότερα.

Στη μελέτη του Bus,S.A. (39) δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές όσο αφορά την ταχύτητα. Επίσης δεν υπήρχε καμιά στατιστική σημαντικότητα όσο αφορά το μήκος διασκελισμού και στις 3 παρεμβάσεις.

Ανεπιθύμητα επεισόδια

Τα ανεπιθύμητα επεισόδια έχουν σχέση με λοιμώξεις και την επανεμφάνιση έλκους, οι οποίες μπορεί να προκύψουν από την χρήση των διαφόρων συσκευών αποφόρτισης.

Στη μελέτη του Bus,S.A. (39) τα ανεπιθύμητα επεισόδια που προέκυψαν λόγω της χρήσης των συσκευών δεν ήταν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των συσκευών αποφόρτισης.

Στη μελέτη του Piaggese,A. (38) επίσης δεν υπήρχε στατιστική σημαντικότητα όσο αφορά τα ανεπιθύμητα επεισόδια. Κανένα δεν κρίθηκε απαραίτητο να παραπεμφθεί σε νοσοκομείο και όλα αντιμετωπίστηκαν σε διάστημα 2 εβδομάδων.

Στη μελέτη του Lavery,L.A. (36) υπήρχε διαφορά όσο αφορά τα ανεπιθύμητα συμβάντα μεταξύ των συσκευών αλλά δεν ήταν στατιστικά σημαντικά.

Στη μετα-ανάλυση του Gauna.C (42) δεν υπήρχε καμιά στατιστική σημαντικότητα στην εμφάνιση λοίμωξης μεταξύ των μη αφαιρούμενων και αφαιρούμενων συσκευών. Όπως επίσης και σε ασθενείς που είχαν ως μέθοδο παρέμβασης τις χειρουργικές επεμβάσεις σε συνδυασμό με την χρήση συσκευών αποφόρτισης.

Στη μελέτη του Yammine,K. (44) η χειρουργική θεραπεία είχε στατιστική σημαντικότητα ως προς την μείωση επανεμφάνισης έλκους σε διάστημα 1-2 έτη σε σχέση με την μη χειρουργική θεραπεία.

Συμμόρφωση και ικανοποίηση ασθενών

Η συμμόρφωση και η ικανοποίηση των ασθενών παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιτυχία της αποφόρτισης ενός διαβητικού έλκους. Παρά την αποτελεσματικότητα πολλών θεραπευτικών επιλογών, η μη συμμόρφωση με τις οδηγίες αποφόρτισης είναι

ένα κοινό εμπόδιο που μπορεί να καθυστερήσει την επούλωση ή να οδηγήσει σε επιπλοκές. Η συμμόρφωση αναφέρεται στο κατά πόσο ο ασθενής ακολουθεί τις οδηγίες που δίνονται για την αποφόρτιση ενώ η ικανοποίηση σχετίζεται με την εμπειρία του ασθενούς από τη θεραπεία και μπορεί να επηρεάσει άμεσα τη συμμόρφωση. Σαν έννοιες είναι αλληλένδετες (49).

Στη μελέτη του Bus,S.A. (39) δεν υπήρχε καμιά στατιστική σημαντικότητα μεταξύ των συσκευών αποφόρτισης όσο αφορά την μη συμμόρφωση.

Στη μελέτη του Piaggese,A. (38) η ικανοποίηση των ασθενών ήταν στατιστικά σημαντική και υψηλότερη στην αφαιρούμενη μπότα σε σχέση με την μη αφαιρούμενη μπότα και τον Γύψο Ολικής Επαφής (TCC).

Στη μελέτη του Lavery,L.A. (36) δεν υπήρχε σημαντική διαφορά όσο αφορά την ικανοποίηση των ασθενών. Υπήρχε όμως στατιστικά σημαντική αύξηση όσο αφορά την φυσική δραστηριότητα στους ασθενείς με ειδικά θεραπευτικά υποδήματα- Healing Sandals (HS) σε σχέση με τον Γύψο Ολικής Επαφής (TCC) και τον αφαιρούμενο νάρθηκα με πέλματα μείωσης διάτμησης (Shear Reducing Bed-SRB).

Στη μελέτη του Potier,L. (37) η συμμόρφωση των ασθενών ήταν στατιστικά χαμηλότερη στη χρήση της συσκευής Orthose Diabetes (συσκευή αποφόρτισης σχεδιασμένη να αποφορτίζει το έλκος μειώνοντας τις δυνάμεις διάτμησης) σε σχέση με τις άλλες μεθόδους αποφόρτισης (αφαιρούμενο μέχρι το γόνατο νάρθηκα, αφαιρούμενες συσκευές που δεν ακινητοποιούσαν την ποδοκνημική, υποδήματα με ειδικά κατασκευασμένο πέλμα, υποδήματα χωρίς ειδικά κατασκευασμένο πέλμα, αναπηρικό αμαξίδιο ή κατάκοιτο σε κρεβάτι).

Στη μετα-ανάλυση του Lazzarini,P.A. (45) η συμμόρφωση των ασθενών ήταν υψηλότερη σε σχέση με τις αφαιρούμενες συσκευές.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η παρούσα βιβλιογραφική ανασκόπηση παρουσιάζει τα αποτελέσματα διαφόρων μεθόδων αποφόρτισης εστιάζοντας στην επούλωση των ελκών και την ταχύτητα αποκατάστασης τους, την μείωση των πιέσεων, τα χωροχρονικά στοιχεία βάδισης, τη συμμόρφωση και ικανοποίηση των ασθενών και τέλος την εμφάνιση ανεπιθύμητων

συμβάντων. Συγκρίθηκαν διάφορα μέσα αποφόρτισης, μόνα τους ή και με προσθήκες διαφόρων υλικών, ειδικά κατασκευασμένα υποδήματα με Velcro, τα μισά υποδήματα και οι χειρουργικές τεχνικές αποφόρτισης.

Σύμφωνα με την ανάλυση των αποτελεσμάτων ο γύψος ολικής επαφής είναι αποτελεσματικότερος στην επούλωση των ελκών και την ταχύτητα της και μειώνει στατιστικά σημαντικά τις μέγιστες πιέσεις που δέχεται ο άκρος πόδας. Παρόλ' αυτά, επιτυγχάνει την χαμηλότερη συμμόρφωση των ασθενών καθώς είναι μόνιμος και δυσκολεύει την καθημερινότητα των ασθενών όσο αφορά την λειτουργικότητα τους. Επίσης, είναι αρκετά κοστοβόρος και η τοποθέτηση του χρειάζεται να γίνεται από επαγγελματία υγεία που έχει πιστοποίηση της τεχνικής. Τέλος, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, φροντίδα και τήρηση αυστηρής υγιεινής, καθώς αποτελεί σημαντικό παράγοντα κινδύνου για την ανάπτυξη λοίμωξης.

Οι αφαιρούμενοι νάρθηκες είναι λιγότεροι αποτελεσματικοί από ότι ο γύψος ολικής επαφής αλλά είναι πιο εύκολοι στη χρήση και κατ' επέκταση επιτυγχάνουν μεγαλύτερη συμμόρφωση των ασθενών λόγω της δυνατότητας αφαίρεσης τους. Προκαλούν μικρότερη μείωση πιέσεων και απαιτούν πειθαρχία. Το γεγονός ότι μπορούν να αφαιρεθούν δεν δημιουργεί και τις κατάλληλες προϋποθέσεις για την συμμόρφωση των ασθενών καθώς έχουν την δυνατότητα να μην τους χρησιμοποιούν όσο θα έπρεπε. Όσο αφορά τα χωροχρονικά στοιχεία φαίνεται ότι οι αφαιρούμενοι νάρθηκες έχουν καλύτερα αποτελέσματα από τους μη αφαιρούμενους καθώς οι ασθενείς μπορούν να περπατάνε καλύτερα και πιο γρήγορα.

Τα μισά υποδήματα δεν θεωρούνται τόσο αποτελεσματικά όσο οι αφαιρούμενοι και οι μη αφαιρούμενοι νάρθηκες. Αν και δεν είναι στατιστικά σημαντική η διαφορά στα αποτελέσματα των μελετών, φαίνεται ότι η χρήση τους να μην αποφορτίζει την περιοχή που εμφανίζεται το έλκος αλλά από την άλλη ανακατανέμει τις πιέσεις σε άλλες περιοχές του πέλματος με συνέπεια να υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης έλκους σε άλλη περιοχή.

Τα θεραπευτικά υποδήματα, και συγκεκριμένα τα υποδήματα που κατασκευάζονται από μαλακό υλικό, συνδυάζονται συνήθως με αφρώδη τσόχα για να αποφορτίσουν την περιοχή του έλκους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των μελετών δεν είναι εξίσου αποτελεσματικά στην επούλωση των ελκών όσο ο γύψος ολικής επαφής και οι

αφαιρούμενοι νάρθηκες. Επίσης, παρουσιάζουν μικρότερη μείωση στις πιέσεις. Αντίθετα, είναι πιο άνετα και ευέλικτα με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγαλύτερη συμμόρφωση και ικανοποίηση των ασθενών (45)

Τέλος, οι χειρουργικές τεχνικές αποφόρτισης σε συνδυασμό με συσκευές αποφόρτισης αποδεικνύεται από τις μελέτες ότι προσφέρει υψηλή αποτελεσματικότητα ειδικά σε ασθενείς με πολύπλοκα έλκη και παραμορφώσεις στον άκρο πόδα όπως γαμψοδακτυλία, σφυροδακτυλία και mallet toes (παραμόρφωση που σχετίζεται με έντονη κάμψη της ονυχοφόρου φάλαγγας) (50).

Οι περισσότερες μελέτες που έχουν διεξαχθεί στηρίζονται σε ασθενείς με νευροπαθητικά έλκη χωρίς να υπάρχει λοίμωξη ή ισχαιμία. Υπάρχουν κάποιες μελέτες που επεξεργάζονται τα πελματιαία έλκη με μέτρια λοίμωξη ή μέτρια ισχαιμία και έλκη που ανευρίσκονται στην περιοχή της πτέρνας όπου χρησιμοποιήθηκε ο μη αφαιρούμενος κνημοποδικός νάρθηκας γιατί είχε καλύτερη αποτελεσματικότητα (54). Παρόλ' αυτά δεν υπάρχουν σημαντικές αποδείξεις για την αποφόρτιση ελκών που δεν βρίσκονται στην πελματιαία επιφάνεια. Επίσης, δεν υπάρχουν αρκετές μελέτες που να δείχνουν την υπεροχή των χειρουργικών τεχνικών αποφόρτισης. Επιπρόσθετα, δεν προκύπτουν αρκετά στοιχεία που να δείχνουν τα ποσοστά επανεμφάνισης ελκών μετά από χειρουργικές τεχνικές (51).

Κατ'επέκταση εξαρτάται από τον επαγγελματία υγείας ποια μέθοδο αποφόρτισης θα χρησιμοποιήσει. Αν ο επαγγελματίας υγείας έχει θέσει ως προτεραιότητα του την επούλωση του έλκους ή την αποφυγή του ακρωτηριασμού ή της λοίμωξης θα προτείνει στον ασθενή ένα μη αφαιρούμενο νάρθηκα. Αν επιλέξει να αποφύγει τον κίνδυνο της ρήξης του δέρματος σε άλλη περιοχή, της συμμόρφωσης ή του κόστους θα προτείνει στον ασθενή ένα αφαιρούμενο νάρθηκα.

Η ανάλυση της παρούσας βιβλιογραφικής ανασκόπησης δείχνει την ανάγκη για διαρκή εξέλιξη και βελτίωση στον τομέα της αποφόρτισης του διαβητικού ποδιού. Για να ενισχυθεί όμως η αποτελεσματικότητα των θεραπειών χρειάζεται το κάθε μέσο αποφόρτισης να είναι εξατομικευμένο έτσι ώστε η συμμόρφωση του ασθενή να είναι πιο άμεση και με καλά αποτελέσματα.

Τα τελευταία χρόνια η χρήση της τεχνολογίας έχει προχωρήσει πάρα πολύ και άρχισε να συνδέεται άμεσα με τον τομέα της υγείας. Η τεχνολογία διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη βελτίωση της πρόληψης, διάγνωσης, διαχείρισης και θεραπείας του διαβητικού ποδιού. Οι καινοτόμες λύσεις προσφέρουν νέες δυνατότητες τόσο για την αποφόρτιση όσο και για τη διαχείριση των επιπλοκών, ενισχύοντας τη συμμόρφωση των ασθενών και την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων(14). Μια καινοτόμο λύση που αναπτύχθηκε με την βοήθεια της τεχνολογίας ήταν οι αισθητήρες καταγραφής δεδομένων όπως την θερμοκρασία, την υγρασία και την πίεση. Οι αισθητήρες παρέχουν πολύτιμα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για την παρακολούθηση της κατάστασης του ποδιού. Αυτές οι τεχνολογίες αξιοποιούν δεδομένα που λαμβάνουν σε πραγματικό χρόνο παρέχοντας προβλέψεις ενδεχόμενων κινδύνων και βελτιώνοντας την διαχείριση της θεραπείας (52).

Οι αισθητήρες πίεσης καταγράφουν την πίεση που ασκείται σε συγκεκριμένες περιοχές της επιφάνειας του πέλματος είτε σε στατική είτε σε δυναμική κατάσταση όπως στη βάδιση. Μέσω αυτών ανιχνεύονται περιοχές υψηλών πιέσεων ή καταπόνησης (όπως η πτέρνα ή οι περιοχές των μεταταρσίων) προτού εμφανιστούν κλινικές ενδείξεις όπως φλεγμονές ή έλκη. Η παρακολούθηση της πίεσης σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει την πρόωπη ανίχνευση αυτών των επικίνδυνων περιοχών, ακόμα και πριν την εμφάνιση κλινικών σημείων, όπως πόνος ή ερυθρότητα. Αυτό επιτρέπει στους ιατρούς και στους ειδικούς να λάβουν προληπτικά μέτρα, μειώνοντας την ανάγκη για επεμβατικές θεραπείες και μειώνοντας το κόστος και την ταλαιπωρία των ασθενών. Επιπλέον, η παρακολούθηση της πίεσης βοηθά στην εξατομίκευση της αποφόρτισης του ποδιού, δίνοντας τη δυνατότητα για προσαρμογή του θεραπευτικού υποδήματος ή της μπότας αποφόρτισης, ανάλογα με τις ανάγκες του ασθενούς. Όπως αναφέρθηκε, η ανίχνευση των περιοχών υψηλής πίεσης επιτρέπει την εφαρμογή εξατομικευμένων λύσεων που μπορεί να προλαμβάνουν την εμφάνιση ελκών και άλλων σοβαρών επιπλοκών(53). .

Οι σύγχρονοι αισθητήρες πίεσης συνδυάζουν τεχνολογίες, όπως η αισθητική αναγνώριση πίεσης και η καταγραφή δεδομένων μέσω μικροϋπολογιστών ή εφαρμογών που επιτρέπουν στους ασθενείς και τους γιατρούς να παρακολουθούν την κατάσταση του ποδιού σε πραγματικό χρόνο. Αυτοί οι αισθητήρες είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι κατά την διάρκεια της βάδισης, καθώς ανιχνεύουν τις διακυμάνσεις στην πίεση που προκαλούνται από τον τύπο και τον τρόπο βάδισης του κάθε ασθενούς,

προσαρμόζοντας τη θεραπεία για να ελαχιστοποιηθεί η πίεση σε επικίνδυνες περιοχές (54).

Η υγρασία αποτελεί έναν από τους βασικούς παράγοντες για τη διατήρηση της υγείας του δέρματος, και οι αισθητήρες υγρασίας παίζουν κρίσιμο ρόλο στην παρακολούθηση αυτής της παραμέτρου. Ο Σακχαρώδης Διαβήτης μπορεί να προκαλέσει ξηρότητα του δέρματος, με αποτέλεσμα την αυξημένη ευαισθησία σε ρωγμές ή πληγές. Από την άλλη πλευρά, ένα πολύ υγρό περιβάλλον μπορεί να ευνοήσει την ανάπτυξη βακτηρίων και μυκήτων, οδηγώντας σε λοιμώξεις ή σε λύση της συνέχειας του δέρματος. Οι αισθητήρες υγρασίας παρακολουθούν τη σχετική υγρασία στην περιοχή του ποδιού και παρέχουν δεδομένα που βοηθούν στην πρόληψη αυτών των προβλημάτων. Επιπλέον, η παρακολούθηση της υγρασίας είναι ιδιαίτερα χρήσιμη σε περιπτώσεις που οι ασθενείς φορούν θεραπευτικά υποδήματα ή ειδικές μπότες αποφόρτισης, καθώς η υγρασία μπορεί να αυξηθεί λόγω της περιορισμένης κυκλοφορίας αέρα. Με την καταγραφή της υγρασίας, είναι δυνατό να γίνονται άμεσες προσαρμογές στην εφαρμογή των θεραπειών ή να προτείνονται λύσεις για την ενίσχυση του εξαερισμού των υποδημάτων, μειώνοντας τον κίνδυνο λοιμώξεων και άλλων επιπλοκών. Η δυνατότητα παρακολούθησης της υγρασίας σε πραγματικό χρόνο, μέσω φορητών αισθητήρων ή ρούχων που ενσωματώνουν αυτή την τεχνολογία, επιτρέπει στους ασθενείς να λαμβάνουν προειδοποιήσεις για υπερβολική υγρασία, προλαμβάνοντας με αυτό τον τρόπο το σχηματισμό πληγών ή λοιμώξεων (55).

Τέλος, η θερμοκρασία του δέρματος αποτελεί έναν από τους πιο κρίσιμους δείκτες για την παρακολούθηση της φλεγμονής, της κυκλοφορίας του αίματος και της ανίχνευσης λοιμώξεων. Αλλαγές στη θερμοκρασία του δέρματος, όπως η τοπική αύξηση της θερμοκρασίας σε μια συγκεκριμένη περιοχή του ποδιού, μπορεί να υποδηλώνουν την ύπαρξη φλεγμονής ή λοίμωξης, προτού εμφανιστούν ορατά σημάδια όπως ερυθρότητα ή πρήξιμο. Οι αισθητήρες θερμοκρασίας, όταν χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με άλλες τεχνολογίες, επιτρέπουν την πρώιμη ανίχνευση αυτών των καταστάσεων, δίνοντας τη δυνατότητα για άμεση ιατρική παρέμβαση (56). Η δυνατότητα να παρακολουθείται η θερμοκρασία σε πραγματικό χρόνο μέσω φορητών συσκευών, όπως ειδικά υποδήματα ή κάλτσες με ενσωματωμένους αισθητήρες, προσφέρει ένα ισχυρό εργαλείο για την πρόληψη σοβαρών επιπλοκών. Οι αλλαγές στη θερμοκρασία μπορεί να σχετίζονται με την ανάπτυξη έλκους ή άλλων λοιμώξεων, και η άμεση

προειδοποίηση για αυτές τις αλλαγές δίνει τη δυνατότητα στους ασθενείς και στους γιατρούς να αντιδράσουν γρήγορα, μειώνοντας τη σοβαρότητα των επιπλοκών (57).

Η συνδυασμένη χρήση αισθητήρων πίεσης, υγρασίας και θερμοκρασίας προσφέρει σημαντική δυνατότητα εξατομίκευσης της θεραπείας για τον κάθε ασθενή. Ο κάθε ασθενής είναι μοναδικός και έχει διαφορετικές ανάγκες σε σχέση με την αποφόρτιση, τη διαχείριση της υγρασίας ή την παρακολούθηση της θερμοκρασίας του δέρματος, και οι αισθητήρες αυτοί επιτρέπουν την προσαρμογή των θεραπευτικών υποδημάτων, ναρθήκων αποφόρτισης ή άλλων μέσων σε αυτές τις διαφοροποιημένες ατομικές ανάγκες. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας, οι θεραπείες μπορούν να είναι πιο στοχευμένες και αποτελεσματικές, μειώνοντας το κόστος και την ταλαιπωρία για τους ασθενείς, ενώ παράλληλα αυξάνονται τα ποσοστά επιτυχίας στην πρόληψη και θεραπεία των επιπλοκών του Διαβητικού Ποδιού. Με βάση αυτά θα μπορούσε να σχεδιαστεί ένα ειδικό μέσο αποφόρτισης για τον κάθε ασθενή στην φάση του ενεργού έλκους αλλά και ένα ειδικό θεραπευτικό υπόδημα με ειδικό πέλμα στην φάση της πρόληψης ή της επούλωσης του έλκους (58).

Για να επιτύχουν όμως όλα αυτά κυρίαρχο ρόλο έχει ο ασθενής και η συμμόρφωση του με την κάθε θεραπεία. Ο παράγοντας «συμμόρφωση» είναι άκρως σημαντικός και κρίσιμος για την επιτυχία της θεραπείας Διαβητικών Ελκών και την αποτροπή επιπλοκών. Η παραδοχή αυτή υπογραμμίζεται και στην μελέτη των Lazzarini et. al, οι οποίοι καθιστούν σαφές πως η συμμόρφωση των ασθενών επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την επούλωση του έλκους και οι επαγγελματίες υγείας θα πρέπει να λαμβάνουν πολύ σοβαρά υπόψη τον παράγοντα αυτό κατά τον σχεδιασμό της στρατηγικής αποφόρτισης, έτσι ώστε να επιτύχουν τα βέλτιστα αποτελέσματα (45)(51). Οι ασθενείς συχνά αποφεύγουν συσκευές όπως ο γύψος ολικής επαφής (TCC) λόγω αισθητικών περιορισμών και της δυσκολίας στη χρήση του. Επιπλέον, οι συσκευές αυτές, αν και αποτελεσματικές, μπορεί να δυσχεραίνουν τη βάδιση και την κινητικότητα, επηρεάζοντας αρνητικά την ποιότητα ζωής του ασθενούς. Όταν οι ασθενείς αντιμετωπίζουν δυσκολία στη χρήση ή αισθάνονται ότι οι συσκευές περιορίζουν την ανεξαρτησία τους, η συμμόρφωσή τους με την θεραπεία μειώνεται. Ακόμη, το οικονομικό κόστος των θεραπευτικών συσκευών και υποδημάτων αποτελεί σημαντικό εμπόδιο για πολλούς ασθενείς, ιδιαίτερα όταν οι συσκευές απαιτούν τακτική αντικατάσταση ή παρακολούθηση. Οι διαβητικοί ασθενείς που αντιμετωπίζουν

επιπλέον οικονομικές δυσκολίες μπορεί να μην μπορούν να αντέξουν το κόστος των απαραίτητων θεραπειών, γεγονός που μειώνει την δυνατότητα τους να ακολουθήσουν την προτεινόμενη θεραπεία. Επίσης, πολλές φορές οι συσκευές αποφόρτισης ή τα ειδικά υποδήματα δεν καλύπτονται πλήρως από ασφαλιστικά προγράμματα ή έχουν υψηλό κόστος, καθιστώντας το ένα σημαντικό παράγοντα που επηρεάζει τη συμμόρφωση (59).

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει τη συμμόρφωση είναι η έλλειψη σωστής ενημέρωσης των ασθενών σχετικά με την αξία της αποφόρτισης και τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει η αμέλεια στην θεραπεία. Πολλοί ασθενείς δεν κατανοούν πλήρως τη σημασία των συσκευών αποφόρτισης και των ειδικών υποδημάτων στην πρόληψη της επιδείνωσης των ελκών ή τη μείωση του κινδύνου ακρωτηριασμού. Η έλλειψη ενημέρωσης μπορεί να οδηγήσει σε υποτίμηση της σημασίας αυτών των θεραπειών και σε αμέλεια, καθυστερώντας τη διαδικασία επούλωσης ή προκαλώντας σοβαρές επιπλοκές. Η ενίσχυση της εκπαίδευσης, μέσω ενημερωτικών εκστρατειών ή ατομικής καθοδήγησης από τους επαγγελματίες υγείας, μπορεί να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην αύξηση της συμμόρφωσης και της αποτελεσματικότητας των θεραπειών (49).

Για να ενισχυθεί η συμμόρφωση, απαιτείται μια συνδυασμένη προσέγγιση που να λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες και τις προτιμήσεις του ασθενούς, καθώς και τα πρακτικά και ψυχολογικά εμπόδια που μπορεί να αντιμετωπίζει. Οι καινοτόμες θεραπευτικές συσκευές και τα υποδήματα μπορούν να προσαρμοστούν στις ατομικές ανάγκες των ασθενών, ώστε να προσφέρουν μεγαλύτερη άνεση και καλύτερη αποδοχή. Για παράδειγμα, τα υποδήματα μπορεί να κατασκευαστούν με υλικά που επιτρέπουν καλύτερο αερισμό ή να είναι πιο ελαφριά και εύχρηστα, ώστε να μην επηρεάζουν την κινητικότητα του ασθενούς. Όταν οι θεραπευτικές συσκευές και τα υποδήματα είναι άνετα και εύκολα στη χρήση, οι ασθενείς είναι πιο πιθανό να τα χρησιμοποιούν τακτικά και να ακολουθούν τις οδηγίες της θεραπείας τους (60).

Πέρα από τη φυσική άνεση, η ψυχολογική υποστήριξη είναι επίσης σημαντική για τη συμμόρφωση. Οι ψυχολόγοι ή οι ομάδες υποστήριξης από άλλους ασθενείς μπορεί να παίξουν καθοριστικό ρόλο στην ενίσχυση της δέσμευσης στη θεραπεία. Οι ασθενείς που αισθάνονται ότι υποστηρίζονται και βρίσκουν κατανόηση από άλλους που αντιμετωπίζουν παρόμοιες προκλήσεις είναι πιο πιθανό να παραμείνουν συνεπείς στη

θεραπεία τους. Οι ομάδες ασθενών μπορούν να προσφέρουν όχι μόνο συναισθηματική υποστήριξη, αλλά και πρακτικές συμβουλές για την καλύτερη διαχείριση της καθημερινότητάς τους με τις θεραπευτικές συσκευές(60).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η ανασκόπηση των διαθέσιμων μελετών για τις μεθόδους αποφόρτισης του διαβητικού ποδιού καταδεικνύει τη ζωτική σημασία της επιλογής κατάλληλων θεραπευτικών παρεμβάσεων για την πρόληψη και θεραπεία διαβητικών ελκών. Τα Διαβητικά Έλκη αποτελούν μια από τις πιο σοβαρές επιπλοκές του Σακχαρώδη Διαβήτη, καθώς συνδέονται άμεσα με αυξημένο κίνδυνο λοιμώξεων, επιπλοκών και τελικά ακρωτηριασμών. Αυτές οι καταστάσεις όχι μόνο επιδεινώνουν την ποιότητα ζωής των ασθενών αλλά και αυξάνουν το κόστος για τα συστήματα υγείας, επιβαρύνοντας σημαντικά τους διαθέσιμους πόρους και τις οικογένειες των ασθενών.

Η πρόληψη είναι κρίσιμη σε αυτήν τη διαδικασία, καθώς η έγκαιρη παρέμβαση και η εφαρμογή αποτελεσματικών μεθόδων αποφόρτισης μπορούν να αποτρέψουν την επιδείνωση της κατάστασης. Η κατάλληλη αποφόρτιση, είτε μέσω θεραπευτικών υποδημάτων, ναρθήκων, είτε εξατομικευμένων ορθωτικών μέσων, επιτρέπει την αποφυγή αυξημένων πιέσεων στα ευαίσθητα σημεία του ποδιού και δημιουργεί ιδανικές συνθήκες για την επούλωση των ελκών.

Η επόμενη φάση της έρευνας για τη διαχείριση των Διαβητικών Ελκών επικεντρώνεται σε συνδυαστικές λύσεις που αξιοποιούν τις σύγχρονες τεχνολογίες. Η ανάπτυξη έξυπνων θεραπευτικών υποδημάτων και ναρθήκων με την ενσωμάτωση αισθητήρων πίεσης, υγρασίας και θερμοκρασίας προσφέρει μια καινοτόμο προσέγγιση. Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να καταγράφουν σε πραγματικό χρόνο σημαντικές παραμέτρους που σχετίζονται με την επιβάρυνση του ποδιού και να προειδοποιούν τον χρήστη ή τον θεράποντα ιατρό για πιθανά προβλήματα. Τα δεδομένα που συλλέγονται μπορούν να μεταδίδονται σε εφαρμογές για κινητά ή σε πλατφόρμες τηλεϊατρικής, επιτρέποντας συνεχή παρακολούθηση της κατάστασης του ασθενούς από απόσταση. Αυτή η δυνατότητα συμβάλλει στη λήψη έγκαιρων αποφάσεων για παρεμβάσεις, μειώνοντας τον κίνδυνο σοβαρών επιπλοκών. Επιπρόσθετα, η εφαρμογή της 3D

εκτύπωσης προσφέρει μοναδικές λύσεις για την κατασκευή εξατομικευμένων θεραπευτικών υποδημάτων και ορθωτικών μέσων. Η 3D εκτύπωση επιτρέπει τη δημιουργία υποδημάτων που προσαρμόζονται απόλυτα στην ανατομία του κάθε ποδιού, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαιτερότητες και τις ανάγκες του κάθε ασθενούς. Η εξατομίκευση αυτή μειώνει τις τριβές και τις πιέσεις που μπορεί να ασκηθούν στο Διαβητικό Πόδι, προάγοντας την καλύτερη επούλωση των ελκών και την αποφυγή νέων εξελκώσεων (61).

Ένας από τους βασικούς πυλώνες για την επιτυχή διαχείριση του Διαβητικού Ποδιού είναι η Διεπιστημονική προσέγγιση. Η φροντίδα ενός ασθενούς με Διαβητικό Πόδι απαιτεί τη συνεργασία επαγγελματιών υγείας με διαφορετικές ειδικότητες. Μια ομάδα που αποτελείται από γιατρούς, νοσηλευτές, ποδιάτρους, ψυχολόγους, μηχανικούς και ειδικούς πληροφορικής μπορεί να προσφέρει μια ολιστική φροντίδα στον ασθενή. Οι γιατροί και οι ποδιάτροι διασφαλίζουν τη σωστή ιατρική παρέμβαση και την εφαρμογή των κατάλληλων συσκευών αποφόρτισης, ενώ οι μηχανικοί και οι ειδικοί πληροφορικής συμβάλλουν στην ανάπτυξη νέων εργαλείων και τεχνολογιών. Οι ψυχολόγοι διαδραματίζουν επίσης κρίσιμο ρόλο στην υποστήριξη των ασθενών, βοηθώντας τους να κατανοήσουν τη σημασία της τήρησης των θεραπευτικών οδηγιών και ενισχύοντας την ψυχολογική τους ανθεκτικότητα. Η συνεργασία αυτή δημιουργεί μια εξατομικευμένη προσέγγιση για κάθε ασθενή, λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο τις σωματικές του ανάγκες αλλά και τις ψυχολογικές και κοινωνικές παραμέτρους. Αυτό οδηγεί σε υψηλότερα ποσοστά συμμόρφωσης στις θεραπευτικές οδηγίες και βελτιώνει σημαντικά την ποιότητα ζωής των ασθενών. Η Διεπιστημονική συνεργασία αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο για την αποτελεσματική διαχείριση του Διαβητικού Ποδιού. Συνδυάζοντας την ιατρική γνώση, την τεχνολογία και την ψυχολογική υποστήριξη, η φροντίδα γίνεται εξατομικευμένη, προληπτική και ολιστική. Με αυτόν τον τρόπο, όχι μόνο βελτιώνονται τα ποσοστά επούλωσης και μειώνονται οι ακρωτηριασμοί, αλλά διασφαλίζεται και η καλύτερη ποιότητα ζωής για τους ασθενείς, μειώνοντας παράλληλα το κόστος για τα συστήματα υγείας.

Συμπερασματικά, η ολιστική και τεχνολογικά υποστηριζόμενη διαχείριση των Διαβητικών Ελκών αποτελεί το μέλλον της φροντίδας των ασθενών με Σακχαρώδη Διαβήτη. Η εξέλιξη των ήδη υπαρχόντων μεθόδων αποφόρτισης και η ενίσχυση τους με τη χρήση έξυπνων θεραπευτικών συσκευών, 3D εκτύπωσης και η συμβολή μιας

διεπιστημονικής ομάδας μπορεί να μειώσει τους ακρωτηριασμούς, να βελτιώσει την επούλωση και να προσφέρει στους ασθενείς μια καλύτερη ποιότητα ζωής. Με την πρόληψη να αποτελεί τον βασικό άξονα της θεραπείας, τα σύγχρονα εργαλεία και οι εξατομικευμένες προσεγγίσεις είναι καθοριστικής σημασίας για τη μελλοντική διαχείριση του Διαβητικού Ποδιού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Zheng Y, Ley SH, Hu FB. Global aetiology and epidemiology of type 2 diabetes mellitus and its complications. *Nat Rev Endocrinol* [Internet]. 2018;14(2):88–98. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/nrendo.2017.151>
2. Cole JB, Florez JC. Genetics of diabetes mellitus and diabetes complications. *Nat Rev Nephrol*. 2020;16(7):377–90.
3. Sun H, Saeedi P, Karuranga S, Pinkepank M, Ogurtsova K, Duncan BB, et al. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract* [Internet]. 2022;183:109119. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2021.109119>
4. Faselis C, Katsimardou A, Imprialos K, Deligkaris P, Kallistratos M, Dimitriadis K. Microvascular Complications of Type 2 Diabetes Mellitus. *Curr Vasc Pharmacol*. 2019;18(2):117–24.
5. Bandyk DF. The diabetic foot: Pathophysiology, evaluation, and treatment. *Semin Vasc Surg* [Internet]. 2018;31(2–4):43–8. Available from: <https://doi.org/10.1053/j.semvascsurg.2019.02.001>
6. Alavi A, Sibbald RG, Mayer D, Goodman L, Botros M, Armstrong DG, et al. Diabetic foot ulcers: Part I. Pathophysiology and prevention. *J Am Acad Dermatol* [Internet]. 2014;70(1):1.e1-1.e18. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaad.2013.06.055>
7. Ahmad J. The diabetic foot. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev* [Internet]. 2016;10(1):48–60. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsx.2015.04.002>
8. Smith S, Normahani P, Lane T, Hohenschurz-Schmidt D, Oliver N, Davies AH. Prevention and Management Strategies for Diabetic Neuropathy. *Life*. 2022;12(8):1–28.
9. Patel K, Horak H, Tiryaki E. Diabetic neuropathies. *Muscle and Nerve*. 2021;63(1):22–30.
10. Mascarenhas J V., Albayati MA, Shearman CP, Jude EB. Peripheral arterial disease. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2014;43(1):149–66.

11. Firnhaber JM, Powell CS. Lower extremity peripheral artery disease: Diagnosis and treatment. *Am Fam Physician*. 2019;99(6):362–9.
12. Monteiro-Soares M, Russell D, Boyko EJ, Jeffcoate W, Mills JL, Morbach S, et al. Guidelines on the classification of diabetic foot ulcers (IWGDF 2019). *Diabetes Metab Res Rev*. 2020;36(S1):1–8.
13. Armstrong DG, Abu-Rumman PL, Nixon BP, Boulton AJM. Continuous activity monitoring in persons at high risk for diabetes-related lower-extremity amputation. *J Am Podiatr Med Assoc*. 2001;91(9):451–5.
14. Lung CW, Wu FL, Liao F, Pu F, Fan Y, Jan YK. Emerging technologies for the prevention and management of diabetic foot ulcers. *J Tissue Viability* [Internet]. 2020;29(2):61–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2020.03.003>
15. Crews RT, Shen BJ, Campbell L, Lamont PJ, Boulton AJM, Peyrot M, et al. Role and determinants of Adherence to off-loading in diabetic foot ulcer healing: A prospective investigation. *Diabetes Care*. 2016;39(8):1371–7.
16. Waaijman R, Keukenkamp R, De Haart M, Polonski WP, Nollet F, Bus SA. Adherence to wearing prescription custom-made footwear in patients with diabetes at high risk for plantar foot ulceration. *Diabetes Care*. 2013;36(6):1613–8.
17. Bus SA, Armstrong DG, Crews RT, Gooday C, Jarl G, Kirketerp-Moller K, et al. Guidelines on offloading foot ulcers in persons with diabetes (IWGDF 2023 update). *Diabetes Metab Res Rev*. 2024;40(3).
18. Rivera NS. Diabetic foot ulcers. *Adv Nurse Pract*. 2009;17(7):62–75.
19. Mueller MJ, Diamond JE, Sinacore DR, Delitto A, Blair VP, Drury DA, et al. Total contact casting in treatment of diabetic plantar ulcers. Controlled clinical trial. *Diabetes Care*. 1989;12(6):384–8.
20. Armstrong DG, Lavery LA, Wu S, Boulton AJM. Evaluation of removable and irremovable cast walkers in the healing of diabetic foot wounds: A randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 2005;28(3):551–4.
21. Ababneh A, Edwards H, Lazzarini P, Finlayson K. A qualitative exploration of adherence to wearing removable cast walkers in patients with diabetic foot

- ulcers. *J Wound Care*. 2023 Jul;32(7):456–66.
22. Healy A, Naemi R, Chockalingam N. The effectiveness of footwear and other removable off-loading devices in the treatment of diabetic foot ulcers: a systematic review. *Curr Diabetes Rev*. 2014;10(4):215–30.
 23. Arts MLJ, Waaijman R, de Haart M, Keukenkamp R, Nollet F, Bus SA. Offloading effect of therapeutic footwear in patients with diabetic neuropathy at high risk for plantar foot ulceration. *Diabet Med*. 2012;29(12):1534–41.
 24. Bus SA, Haspels R, Busch-Westbroek TE. Evaluation and optimization of therapeutic footwear for neuropathic diabetic foot patients using in-shoe plantar pressure analysis. *Diabetes Care*. 2011;34(7):1595–600.
 25. Nubé VL, Molyneaux L, Bolton T, Clingan T, Palmer E, Yue DK. The use of felt deflective padding in the management of plantar hallux and forefoot ulcers in patients with diabetes. *Foot*. 2006;16(1):38–43.
 26. Lewis J, Lipp A. Pressure-relieving interventions for treating diabetic foot ulcers. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;2013(1).
 27. Ahluwalia R, Maffulli N, Lázaro-Martínez JL, Kirketerp-Møller K, Reichert I. Diabetic foot off loading and ulcer remission: Exploring surgical off-loading. *Surgeon*. 2021;19(6):e526–35.
 28. Armstrong DG, Nguyen HC, Lavery LA, Van Schie CHM, Boulton AJM, Harkless LB. Off-loading the diabetic foot wound: A randomized clinical trial. *Diabetes Care*. 2001;24(6):1019–22.
 29. Faglia E, Caravaggi C, Clerici G, Sganzeroli A, Curci V, Vailati W, et al. Effectiveness of removable walker cast versus nonremovable fiberglass off-bearing cast in the healing of diabetic plantar foot ulcer: A randomized controlled trial. *Diabetes Care*. 2010;33(7):1419–23.
 30. Van De Weg FB, Van Der Windt DAWM, Vahl AC. Wound healing: Total contact cast vs. custom-made temporary footwear for patients with diabetic foot ulceration. *Prosthet Orthot Int*. 2008;32(1):3–11.
 31. Gutekunst DJ, Hastings MK, Bohnert KL, Strube MJ, Sinacore DR. Removable cast walker boots yield greater forefoot off-loading than total contact casts. *Clin*

- Biomech [Internet]. 2011;26(6):649–54. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.03.010>
32. Γκουνταβά Ε, Λάππα Ε. Η Τεκμηριωμένη Πρακτική Ως Μέθοδος Διαχείρισης Της Γνώσης. 2005;1–14. Available from: <http://lekkythos.library.ucy.ac.cy/handle/10797/10710>
 33. Brown D. A Review of the PubMed PICO Tool: Using Evidence-Based Practice in Health Education. *Health Promot Pract.* 2020;21(4):496–8.
 34. Critical Appraisal Skills Programme (CASP) Randomised Controlled Trial. CASP Randomised Controlled Trial Standard Checklist - casp-uk.net. CASP checklists Oxford [Internet]. 2013;(2020):1–7. Available from: <http://www.casp-uk.net>
 35. Armstrong DG, Tan T-W, Boulton AJM, Bus SA. Diabetic Foot Ulcers: A Review. *JAMA.* 2023 Jul;330(1):62–75.
 36. Lavery LA, Higgins KR, La Fontaine J, Zamorano RG, Constantinides GP, Kim PJ. Randomised clinical trial to compare total contact casts, healing sandals and a shear-reducing removable boot to heal diabetic foot ulcers. *Int Wound J.* 2015;12(6):710–5.
 37. Potier L, François M, Dardari D, Feron M, Belhatem N, Nobecourt-Dupuy E, et al. Comparison of a new versus standard removable offloading device in patients with neuropathic diabetic foot ulcers: A French national, multicentre, open-label randomized, controlled trial. *BMJ Open Diabetes Res Care.* 2020;8(1).
 38. Piaggese A, Goretti C, Iacopi E, Clerici G, Romagnoli F, Toscanella F, et al. Comparison of Removable and Irremovable Walking Boot to Total Contact Casting in Offloading the Neuropathic Diabetic Foot Ulceration. *Foot Ankle Int.* 2016;37(8):855–61.
 39. Bus SA, van Netten JJ, Kottink AIR, Manning EA, Spraul M, Woittiez AJ, et al. The efficacy of removable devices to offload and heal neuropathic plantar forefoot ulcers in people with diabetes: a single-blinded multicentre randomised controlled trial. *Int Wound J.* 2018;15(1):65–74.
 40. Chakraborty PP, Ray S, Biswas D, Baidya A, Bhattacharjee R, Mukhopadhyay

- P, et al. A comparative study between total contact cast and pressure-relieving ankle foot orthosis in diabetic neuropathic foot ulcers. *J Diabetes Sci Technol*. 2015;9(2):302–8.
41. Elraiyah T, Prutsky G, Domecq JP, Tsapas A, Nabhan M, Frykberg RG, et al. A systematic review and meta-analysis of off-loading methods for diabetic foot ulcers. *J Vasc Surg* [Internet]. 2016;63(2):59S-68S.e2. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvs.2015.10.006>
 42. Gauna C, Romeo F, Scatena A, Miranda C, Uccioli L, Vermigli C, et al. Offloading systems for the treatment of neuropathic foot ulcers in patients with diabetes mellitus: a meta-analysis of randomized controlled trials for the development of the Italian guidelines for the treatment of diabetic foot syndrome. *Acta Diabetol* [Internet]. 2024;61(6):693–703. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00592-024-02262-9>
 43. Yamine K, Nahed M, Assi C. Metatarsal Osteotomies for Treating Neuropathic Diabetic Foot Ulcers: A Meta-analysis. *Foot Ankle Spec*. 2019;12(6):555–62.
 44. Yamine K, Assi C. Surgery Versus Nonsurgical Methods in Treating Neuropathic Plantar Forefoot Ulcers: A Meta-Analysis of Comparative Studies. *Int J Low Extrem Wounds*. 2022;21(1):7–17.
 45. Lazzarini PA, Armstrong DG, Crews RT, Gooday C, Jarl G, Kirketerp-Moller K, et al. Effectiveness of offloading interventions for people with diabetes-related foot ulcers: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes Metab Res Rev*. 2024;40(3).
 46. Chatwin KE, Abbott CA, Boulton AJM, Bowling FL, Reeves ND. The role of foot pressure measurement in the prediction and prevention of diabetic foot ulceration-A comprehensive review. *Diabetes Metab Res Rev*. 2020 May;36(4):e3258.
 47. Götz J, Lange M, Dullien S, Grifka J, Hertel G, Baier C, et al. Off-loading strategies in diabetic foot syndrome–evaluation of different devices. *Int Orthop* [Internet]. 2017;41(2):239–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00264-016-3358-1>

48. Fernando M, Crowther R, Lazzarini P, Sangla K, Cunningham M, Buttner P, et al. Biomechanical characteristics of peripheral diabetic neuropathy: A systematic review and meta-analysis of findings from the gait cycle, muscle activity and dynamic barefoot plantar pressure. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2013 Oct;28(8):831–45.
49. López-Moral M, Molines-Barroso RJ, Herrera-Casamayor M, García-Madrid M, García-Morales E, Lázaro-Martínez JL. Usability of Different Methods to Assess and Improve Adherence to Therapeutic Footwear in Persons with the Diabetic Foot in Remission. A Systematic Review. *Int J Low Extrem Wounds*. 2023 Aug;15347346231190680.
50. Lei Y, Jiang P, Tian T. Comparative analysis of surgical and non-surgical wound approaches in diabetic foot ulcer treatment: Meta-analysis and systematic review. *Int Wound J*. 2024;21(4):1–9.
51. Lazzarini PA, Jarl G, Gooday C, Viswanathan V, Caravaggi CF, Armstrong DG, et al. Effectiveness of offloading interventions to heal foot ulcers in persons with diabetes: a systematic review. *Diabetes Metab Res Rev*. 2020;36(S1).
52. Ostadabbas S, Saeed A, Nourani M, Pompeo M. Sensor architectural tradeoff for diabetic foot ulcer monitoring. *Proc Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc EMBS*. 2012;(August):6687–90.
53. Wang L, Jones D, Chapman GJ, Siddle HJ, Russell DA, Alazmani A, et al. A Review of Wearable Sensor Systems to Monitor Plantar Loading in the Assessment of Diabetic Foot Ulcers. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2020 Jul;67(7):1989–2004.
54. Balu S. Plantar foot pressure monitor for diabetic patient. 2023;(July):2–9.
55. Jones P, Bibb R, Davies M, Khunti K, McCarthy M, Webb D, et al. Prediction of Diabetic Foot Ulceration: The Value of Using Microclimate Sensor Arrays. *J Diabetes Sci Technol*. 2020;14(1):55–64.
56. Beach C, Cooper G, Weightman A, Hodson-Tole EF, Reeves ND, Casson AJ. Monitoring of dynamic plantar foot temperatures in diabetes with personalised 3d-printed wearables. *Sensors*. 2021;21(5):1–14.

57. Bus SA, Aan De Stegge WB, Van Baal JG, Busch-Westbroek TE, Nollet F, Van Netten JJ. Effectiveness of at-home skin temperature monitoring in reducing the incidence of foot ulcer recurrence in people with diabetes: A multicenter randomized controlled trial (DIATEMP). *BMJ Open Diabetes Res Care*. 2021;9(1):1–11.
58. Ostadabbas S, Saeed A, Nourani M, Pompeo M. Sensor architectural tradeoff for diabetic foot ulcer monitoring. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2012 Aug 1;2012:6687–90.
59. Wu SC, Armstrong DG. The role of activity, adherence, and off-loading on the healing of diabetic foot wounds. *Plast Reconstr Surg*. 2006 Jun;117(7 Suppl):248S-253S.
60. Jongebloed-Westra M, Bode C, Bente BE, de Jonge JM, ten Klooster PM, Koffijberg H, et al. Attitudes and experiences towards the application of motivational interviewing by podiatrists working with people with diabetes at high-risk of developing foot ulcers: a mixed-methods study. *J Foot Ankle Res* [Internet]. 2022;15(1):1–14. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13047-022-00567-y>
61. Finco MG, Cay G, Lee M, Garcia J, Salazar E, Tan T-W, et al. Taking a Load Off: User Perceptions of Smart Offloading Walkers for Diabetic Foot Ulcers Using the Technology Acceptance Model. *Sensors (Basel)*. 2023 Mar;23(5).