

ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΜΕ ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΠΙΕΣΗ ΣΕ ΕΓΚΑΥΜΑΤΑ ΠΑΙΔΙΚΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Αναστασία Χατζοπούλου,¹ Γεώργιος Βασιλόπουλος,² Ευάγγελος Δούσης,² Ιωάννης Κουτελέκος²

ΠΜΣ: Θεραπεία και Φροντίδα Τραυμάτων και Ελκών, Τμήμα Νοσηλευτικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

1. Μεταπτυχιακή φοιτήτρια ΠΜΣ: Θεραπεία και Φροντίδα Τραυμάτων και Ελκών, Τμήμα Νοσηλευτικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
2. Αναπληρωτές Καθηγητές, Τμήμα Νοσηλευτικής, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

DOI: 10.5281/zenodo.12790705

Cite as: Hatzopoulou, A., Vasilopoulos, G., Dousis, E., & Koutelekos, I. (2023). NEGATIVE PRESSURE THERAPY IN PEDIATRIC BURNS - A SYSTEMATIC REVIEW. In *Perioperating Nursing (GORNA)* (Vol. 12, Number 3, pp. 286–301).

Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.12790705>

Περίληψη

Εισαγωγή: Η θεραπεία των τραυμάτων με αρνητική πίεση εισήχθη πριν περίπου 20 χρόνια και έχει αναδειχθεί ως κοινή θεραπεία για οξεία και χρόνια τραύματα, συμπεριλαμβανομένων διαβητικών ελκών, ελκών πίεσης και εγκαυμάτων. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την αποτελεσματικότητα και ασφάλεια της χρήσης της θεραπείας με αρνητική πίεση για εγκαύματα σε παιδιά. **Μεθοδολογία:** Η παρούσα εργασία είναι συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Η αναζήτηση της βιβλιογραφίας έγινε μέσω των ηλεκτρονικών βάσεων δεδομένων Pubmed και Google scholar. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι εξής: negative pressure wound therapy, negative pressure, NPWT, vacuum assisted closure, VAC, pediatric, children, burn. Μεταξύ των λέξεων κλειδίων χρησιμοποιήθηκε η λέξη OR και AND ανά περίπτωση. Συμπεριλήφθηκαν μελέτες που ήταν γραμμένες στην Αγγλική ή στην Ελληνική γλώσσα, είχαν δημοσιευτεί την τελευταία δεκαετία, από το 2011 έως σήμερα, είχαν διεξαχθεί σε ανθρώπους και όχι σε ζώα και ήταν πρωτογενείς μελέτες. **Αποτελέσματα:** Η θεραπεία με αρνητική πίεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε παιδιά από 2 μήνες έως 18 ετών, τα οποία έχουν βαθιά θερμικά, χημικά και ηλεκτρικά εγκαύματα 2^{ου} έως 4^{ου} βαθμού, καθώς και κρυσπαγήματα. Η θεραπεία με αρνητική πίεση προάγει την πρωτογενή επούλωση του εγκαύματος ή ως συμπλήρωμα του δερματικού μόσχευματος μερικού πάχους. Κατά τη χειρουργική αντιμετώπιση των εγκαυμάτων, η θεραπεία με αρνητική πίεση μπορεί να εφαρμοστεί πριν από το μόσχευμα, για να προετοιμάσει το δέρμα ή / και πάνω από ένα δερματικό μόσχευμα μερικού πάχους για να το σταθεροποιήσει. Η θεραπεία με αρνητική πίεση συμβάλλει στην ευκολότερη και ταχύτερη κινητοποίηση ασθενών. Οι ρυθμίσεις ασφαλούς θεραπείας με αρνητική πίεση φαίνεται να είναι η συνεχής λειτουργία σε πίεση από -50 έως -75 mmHg για ασθενείς με εγκαύματα ηλικίας κάτω των 2 ετών και -75 έως -125 mmHg για παιδιά άνω των 2 ετών. **Συμπεράσματα:** Η θεραπεία με αρνητική πίεση φαίνεται να είναι ευεργετική στον παιδιατρικό πληθυσμό με εγκαύματα, τόσο σωματικά όσο και ψυχολογικά.

Λέξεις κλειδιά: Θεραπεία με αρνητική πίεση, εγκαύματα, παιδιά

Υπεύθυνος Αλληλογραφίας: Koutelekos Ioannis E-mail: ikoutel@uniwa.gr

SYSTEMATIC REVIEW

NEGATIVE PRESSURE THERAPY IN PEDIATRIC BURNS - A SYSTEMATIC REVIEW

Anastasia Hatzopoulou,¹ Georgios Vasilopoulos,² Evangelos Dousis,² Ioannis Koutelekos²

1. MSc: Treatment and Care of Wound and Ulcers, Department of Nursing, University of West Attica, Athens, Greece

2. Associate Professor, Department of Nursing, University of West Attica, Athens, Greece

Abstract

Introduction: Negative pressure wound healing was introduced about 20 years ago and has emerged as a common treatment for acute and chronic wounds, including diabetic ulcers, pressure ulcers, and burns. The purpose of this study was to review the literature on the effectiveness and safety of using negative pressure therapy for burns in children.

Methodology: The present dissertation is a systematic review of the literature. The bibliography was searched through the electronic databases Pub Med and Google scholar. The keywords used were: negative pressure wound therapy, negative pressure, NPWT, vacuum assisted closure, VAC, pediatric, children, burn. The word OR and AND were used between the keywords. Included were studies written in English or Greek, published in the last decade, from 2011 to the present, conducted in humans and not in animals, and were original studies. **Results:** Negative pressure therapy can be used in children aged between 2 months and 18 years, who have deep thermal, chemical and electrical burns of 2nd to 4th degree, as well as frostbite. Negative pressure therapy promotes primary healing of the burn or as a complement to a partial thickness skin graft. In the surgical treatment of burns, the negative pressure treatment can be applied before the implant, to prepare the skin and / or over a skin graft of some thickness to stabilize it. Negative pressure therapy contributes to easier and faster mobilization of patients. The safe pressure treatment settings for negative pressure appear to be continuous operation at a pressure of -50 to -75 mmHg for burn patients under 2 years of age and -75 to -125 mmHg for children over 2 years of age. **Conclusions:** Negative pressure therapy appears to be beneficial to the pediatric population with burns, both physically and psychologically.

Keywords: negative pressure wound therapy, negative pressure, NPWT, vacuum assisted closure, VAC, pediatric, children, burn.

Corresponding author: Koutelekos Ioannis , e-mail: ikoutel@uniwa.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η θεραπεία των τραυμάτων με αρνητική πίεση, από την εισαγωγή της πριν από 19 χρόνια από την Argenta και τον Morykwas, έχει αναδειχθεί ως κοινή θεραπεία για οξεία και χρόνια τραύματα, συμπεριλαμβανομένων διαβητικών ελκών, ελκών πίεσης και εγκαυμάτων. Η θεραπεία των τραυμάτων με αρνητική πίεση αναφέρεται σε οποιαδήποτε συσκευή σφραγίζει στενά το τραύμα δημιουργώντας ένα σχεδόν αεροστεγές περιβάλλον στο οποίο μπορεί να εφαρμοστεί κενό με αποτέλεσμα μια σειρά βιολογικών αντιδράσεων που ενισχύουν την επούλωση ελκών και τραυμάτων.¹

Στη θεραπεία τραύματος με αρνητική πίεση το τραύμα γεμίζει πρώτα με ένα πορώδες υλικό όπως το αφρώδες επίθεμα ή γάζα, που διευκολύνει τη μετάδοση πίεσης μέσα στο τραύμα. Στη συνέχεια συνδέεται μια θύρα παροχέτευσης πάνω από το πορώδες υλικό και το τραύμα σφραγίζεται με επίθεμα συγκολλητικού φιλμ. Η θύρα παροχέτευσης συνδέεται σε μια ελεγχόμενη αντλία κενού η οποία διατηρεί αρνητική πίεση, συνήθως κυμαίνεται από -50 έως -150 mmHg. Η πίεση μπορεί να εφαρμοστεί σε συνεχή, διαλείπουσα ή μεταβλητή λειτουργία, με τον συνεχή τύπο να χρησιμοποιείται πιο συχνά. Στη μεταβλητή λειτουργία, το επίπεδο αναρρόφησης αλλάζει αλλά ποτέ δεν απενεργοποιείται, ενώ στη διαλείπουσα λειτουργία η πίεση ενεργοποιείται και απενεργοποιείται καθόλη τη διάρκεια της θεραπείας.²

Το ειδικό υλικό διεπαφής που έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του τραύματος επηρεάζει τη βιολογική απόκριση του συστήματος. Το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο υλικό είναι ένα δικτυωτό αφρώδες επίθεμα πολυουρεθάνης ανοιχτού πόρου (PU) που σχηματίζει μια δομή που μοιάζει με τρισδιάστατο δίκτυο. Αυτός ο σχηματισμός πλέγματος επιτρέπει στο

κενό να κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλο το αφρώδες επίθεμα και βελτιώνει την παροχέτευση υγρών.²

Οι περισσότερες εργασίες και άρθρα σχετικά με τη χρήση της θεραπείας με αρνητική πίεση στα παιδιά αναφέρονται στις επιπλοκές της στερνοτομής μετά από καρδιοχειρουργική επέμβαση, θεραπεία εγκαυμάτων και ορθοπεδικές επιπλοκές. Οι πιο εκπροσωπούμενες ηλικιακές ομάδες είναι τα βρέφη και τα νεογνά, συμπεριλαμβανομένων προώρων, ακόμη και 24 εβδομάδων κύησης με βάρος 530 γραμμάρια.³

Η θεραπεία με αρνητική πίεση στα παιδιά έχει τις ίδιες ενδείξεις με τους ενήλικες, όπως θεραπεία εκτεταμένης εν τω βάθει ιστικής απώλειας με και χωρίς μόλυνση, σύνδρομο διαμερίσματος κοιλίας, λαπαροστομία και μεγάλα πολύπλοκα μετεγχειρητικά τραύματα. Επιπλέον των ενηλίκων, έχουν αναπτυχθεί νέες εφαρμογές της θεραπείας με αρνητική πίεση στην Παιδιατρική, συμπεριλαμβανομένης της θεραπείας επιπλεγμένων δυσπλασιών κοιλιακού τοιχώματος³⁻¹¹, της χημικής / άσηπτης νέκρωσης^{12,13}, του φυσαλιδώδους συριγγίου¹⁴ και αγγειακών δυσπλασιών.^{15,16}

Τα νεογνά και τα μικρά βρέφη είναι οι πιο συχνά ασθενείς της παιδοχειρουργικής που λαμβάνουν θεραπεία με αρνητική πίεση, λόγω της σχετικά υψηλής συχνότητας κοιλιακών καταστροφών (ιδιαίτερα νεκρωτική εντεροκολίτιδα και νέκρωση του εντέρου) και επιπλεγμένων δυσπλασιών του κοιλιακού τοιχώματος σε αυτόν τον συγκεκριμένο πληθυσμό. Επίσης, αυτή η ηλικιακή ομάδα με διάσπαση του κοιλιακού τοιχώματος και στομίες είναι τυπικά πολύ δύσκολο να αντιμετωπιστεί, λόγω της μεγάλης περιοχής που εμπλέκεται αναλογικά με την επιφάνεια της κοιλιακής χώρας, της ευθραυστότητας των ιστών, του λεπτού κοιλιακού τοιχώματος, του κινδύνου υποθερμίας, των υψηλών διατροφικών

αναγκών και της δραστηρικής μεταβολικής απόκρισης στη σήψη και τη συστηματική φλεγμονή.

Τα μεγάλα ελλείμματα ιστών είναι ιδιαίτερα προκλητικά στην Παιδιατρική, λόγω της μεγαλύτερης αναλογίας περιοχής / όγκου στα παιδιά, της ευαισθησίας στον πόνο και της περιορισμένης συνεργασίας, της δραστηριότητας, των διατροφικών αναγκών για ανάπτυξη, της συναισθηματικής εμπλοκής της οικογένειας και του υγειονομικού προσωπικού, των προβλημάτων που προκύπτουν στο σχολείο και στην εργασία των γονιών λόγω της παρατεταμένης παραμονής στο νοσοκομείο. Οι απώλειες υγρών και θερμότητας είναι επίσης θεμελιώδεις, ειδικά μεταξύ των νεογνών. Οι παρατεταμένες διαδικασίες επούλωσης καθορίζουν τις πολύ υψηλές ανάγκες σε θρεπτικά συστατικά, ειδικά σε μικρά παιδιά που παρουσιάζουν συννοσηρότητες. Η θεραπεία με αρνητική πίεση μπορεί να είναι καθοριστική για τη μείωση αυτών των μειονεκτημάτων με την παροχή ταχύτερης επούλωσης και συντόμευσης της παραμονής στο νοσοκομείο. Η θεραπεία με αρνητική πίεση έναντι των παραδοσιακών επιθεμάτων υπερτερεί στη νοσηρότητα, θνησιμότητα, κόστος και χρόνο επούλωσης σε ασθενείς με σύνθετα τραύματα που καταλαμβάνουν μεγάλες επιφάνειες, με σύνδρομο διαμερίσματος κοιλιάς, λαπαροστομία και δυσπλασίες του κοιλιακού τοιχώματος μετά από αποτυχία επούλωσης, προθέσεων και συντηρητικής θεραπείας. Τα απορροφητικά επιθέματα είναι αναποτελεσματικά, σχετίζονται με δύσκολες και δαπανηρές νοσηλευτικές παρεμβάσεις, παρατεταμένες εισαγωγές στο νοσοκομείο και αποτυχία να ευδοκιμήσουν στη θεραπεία πολύ εκτεταμένων και εξιδρωματικών τραυμάτων σε μικρά βρέφη, ειδικά εάν σχετίζονται με διάσπαση του τοιχώματος της κοιλιακής χώρα,

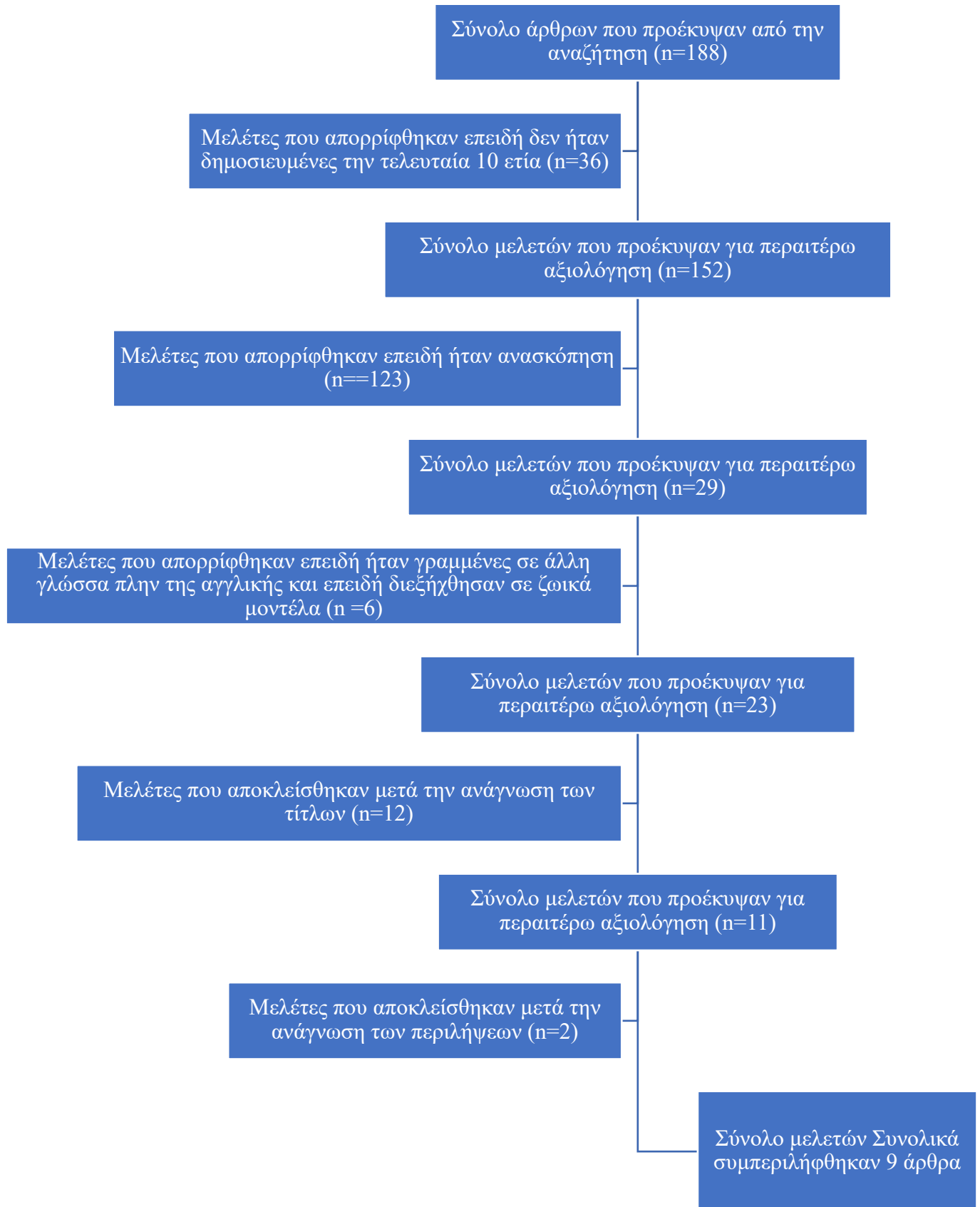
στομίες ή συρίγγια. Σε αυτά τα παιδιά η μετάβαση από τα κλασικά επιθέματα στη θεραπεία με αρνητική πίεση μπορεί να βελτιώσει ή να επιλύσει κλινικές καταστάσεις. Σε αυτούς τους ασθενείς η θεραπεία με αρνητική πίεση θα πρέπει πιθανώς να είναι η πρώτη επιλογή, όπως έχει ήδη καθιερωθεί στις κατευθυντήριες οδηγίες των ενηλίκων¹⁷.

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την αποτελεσματικότητα και ασφάλεια της χρήσης της θεραπείας με αρνητική πίεση για εγκαύματα σε παιδιά.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η παρούσα εργασία είναι συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Η αναζήτηση της βιβλιογραφίας έγινε μέσω των ηλεκτρονικών βάσεων δεδομένων Pub Med και Google scholar. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι εξής: «negative pressure wound therapy, negative pressure, NPWT, vacuum assisted closure, VAC, pediatric, children, burn». Μεταξύ των λέξεων κλειδίων χρησιμοποιήθηκε η λέξη OR και AND ανά περίπτωση. Στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση συμπεριλήφθηκαν μελέτες οι οποίες ήταν γραμμένες στην Αγγλική ή στην Ελληνική γλώσσα, είχαν δημοσιευτεί την τελευταία δεκαετία, από το 2011 έως σήμερα, είχαν διεξαχθεί σε ανθρώπους και όχι σε ζώα και ήταν πρωτογενείς μελέτες.

Από την αναζήτηση της βιβλιογραφίας προέκυψαν 188 άρθρα. Μετά την εφαρμογή των κριτηρίων συμπερίληψης και αποκλεισμού προέκυψαν 9 άρθρα (σχήμα 1).



Σχήμα 1. Διάγραμμα ροής

ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Μετά την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση εννέα μελέτες που συζητούσαν τη χρήση θεραπείας με αρνητική πίεση σε ασθενείς με παιδικά εγκαύματα, εκ των οποίων επτά ήταν αναδρομικές μελέτες, ^{5,18-23} μία τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη μελέτη ²⁴ και μία μελέτη περίπτωσης ²⁵. Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση επιβεβαιώνει ότι τα άρθρα στη βιβλιογραφία που περιγράφουν τη χρήση θεραπείας με αρνητική πίεση για εγκαύματα στην παιδιατρική είναι περιορισμένα. Οι περισσότερες μελέτες είναι είτε αναδρομικές, αναφέροντας μια εμπειρία σε ένα κέντρο (μονοκεντρικές μελέτες) είτε είναι μικρές μελέτες περιπτώσεων.

Δείγμα

Στις εννέα επιλεγμένες εργασίες, 631 ανήλικοι ασθενείς με εγκαύματα υποβλήθηκαν σε θεραπεία με αρνητική πίεση. Συνολικά, 7 άρθρα ήταν αμιγώς παιδιατρικά ^{5,18-21,23,24} και δύο άρθρα περιλάμβαναν ενήλικες και παιδιά ^{18,25}. Οι Sahin et al., ²⁵ αναφέρεται σε 4 ασθενείς, συμπεριλαμβανομένου ενός 15χρονου αγοριού. Τα δεδομένα σχετικά με την παιδιατρική περίπτωση εξήχθησαν εύκολα. Οι Hoeller et al., ¹⁸ μελέτησαν ασθενείς ηλικίας από 3 μηνών έως 24 ετών. Η μόνη μη παιδιατρική περίπτωση αφορούσε μια 24χρονη γυναίκα. Η ηλικία των ασθενών που συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση κυμαίνεται μεταξύ 2 μηνών και 18 ετών. Σε όλες σχεδόν τις δημοσιεύσεις πλεονάζει το ανδρικό φύλο.

Αιτιολογία και χαρακτηριστικά τραύματος

Έξι άρθρα επικεντρώθηκαν ειδικά σε εγκαύματα ^{18-20,23-25}, ενώ τρία άλλα περιελάμβαναν άλλους τύπους παιδιατρικών τραυμάτων ^{5,21,22}. Η αιτιολογία του εγκαύματος είναι πρωτογενές θερμικό σε 95 από τα 121 (78,5%) παιδιά με έγκαυμα που έλαβαν θεραπεία με αρνητική πίεση. Οι κύριες θερμικές αιτίες είναι

επαφή με θερμά αντικείμενα και εγκαύματα από φλόγας/φωτιά. Αναφέρθηκαν, επίσης, ηλεκτρικά εγκαύματα σε δύο άρθρα ^{21,25}, χημικά εγκαύματα σε δύο άρθρα ^{18,19} και κρουοπαγήματα σε ένα άρθρο ²⁰. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις η θεραπεία με αρνητική πίεση εφαρμόστηκε μετά την αναθεώρηση των ουλών των εγκαυμάτων.

Η θεραπεία με αρνητική πίεση έχει εφαρμοστεί σε παιδιά με εγκαύματα δευτέρου έως τρίτου βαθμού. Οι αναφερόμενοι παιδιατρικοί ασθενείς είχαν εγκαύματα σε όλες τις περιοχές του σώματος: κεφαλή και λαιμό, άνω και κάτω άκρα, κορμό και γλουτό. Υπήρχε μια περίπτωση περιφερειακού εγκαύματος ισχίου ²⁵. Σε όλες αυτές τις περιοχές εφαρμόστηκε θεραπεία με αρνητική πίεση.

Η αιτιολογία του εγκαύματος δεν φαίνεται να είναι καθοριστικός παράγοντας για τη χρήση της θεραπείας με αρνητική πίεση. Η επούλωση των τραυμάτων ήταν ικανοποιητική για όλους τους τύπους εγκαυμάτων. Τα κρουοπαγήματα σε παιδιατρικούς ασθενείς παρουσιάζουν μια δύσκολη κατάσταση όχι μόνο για τη φροντίδα του δέρματος, αλλά και λόγω του κινδύνου τραυματισμού στο άνοιγμα των πλακών ανάπτυξης στα προσβεβλημένα άκρα, με μείωση του μήκους των οστών. Οι Roulakidas et al.,²⁰ (2016) βρήκαν ικανοποιητικά αποτελέσματα με τη θεραπεία με αρνητική πίεση σε τρία παιδιά με κρουοπαγήματα στο χέρι, τόσο για την επανεπιθηλίωση όσο και για τη διατήρηση της πλάκας ανάπτυξης. Σε ηλεκτρικά εγκαύματα υψηλής τάσης, είναι δύσκολο να αναγνωριστεί το όριο μεταξύ βιώσιμου και νεκρωτικού ιστού.

Η χρήση θεραπείας με αρνητική πίεση φαίνεται να είναι ανάλογη με τον βαθμό και την έκταση του εγκαύματος. Η θεραπεία με αρνητική πίεση εφαρμόζεται συχνότερα σε παιδιατρικούς ασθενείς με μεγαλύτερα σε έκταση εγκαύματα, τουλάχιστον τρίτου βαθμού ²¹. Η πλειονότητα των μελετών που

συμπεριλήφθηκαν στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση εφάρμοσε τη θεραπεία με αρνητική πίεση σε βαθιά εγκαύματα δευτέρου έως τρίτου βαθμού. Οι Rentea et al.,⁵ και οι Sahin et al.,²⁵ χρησιμοποίησαν θεραπεία με αρνητική πίεση σε εγκαύματα που αφορούσαν μυς ή οστά, τα οποία χαρακτηρίστηκαν ως εγκαύματα τέταρτου βαθμού. Οι Rentea et al.,⁵ εφάρμοσαν τη θεραπεία με αρνητική πίεση σε εκτεθειμένα οστά, για να ενθαρρύνουν την κοκκιοποίηση και την προετοιμασία για την κάλυψη των ιστών.

Η συνολική επιφάνεια του εγκαύματος μπορεί να είναι ένα σημαντικό στοιχείο στην επιλογή του επιθέματος. Οι Hoeller et al.,¹⁸ δήλωσαν ότι υπάρχει μια αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ της έκτασης του εγκαύματος και του ποσοστού του ρυθμού λήψης δερματικών μοσχευμάτων, με υψηλότερο ποσοστό λήψης δερματικών μοσχευμάτων να γίνεται σε μικρότερες περιοχές με μόσχευμα υπό αρνητική πίεση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα εκτεταμένα εγκαύματα στο παιδί θα μπορούσαν να είναι μια πρόκληση, λόγω δυσκολιών στη σταθεροποίηση των επιθεμάτων, καθώς και των προβλημάτων ακινητοποίησης. Όταν καθοριστούν σαφείς οδηγίες χρήσης στον παιδιατρικό πληθυσμό, η στοχευμένη έρευνα θα πρέπει να στοχεύει στην ανάπτυξη συσκευών προσαρμοσμένων στην ηλικία.

Τραύμα ακανόνιστου σχήματος μπορεί να αντιμετωπιστεί με θεραπεία με αρνητική πίεση. Η θεραπεία με αρνητική πίεση αποτελεί μια ενδιαφέρουσα επιλογή για τη θεραπεία εγκαυμάτων σε δύσκολες ανατομικές περιοχές. Η θεραπεία με αρνητική πίεση φαίνεται να είναι χρήσιμη σε περιοχές με ανώμαλα περιγράμματα, όπως η μασχάλη, τα χέρια, τα πόδια, τα γεννητικά και περινιακά σημεία^{20,26-28}. Η περινιακή περιοχή είναι μια δύσκολη τοποθεσία για όλους τους τύπους επιθεμάτων, λόγω των κινήσεων στην περιοχή, της εφίδρωσης και του

κινδύνου μόλυνσης. Η θεραπεία με αρνητική πίεση δημιουργεί ένα φράγμα που μειώνει τον κίνδυνο μόλυνσης σε αυτές τις περιοχές στις οποίες μπορεί να είναι δύσκολο να διατηρηθεί καθαρό το τραύμα από περιπτώματα. Σε αυτές τις περιπτώσεις μπορεί να είναι απαραίτητη η παροχέτευση κοπράνων και ούρων με ορθικό σωλήνα και καθετηριασμό ουροδόχου κύστης αντίστοιχα²⁷. Το δερματικό μόσχευμα μερικού πάχους σε κινητές επιφάνειες όπως τα χέρια μπορεί να εφαρμοστεί με επιτυχία χρησιμοποιώντας τη θεραπεία με αρνητική πίεση για ακινητοποίηση.^{20,26}

Ρυθμίσεις θεραπείας με αρνητική πίεση

Η πλειοψηφία των μελετών άσκησε συνεχή αρνητική πίεση, με εξαίρεση τους Koehler et al.,¹⁹ που χρησιμοποίησε διαλείπουσα αναρρόφηση -120 mmHg σε έναν από τους 22 ασθενείς του. Η αρνητική πίεση κυμαινόταν μεταξύ -70 mmHg και -150 mmHg. Οι συγγραφείς προσάρμοσαν την πίεση στις ηλικίες των ασθενών τους^{5,21}. Προς το παρόν δεν υπάρχει κατευθυντήρια οδηγία σχετικά με τις ρυθμίσεις αρνητικής πίεσης για παιδιατρικούς ασθενείς με εγκαύματα. Σε αναδρομική μελέτη, οι Baharestani et al.,²⁹ εντόπισε στη βιβλιογραφία κατευθυντήριες οδηγίες ρύθμισης της πίεσης για τη θεραπεία με αρνητική πίεση για παιδιατρικά τραύματα (όχι συγκεκριμένα για εγκαύματα). Πρότεινε τη συνεχή αναρρόφηση -50 έως -75 mmHg για νεογννήτα και βρέφη με εγκαύματα (έως 2 ετών) και συνεχή αναρρόφηση -75 έως -125 mmHg για παιδιά με εγκαύματα (> 2 έως 12 ετών) και εφήβους (> 12 έως 21 ετών). Άλλη μελέτη πρότεινε την εφαρμογή συνεχούς αρνητικής πίεσης -50 έως -75 mmHg σε μικρότερα παιδιά και -100 έως -125 mmHg σε μεγαλύτερα παιδιά.³⁰ Η αρνητική πίεση πρέπει να προσαρμόζεται στο βάρος και τις συννοσηρότητες του ασθενούς, τον τύπο του τραύματος, το μέγεθος και την ανατομική θέση.²⁹

Η πλειονότητα των συγγραφέων τοποθέτησε ένα στρώμα διασύνδεσης μεταξύ του πυθμένα του τραύματος και του αφρώδους επιθέματος, όπως στρώματα επικαλυμμένα με σιλικόνη^{18,19} ή/και στρώματα επαφής με επίστρωση αργύρου.^{19,20}

Τα περισσότερα κέντρα εφάρμοσαν τη θεραπεία με αρνητική πίεση από 3 έως 10 ημέρες^{18-20,22}. Άλλοι συγγραφείς εφάρμοσαν τη θεραπεία με αρνητική πίεση σε μακροχρόνια φροντίδα τραυμάτων. Οι Sahin et al.,²⁵ παρείχαν θεραπεία με αρνητική πίεση σε ένα 15χρονο αγόρι για 30 ημέρες και οι Rentea et al.,⁵ (2013) αντιμετώπισαν τραύματα από 2 έως 318 ημέρες ανάλογα με την ηλικία των ασθενών.

Αλλαγές στα επιθέματα πραγματοποιήθηκαν από δύο φορές την εβδομάδα^{5,19,25} μέχρι κάθε 5 έως 7 ημέρες²¹. Η διάρκεια παραμονής στο νοσοκομείο κυμαινόταν μεταξύ 5 και 67 ημερών, ανάλογα με τη σοβαρότητα των τραυματισμών.

Δερματικό μόσχευμα και θεραπεία με αρνητική πίεση

Οι Koehler (2014) και Poulakidas (2016) χρησιμοποίησαν τη θεραπεία με αρνητική πίεση με σκοπό να προωθήσουν τη θεραπεία της πρωτογενούς επούλωσης. Άλλες μελέτες χρησιμοποίησαν τη θεραπεία με αρνητική πίεση ως συμπλήρωμα του δερματικού μοσχεύματος μερικού πάχους. Τρεις μελέτες χρησιμοποίησαν τη θεραπεία με αρνητική πίεση για να προετοιμάσουν τον πυθμένα του τραύματος πριν την εφαρμογή του δερματικού μοσχεύματος^{19,21,25}. Οι Kasukurthi et al.,²⁶ χρησιμοποίησαν τη θεραπεία με αρνητική πίεση πριν χρησιμοποιήσει ένα ελεύθερο πτερύγιο *latissimus dorsi* για να καλύψει ένα ηλεκτρικό έγκαυμα και στη συνέχεια εφάρμοσε ένα δερματικό μόσχευμα μερικού πάχους. Δύο συγγραφείς εξασφάλισαν το δερματικό μόσχευμα μερικού πάχους καλύπτοντάς το με αρνητική πίεση^{18,19}. Η θεραπεία με αρνητική πίεση είναι η προτιμώμενη επιλογή για τη συγκράτηση του μοσχεύματος στα κέντρα

εγκαυμάτων, όπως η Παιδιατρική Μονάδα εγκαύματος στο Ιατρικό Πανεπιστήμιο του Graz¹⁸ και το Κέντρο Γυναικών και Παιδιών Honolulu¹⁹. Τα αποτελέσματα σχετικά με το ποσοστό λήψης του δερματικού μοσχεύματος μερικού πάχους ήταν πολύ ενθαρρυντικά, πλησιάζοντας το 100% σε όλες σχεδόν τις μελέτες.^{18,21,22,25}

Οι Pereima et al.,²³ (2019) εφάρμοσαν ένα πρότυπο δερματικής αναγέννησης (DRT) και αρνητικής πίεσης και με τον τρόπο αυτό μείωσαν το χρόνο ωρίμανσης (17,65 έναντι 16,68 ημέρες) και αύξησαν το μέσο ρυθμό λήψης του δερματικού μοσχεύματος (85,2% έναντι 89,1%). Ο Poulakidas et al.,²⁰ εφάρμοσαν τη θεραπεία με αρνητική πίεση χωρίς δερματικό μόσχευμα σε ασθενείς με κρουπαγήματα και απέφυγε την ανάγκη ακρωτηριασμού. Η παρακολούθηση του ασθενούς έδειξε επανεπιθηλίωση των τραυμάτων εντός δύο εβδομάδων μετά την έξοδο από το νοσοκομείο. Οι Hoeller et al.,¹⁸ ανέφεραν μια περίπτωση που έχασε το μεγαλύτερο μέρος του μοσχεύματος και επτά περιπτώσεις που είχαν περιφερική νέκρωση του δερματικού μοσχεύματος. Αυτή η μελέτη αναφέρει επίσης μία περίπτωση με ελαφρά αποκοπή του τραύματος και μια άλλη με μικρή μετατόπιση του μοσχεύματος. Παρόλα αυτά, το συνολικό ποσοστό χρήσης δερματικών μοσχευμάτων στη μελέτη των Hoeller et al.,¹⁸ ήταν 96%.

Εγκαύματα συνολικής έκτασης μικρότερης του 20% της επιφάνειας του σώματος μπορούν συνήθως να κλείσουν χωρίς πλέγμα ή με χαμηλή αναλογία πλέγματος και δερματικού μοσχεύματος μερικού πάχους.³¹ Το ζήτημα της χρήσης δερματικών μοσχευμάτων με πλέγμα ή χωρίς εξακολουθεί να αποτελεί αντικείμενο συζήτησης στη βιβλιογραφία. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα του πλέγματος του δερματικού μοσχεύματος είναι η εμφάνισή του, καθώς ο ασθενής θα έχει ένα δέρμα με ιδιόμορφη

υφή για πάντα. Όταν χρησιμοποιούνται δερματικά μοςχεύματα σε εκτεθειμένες περιοχές όπως το πρόσωπο και τα χέρια, αυτή η ανησυχία είναι ακόμη πιο σημαντική. Ο Hoeller et al.,¹⁸ αναφέρουν ότι στο 83% των ασθενών που συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη του ανέφερε ότι χρησιμοποιήθηκε δερματικό μόσχευμα μερικού πάχους με πλέγμα. Το δερματικό μόσχευμα μερικού πάχους με πλέγμα είχε αναλογία 1:2 σε επτά περιπτώσεις, 1:2 και 1:4 για δύο παιδιά και 1:4 σε έναν ασθενή μόνο λόγω εκτεταμένων εγκαυμάτων. Δεν υπήρχε διαφορά στην αναλογία λήψης μεταξύ δερματικού μοςχεύματος μερικού πάχους με πλέγμα 1:2 και 1:4 ή μεταξύ δερματικού μοςχεύματος μερικού πάχους με πλέγμα και χωρίς πλέγμα.¹⁸ Οι Trop et al.,³¹ (2006) εφάρμοσαν θεραπεία με αρνητική πίεση σε δερματικό μόσχευμα μερικού πάχους με πλέγμα 1:4 σε ένα 17χρονο αγόρι που είχε δευτερογενή αιμορραγία από αυτήν την περιοχή. Ο συγγραφέας δήλωσε ότι η αιτία της αιμορραγίας ήταν η χρήση δερματικού μοςχεύματος με ευρύ πλέγμα.³¹ Όλοι οι άλλοι συγγραφείς δεν ανέφεραν εάν το δερματικό μόσχευμα μερικού πάχους περιείχε πλέγμα ή όχι.

Λοιπά πλεονεκτήματα

Επειδή τα παιδιά δεν είναι μικροί ενήλικες, θα πρέπει να εξεταστούν αρκετές συγκεκριμένες φυσιολογικές και ανατομικές ιδιαιτερότητες όσον αφορά τη χρήση αρνητικής πίεσης στην παιδιατρική.^{32,33} Οι νεότεροι ασθενείς μπορεί να έχουν αυξημένη ευθραυστότητα του δέρματος. Για το λόγο αυτό πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή και στο δέρμα δίπλα στα εγκαύματα. Στα παιδιά είναι επίσης ζωτικής σημασίας να αποφεύγεται η τοποθέτηση του αφρού πάνω σε άθικτο δέρμα, καθώς και η επανειλημμένη εφαρμογή και αφαίρεση της κολλητικής ταινίας για να αποφευχθεί η απογύμνωση του περι-τραυματισμένου δέρματος. Επιπλέον, θα πρέπει να προληφθεί ο εκφυλισμός του δέρματος, ειδικά στα νεογνά,

εφαρμόζοντας προστατευτικά στο δέρμα ή χρησιμοποιώντας ένα επιπλέον λεπτό υδροκολλοειδές ή άλλο διαφανές φιλμ πριν από την τοποθέτηση της κολλητικής επικάλυψης.^{29,34} Υπάρχουν σημαντικές σχετιζόμενες με την ηλικία ιδιαιτερότητες στη διατήρηση του ισοζυγίου των ηλεκτρολυτών και υγρών και διαφορές στις αναλογίες σώματος που προδιαθέτουν τα παιδιά όλων των ηλικιών σε υψηλότερο κίνδυνο σοβαρής και ταχείας απώλειας υγρών οδηγώντας σε αφυδάτωση.^{29,32} Έχει αναφερθεί στη βιβλιογραφία ότι ένα από τα πιο συχνά αναφερόμενα οφέλη της θεραπείας με αρνητική πίεση είναι η ακριβής μέτρηση των απωλειών των υγρών από το τραύμα²⁷⁻²⁹. Πριν από τη χρήση της θεραπείας με αρνητική πίεση, είναι θεμελιώδες να αξιολογηθεί η ενυδάτωση των παιδιών, λαμβάνοντας υπόψη ότι με τη θεραπεία με αρνητική πίεση μπορεί να συμβεί μεγάλη απώλεια υγρού από τον τρίτο χώρο²⁹. Οι Schindler et al.,²⁸ ποσοτικοποίησαν τις απώλειες υγρού των τραυμάτων σε ένα παιδί 6 ετών με εγκαύματα 40% της συνολικής επιφάνειας του σώματος.²⁸ Η μέγιστη απώλεια υγρών συμβαίνει κατά τις πρώτες 24-48 ώρες λόγω της φλεγμονώδους αύξησης της διαπερατότητας των τριχοειδών³². Αυτό παρατηρήθηκε επίσης και από τους Schindler et al.,²⁸ σύμφωνα με το οποίο ο ασθενής έχασε 1270 ml από το τραύμα τις πρώτες 48 ώρες. Η φροντίδα του ασθενούς ήταν χωρίς επιπλοκές και η διαχείριση των απωλειών υγρών από τους ιστούς ήταν πιο εύκολη ως αποτέλεσμα της χρήσης θεραπείας με αρνητική πίεση. Επιπλέον, Schindler et al.,²⁸ αναφέρουν ότι η εκκένωση του οιδήματος από τον εξωαγγειακό χώρο είναι ευεργετική για τον ασθενή του, καθώς βελτιώνει τη μικροκυκλοφορία, αποσυμπιέζει τα μικρά αγγεία και αυξάνει την παροχή αίματος τοπικά.²⁸

Τα εγκαύματα μπορεί να έχουν πολλές ψυχολογικές συνέπειες σε παιδιατρικούς ασθενείς. Το μεγαλύτερο μέρος του άγχους του παιδιού και των

γονέων σχετίζεται με τις επώδυνες αλλαγές των επιθεμάτων. Σε αντίθεση με τα κλασικά επιθέματα που αλλάζονται συνήθως σε καθημερινή βάση, στη θεραπεία με αρνητική πίεση μπορεί να αλλάζονται δύο φορές την εβδομάδα ή ακόμη λιγότερο συχνά. Αυτό μειώνει την ταλαιπωρία του ασθενούς και του γονέα, τη φαρμακευτική αγωγή που απαιτείται για τον έλεγχο του πόνου, τη χρήση υλικών επιθεμάτων και ελευθερώνει την ομάδα εγκαύματος για άλλες εργασίες.^{19,20,26,27,30}

Ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα της θεραπείας με αρνητική πίεση σε σύγκριση με τα συμβατικά επιθέματα σε παιδιατρικούς ασθενείς είναι η πρώιμη κινητοποίηση. Στα μικρότερα παιδιά αναμένονται δυσκολίες συμμόρφωσης και μια ασφαλής και σταθερή στερέωση των δερματικών μοσχευμάτων μερικού πάχους είναι απαραίτητη για την αποφυγή μετατόπισης μοσχεύματος και για την εξασφάλιση ευνοϊκού αποτελέσματος. Η πρώιμη υψηλή κινητικότητα είναι δυνατή με φορητή συσκευή αρνητικής πίεσης, επιτρέποντας στα παιδιά να παίζουν έξω από τα κρεβάτια τους.^{18,19} Αυτό το πλεονέκτημα επιβεβαιώθηκε επίσης από τους Sahin et al.,²⁵ αναφέροντας ότι ένας ασθενής συνέχιζε ασκήσεις φυσικοθεραπείας κατά τη διάρκεια της θεραπείας με αρνητική πίεση.

Η παρούσα συστηματική ανασκόπηση έδειξε ότι τη θεραπεία με αρνητική πίεση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θεραπεία παιδιατρικών εγκαυμάτων που είναι χρόνια. Ασθενείς υπό θεραπεία με αρνητική πίεση μπορούν να παρακολουθούνται ως εξωτερικοί ασθενείς και να επισκέπτονται τα εξωτερικά ιατρεία μόνο για αλλαγές των επιθεμάτων ή για μεταμόσχευση δέρματος. Αυτό μπορεί να μειώσει τη διαμονή και το κόστος στο νοσοκομείο και να επιτρέψει την πρόωρη επιστροφή λειτουργικότητας των ασθενών.^{5,25,26,29}

Επιπλοκές

Η αιμορραγία και το αιμάτωμα ήταν οι κύριες επιπλοκές της θεραπείας με αρνητική πίεση που αναφέρθηκαν¹⁸. Οι Tewanon et al.,³⁵ ανέφεραν μόνο μία επιπλοκή, αιμορραγία στα οστά κατά την έναρξη της θεραπείας με αρνητική πίεση. Αυτό έγινε με εναλλαγή σε διαλείπουσα αναρρόφηση, με την αιμορραγία να σταματά πάνω από 24 ώρες. Η θεραπεία με αρνητική πίεση συνεχίστηκε και μετά το δερματικό μόσχευμα μερικού πάχους με τη θεραπεία με αρνητική πίεση να καλύπτει με επιτυχία ολόκληρη την περιοχή. Οι Trop et al.,³¹ ανέφεραν δύο αιμορραγίες, μία από τη μεταμοσχευμένη περιοχή και η άλλη από την περιοχή του δότη. Και οι δύο ήταν υπό θεραπεία με αρνητική πίεση. Στον πρώτο ασθενή ο λόγος της αιμορραγίας πιστεύεται ότι ήταν τα μοσχεύματα ευρέως πλέγματος. Στον δεύτερο ασθενή η περιοχή του δότη ήταν μεγάλη και πιθανώς η αιμόσταση δεν ολοκληρώθηκε πριν από την εφαρμογή της θεραπείας με αρνητική πίεση. Και στις δύο περιπτώσεις η θεραπεία με αρνητική πίεση διακόπηκε. Παρά την αιμορραγία, η λήψη του δερματικού μοσχεύματος ήταν πλήρης και η επούλωση των τοποθεσιών του δότη ήταν άνευ σημασίας.

Μια άλλη ανεπιθύμητη ενέργεια ήταν ήπια τοπική λοίμωξη.^{5,18,19,22,25,28,35} Οι υπεύθυνοι μικροβιακοί παράγοντες ήταν το *K. pneumoniae*²⁸ και η *Pseudomonas*.³⁵ Ο Sahin έχασε ένα μόσχευμα δέρματος λόγω μόλυνσης. Ο ασθενής μεταμοσχεύτηκε 10 ημέρες αργότερα με πλήρη λήψη δερματικού μοσχεύματος μερικού πάχους.²⁵ Δεν παρατηρήθηκαν συστηματικές λοιμώξεις. Σύμφωνα με τους Koehler et al.,¹⁹ τρεις ασθενείς ανέπτυξαν λοιμώξεις από πληγές, αλλά δεν χρειάζονταν διακοπή της θεραπείας με αρνητική πίεση και αντιμετωπίστηκαν επιτυχώς με αντιβιοτικά. Ορισμένα κέντρα χρησιμοποίησαν θεραπεία με αρνητική πίεση

με αντιμικροβιακή προφύλαξη, όπως επιθέματα αργύρου^{18-20,27,28,35} ή ενδοφλέβια αντιβιοτικά.^{19,22,28,35}

Οι Rentea et al.,⁵ ανέφεραν δύο βλάβες στο δέρμα κάτω από την κόλλα που χρησιμοποιείται για τη θεραπεία με αρνητική πίεση. Λιγότερο από το 2% των ασθενών εμφάνισαν ανεπιθύμητες ενέργειες. Άλλες σπάνιες επιπλοκές περιλάμβαναν προβλήματα συσκευών, όπως διαρροές στο σύστημα αρνητικής πίεσης²⁸, κατακράτηση αφρώδους επιθέματος στο τραύμα⁵ και δυσλειτουργία της θεραπείας με αρνητική πίεση λόγω μόλυνσης με κόπρανα¹⁸. Με εκτεταμένα και βαθιά τραύματα υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος να παραμείνουν θραύσματα σπόγγων στο τραύμα.⁵

Στη μελέτη των Frear et al.,²⁴ (2020) οι ανεπιθύμητες ενέργειες ήταν σπάνιες και ήσσονος σημασίας, αν και η NPWT έφερε μέτρια επιβάρυνση της θεραπείας, με δέκα ασθενείς από του 114 να διακόψουν πρόωρα τη θεραπεία. Δύο μελέτες στην παρούσα συστηματική ανασκόπηση δεν ανέφεραν επιπλοκές, για συνολικά 32 ασθενείς.^{20,21} Οι επιπλοκές φαίνονται σπάνιες στον παιδιατρικό πληθυσμό και δεν φαίνεται να έχουν μακροπρόθεσμες συνέπειες στην επούλωση των εγκαυμάτων.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η θεραπεία με αρνητική πίεση έχει χρησιμοποιηθεί σε παιδιά από την ηλικία των 2 μηνών σε ασθενείς με βαθιά εγκαύματα 2^{ου} ή 3^{ου} βαθμού πολλαπλών αιτιολογιών, όπως θερμικά, χημικά, ηλεκτρικά και κρυοπαγήματα. Αν και μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν κατευθυντήριες οδηγίες για τη ρύθμιση της θεραπείας

με αρνητική πίεση στον παιδιατρικό πληθυσμό με εγκαύματα, σε παιδιά ηλικίας κάτω των 2 ετών που έχουν υποστεί εγκαύματα, συνεχής αρνητική πίεση -50 έως -75 mmHg φαίνεται να είναι ασφαλής, ενώ σε παιδιά άνω των 2 ετών ασφαλής θεωρείται η αρνητική πίεση -75 έως -125 mmHg.

Ένα πλεονέκτημα της θεραπείας με αρνητική πίεση στα εγκαύματα είναι ότι επιτρέπει τη μέτρηση των υγρών που χάνονται με αποτέλεσμα να αποτελεί ένα εργαλείο των επαγγελματιών υγείας για τη σωστή και έγκαιρη ενυδάτωση των ασθενών προλαμβάνοντας την αφυδάτωση. Επίσης, η θεραπεία με αρνητική πίεση διευκολύνει την πρώιμη κινητικότητα των εγκαυματιών και την επαναφορά της λειτουργικότητάς τους.

Η θεραπεία με αρνητική πίεση απαιτεί λιγότερο συχνά επώδυνες αλλαγές των επιθεμάτων. Από την αναζήτηση της βιβλιογραφίας προέκυψε ότι δεν υπάρχουν πολλές μελέτες που να διερευνούν την ασφαλή και αποτελεσματική χρήση της θεραπείας με αρνητική πίεση σε παιδιατρικούς ασθενείς με εγκαύματα. Έτσι, απαιτούνται περαιτέρω τυχαίοποιημένες κλινικές μελέτες για τον καθορισμό κατευθυντήριων οδηγιών βασισμένες σε ενδείξεις για την ασφαλή και αποτελεσματική χρήση της θεραπείας με αρνητική πίεση σε παιδιατρικούς ασθενείς με εγκαύματα.

Πίνακας 1. Χαρακτηριστικά μελετών.

Συγγραφείς	Είδος μελέτης	Δείγμα μελέτης	Είδος Εγκαύματος	Είδος θεραπείας	Αποτελέσματα
Frear et al., 2020	Τυχαιοποιημένη ελεγχόμενη	114 παιδιά Ομάδα ελέγχου: 4 έτη (1-9) Ομάδα NPWT: 4 έτη (1-8)	Οξεία θερμικά εγκαύματα που κάλυπταν λιγότερο από το 5% της συνολικής επιφάνειας του σώματός τους.	Τυπική θεραπεία: επιθέματα Acticoat™ (Smith & Nephew, Hull, UK), ένα ναοκρυσταλλικό πλέγμα ινών εμποτισμένο με άργυρο και Meritel™ (Mölnlycke Healthcare, Mikkelí, Φινλανδία), μια διεπαφή σιλικόνης Αρνητική πίεση: αντλία κενού RENASYS TOUCH™ (Smith & Nephew) σε συνεχή υποατμοσφαιρική πίεση 80 mmHg. Για εγκαύματα στα άκρα παιδιών ηλικίας <12 μηνών, εφαρμόστηκε πίεση 40 mmHg για μείωση του κινδύνου ισχαιμικής βλάβης	Μέσος χρόνος παναεπιθηλιοποίησης: Ομάδα NPWT: 8 ημέρες Ομάδα ελέγχου: 10 ημέρες Η NPWT μείωσε τον αναμενόμενο χρόνο επούλωσης του τραύματος κατά 22% (P=0,005) Ο κίνδυνος παραπομπής σε ειδικό για διαχείριση ουλής μειώθηκε κατά 60% (P=0,013) Παρενέργειες: σπάνιες και ήσσονος σημασίας. NPWT : μέτρια επιβάρυνση της θεραπείας, με 10 ασθενείς να διακόψουν πρόωρα τη θεραπεία.
Pereima et al., 2019	Αναδρομική μελέτη	44 παιδιά 56,8% αγόρια 43,2% κορίτσια	Εύφλεκτες ουσίες (75%) Ζεστά υγρά (18,1%) Άλλο (6,8%)	Πρότυπο Δερματικής Αναγέννησης (DRT) σε συνδυασμό με ή χωρίς (NPWT) Αρνητική πίεση: 80-125 mmHg συνεχές ή κυκλικά	Αποκλειστικά λήψη DRT: Η μέση λήψη DRT ήταν 85% Μέσος χρόνος ωρίμανσης: 17,65 ημ. Μέσος ρυθμός λήψης μοσχεύματος δέρματος ήταν 85,2% Ομάδα DRT συν NPWT: Μέση λήψη DRT: 99,8% Μέσος χρόνος ωρίμανσης: 16,68 ημ. Μέσος ρυθμός λήψης μοσχεύματος δέρματος ήταν 89,1%
Ren et al., 2017	Αναδρομική μελέτη	29 παιδιατρικοί ασθενείς 9,34 ± 1,95 έτη 41,4% αγόρια 58,6% κορίτσια	Εγκαύματα (n=22) Τραυματισμοί χωρίς εγκαύματα (n=7) Ζεστά υγρά (n =2) Επαφή με θερμό αντικείμενο (n=4) Ηλεκτρικό ρεύμα (n=7) Φλόγα (n=3) Ανάφλεξη ρούχων (n = 6)	Αρνητική πίεση: 50-125 mmH Προσαρμοσμένη ανάλογα την ηλικία του ασθενή Αλλαγή επιθεμάτων κάθε 5-7 ημ. Πρώτα χειρουργική εκτομή και μετά NPWT Τα τραύματα ήταν καθαρά και κοκκιοποιήθηκαν, καλύφθηκαν με δερματικό μόσχευμα	Χρόνος επούλωσης: 5,5 έως 67 ημέρες, ανάλογα με την αιτιολογία Όλοι οι ασθενείς κοκκιοποίησαν & έλαβαν δερματικό μόσχευμα Η χρήση NPWT σχετίζεται περισσότερο με το βάθος παρά με το μέγεθος του εγκαύματος & απαιτείται σε πλήρους πάχους εγκαύματα Η αιτιολογία των τραυμάτων δεν επηρεάζει την επιλογή της NPWT
Yuan et al., 2016	Αναδρομική μελέτη	53 παιδιατρικοί ασθενείς Ηλικία 5,5±3,2 έτη Παρέμβαση: 66% αγόρια και 34% κορίτσια Ομάδα ελέγχου: 55% αγόρια και 45% κορίτσια	Εκχυμώσεις/εγκαύματα από: Τροχαία ατυχήματα Ζεματίσματα Λοίμωξη μαλακών μορίων Εσχάρες εγκαυμάτων στα άκρα και στον κορμό	Αρνητική πίεση: 50-150 mmHg Διάρκεια NPWT: 7-10 ημ. επαναλαμβανόμενα εάν η επιφάνεια του τραύματος είχε νέκρωση, λοίμωξη ή ανεπαρκή ιστό κοκκιοποίησης Ομάδα παρέμβασης: χειρουργικός καθαρισμός, NPWT. PELNAC® (τεχνητό χόριο), ιστός κοκκιοποίησης μετά από καθαρισμό και λεπτό δερματικό μόσχευμα μερικού πάχους	NPWT 100% επιτυχής Καλός ιστός κοκκιοποίησης σε όλες τις περιπτώσεις εντός 14-21 ημ. Η θεραπεία: «NPWT - τεχνητό χόριο - λεπτό δερματικό μόσχευμα μερικού πάχους» μειώνει την ενόχληση, το μοσχευμένο δέρμα ήταν πιο λείο, πιο ελαστικό και ελαφρύτερο

Συγγραφείς	Είδος μελέτης	Δείγμα μελέτης	Είδος Εγκαύματος	Είδος θεραπείας	Αποτελέσματα
Roulakidas et al., 2015	Αναδρομική μελέτη	3 παιδιατρικοί ασθενείς Ηλικία: 23 μηνών 66,6% αγόρια 33,3% κορίτσια	Κρυστάλλινο Έκθεση 30-60 λεπτών σε θερμοκρασίες από -12,6 °C έως -18,1 °C Χέρια, ένα ή και τα δύο	Επιθέματα: Αργύρου -στρώμα επαφής Acticoat® Διάρκεια NPWT: 5-6 ημ. Χειρουργικός καθαρισμός πριν τη θεραπεία με αρνητική πίεση. Κρέμα αργυρούχου σουλφαδιαζίνης για 2-3 εβδ.	Η βελτίωση στην τελική ουλή αποδίδεται στη χρήση του τεχνητού δέρματος Επιπλοκές: Απώλεια τεχνητού δέρματος σε 3 ασθενείς λόγω μολύνσεων Επιτυχής μεταμόσχευση δέρματος μετά από επαναλαμβανόμενη NPWT
Hoeller et al., 2014	Αναδρομική μελέτη	52 παιδιατρικοί ασθενείς Ηλικία: 8±6 έτη 60% αγόρια 40% κορίτσια	Πυρκαγιά (n=20) Ζεστό υγρό (n=25) Χημικά εγκαύματα (n=2) Ροή ζεστού αέρα (n=1) Επανεξέταση εσχάρας καψίματος (n=12) Κεφάλι/πρόσωπο, αυχένια, άνω άκρα, γεννητικά όργανα/ γλουτιαία περιοχή, κορμός, μηροί, κάτω άκρα και πέλματα	Επιθέματα: Διάτρητα φύλλα επικαλυμμένα με σιλικόνη ή φύλλα πολυαιθυλενίου μεταξύ μωσχεύματος και αφρώδες επίθεμα πολυουρεθάνης Αρνητική πίεση: 70-125 mmHg ανάλογα με την ηλικία των ασθενών Τα τραύματα καθαρίστηκαν, αποφλοιώθηκαν και καλύφθηκαν με επίθεμα αργύρου Εφαρμογή αρνητικής πίεσης σε 10 τραύματα μετά από τοποθέτηση πλέγματος	Χρόνος επούλωσης: 8±5 ημέρες. Ποσοστό λήψης μωσχεύματος: 96% (70-100) Καμία διαφορά στο ρυθμό πρόσληψης μεταξύ των πλεγμάτων ή μεταξύ πλεγμάτων και μη πλεγμάτων σε μωσχεύμα μερικού πάχους Καμία συσχέτιση μεταξύ ποσοστού λήψης μωσχεύματος και συνολικής επιφάνειας που υποβλήθηκε σε NPWT, του χρόνου εισαγωγής στη χειρουργική επέμβαση, της διάρκειας της NPWT, της αιτιολογίας και της εμπλεκόμενης περιοχής του σώματος Όσο μικρότερη η επιφάνεια σώματος με μωσχεύμα τόσο μεγαλύτερος ο ρυθμός λήψης Κυριότερες επιπλοκές: 6 μικρά αιματώματα στον πυθμένα του τραύματος & 7 νεκρώσεις των πτερυγίων του μωσχεύματος
Koehler et al., 2014	Αναδρομική μελέτη	22 παιδιά Ηλικία 3,4±2,5 έτη 59% αγόρια 41% κορίτσια	Ζεστό νερό (73%) Πυρκαγιά (23%) Χημικό (5%) 72,7% μερικού πάχους έγκαυμα 27,2% πλήρους πάχους έγκαυμα	Επιθέματα: μαύρο σφουγγάρι απευθείας στο έγκαυμα (n=8), Mepitel® και Acticoat® (n =10), Mepitel® ή Acticoat® (n = 5) Αρνητική πίεση: 120-125 mmHg συνεχής (n = 19), 120 διαλείπουσα (n = 1) και 70-75 mmHg συνεχής (n=2) Χειρουργικός καθαρισμός και τοποθέτηση NPWT στο χειρουργείο. Στο ένα τρίτο στη συνέχεια τοποθετήθηκε μωσχεύμα και εφαρμόστηκε NPWT Η NPWT ξεκίνησε στο νοσοκομείο & ολοκληρώθηκε κατά την έξοδο	Χρόνος επούλωσης: 6,7±3 ημ. Αλλαγή επιθεμάτων: Συνολικά κάθε 2-4 ημ. Μερικού πάχους: 3,5±1,2 ημ. Ολικού πάχους: 3,3±1 ημ. 15 ασθενείς υποβλήθηκαν σε αγωγή με Silvadene ή αντιβιοτική αλοιφή πριν τη θεραπεία με αρνητική πίεση Διάρκεια νοσηλείας: Συνολικά: 9,7±4,9 ημ. Μερικού πάχους: 9,1±4,9 ημ. Ολικού πάχους: 11,3±4,7 ημ. Ο βαθμός εγκαύματος δεν συσχετίστηκε με την ηλικία, τη θέση τραυματισμού ή τη συνολική επιφάνεια τραύματος

Συγγραφείς	Είδος μελέτης	Δείγμα μελέτης	Είδος Εγκαύματος	Είδος Θεραπείας	Αποτελέσματα
Rentea et al., 2013	Αναδρομική μελέτη	290 παιδιά Ηλικία: 9,3 έτη 60% αγόρια 40% κορίτσια	192 οξεία τραύματα 30 χρόνια τραύματα 68 τραυματικά Χειρουργική επέμβαση (n=184) Δερματικό μόσχευμα (n=42) Έλκος πίεσης (n=12) Κάλυψη πτερυγίων (n=9) Έγκαυμα μερικού πάχους (n=6) Συγγενές (n=5)	Επιθέματα: μη κολλητική βαζελινούχα γάζα τοποθετήθηκε από κάτω (λευκός δικτυωτός αφρός ανοιχτής κυψέλης) και επικάλυψη με κολλητικό επίθεμα Αρνητική πίεση: 50-75 mmHg για νεογννήτα και παιδιά ≤ 2 ετών 75-125 mmHg για ≥ 12 ετών 50-75 mmHg για 2-12 ετών ανάλογα με την τοποθεσία	Τα αγόρια είχαν περισσότερα μερικού πάχους εγκαύματα Επιπλοκές: Λοίμωξη τραύματος σε 3 ασθενείς που αντιμετωπίστηκε χωρίς διακοπή NPWT Χρόνος επούλωσης: 19 ημ. Για ασθενείς <1 ετών: 43,9 ημ. Διάστημα αλλαγής επιθεμάτων: 2ημ. 269 ασθενείς είχαν επιτυχημένη NPWT 102 ασθενείς είχαν καθυστερημένη επούλωση 51 ασθενείς διέκοψαν όταν το τραύμα ήταν πολύ μικρό ή ρηχό 21 ασθενείς διέκοψαν NPWT πριν το τελικό σημείο θεραπείας
Sahin et al., 2012	Μελέτη περιπτώσεων	4 παιδιατρικοί ασθενείς Ηλικία: 15 έτη	Ηλεκτρικό έγκαυμα υψηλής τάσης 60% της συνολικής επιφάνειας σώματος Αριστερό κάτω άκρο, με έκθεση κνήμης & ισχίου	Διάρκεια NPWT: 30 ημέρες Συχνότητα αλλαγής επιθεμάτων: 2φ./ εβδ. NPWT μετά από έγκαυμα τριβής κνήμης για ενίσχυση κοκκιοποίησης Μερικού πάχους δερματικό μόσχευμα μετά από 30 ημέρες	Χρόνος επούλωσης: 50 ημ. Κανείς ασθενής δεν χρειάστηκε άλλες χειρουργικές επεμβάσεις Καμία απώλεια λειτουργικότητας Ακίνητοποίηση για 5 ημ. μετά το δερματικό μόσχευμα μερικού πάχους και στη συνέχεια όλοι οι ασθενείς συνέχισαν τις ασκήσεις φυσικοθεραπείας κατά τη θεραπεία Σε κατάλληλες περιπτώσεις, οι ασθενείς παρακολουθούνται ως εξωτερικοί Ένα μόσχευμα απορρίφθηκε λόγω λοίμωξης, επανασχεδιάστηκε 10 ημέρες αργότερα και οδήγησε σε πλήρη επούλωση

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum-assisted closure: A new method for wound control and treatment: Clinical experience. *Ann Plast Surg.* 1997;38(6):563–77.
2. Huang C, Leavitt T, Bayer LR, et al. Effect of negative pressure wound therapy on wound healing. *Curr Probl Surg.* 2014;51(7):301–31.
3. McGarrah B. Using Negative Pressure Therapy for Wound Healing in the Extremely Low-Birth-Weight Infant (Micropreemie). *J Wound, Ostomy Cont Nurs.* 2015;42(4):409–412.
4. Gabriel A, Heinrich C, Shores J, et al. Outcomes of vacuum-assisted closure for the treatment of wounds in a paediatric population: case series of 58 patients. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg.* 2009;62(11):1428–1436.
5. Rentea RM, Somers KK, Cassidy L, et al. Negative pressure wound therapy in infants and children: A single-institution experience. *J Surg Res.* 2013;184(1):658–664.
6. Lopez G, Clifton-Koeppel R, Emil S. Vacuum-assisted closure for complicated neonatal abdominal wounds. *J Pediatr Surg.* 2008;43(12):2202–2207.
7. Choi WW, McBride CA, Kimble RM. Negative pressure wound therapy in the management of neonates with complex gastroschisis. *Pediatr Surg Int.* 2011;27(8):907–911.
8. Stoffan AP, Ricca R, Lien C, et al. Use of negative pressure wound therapy for abdominal wounds in neonates and infants. *J Pediatr Surg.* 2012;47(8):1555–1559.
9. Kilbride KE, Cooney DR, Custer MD. Vacuum-assisted closure: a new method for treating patients with giant omphalocele. *J Pediatr Surg.* 2006;41(1):212–215.
10. Aldridge B, Ladd AP, Kepple J, et al. Negative pressure wound therapy for initial management of giant omphalocele. *Am J Surg.* 2016;211(3):605–609.
11. Hattori K, Numanoglu A, Cox S. Temporary Vacuum-Assisted Closure of the Open Abdomen in Neonates. *Eur J Pediatr Surg.* 2017;27(5):437–442.
12. Capdevila I, Parra-Pont L, Marti-Carrera E. Tres casos interesantes de uso de terapia de vacío en neonatos. *Cir Plast Iberoam.* 2016;42(2):241–243.
13. Aydin U, Ozgenel Y, Kanturk R. Vacuum-assisted closure therapy in newborn gangrene. *J Plast Reconstr Aesthetic Surg.* 2010;63(3).
14. Elizondo RA, Au JK, Gargollo PC, et al. Vacuum-assisted Closure of a Vesicocutaneous Fistula in a Pediatric Patient After Bladder Cystoplasty. *Urology.* 2016;95:190–191.
15. McCord SS, Naik-Mathuria BJ, Murphy KM, et al. Negative pressure therapy is effective to manage a variety of wounds in infants and children. *Wound Repair Regen.* 2007;15(3):296–301.
16. Katz MS, Finck CM, Schwartz MZ, et al. Vacuum-assisted closure in the treatment of extensive lymphangiomas in children. *J Pediatr Surg.* 2012;47(2):367–370.
17. Argo R. Necrotizing enterocolitis in a neonate: A case study using negative pressure wound therapy. *J Wound, Ostomy Cont Nurs.* 2014;41(3):222–225.
18. Hoeller M, Schintler MV, Pfuertscheller K, et al. A retrospective analysis of securing autologous split-thickness skin grafts with negative pressure wound therapy in paediatric burn patients. *Burns.* 2014;40(6):1116–1120.
19. Koehler S, Jinbo A, Johnson S, et al. Negative pressure dressing assisted healing in pediatric burn patients. *J Pediatr Surg.* 2014;49(7):1142–1145.

20. Poulakidas SJ, Kowal-Vern A, Atty C. Pediatric Frostbite Treated by Negative Pressure Wound Therapy. *J Burn Care Res.* 2016;37(5):e489–492.
21. Ren Y, Chang P, Sheridan RL. Negative wound pressure therapy is safe and useful in pediatric burn patients. *Int J Burns Trauma.* 2017;7(2):12–16.
22. Yuan XG, Zhang X, Fu YX, et al. Sequential therapy with “vacuum sealing drainage-artificial dermis implantation-thin partial thickness skin grafting” for deep and infected wound surfaces in children. *Rev Chir Orthopédique Traumatol.* 2016;102(3):273.
23. Pereima MJL, Feijó R, Oenning da Gama F, et al. Treatment of burned children using dermal regeneration template with or without negative pressure. *Burns.* 2019;45(5):1075–1080.
24. Frear CC, Cuttle L, McPhail SM, et al. Randomized clinical trial of negative pressure wound therapy as an adjunctive treatment for small-area thermal burns in children. *Br J Surg.* 2020;107(13):1741–1750.
25. Sahin I, Eski M, Acikel C, et al. The role of negative pressure wound therapy in the treatment of fourth-degree burns. trends and new horizons. *Ann Burns Fire Disasters.* 2012;25(2):92–97.
26. Kasukurthi R, Borschel GH. Simplified negative pressure wound therapy in pediatric hand wounds. *Hand.* 2010;5(1):95–98.
27. Psinos CM, Ignatz RA, Lalikos JF, et al. Use of gauze-based negative pressure wound therapy in a pediatric burn patient. *J Pediatr Surg.* 2009;44(12):e23–26.
28. Schintler M, Marschitz I, Trop M. The use of topical negative pressure in a paediatric patient with extensive burns. *Burns.* 2005;31(8):1050–1053.
29. Baharestani M, Amjad I, Bookout K, et al. V.A.C.® Therapy in the management of paediatric wounds: Clinical review and experience. *Int Wound J.* 2009;6(SUPPL. 1):1–26.
30. Contractor D, Amling J, Brandoli C, et al. Negative Pressure Wound Therapy With Reticulated Open Cell Foam in Children: An Overview. *J Orthop Trauma.* 2008;22(Supplement 10):S167–176.
31. Trop M, Schintler M, Urban E, et al. Are 1:4 Mesh and Donor Site Contraindications for Vacuum-Assisted Closure Device? *J Trauma Inj Infect Crit Care.* 2006;61(5):1267–1270.
32. Sharma RK, Parashar A. Special considerations in paediatric burn patients. *Indian J Plast Surg.* 2010;43(1 suppl. 1).
33. Santosa KB, Keller M, Olsen MA, et al. Negative-Pressure Wound Therapy in Infants and Children: A Population-Based Study. *J Surg Res.* 2019;235:560–568.
34. de Jesus LE, Martins AB, Oliveira PB, et al. Negative pressure wound therapy in pediatric surgery: How and when to use. *J Pediatr Surg.* 2018;53(4):585–591.
35. Tevanov I, Enescu DM, BĂĂnescu R, et al. Negative Pressure Wound Therapy (NPWT) to treat complex defect of the leg after electrical burn. *Chir.* 2016;111(2):175–179