



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI MEDICINA E CHIRURGIA

Corso di Laurea in Infermieristica

**Negative pressure wound therapy:
revisione della letteratura e analisi
multidimensionale sugli outcome
assistenziali**

**Negative pressure wound therapy: a literature review
and multidimensional analysis of care outcome**

Relatore: Chiar.mo

**Dott.ssa Bacaloni
Simona**

Tesi di Laurea di:

Bocale Carmela

Correlatore: Chiar.mo

**Dott.ssa Carpano
Sabrina**

A.A. 2024/2025

INDICE

ABSTRACT

1.INTRODUZIONE	1
1.1LE LESIONI.....	2
1.1.2 FERITE ACUTE	2
1.1.3 FERITE CRONICHE	3
1.2 WBP WOUND BED PREPARATION - WBP	5
1.2.1 T, TESSUTO	6
1.2.2 I, INFEZIONE E INFIAMMAZIONE	9
1.2.3 M, UMIDITÀ.....	11
1.2.4 E, MARGINI.....	12
1.2.5 TRIANGOLO DEL WOUND ASSESSMENT.....	12
1.3 NPWT.....	14
1.3.1 CENNI STORICI	15
1.3.2 MECCANISMO D’AZIONE E COMPONENTI DEL DISPOSITIVO.....	17
1.3.3 VARIANTI NPWTi-d E ciNPT.....	24
1.3.4 INDICAZIONI ALL’USO DELLA NPWT	25
2.OBIETTIVO	30
3. MATERIALI E METODI	31
4. RISULTATI	33
4.1 ESITI CLINICI	33
4.2 VALUTAZIONE DEI COSTI.....	36
4.3 IMPATTO SULLA QUALITÀ DELLA VITA DEI PAZIENTI.....	39
4.4 CONTINUITÀ ASSISTENZIALE	41
5. CONCLUSIONI	43
6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	45

ABSTRACT

Introduzione: Le ferite croniche e le lesioni di difficile guarigione rappresentano oggi una sfida epidemiologica ed economica di portata globale, interessando circa 2 milioni di persone in Europa, con una prevalenza che raggiunge il 50% nei contesti ospedalieri. L'impatto di tali patologie non è circoscritto ai soli costi diretti del sistema sanitario, dove il tempo infermieristico e le ospedalizzazioni incidono per oltre l'80% della spesa totale, ma si riflette profondamente sulla qualità della vita del paziente, determinando dolore, isolamento sociale e morbidità cronica. La gestione moderna delle lesioni richiede un approccio sistematico e multidimensionale, fondato sul paradigma della Wound Bed Preparation (WBP) e l'applicazione del protocollo TIME. Tale struttura dinamica permette di identificare e trattare i fattori ostacolanti la riparazione tissutale. In questo scenario, la terapia a pressione negativa (NPWT) ha rivoluzionato il trattamento delle lesioni acute e croniche, configurandosi come un intervento tecnologico avanzato capace di agire sui meccanismi biologici della guarigione. Attraverso l'applicazione di una pressione subatmosferica controllata, il sistema favorisce la riduzione dell'edema interstiziale, il miglioramento dell'irrorazione microvascolare e la stimolazione meccanica della proliferazione cellulare e dell'angiogenesi. L'evoluzione dei dispositivi, dai sistemi ospedalieri a quelli portatili e monouso, ha inoltre permesso la transizione delle cure verso il regime ambulatoriale e domiciliare. Tuttavia, l'efficacia della NPWT è strettamente vincolata a una corretta selezione del paziente, al rispetto delle controindicazioni e a un monitoraggio clinico rigoroso, volto a garantire la sicurezza del trattamento e il raggiungimento degli obiettivi terapeutici entro i tempi previsti.

Obiettivo: La finalità del seguente elaborato è analizzare nei suoi vari aspetti l'utilizzo della terapia a pressione negativa (NPWT).

Materiali e metodi: È stata condotta una revisione della letteratura scientifica secondo il modello PICO, consultando articoli scientifici e linee guida tramite motori di ricerca PubMed, Google e Google Scholar

Risultati: l'efficacia della terapia a pressione negativa (NPWT) nel wound care è stata analizzata attraverso una valutazione multidimensionale che integra esiti clinici, sostenibilità economica e impatto sulla qualità della vita. Sotto il profilo clinico, l'evidenza scientifica conferma che la NPWT accelera la guarigione stimolando

l'angiogenesi e la formazione di tessuto di granulazione. Sebbene i costi dei dispositivi siano elevati, l'analisi economica rivela una superiore efficacia del suo uso grazie alla riduzione dei tempi di assistenza, della minor frequenza di cambi della medicazione e delle ospedalizzazioni correlate. Per quanto concerne la dimensione psicosociale, sebbene la NPWT favorisca una dimissione precoce e il controllo di odore ed essudato, che possono generare disagio nel paziente, permangono criticità legate al dolore procedurale e all'ansia della gestione domiciliare. La NPWT si configura come uno standard terapeutico avanzato che richiede tuttavia pianificazione assistenziale personalizzata per bilanciare beneficio clinico e benessere psicofisico del paziente. L'attuale tendenza alla deospedalizzazione e il trasferimento delle cure complesse in ambito comunitario, supportati da dispositivi portatili e sistemi di telemonitoraggio, impongono una ridefinizione dei modelli assistenziali. Il successo della NPWT domiciliare è strettamente vincolato all'ampliamento dei programmi di formazione strutturati per pazienti e caregiver, oltre alla creazione di reti di supporto specialistico per gli infermieri sul territorio. In ultima analisi, la transizione verso l'assistenza ambulatoriale richiede l'integrazione di tecnologie e una revisione dei sistemi di rimborso, garantendo che l'innovazione tecnologica sia sempre accompagnata dalla sicurezza clinica e dalla sostenibilità gestionale del sistema sanitario.

Conclusioni: L'analisi condotta conferma che la Terapia a Pressione Negativa (NPWT) non è una semplice alternativa alle medicazioni tradizionali, ma un intervento biostimolante attivo capace di agire direttamente sui meccanismi fisiopatologici delle lesioni di difficile guarigione. Grazie alla capacità di promuovere l'angiogenesi e gestire efficacemente l'essudato, la NPWT accelera la riparazione tissutale e riduce il rischio di complicanze, inserendosi come risorsa cardine nel wound care moderno. Sotto il profilo della sostenibilità, l'onerosità dei dispositivi è bilanciata da una maggiore efficienza gestionale: la riduzione dei tempi di degenza e della frequenza dei cambi di medicazione rende questa metodica vantaggiosa nel rapporto costo-efficacia per il sistema sanitario. Parallelamente, l'evoluzione verso sistemi portatili favorisce la gestione domiciliare, migliorando l'autonomia del paziente. In definitiva, il valore della NPWT risiede nella sua capacità di restituire integrità ai tessuti e dignità alla vita del paziente, interrompendo percorsi di sofferenza e isolamento attraverso il recupero della quotidianità e dell'autonomia funzionale.

1.INTRODUZIONE

Si stima che in Europa circa 1,5-2 milioni di persone vivano con una ferita cronica. I dati provenienti dall'Europa suggeriscono che il 64% delle ferite trattate in ambito domiciliare aveva un'eziologia cronica. Di queste, si stima che il 24% convivesse con la ferita da 6 mesi o più, e quasi il 16% non fosse guarito da un anno o più. I dati di audit provenienti da contesti ospedalieri suggeriscono che fino al 50% dei pazienti ricoverati presenta una ferita. (Lindholm C. et al. 2016)

Nel contesto di questa dichiarazione di consenso, la guarigione completa significa la completa riparazione epiteliale e la dimissione, o il passaggio a strategie di gestione del paziente per prevenire le recidive. Le ferite difficili da guarire richiedono quantità sproporzionate di prodotti medici - dispositivi e farmaci - e tempo da dedicare agli operatori sanitari. Nonostante la relativa standardizzazione della gestione delle ferite croniche, i tassi di guarigione variano considerevolmente. (Leanne Atkin et al. 2019)

Queste ferite vengono gestite sia in ospedale che in ambito territoriale. I pazienti affetti da queste ferite riportano conseguenze fisiche, mentali e sociali delle loro ferite e della loro cura. Si ritiene spesso che l'uso di medicazioni per le ferite sia di per sé il principale fattore di costo nella gestione delle ferite, mentre in realtà, il tempo infermieristico e i costi ospedalieri sono insieme responsabili di circa l'80-85% del costo totale. Il tempo di guarigione, la frequenza dei cambi di medicazione e le complicanze sono tre importanti fattori di costo. Tuttavia, con l'uso di tecnologie moderne e avanzate per una guarigione più rapida delle ferite, tutti questi fattori di costo possono essere sostanzialmente ridotti. (Lindholm C. et al. 2016)

Vivere con una ferita può avere un profondo impatto sulla qualità della vita. Il costo umano delle ferite si manifesta, tra le altre cose, in dolore, disagio, isolamento sociale, ansia, degenza ospedaliera prolungata, morbidità cronica o persino mortalità (Posnett J et al. 2009). La gestione delle ulcere cutanee ha fatto rapidi progressi negli ultimi 20 anni e si svilupperà ulteriormente grazie al progresso tecnologico e ad una maggiore consapevolezza dell'aspetto eziopatogenico di ferite difficili da guarire. (EWMA 2004)

L'avvento della terapia mediante pressione topica negativa ha rivoluzionato la gestione delle lesioni cutanee acute e croniche. (EWMA 2007)

Lo sviluppo della tecnologia NPWT e della pratica clinica a partire dalla pubblicazione nel 2017 del documento EWMA " *Terapia a pressione negativa delle ferite: panoramica, sfide e prospettive*" ha registrato un notevole approfondimento per quanto riguarda le procedure che prevedono l'utilizzo di ciNPT, nonché la terapia a pressione negativa con instillazione e tempo di permanenza, NPWTi-d. Inoltre, quando la NPWT è stata riconosciuta per la prima volta come metodo di trattamento consolidato, i pazienti venivano generalmente trattati in regime di ricovero ospedaliero. Tuttavia, in linea con la transizione generale in corso verso trattamenti basati sulle cure primarie, questo è stato il caso anche per la NPWT. (EWMA 2024)

1.1LE LESIONI

Le lesioni cutanee si definiscono come aree del corpo caratterizzate da una perdita di tessuto, con possibile esposizione delle strutture sottostanti, e da alterazioni morfologiche e funzionali del tegumento. (Scalise A, 2015)

Sono spesso classificate, in base alla loro causa sottostante, in ferite acute, come ferite chirurgiche e ustioni, e in ferite croniche, come ulcere degli arti inferiori, ulcere del piede diabetico e ulcere da pressione. (Harding K., 2007). Qualunque sia la causa, le ferite hanno un impatto sostanziale, ma spesso non riconosciuto, su chi ne soffre, su chi si prende cura di loro e sul sistema sanitario. Infatti, il fenomeno delle ferite è stato definito "Epidemia silenziosa". (Smith & Nephew foundation 2007)

All'avvento di una lesione, tutte le ferite possono essere considerate acute indipendentemente dalla causa. Incidenti, traumi, ustioni e interventi chirurgici sono eventi che provocano ferite acute. La chiusura della ferita e l'instaurazione di un risultato funzionale entro un tempo accettabile caratterizzano le ferite acute. (G.S Lazarus et al 1994)

1.1.2 FERITE ACUTE

Si considerano "ferite acute" le lesioni di origine traumatica da taglio, da punta, da lacerazione o lacero-contuse; comprendiamo in questo campo anche le ferite chirurgiche, cioè lesioni traumatiche a comparsa programmata, in genere chiuse per prima intenzione. (Aiuc, 2021)

- Ferite da taglio
Provocate da oggetti taglienti e/o affilati come lame, coltelli o frammenti di vetro ma anche da strumenti chirurgici come il bisturi. Appaiono lineari e con margini netti, possono essere superficiali o profonde.
- Ferite da punta
Causate da oggetti appuntiti come chiodi o spilli, che penetrano la pelle con un ingresso più o meno piccolo e un tragitto di lunghezza variabile. Possono essere penetranti o trapassanti.
- Ferite lacere
Generate da azione di taglio combinato a meccanismi di stiramento o strappamento. Presentano margini irregolari, aree necrotiche, edematose e con vaste ecchimosi.
- Ferite lacero-contuse
Lesioni della pelle che presentano sia caratteristiche di lacerazione (stiramento e strappo) che una contusione (danno dei tessuti circostanti e sottostanti). Si sviluppano principalmente in ampiezza e presentano margini irregolari e sottili. Sono ferite molto comuni e particolarmente soggetto a sovrainfezioni.
(Trotts A. 1997; Silverstein A. 1999)

1.1.3 FERITE CRONICHE

Si considerano “lesioni cutanee croniche” tutte quelle ferite che non tendono alla guarigione spontanea, per interruzione del fisiologico processo di riparazione tissutale, nell’arco di 8-10 settimane dalla loro insorgenza. (Aiuc, 2021). In particolare, si parla di “ferita difficile” quando la perdita di sostanza coinvolge gli strati tissutali più profondi, determinando una tendenza alla cronicizzazione e alla recidiva, rendendo il trattamento complesso e prolungato. Le ulcere croniche rappresentano una problematica di rilevanza clinica e assistenziale, di guarigione, che possono estendersi per mesi o addirittura anni, queste lesioni sono considerate una vera e propria patologia cronica (Scalise A, 2015). Si possono considerare “ferite difficili” le lesioni cutanee acute che comportano ampia distruzione tissutale e, anche se di piccola entità, interessano soggetti ad elevato rischio di complicanze, come pazienti diabetici o affetti da patologie ematologiche, oncologiche, reumatologiche, ecc. (Aiuc, 2021).

Le ulcere croniche possono essere:

- Lesioni da pressione

Sono aree di danno tissutale della cute e dei tessuti sottostanti che si verificano in corrispondenza di prominenze ossee, causate da pressione, stiramento o frizione. Il trattamento prevede la rimozione della causa (pressione) attraverso il riposizionamento del paziente e l'utilizzo di superfici e ausili antidecubito, una corretta medicazione della lesione e la gestione delle comorbidità che interferiscono con il normale processo di guarigione.

- Lesioni vascolari

Sono ulcerazioni cutanee che si verificano prevalentemente a carico degli arti inferiori, associate ad arteriopatia obliterante, insufficienza venosa cronica o linfedema. Le ulcere vascolari possono essere anche di origine mista, sono lesioni trofiche correlate fisiopatologicamente alla compartecipazione di una patologia venosa e di una ischemica, concorrenti alla loro genesi in differente prevalenza.

- Piede diabetico

Il piede diabetico a sua volta può essere:

- neuropatico, perde quindi la sensibilità e basta un trauma ripetuto come ad esempio un corpo estraneo nella scarpa a fare insorgere la lesione.
- ischemico è causato dalla chiusura delle arterie e se non viene trattato precocemente il rischio più grosso è l'infezione e conseguentemente l'amputazione.
- Spesso queste due cause coesistono quindi ci troviamo di fronte nella maggioranza dei casi con un piede diabetico neuro-ischemico dove vi è la compromissione sia della sensibilità e sia della circolazione.

(Hoxha K. 2017)

- Ferita chirurgica

una soluzione di continuità dei tessuti prodotta in maniera programmata e in genere chiusa per prima intenzione mediante punti di sutura o agrafe metalliche. La problematica relativa alle ferite chirurgiche riguarda le situazioni di infezione e conseguente deiscenza, che possono determinare quadri clinici più o meno gravi, con ripercussioni non solo locali ma anche sistemiche.

- Lesioni atipiche

rappresentano un gruppo eterogeneo di lesioni ulcerative caratterizzate da diversa patogenesi: infiammatoria, immunologica, neoplastica, infettiva o farmaco-indotta. Per definizione sono ulcere atipiche quelle che non si inseriscono in nessuna categoria nosologica tipica (venosa, arteriosa, mista, da pressione o diabetica).

(Aiuc, 2021)

1.2 WBP WOUND BED PREPARATION - WBP

Il trattamento delle ulcere, tuttavia, richiede un approccio completo che garantisca una eccellente preparazione del letto delle ferite che miri alla guarigione naturale e tenda a ottenere i massimi benefici dai prodotti avanzati attualmente disponibili.

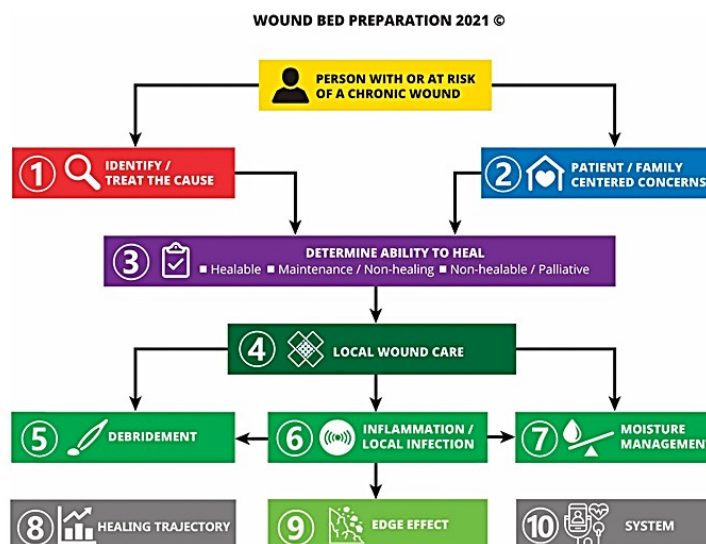


Immagine 1. Wound Bed Preparation 2021 with paradigm update (Sibbbald, RG, Elliot JA, Persuad-Jaimangal R., et al. Wound Bed Preparation 2021)

La wound bed preparation è un prerequisito di ogni tecnica e di ogni approccio terapeutico e costituisce un modello che ci consente di analizzare e di concettualizzare i fattori che contribuiscono alla guarigione delle ferite.

Il concetto di preparazione del letto delle ferite ha assunto un impatto significativo sulla gestione delle lesioni croniche. Per poter applicare questo concetto in clinica nel modo

migliore, è stato introdotto l'acronimo TIME, presentato come una struttura dinamica per identificare gli elementi necessari a realizzare un'efficace preparazione del letto di ferita: gestione della necrosi (ricerca di tessuto necrotico o non vitale), controllo dell'inflammatione e dell'infezione, bilanciamento dell'umidità, stimolazione del bordo epiteliale (epidermide, progressione del bordo). L'acronimo TIME permette di realizzare un'ottima wound bed preparation, il tutto per facilitare il fisiologico processo di guarigione, riducendo edema ed essudato, controllando la carica batterica e cosa importante, correggendo le anomalie che concorrono a una guarigione non corretta. Queste alterazioni sono responsabili della senescenza delle cellule all'interno e attorno alla ferita e della loro mancata risposta a determinati trattamenti. (EWMA 2004)

La struttura TIME non è "lineare", durante il processo di guarigione dovranno essere considerati diversi elementi della struttura. Inoltre, gli operatori possono utilizzare la struttura TIME per la valutazione dell'efficacia degli interventi terapeutici. Uno solo di essi può interessare più di un elemento della struttura, per es. lo sbrigliamento non rimuoverà solo il tessuto necrotico, ma ridurrà anche la carica batterica. (EWMA 2004)

1.2.1 T, TESSUTO

Preparazione di un idoneo fondo di lesione, la preservazione di un idoneo tessuto di granulazione e la gestione di un'eventuale correzione del margine della ferita. Gli obiettivi che rientrano nella lettera T possono dunque essere individuati in:

- Rimozione del tessuto non attivo
Tessuto non idoneo al raggiungimento della completa riparazione
Necrosi secca/gialla, fibrinoso, colliquato, margine introflesso o sotto minato
- Preservazione del tessuto attivo
Tessuto idoneo al raggiungimento della sua completa riparazione
Granulazione ed epitelizzazione

La correzione dei margini di una lesione può assumere aspetti che, se non corretti per tempo, sono di ostacolo al fisiologico processo di riparazione. (Carnali M. et al 2022)

La presenza di tessuto necrotico o devitalizzato è comune nelle ferite croniche e la sua rimozione determina molti effetti benefici. Il tessuto non vascolarizzato, i batteri e le cellule fenotipicamente alterate che impediscono la guarigione vengono rimossi, creando un ambiente che stimola la crescita di tessuto sano. In modo dissimile di quanto avviene nelle ferite acute, che in genere richiedono un solo intervento di sbrigliamento, le ferite croniche possono richiedere uno sbrigliamento ripetuto (debridement di mantenimento). (EWMA 2004)

Diversi fattori determinano se il debridement è giustificato. Tra questi, le circostanze individuali del paziente (ambiente di cura, risorse disponibili, finanze) e gli obiettivi di cura del paziente. Questi aspetti del paziente guidano la scelta del metodo di debridement migliore. L'acronimo VIPS (vascular, infection, pressure, sharp surgical) è un approccio eccellente per guidare la valutazione di una persona con una ferita al piede o alla parte inferiore della gamba:

- Vascolare: confermare che l'apporto vascolare sia adeguato
- Infezione: controllare l'infezione superficiale (trattare localmente) e l'infezione profonda circostante (trattare sistemicamente)
- Pressione: ridistribuire la pressione plantare/dorsale del piede
- Debridement chirurgico: considerare un debridement chirurgico conservativo o chirurgico (SSD) - ferite guaribili una volta trattata la causa

Tutti i metodi di debridement presentano rischi, in parte perché non sono appropriati per alcune ferite. Il consenso del paziente è una componente fondamentale dell'assistenza, gli operatori sanitari devono sempre ottenere il consenso. Inoltre, devono essere disponibili e facilmente accessibili risorse per la gestione delle complicanze. Queste complicanze possono includere dolore locale, dermatite irritante o allergica da contatto, sanguinamento e infezione.

Tipologie di debridement:

- Autolitico

Facilita ulteriormente i naturali processi di debridement del corpo mediante medicazioni che donano o trattengono l'umidità e attivano gli enzimi presenti nell'essudato della ferita per promuovere la distruzione del tessuto non vitale.

- Meccanico

Prevede la rimozione di tessuto non vitale mediante l'applicazione di una forza esterna (ad esempio, soluzione salina da umido a secco, getto di liquido ad alta pressione).

- Enzimatico

Enzimi proteolitici vengono introdotti nella ferita per dissolvere il tessuto non vitale.

- Debridement conservativo delle ferite da taglio

Con la CSWD (conservative sharp wound debridement), il tessuto non vitale chiaramente identificabile viene rimosso utilizzando strumenti sterili affilati. Può anche rimuovere tessuto clinicamente vitale, comprese cellule senescenti e batteri, che possono bloccare una ferita guaribile

- Debridement chirurgico acuto

Può includere la rimozione sia di tessuto vitale che non vitale fino al tessuto sano sanguinante per promuovere la guarigione e creare un letto della ferita pulito che faciliti la granulazione del tessuto sano. Le indicazioni per il debridement chirurgico acuto includono infezioni acute, contaminazione macroscopica, sospetto di un coinvolgimento tissutale esteso oltre quanto appare all'esame iniziale e situazioni in cui è necessario un debridement urgente a causa di infezioni che mettono a rischio gli arti o la vita. Questa procedura riporta la ferita a uno stato acuto, consentendo la stimolazione delle fasi iniziali di guarigione della ferita, inclusa la produzione di tessuto di granulazione. Le ferite che richiedono SSD vengono generalmente lasciate chiudere per seconda intenzione o con tecniche aggiuntive. Queste possono includere l'applicazione di terapia a pressione negativa per le ferite.

(Tran L.D. et al 2023)

1.2.2 I, INFEZIONE E INFIAMMAZIONE

I pattern di distribuzione dei microrganismi dipendono sempre da un insieme di fattori chimici, fisici e biologici, e ciascuna specie microbica ha delle esigenze differenti che devono essere esaudite per la continuazione della sua sopravvivenza in un dato luogo. Le ferite non presentano tutte le medesime condizioni, pertanto ferite diverse supportano differenti comunità di microrganismi. (Bowler PG et al 2001)

L'acquisizione di specie microbiche da parte delle ferite può sfociare in tre conseguenze chiaramente distinte:

Contaminazione	Tutte le ferite possono acquisire microrganismi. In assenza di idonee condizioni nutritive e fisiche per ciascuna specie microbica, o in caso di incapacità di evadere le difese dell'ospite, esse non si riprodurranno e non potranno persistere, e quindi la loro presenza è soltanto temporanea e la guarigione della ferita non risulterà ritardata.
Colonizzazione	Le specie microbiche crescono e si riproducono con successo, ma non provocano danni nell'ospite e non provocano l'infezione della ferita.
Infezione	La crescita, la proliferazione e la penetrazione nei tessuti dell'ospite provocano lesioni cellulari e reazioni immunologiche manifeste nell'ospite. La guarigione della ferita è interrotta. Fattori locali possono fare aumentare il rischio di infezione

Tabella 1. Effetti delle interazioni ospite/patogeno

Il tempestivo riconoscimento dell'infezione di una ferita consente l'applicazione di appropriate terapie antimicrobiche, poiché l'infezione interrompe sempre il normale processo di guarigione di una ferita, è necessario formulare una diagnosi precisa ed instaurare una terapia efficace. Il controllo dell'incidenza delle ferite infette ha anche contribuito ad abbassare il livello delle infezioni. (EWMA 2005)



Immagine 1. Criteri per identificare una ferita infetta. M. Flanagan 1997

È stato evidenziato un crescente interesse per la possibile correlazione tra presenza di biofilm nelle ferite croniche e loro mancata guarigione o riacutizzazione. I biofilm sono colonie batteriche rivestite e protette da uno strato di polisaccaridi, che le rende più resistenti all'azione degli antimicrobici (EWMA 2004). È stato riportato che una percentuale compresa tra il 65% e l'80% delle infezioni batteriche trattate dai medici nei paesi sviluppati è causata da batteri che crescono in biofilm. Le infezioni da biofilm sono generalmente caratterizzate da una lenta comparsa, da sintomi lievi, dalla loro cronicità e dalla loro risposta refrattaria alla terapia antibiotica. Questa innata resistenza agli agenti antimicrobici e alle difese dell'ospite è stata dimostrata in vitro e i suoi meccanismi sono stati parzialmente chiariti (Carnali M. et al 2022). Tuttavia, sono necessari ulteriori studi per definire meglio il ruolo dei biofilm nel ritardo di guarigione delle ferite croniche.

Il concetto di infezione è strettamente correlato alla presenza di essudato. La corretta gestione dell'essudato, attraverso il mezzo più idoneo (medicazioni, NPWT, bendaggio, ecc.) è da considerarsi un mezzo per abbattere la carica batterica. Va sottolineata un'ulteriore contemporaneità di gestione tra la lettera I e la lettera E. Un bordo fermo, sottominato è un terreno di coltura per i microrganismi e dunque può essere causa di blocco della E. Necessita degli stessi interventi che agiscono parallelamente sulla T sulla I e sulla M, cioè il debridement, la terapia antibatterica e la gestione dell'essudato. (Carnali M. et al 2022)

1.2.3 M, UMIDITÀ

Una delle più interessanti scoperte degli ultimi 50 anni è stata l'importanza dell'ambiente umido nella stimolazione dei processi di riepitelizzazione delle lesioni (EWMA 2004). La M di TIME vuole essere espressione di corretto microambiente, di una ottimale umidità nella quale tutti i processi che caratterizzano la riparazione tissutale possono dinamicamente susseguirsi caratterizzando le varie fasi della guarigione.

Il microambiente di lesione è la diretta conseguenza del buon bilanciamento dei fluidi ed essi sono rappresentati da: essudato e trasudato. Al primo posto vi è l'essudato che sappiamo essere l'espressione diretta della lesione e del suo stato d'essere. Infiammazione, infezione, tessuti devitalizzati e quant'altro ne possono condizionare la quantità e la qualità, ma al secondo posto vi è il trasudato che è l'espressione della malattia che spesso causa e sostiene la lesione (Carnali M. et al 2022). Contrariamente all'opinione generale, il mantenere umida la ferita non aumenta la quota di infezioni (EWMA 2004).

Ci troviamo di fronte ad un doppio problema da una parte gestire la lesione per controllare l'essudato, dall'altra gestire la malattia di base per ridurre l'accumulo di liquido tissutale. Sul fronte della lesione, al fine di allontanare la "Mistura dei Fluidi", si suggerisce quindi l'applicazione di tutte quelle metodiche che spaziano dalle più recenti medicazioni avanzate alle novità tecnologiche orientate all'ottimale debridement con idrochirurgia ad alta pressione, ultrasuoni, laser, ecc... ed anche la terapia a pressione negativa (NPWT) che si è dimostrata una metodica molto adatta alla gestione dei grandi essudati e, seppur in modo non ancora chiaro, nella prevenzione delle recidive infettive. Sul fronte della malattia di base si agirà sul momento eziopatogenetico per il controllo dell'imbibimento tissutale e di conseguenza sulla componente trasudatizia. (Carnali M. et al 2022)

1.2.4 E, MARGINI

Una guarigione efficace comporta il ripristino dell'integrità e della funzionalità della cute. Tuttavia, il processo di riepitelizzazione può essere ostacolato in modo indiretto, grazie ad alterazioni della matrice cellulare o ischemia che inibiscono la migrazione dei cheratinociti, o in modo diretto, a causa di difetti della regolazione, o di una alterata mobilità o adesione dei cheratinociti. Il processo di guarigione delle lesioni cutanee consiste di fasi ben definite. Tuttavia, esse non vengono temporalmente rispettate nella guarigione delle ferite croniche. (EWMA 2004)

L'obiettivo è promuovere la riepitelizzazione e intervenire in tutte quelle casistiche in cui c'è scarsa o nulla crescita cellulare con presenza di staticità della lesione o di involuzione. La riparazione tissutale spontanea è diversificata a seconda della profondità della lesione, prendendo origine da un sofisticato meccanismo cellulare noto come "fase proliferativa" che si realizza essenzialmente nella produzione di nuovi vasi sanguigni e di sostanze nobili come il collagene, per mezzo di cellule attive come i fibroblasti ed i cheratinociti. Nella selezione dei presidi e delle tecniche più efficaci si fa strada un nuovo concetto di "stratificazione riparativa", ovvero di riparazione differenziata nei vari strati di profondità.

1.2.5 TRIANGOLO DEL WOUND ASSESSMENT

Appare altresì importante, a questo punto, trattare anche delle caratteristiche della cute e delle relative manifestazioni cliniche che molto spesso accompagnano nel tempo il paziente e le ulcere di cui è affetto. Per cute perilesionale si intende la porzione di tessuto che si estende per 10 cm oltre il margine della lesione. La cura della cute perilesionale garantisce il mantenimento dell'integrità di barriera, la conservazione del film idrolipidico e la gestione dell'epitelio neoformato. Fra la cute perilesionale e il fondo della ferita vi sono due porzioni anatomiche importantissime, costituite dal margine e dal bordo della ferita (spesso nel linguaggio comune le due parole vengono utilizzate come sinonimi), la cui accurata osservazione può guidare non solo nella valutazione della lesione, ma dare informazioni anche sullo stato del processo di guarigione. (Carnali M. et al 2022).

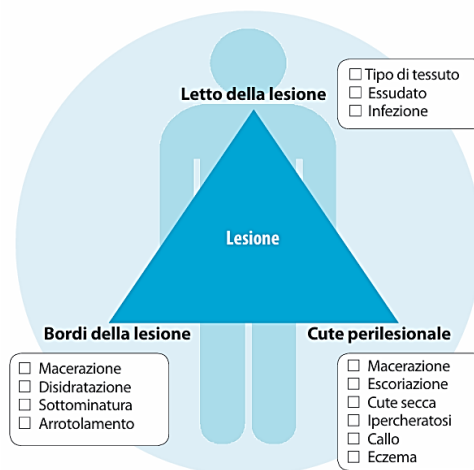


Immagine 2. Il triangolo del Wound Assessment

Questo nuovo approccio amplia le nostre conoscenze in merito alla valutazione della lesione “oltre il bordo della lesione” ed espande l’attuale modello di preparazione del letto della lesione, che si focalizza principalmente sul tipo di tessuto, presenza di infezione/infiemmazione, bilanciamento dell’umidità e bordi della lesione (TIME).

Il letto della lesione, i bordi della lesione e la cute perilesionale possono essere interpretati come le tre zone di un triangolo, ciascuna con una importanza significativa nel processo di guarigione della lesione. Il letto della lesione è l’area in cui si cerca di rimuovere il tessuto devitalizzato, gestire l’essudato, prevenire l’infezione e ridurre l’infiemmazione, nonché favorire la formazione del tessuto di granulazione. Ai bordi della lesione, lo scopo della cura consiste nel ridurre gli ostacoli alla guarigione eliminando gli spazi morti, sbrigliare i bordi ispessiti della lesione e migliorare la gestione dell’essudato. Relativamente alla cute perilesionale, lo scopo della cura consiste nel proteggere la cute circostante alla lesione da macerazione, escoriazione, secchezza, ipercheratosi, callo ed eczema. Ed è da questo studio che il concetto del Triangolo del Wound Assessment è stato sviluppato per poi essere incorporato in uno strumento di valutazione da usare nella pratica clinica.

Se, da un lato, il Triangolo del Wound Assessment è mirato soprattutto alla valutazione del letto della lesione, dei bordi della lesione e della cute perilesionale, dall’altro il suo uso implica che il clinico abbia in primo luogo individuato, e affrontato, i fattori eziologici e sistemici che influenzano la riparazione della lesione.

Il Triangolo del Wound Assessment deve essere usato in un contesto di valutazione olistica del paziente, riconoscendo l'impatto significativo e soggettivo che una lesione esercita sul paziente. Tale approccio conduce il clinico dal processo di valutazione all'individuazione di un piano di gestione adatto, incentrato sul letto della lesione, sui bordi della lesione e sulla cute perilesionale, con lo scopo di facilitare la guarigione o alleviare i sintomi associati alla lesione. La valutazione deve includere la sede della lesione, la durata, la causa sottostante e le misure di lunghezza, larghezza e profondità della lesione, al basale e alle visite successive. (WUWHS 2016)

1.3 NPWT

La NPWT è una tecnica non invasiva che prevede l'esposizione, continua o intermittente, di una ferita a una pressione subatmosferica (Morykwas e Argenta, 1997). La pressione subatmosferica si ottiene rimuovendo le particelle di gas (aria) da un'area sigillata (il sito della ferita) utilizzando una pompa di aspirazione.

La terapia a pressione topica negativa (Negative pressure wound therapy, NPWT) fu introdotta nel mercato europeo alla fine degli anni '90 rivoluzionando completamente il trattamento delle ferite. Sfrutta una pressione negativa localizzata e controllata, di solito corrispondente a -125 mmHg, dunque inferiore alla normale pressione atmosferica, che permette un miglior trattamento della lesione favorendo una guarigione per seconda o terza intenzione. È un sistema diventato ormai punto di riferimento per il Wound Care, in quanto permette il miglioramento di quelle lesioni che vengono definite difficili, per le quali, cioè, non si sono dimostrate sufficienti le medicazioni tradizionali o avanzate. Questo meccanismo, infatti, favorisce la cicatrizzazione delle lesioni cutanee, rimarginando le ferite e migliorando notevolmente la qualità della vita dei pazienti. Ne deriva un recupero più precoce per il paziente e minori probabilità di sviluppare complicanze (Kunze N.K. et al. 2020). Nello specifico, questo sistema agisce permettendo un maggiore controllo dell'edema, la rigenerazione del tessuto di granulazione, il miglioramento della circolazione microvascolare e la diminuzione della carica batterica sul letto della ferita. (Novac A. et al. 2014)

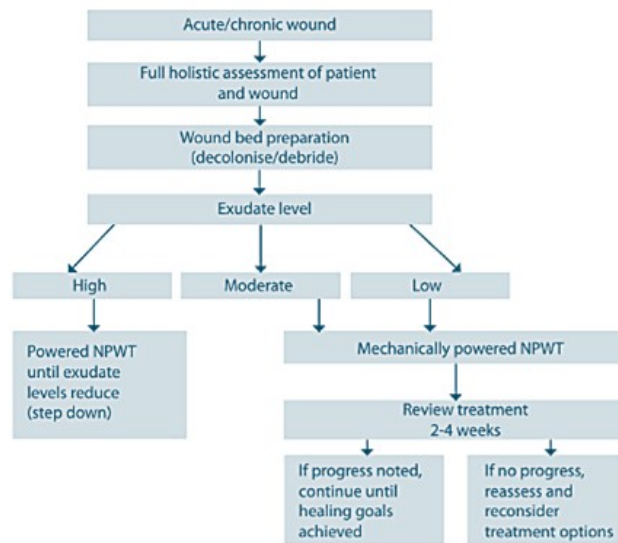


Immagine 3. Percorso di trattamento per l'uso di NPWT (Wounds International, 2017)

1.3.1 CENNI STORICI

Storicamente, i benefici clinici della NPWT sono stati riconosciuti attraverso l'uso di una tecnica nota come coppettazione, in cui vengono applicate sulla pelle delle coppette di vetro calde che, raffreddandosi, producono un'aspirazione sulla superficie cutanea che si ritiene migliore dell'afflusso sanguigno locale. Questa terapia è ancora in uso, tuttavia, non esiste alcun collegamento percepito tra questa terapia e la pressione negativa così come esiste oggi (Sagi et al. 1988; Cassileth, 1998).

La NPWT fu utilizzata con successo per la prima volta nei primi anni '50 per gestire l'essudato e accelerare la guarigione delle ferite (Raffel, 1952; Silvis et al. 1955). Verso la fine degli anni '80 furono sperimentati diversi sistemi NPWT, la maggior parte dei quali utilizzava una tecnologia di contatto con la ferita di base e semplici pompe di aspirazione. Molti degli studi pionieristici sulla NPWT provenivano da chirurghi e ricercatori russi.

Kostiuchenok et al. (1986) hanno studiato il ruolo della pressione negativa nelle ferite chirurgiche che richiedevano debridement. Un dispositivo di aspirazione non brevettato è stato applicato alla ferita per rimuovere il tessuto necrotico e i coaguli di sangue. I risultati hanno indicato che la NPWT ha determinato una significativa riduzione dei microbi nelle ferite studiate e generalmente ha migliorato la crescita tissutale rispetto al gruppo di controllo. Lo studio ha anche dimostrato che la terapia di aspirazione non era un metodo efficace di debridement chirurgico, ma era utile come coadiuvante.

Davydov et al. (1986) hanno studiato 744 pazienti con ferite purulente (gruppo di controllo, n= 338; gruppo di terapia del vuoto, n=406). I pazienti sono stati studiati dopo l'incisione e il drenaggio, con i soggetti nel braccio di terapia del vuoto che hanno ricevuto il trattamento per un massimo di sei giorni. I risultati hanno rivelato una diminuzione dei tassi di infezione e un aumento della formazione di tessuto di granulazione nella coorte di trattamento, rispetto al gruppo di controllo. L'esame del fluido della ferita durante questo studio ha evidenziato un aumento del numero di globuli bianchi nelle ferite dei pazienti trattati con terapia del vuoto, insieme a una riduzione della conta batterica.

Davydov et al. (1988) hanno studiato l'uso della terapia del vuoto nel trattamento di 106 pazienti con mastite purulenta da allattamento. Hanno confrontato due gruppi di pazienti; una coorte è stata trattata con incisione standard e drenaggio, mentre l'altro gruppo ha ricevuto incisione, drenaggio e terapia del vuoto, utilizzando una camera di vetro emisferica, per 20 minuti dopo l'intervento chirurgico, poi per 2-3 ore al giorno per un massimo di sei giorni. I risultati dello studio hanno dimostrato che il trattamento è stato efficace nel ridurre i tempi di guarigione e l'infiammazione della ferita e ha contribuito alla rimozione di esfoliazione e detriti rispetto al gruppo di controllo. I risultati incidentali includevano una riduzione del dolore e un miglioramento della formazione di tessuto di granulazione.

Fleischmann et al. (1993) hanno condotto uno dei primi studi investigativi sulla NPWT utilizzando la schiuma come strato di contatto con la ferita. Nei pazienti con fratture esposte, gli autori hanno riscontrato una rapida guarigione delle ferite, senza alcuna infezione ossea registrata, rispetto ai pazienti trattati con la terapia standard a base di garze imbevute di soluzione salina.

Anche Argenta e Morykwas (1997) hanno condotto i primi studi sull'uso di strati di contatto in schiuma negli animali e hanno scoperto che l'uso della TPN era in grado di ridurre i tempi di guarigione, ridurre l'edema locale e gestire l'essudato della ferita. Questo lavoro ha portato allo sviluppo del primo sistema commercializzato noto come chiusura assistita da vuoto.

A quel tempo, altri medici stavano contemporaneamente sviluppando sistemi alternativi a pressione negativa, basati sul lavoro svolto dai chirurghi russi. Tuttavia, questi primi sistemi erano ingombranti e difficili da usare, quindi l'attenzione si è rivolta a un articolo

di Chariker et al. (1989) che descriveva una tecnica semplice ma unica in cui un tubo di drenaggio avvolto in garza veniva utilizzato per coadiuvare il trattamento di ferite complicate dal drenaggio di fistole enterocutanee. Il potenziale di questa tecnica è stato notato e, nel tempo, l'uso di questo metodo si è evoluto dalla semplice rimozione del drenaggio alla sua forma attuale, in cui può essere utilizzato per promuovere la formazione di tessuto di granulazione e la guarigione delle ferite. Diverse pubblicazioni hanno da allora fornito ulteriori prove dell'effetto positivo di questa variante sulla guarigione delle ferite (Miller 2005; Miller e Serena, 2006).

La tecnica a base di schiuma, originariamente sviluppata da Argenta e Morykwas (1997), utilizza una medicazione in schiuma di poliuretano sigillata collegata tramite un tubo a una pompa a vuoto, mentre i sistemi NPWT di più recente sviluppo utilizzano drenaggi flessibili e garze e si basano sulla tecnica Chariker-Jeter. (Gray D. et al. 2008)

Attualmente sono disponibili molti dispositivi NPWT. Il più noto è sicuramente il VAC Therapy System (KCI™, San Antonio, Texas). La maggior parte della letteratura reperita fa riferimento a questo modello e i due nomi sono ormai diventati sinonimi. (Novac A. et al. 2014). Nel corso degli anni la Vacuum Assisted Closure Therapy, ovvero la Terapia a Chiusura Assistita dal vuoto, è stata applicata ad una vasta gamma di ferite complesse. Ne traggono beneficio, infatti, sia le ferite croniche come le ulcere da pressione di terzo e quarto stadio, sia ferite acute e traumatiche. (EWMA 2007)

1.3.2 MECCANISMO D'AZIONE E COMPONENTI DEL DISPOSITIVO

Il principio della NPWT prevede l'estensione dell'effetto di aspirazione, solitamente definito in modo rigoroso, del drenaggio su tutta l'area della cavità o della superficie della ferita, utilizzando un riempitivo a pori aperti adattato ai contorni della ferita. La NPWT favorisce l'ottimizzazione della guarigione della ferita attraverso l'applicazione di una pressione subatmosferica per contribuire a ridurre l'essudato infiammatorio e promuovere il tessuto di granulazione. Per impedire l'aspirazione di aria dall'ambiente esterno, la ferita e il riempitivo che si trova all'interno o sulla ferita vengono sigillati ermeticamente con un telo adesivo in poliuretano ermetico, permeabile al vapore acqueo, trasparente e a prova di batteri. Un tampone di collegamento viene quindi applicato su un piccolo foro praticato nel telo e collegato a una fonte di vuoto tramite un tubo (EWMA 2024)

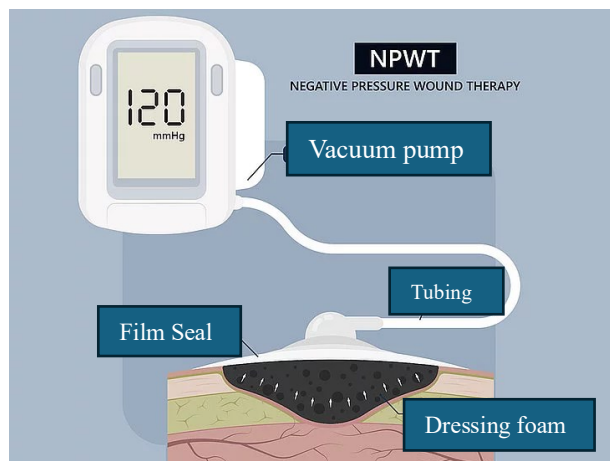


Immagine 4. Rappresentazione grafica dei componenti di un dispositivo standard per la terapia a pressione negativa

Esistono numerosi sistemi disponibili. La maggior parte di questi consiste in un'unità base corredata da una pompa a vuoto e da una medicazione di garza o di schiuma (filler). Se si utilizza la schiuma, può essere utile servirsi di un'interfaccia antiaderente per ridurre la proliferazione tissutale e il dolore nel momento della sua rimozione (Malmsjö M, Borgquist O. 2010). Il filler viene ricoperto da un film trasparente per sigillare il tubo di drenaggio avvolto nel filler di garza o schiuma. In alternativa, al posto del drenaggio si può utilizzare un port. Quindi il tubo di drenaggio, o il port, viene collegato ad un raccoglitore (canister), che a sua volta è attaccato alla pompa a vuoto. Spesso, negli ospedali, vengono utilizzate unità più grandi, mentre le unità portatili più piccole sono adatte ai contesti sia domiciliari che ospedalieri. (Henderson V. et al. 2010)

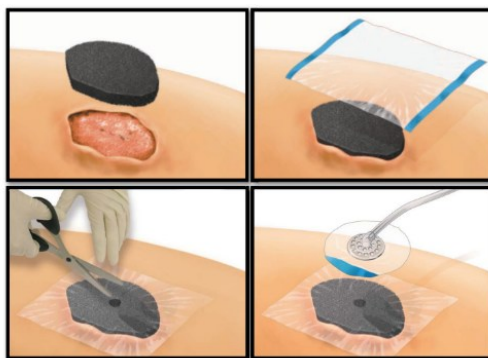


Immagine 5. Rappresentazione grafica del posizionamento del filler e della copertura con film trasparente

Il dispositivo per la NPWT agisce attraverso l'applicazione di una medicazione in schiuma di poliuretano a celle aperte, oppure in garza, che consente la distribuzione uniforme di una pressione negativa sull'intero letto della ferita (Malmsjö M, Borgquist O. 2010). Malmsjö e colleghi (2009) hanno mostrato che questi due tipi d'interfaccia presentano la stessa efficacia per quanto riguarda l'applicazione della pressione negativa, la contrazione della ferita e la stimolazione della circolazione del sangue sui suoi margini. Tuttavia, alcuni studi hanno documentato una proliferazione di tessuto di granulazione all'interno della medicazione in schiuma di poliuretano a celle aperte. Questo può provocare dolore ai pazienti nel momento del cambio della medicazione, nonché un danno al processo di riepitelizzazione. La rapida crescita di tessuto di granulazione associata alle medicazioni in schiuma talvolta può rappresentare un vantaggio nel caso di ferite che richiedono una guarigione rapida, come quelle in pazienti con importanti problemi vascolari o in quelli a rischio d'infezione (Amstrong D.G. et al. 2005). È importante non comprimere la schiuma o sovraccaricare la ferita, onde evitare una vasocostrizione locale, e consentire al fluido di defluire agevolmente attraverso l'interfaccia. È necessario evitare il contatto tra la schiuma e la cute circostante per prevenire possibili danni all'area perilesionale.

Garza	Schiuma
Molte ditte forniscono una garza impregnata con l'antimicrobico poliesametilene biguanide (PHMB) come standard (Campbell et al. 2008). Interfacce antimicrobiche per l'uso con NPWT sono disponibili anche separatamente	La schiuma convenzionale a celle aperte non contiene un agente antimicrobico, sebbene sia disponibile una schiuma impregnata di argento (Gerry R. et al. 2007). Interfacce antimicrobiche per l'uso con NPWT sono disponibili anche separatamente
Alcuni sistemi a base di garza offrono tre possibili drenaggi da inserire all'interno del filler sotto il film adesivo: i drenaggi piatti sono utili per ferite poco profonde; drenaggi circolari sono adatti alle ferite profonde, a quelle che presentano zone	Di solito non esiste possibilità di scelta per i drenaggi da utilizzare con la schiuma sotto il film adesivo. La suzione viene applicata più tipicamente attraverso un port fissato sulla faccia superiore della pellicola adesiva. Si tratta di una tecnica

<p>sottominate e alle ferite che producono essudato in grande quantità. I drenaggi canalizzati sono utili per le ferite strette o con tunnelling (Campbell et al. 2008). Questi drenaggi possono richiedere un più elevato grado di preparazione da parte dell'operatore e potrebbero rappresentare una fonte di perdita di vuoto</p>	<p>più facile che elimina una delle fonti di perdita di vuoto, sebbene possa risultare meno efficace per la rimozione del fluido (Malmsjo M. et al. 2010)</p>
<p>Di rapida applicazione, facile adattabilità alla superficie di ferite complesse e adattabile a lesioni di ogni dimensione e forma. Può essere utilizzata in presenza di tunnelling e nelle aree sottominate. Adatta a ferite ampie e irregolari, è stata usata per la cura di ferite causate da esplosivi (Jeffrey S. 2009).</p>	<p>La schiuma deve essere ritagliata secondo la forma e la dimensione della ferita. Può essere problematica in caso di ferite complesse con più strati e un letto irregolare. Prestare particolare cautela nelle ferite con tunnelling e in quelle sottominate in quanto la proliferazione di tessuto di granulazione può causare dei problemi. La schiuma è facile da applicare a ferite profonde e di forma regolare che potranno trarre giovamento da un elevato grado di contrazione tissutale (Jeffrey S. 2009).</p>
<p>La garza è facile da rimuovere e non danneggia il letto della ferita. Pertanto, ha una minore probabilità di causare dolore durante i cambi di medicazione (Park C.A. 2009).</p>	<p>Possibili problemi con la proliferazione di tessuto nella schiuma; può richiedere una forza meccanica maggiore per rimuovere quest'ultima. Ciò può danneggiare il letto della ferita e può fare aumentare il dolore durante i cambi di medicazione. (Malmsjö M. et al.2010)</p>
<p>La garza deve essere bagnata prima dell'applicazione, per esempio con soluzione fisiologica, a meno che la quantità di essudato non sia elevata.</p>	<p>Non richiede di essere bagnata prima dell'applicazione</p>

Il tessuto di granulazione potrebbe formarsi più lentamente ma risultare più robusto rispetto a quanto osservato per la schiuma (Malmsjö M. et al.2010).	Il tessuto di granulazione potrebbe formarsi più rapidamente ma risultare meno robusto rispetto a quanto osservato per la garza (Malmsjö M. et al.2010).
--	--

Tabella 2. Benefici e svantaggi dell'applicazione di schiuma e garza (Henderson V. et al 2010)

Di solito, le unità per la NPWT offrono due impostazioni per l'aspirazione: continua e intermittente.

Caratteristiche della ferita	Continua	Intermittente/ DPC
Applicazione della medicazione complicata	●	
Lembi	●	
Alta presenza di essudato	●	
Innesti	●	
Ferite dolorose	●	
Tunnel o sottominature	●	
Strutture instabili	●	
Minima presenza di essudato	●	●
Ferite di grandi dimensioni	●	●
Ferite di piccole dimensioni	●	●
Avanzamento bloccato	●	●

Immagine 6. Caratteristiche delle ferite per cui è consigliato l'utilizzo di terapia a pressione negativa continua o intermittente

L'impostazione usata più frequentemente per la NPWT è la continua, che è anche quella raccomandata per l'inizio della terapia (Malmsjö M. et al.2010). Questa è anche l'impostazione più adatta alle ferite che producono elevate quantità di essudato e anche per favorire il mantenimento di una buona sigillatura. La terapia continua fa sì che l'unità applichi una suzione ininterrotta sul letto della ferita, erogando una pressione negativa stabile e costante. Solitamente, l'impostazione a pressione intermittente applica cicli di cinque minuti 'on' seguiti da due minuti 'off' e si può utilizzare una volta che il volume di essudato sia stato ridotto o stabilizzato (Argenta L.C., Morykwas M.U. 1997). In alcuni casi è possibile utilizzare la suzione intermittente per tutta la durata della terapia. (Rinker B. et al. 2008)

La maggior parte delle unità offre un range di pressione negativa compresa tra -40mmHg e -200mmHg. Il livello della pressione negativa dipenderà dalla tolleranza del paziente e dall'eziologia delle ferite. Per esempio, spesso la terapia viene erogata a livelli di pressione più bassi nel caso di ferite dolenti o di ferite con perfusione compromessa (Malmsjö M. et al.2010). I medici devono iniziare la NPWT con un livello di pressione compreso tra -80mmHg e -125mmHg nei pazienti adulti, livello che si può ridurre qualora il paziente manifesti dolore o un sanguinamento di lieve entità. (Henderson V. et al. 2010)

Nella sua forma più semplice il sistema VAC offre una medicazione sofisticata, sterile e a tenuta ermetica, le cui proprietà creano un ambiente di guarigione umido. Sono stati inoltre confermati altri meccanismi che promuovono la guarigione, e cioè:

- Aumento dell'irrorazione sanguigna locale e riduzione dell'edema
- Stimolo alla formazione di tessuto di granulazione
- Stimolo alla proliferazione cellulare
- Eliminazione dalla ferita degli inibitori solubili della guarigione
- Riduzione della carica batterica
- Riavvicinamento dei margini della ferita

Timmers et al. (2005) hanno esaminato l'effetto della TNP therapy sull'irrorazione di cute sana di 10 soggetti volontari. Con l'aumentare della pressione negativa fino ad un massimo di 300 mmHg, l'irrorazione è risultata quintuplicata con la schiuma in PU e triplicata con la schiuma in PVA. La differenza è dovuta alle minori dimensioni dei pori della schiuma in PVA, che attenua l'effetto della TNP. Vari altri fattori influenzano il livello di pressione raggiunto nel letto della ferita: esso sarà ridotto ad esempio in caso di formazione di coaguli, emorragia e strati interposti di medicazione (Banwell P., Tèot L. 2004). Si suppone che il flusso sanguigno venga aumentato in modo diretto dalla pressione negativa e indirettamente dalla rimozione del liquido interstiziale. Con pressioni maggiori sussiste il rischio che i capillari si deformino ed il flusso sanguigno diminuisca. In effetti, con l'applicazione di pressioni negative di 400 mmHg o più, l'irrorazione è risultata inibita.

È noto da tempo che lo stress meccanico induce proliferazione e divisione cellulare. Questa è anche una delle caratteristiche più importanti della TNP therapy; un modello computerizzato ha dimostrato che la pressione negativa induce microdeformazioni nei

tessuti all'interno della ferita, ciò è stato osservato altresì in contesto clinico (Saxena V. et al 2004). Questo stiramento meccanico delle cellule stimola la proliferazione ed accelera la guarigione della ferita. Nelle ferite croniche questo meccanismo stimola l'angiogenesi e l'epitelizzazione. (Greene A.K. et al. 2006)

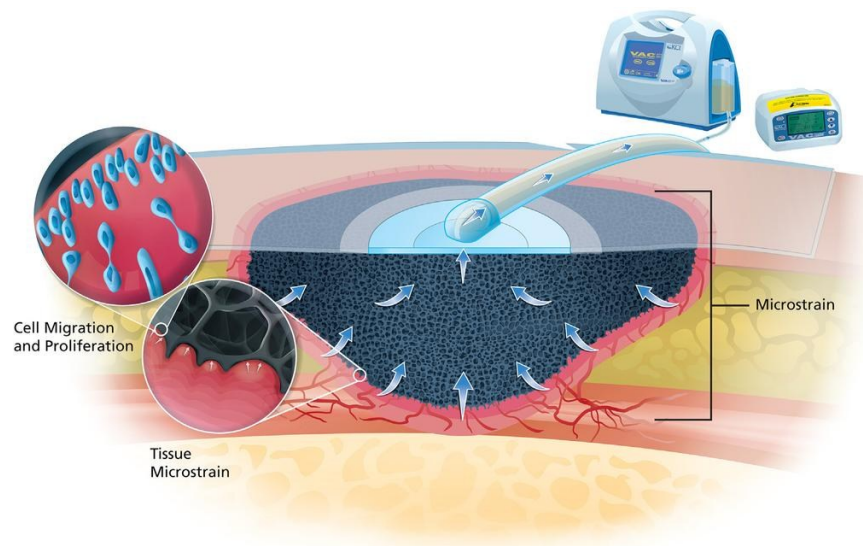


Immagine 7. Rappresentazione grafica dei processi messi in atto attraverso l'utilizzo dei dispositivi per la terapia a pressione negativa

Eliminando i componenti nocivi (come citochine e metalloproteinasi di matrice) associati all'eccesso di essudato nella ferita che non tende alla guarigione, la TNP therapy può promuovere uno stato di guarigione attiva, in cui è possibile ottenere una chiusura primaria ritardata (Stechmiller J.K et al. 2006). La terapia può anche contribuire alla riduzione della carica batterica: la chiusura ermetica formata da schiuma e pellicola, ad esempio, riduce il rischio di contaminazione dall'esterno, mentre il miglioramento dell'irrorazione può aumentare la resistenza all'infezione. Inoltre, il vuoto parziale creato dalla TNP therapy provoca la contrazione della schiuma e il conseguente ravvicinamento dei margini della ferita verso il centro, facilitando la chiusura della ferita stessa. (Banwell P., Téot L. 2004)

1.3.3 VARIANTI NPWTi-d E ciNPT

La terapia di instillazione è una variante della NPWT convenzionale, utilizzata dal 1996 per il trattamento complementare delle infezioni acute e croniche delle ferite dopo l'intervento chirurgico iniziale. (Fleischmann W. et al. 1998)

La NPWTi-d consente un'instillazione costantemente controllata senza gravare sul paziente o sul personale infermieristico. Utilizzando le attuali unità terapeutiche programmabili controllate da computer, è possibile controllare automaticamente la terapia di instillazione, la durata del periodo di aspirazione e quindi, dopo un tempo prestabilito durante il quale l'instillazione viene lasciata agire senza applicazione di aspirazione, rimuovere la soluzione mediante aspirazione e proseguire con la NPWT standard. La NPWTi-d è stata utilizzata con successo per il trattamento di infezioni acute delle ferite dopo debridement chirurgico e su biofilm maturo, ma vi sono crescenti prove di beneficio per le ferite non infette, poiché stimola la formazione di tessuto di granulazione (Tahir S. et al. 2018). Inoltre, con schiume di recente sviluppo, un dispositivo NPWTi-d può essere utilizzato come strumento di debridement. (EWMA 2024)



immagine 8. Ferita penetrante infetta del piede di un paziente diabetico, senza coinvolgimento osseo. L'applicazione di NPWTi-d con schiuma perforata per 8 giorni, seguita da un'applicazione di NPWTi-d con schiuma per 15 giorni, combinata con la dimissione, assicura la promozione del tessuto di granulazione, asciuga il canale infetto e consente la guarigione di entrambe le estremità del canale senza intervento chirurgico.

Il termine "terapia a pressione negativa con incisione chiusa" (ciNPT) si riferisce a qualsiasi tipo di NPWT con medicazione a pressione negativa in schiuma o multistrato su incisioni chiuse. L'obiettivo della ciNPT è ridurre il tasso di infezioni del sito chirurgico e la formazione di sieromi ed ematomi superficiali. Esiste una letteratura in rapida crescita sull'effetto preventivo del ciNPT nelle SSI (surgical site infection). Dall'esperienza finora maturata: il ciNPT viene utilizzato in molte diverse discipline chirurgiche e, nel complesso, la maggior parte di questi studi ha riportato che l'uso del ciNPT è stato associato a una riduzione delle complicanze della ferita, della deiscenza della ferita, della formazione di ematomi/sieroma e delle SSI. (EWMA 2024)

1.3.4 INDICAZIONI ALL'USO DELLA NPWT

Come per qualsiasi terapia delle ferite, i medici devono essere ben consapevoli delle precauzioni da prendere e delle controindicazioni (Wallis L. 2010). L'uso della NPWT va considerato con attenzione e va eseguita un'accurata valutazione tra i possibili rischi e i benefici attesi.

Prima di porre l'indicazione all'utilizzo del dispositivo, verificare i seguenti criteri:

- rischio sanguinamento e complicanze emorragiche
- stato nutrizionale e idratazione
- anemia
- dolore
- lesioni da pressione correlate a dispositivi medici
- assenso del paziente e aderenza al trattamento
- rischio caduta

Il professionista che attiva il trattamento deve definire chiaramente gli intervalli di cambio della medicazione: al primo cambio le medicazioni devono essere sostituite generalmente dopo 48 ore e successivamente ogni 72 ore, a seconda delle condizioni della ferita e del volume dell'essudato.

La TPN deve essere mantenuta attiva almeno 22 ore su 24. Non lasciare mai una medicazione in sede per un periodo di tempo prolungato se l'unità motore (pompa) del dispositivo rimane spenta per due ore o più.

A intervalli regolari e almeno ogni 8/10 giorni, gli operatori sanitari devono rivalutare l'assistito e la lesione cutanea. La rivalutazione deve includere i seguenti elementi:

- Stato di salute generale dell'assistito
- Progressione del tessuto di granulazione (dimensioni della ferita, aspetto e percentuale di tessuto di granulazione nella ferita, assenza/presenza di tessuto necrotico)

Ad ogni cambio e durante il trattamento è necessario controllare:

- Drenaggio dell'essudato (aspetto e quantità)
- Insorgenza di segni/sintomi di infezione
- Condizioni dei margini della ferita
- Condizioni della cute perilesionale (edema, sensibilizzazione/allergia alla medicazione, macerazione)
- Presenza di odore persistente dopo che la ferita è stata pulita
- Insorgenza di complicanze/eventi avversi
- Aderenza al trattamento con TPN
- Dolore e qualità di vita misurata da apposite scale

Il trattamento con TPN è da considerarsi un intervento a breve termine la cui durata massima è di 21 giorni. In occasione delle rivalutazioni, il professionista deve porre l'indicazione all'interruzione della TPN nel caso in cui vengano evidenziati parametri negativi o il non raggiungimento degli obiettivi stabiliti. Parallelamente, sempre in occasione della rivalutazione, è possibile prolungare il trattamento se presenti documentati risultati positivi e/o il raggiungimento degli obiettivi stabiliti per una durata complessiva di massimo 21 giorni. Infine, si sottolinea che il trattamento NON deve essere proseguito fino alla riepitelizzazione della lesione cutanea. (Commissione regionale dispositivi medici, delibera di giunta n.277 del 22 novembre 2019)

L'uso della TPN è indicato in molteplici tipi di ferite acute e croniche e può essere presa in considerazione quando la ferita:

- Non progredisce verso la guarigione nei tempi previsti, per esempio quando la contrazione dei margini della ferita avviene con troppa lentezza con le cure standard
- Produce una quantità eccessiva di essudato, difficile da trattare
- È localizzata in un punto disagiata oppure ha una dimensione tale da rendere problematica un'adeguata sigillatura con le medicazioni tradizionali
- Richiede una riduzione delle dimensioni prima di procedere ad una chiusura chirurgica

(Colella R. 2018)

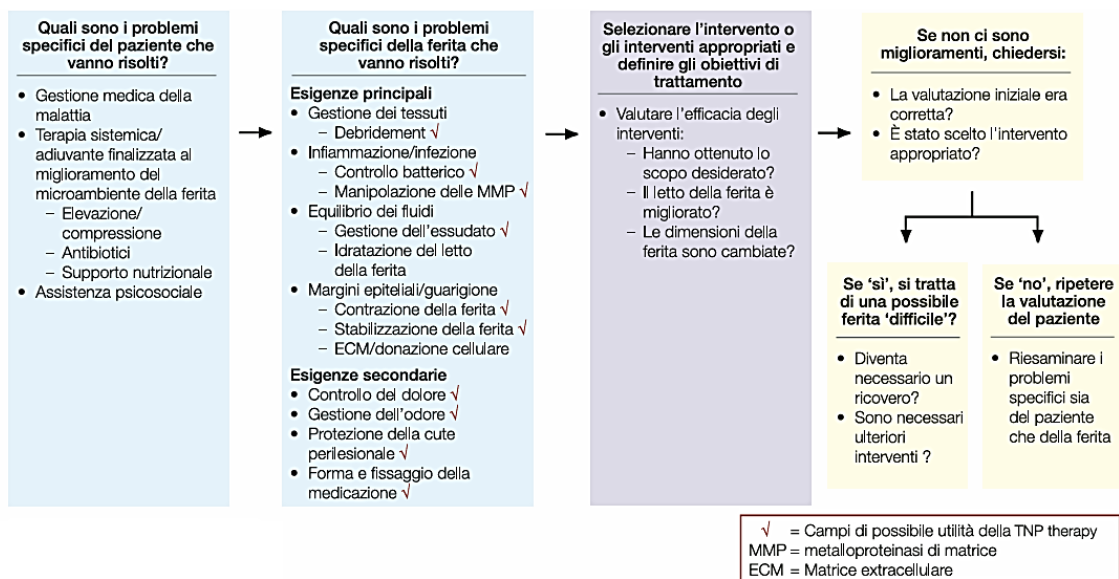


Immagine 9. Problemi intrinseci della ferita e ruolo della TNP therapy

I possibili ambiti di utilizzo della TPN riguardano lesioni di varia natura ed eziologia:

- ferite acute
 - traumi con perdita di sostanza, ustioni profonde, addome aperto
- ferite croniche
 - ulcere da pressione, ulcere delle gambe, ulcere diabetiche



Immagine 10. Piede diabetico sottoposto ad amputazione, dopo diversi mesi di trattamento con medicazioni tradizionali si presenta con notevole quantità di fibrina, non vi è tessuto di granulazione. Nella seconda ferita, la ferita mostra notevole miglioramento, la quantità di fibrina è diminuita; si può notare una parziale ri-perfusione della ferita. Nell'ultima foto, la presenza di tessuto di granulazione è visibile e la fibrina ulteriormente ridotta. La lesione è avviata a risoluzione. (Spitilli A.C. 2014, Pain Nursing Magazine)

- ferite chirurgiche: trapianti di cute, lembi, preparazione del letto della ferita
- ferite deiscendenti, ferite infette, ferite infette post sternotomia



Immagine 11. Evoluzione della ferita chirurgica, da rimozione di cisti pilonidale, con complicazione di deiscenza da sieroma. Dopo 4 settimane di zaffaggio (1) si è passati all'utilizzo della NPWT (2), fino al raggiungimento della completa epitelizzazione dopo 6 mesi e 4 cicli di trattamento (3).

L'utilizzo della TPN è controindicato in queste tipologie di ferite e/o condizioni (FDA 2011):

- tessuto necrotico con presenza di escara
- osteomieliti non trattate
- fistole non enteriche e non esplorate (si consiglia una radiografia o ecografia dei tessuti molli di controllo per visionare l'entità della tunnellizzazione)

- esposizione importante di osso (se presente una minima esposizione ossea favorire prima la ricrescita del tessuto con medicazioni avanzate e poi rivalutare per riposizionamento della TPN)
- lesioni neoplastiche
- esposizione di vasi
- esposizione di nervi
- esposizione di anastomosi
- esposizione di organi

Secondo le linee guida della regione Emilia-Romagna, l'uso della TPN è controindicato nelle lesioni infette che presentano infezioni profonde per le quali il gold standard di trattamento è il debridement (chirurgico, enzimatico o autolitico). L'utilizzo della TPN può essere considerato come trattamento successivo alla toilette chirurgica e in corso di terapia antibiotica mirata. Per l'applicazione della TPN occorre che il 35% del letto della ferita sia deterso. Tra i vari ostacoli all'applicazione della terapia topica negativa oltre all'infezione profonda, ci sono presenza di necrosi/slough abbondante, presenza di biofilm.

È necessario interrompere la NPWT quando è stato raggiunto l'obiettivo terapeutico. Inoltre, si dovrà interrompere la terapia:

- in presenza di tessuto di granulazione uniforme con scarsa profondità della ferita
- il paziente non tollera la NPWT o revoca il proprio consenso alla terapia
- in presenza di una riduzione del volume della ferita inferiore al 15% dopo due settimane di terapia
- il paziente lamenta forte dolore
- in presenza di sanguinamento importante
- se una terapia alternativa appare più idonea
- in presenza di segni di infezione locale o diffusa

(Henderson V. et al. 2010)

2.OBIETTIVO

Il presente lavoro di tesi si pone l'obiettivo di analizzare in modo approfondito l'efficienza e l'applicabilità della terapia a pressione negativa (NPWT) nel contesto della gestione delle ferite. Partendo dai principi della preparazione del letto della ferita (Wound Bed Preparation), l'elaborato mira a esaminare come l'aspirazione controllata possa accelerare i processi di guarigione. Attraverso una revisione della letteratura e dei dati clinici, l'elaborato si focalizzerà sul bilancio tra benefici terapeutici e i potenziali svantaggi e complicanze legati al suo utilizzo. Infine, la tesi intende valutare l'impatto della NPWT in termini di costo-efficacia, determinando se i costi del dispositivo siano giustificati da una riduzione dei tempi di ospedalizzazione e da un miglioramento della qualità della vita del paziente.

3. MATERIALI E METODI

Per la realizzazione di questa tesi è stata condotta una revisione narrativa della letteratura scientifica sulla terapia a pressione negativa, con accenni alle lesioni e alla preparazione del letto della ferita, con l'obiettivo di approfondire e valutare l'uso del dispositivo, confrontare vantaggi e svantaggi del suo utilizzo nella tematica di costo-efficienze e qualità della vita del paziente.

La metodologia adottata si basa sul modello PICO (tabella 3), utilizzato per formulare il quesito di ricerca e guidare la selezione delle fonti pertinenti. Il quesito principale da cui prende avvio l'analisi è stato: quali sono le evidenze scientifiche a supporto della NPWT nel Wound Care e come si articola il bilancio tra efficienza clinica, sostenibilità economica e gestione degli svantaggi?

P (popolazione)	Pazienti adulti con lesioni acute e/o croniche
I (intervento)	Terapia a pressione negativa (NPWT)
C (comparazione)	Terapie standard e altre metodiche di trattamento delle lesioni
O (outcome)	Tasso e tempo di guarigione, costo-efficienza dell'utilizzo del dispositivo, vantaggi e svantaggi nell'uso del trattamento

Tabella 3

La ricerca bibliografica è stata effettuata consultando articoli scientifici, linee guida, revisioni sistematiche, testi accademici e documenti istituzionali. Le banche dati e i motori di ricerca utilizzati sono stati: PubMed, Google e Google Scholar.

Sono stati inoltre presi in esame documenti provenienti da enti e portali ufficiali tra cui: EWMA (The European Wound Management association), WUWHS (A World Union of Wound Healing Societies Initiative), Regione Emilia-Romagna: Commissione Regionale Dispositivi Medici.

Le parole chiave utilizzate sono state: negative pressure wound therapy, NPWT , Hard-to-heal wounds, chronic wounds, wound bed preparation, TIME, diabetic foot, Chronic wounds, Vacuum-assisted closure therapy, NPWTi-d, ciNPT, pressure ulcers, vascular ulcers, triangle of wound assessment, cost, benefit, quality of life.

le parole chiave sono state unite dagli operatori booleani: AND o OR.

Sono stati inclusi articoli in lingua italiana ed inglese dal 1952 al 2026

4. RISULTATI

Al fine di fornire una visione d'insieme esaustiva circa l'efficienza del trattamento oggetto di studio, i risultati sono stati suddivisi in tre aree:

- esiti clinici
- valutazione dei costi
- impatto sulla vita dei pazienti
- continuità assistenziale

Nell'ambito del wound care si ritiene di primaria importanza la risoluzione della problematica per cui i pazienti si rivolgono ai sanitari. È altresì importante da parte degli operatori fornire una terapia adeguata alla risoluzione, per le condizioni e la salute non solo fisica ma anche psicologica dei pazienti. Ha inoltre un impatto rilevante la questione la valutazione della sostenibilità economica, analizzando costi e benefici per determinare l'efficacia del protocollo nel contesto gestionale.

4.1 ESITI CLINICI

La terapia a pressione negativa per le ferite può giovare a numerosi pazienti per quanto riguarda sia la gestione dei sintomi, sia la guarigione delle ferite. I principali benefici della terapia sono rappresentati dalla combinazione tra gestione dell'essudato, riduzione dell'odore della ferita e stimolazione della crescita di tessuto di granulazione. È anche essenziale che i medici utilizzino questa terapia nei casi in cui essa risulti più utile. I migliori risultati si hanno nelle ferite sbrigliate e laddove sia necessaria una crescita rapida di tessuto di granulazione. La decisione se utilizzare interfacce di schiuma o di garza va basata sulla valutazione della ferita, sulle esigenze dei singoli pazienti e sugli obiettivi da raggiungere (che si tratti della cura della ferita, della gestione dei sintomi o di entrambe). (Henderson V. et al 2010)

Stimolazione della formazione di tessuto di granulazione in un ambiente ottimale di umidità della ferita. In diverse situazioni, anche su tessuti braditrofici come tendini e ossa, la NPWT è stata in grado di stimolare la formazione di tessuto di granulazione.

Morykwas et al. 1997 hanno scoperto che l'applicazione continua della terapia NPWT con aspirazione ha portato a un aumento medio della formazione di nuovo tessuto di

granulazione di circa il 60%, significativamente maggiore rispetto ai controlli (trattamento umido della ferita).

Le ricerche, condotte tramite modelli sperimentali di laboratorio e pratica clinica, hanno dimostrato che la TNP therapy con il sistema VAC aumenta l'angiogenesi ed esercita un effetto diretto sull'irrorazione microvascolare che può essere di vantaggio per la guarigione. Questo effetto può arrivare in parte a spiegare il beneficio ottenuto quando si usa la TNP therapy nella gestione di pazienti con innesti cutanei, lesioni del piede diabetico (che si tratti di neuropatia o di amputazione chirurgica), ferite traumatiche complesse con esposizione di osso e/o tendine, o protesi impiantate esposte, dove l'angiogenesi prende la forma di tessuto di granulazione che si sviluppa in strutture parzialmente o totalmente prive di vascolarizzazione. (EWMA 2007)

Blume et al. hanno incluso 342 pazienti con DFU di diversa eziologia. Questi sono stati randomizzati in due gruppi: uno è stato trattato con NPWT, l'altro con medicazioni umide, entrambi in aggiunta alle cure standard. I pazienti sono stati seguiti per 16 settimane e alla fine del periodo sono stati confrontati i tassi di guarigione, i tempi di guarigione e i tassi di amputazione. Si è osservato un aumento statisticamente significativo del numero di ferite guarite nel gruppo NPWT (73/169; 43,2%) rispetto al gruppo con medicazioni umide (48/166; 28,9%). Il tempo di guarigione è stato significativamente più breve nel gruppo NPWT, con un tempo mediano di guarigione di 96 giorni [95 % CI: 75,0-114,0], rispetto al gruppo con medicazione umida, in cui il numero mediano di ferite guarite non è stato raggiunto durante le 16 settimane di follow-up. Lo studio ha riportato una riduzione statisticamente significativa ($p=0,035$) del numero di amputazioni nel gruppo NPWT (4,1 %) rispetto al gruppo con medicazione umida (10,2 %). (Blume P.A. et al. 2008)

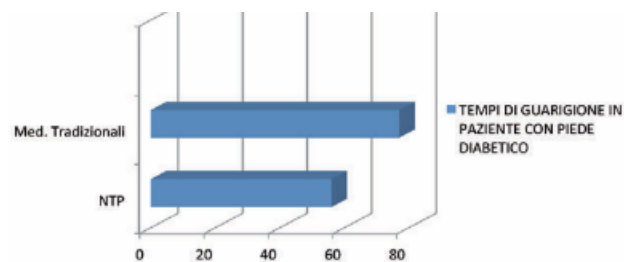


Immagine 12. Tempi di guarigione in paziente con piede diabetico

NPWT nelle ulcere da pressione, nonostante la sua crescente diffusione tra gli specialisti, l'uso della NPWT nelle PU non è ancora supportato da prove sufficienti. Una revisione Cochrane ha dimostrato quanto siano scarse le prove di alto livello pubblicate in questo campo (Dumville J.C. et al 2015) nonostante ciò, la NPWT viene sempre più utilizzata per la gestione delle PU, molto probabilmente grazie alla sua flessibilità, che consente agli operatori sanitari di inserirla in una strategia terapeutica più complessa e articolata. Si prevede che, nel prossimo futuro, studi prospettici meglio progettati e dimensionati miglioreranno il profilo delle prove scientifiche relative alla NPWT per il trattamento delle PU. (EWMA 2017)

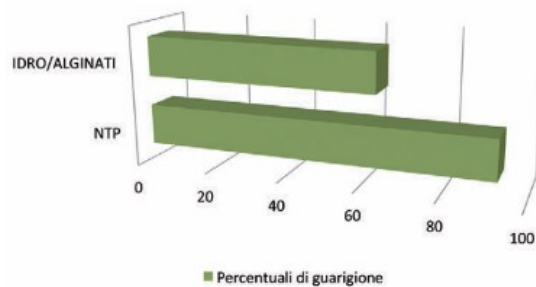


Immagine 13. Percentuali di guarigione dei pazienti con lesioni da compressione

Kieser et al. 2011 hanno esaminato 12 pazienti con ulcere venose croniche resistenti. Hanno utilizzato NPWT e bendaggio compressivo per 4 settimane. Le ferite sono state monitorate per un totale di 12 settimane. Gli autori hanno riscontrato riduzioni statisticamente significative della superficie dell'ulcera nelle prime settimane di terapia NPWT risultati del nostro studio dimostrano che la terapia a pressione negativa sulle ferite migliora il processo di guarigione delle ulcere venose riducendone la superficie, il che riduce significativamente i tempi di trattamento della ferita. Obiettivo dello studio era di utilizzare la terapia a pressione negativa (NPWT) in pazienti con ulcere venose croniche agli arti inferiori. Gli autori presentano la loro esperienza nel trattamento di 15 pazienti la cui superficie media dell'ulcerazione era di 62,6 cm². In 10 pazienti, le ulcere sono guarite entro 6 settimane e nei restanti pazienti entro 20 settimane. Sulla base dei risultati ottenuti, gli autori ritengono che la NPWT sia un metodo efficace nel trattamento delle ulcere venose croniche agli arti inferiori. (Kucharzewski M. et al. 20114)

4.2 VALUTAZIONE DEI COSTI

Oggi circa il 4% dei costi totali del sistema sanitario è da imputarsi alle ferite come conseguenza dell'innalzamento dell'età media della popolazione ancora in crescita (Leoninger E.B. et al 2006). In Italia il trend di invecchiamento sta interessando la popolazione e questo comporterà una crescita media dell'8% delle ulcere croniche nei prossimi cinque anni. Le lesioni dell'arto inferiore costituiscono un impegno pari al 56% delle medicazioni eseguite in ambito domiciliare. Questi interventi occupano dal 30% al 50% del tempo totale dell'infermiere domiciliare e il tempo medio per le medicazioni (esclusi gli spostamenti), è di circa 20-25 minuti. Negli ospedali italiani, il 25%-50% dei posti letto è occupato da pazienti con ferite e in ambito domiciliare la gestione delle lesioni cutanee occupa più della metà delle risorse. È logico che, in tempi di spending review, l'esame delle spese sostenute dallo stato per il funzionamento dei suoi uffici e per la fornitura di servizi ai cittadini, ha lo scopo di ridurre gli sprechi e di apportare miglioramenti al bilancio. (F. Riservati 2018)

Nel contesto delle ferite croniche, la terapia mediante pressione topica negativa (topical negative pressure o TNP) è talvolta considerata un intervento costoso. I costi di acquisizione di medicazioni, tubi e contenitore, ad esempio, e il costo del noleggio per l'uso domiciliare dell'unità sono notevolmente più elevati che per altri tipi di medicazioni. Tuttavia, il costo delle medicazioni non rappresenta che una minima proporzione della spesa totale generata dalla gestione di ferite croniche (Nixon J. Et al 200): la quota maggiore è rappresentata dal costo dell'assistenza infermieristica, dell'ospedalizzazione e dalla gestione degli eventi avversi. (EWMA 2007)

Quando si esaminano gli aspetti economici sanitari della NPWT, è necessario tenere conto del fatto che il trattamento segna un cambiamento importante in termini di cura del paziente e della ferita, in particolare per le ferite acute estese e complesse, le ferite post-chirurgiche e le ferite croniche sia per i pazienti ricoverati in ospedale che per quelli ambulatoriali. (EWMA 2017)

Dal punto di vista economico, una medicazione che rimane in situ più di altre, permette cambi meno frequenti con una riduzione dei costi d'acquisto della medicazione stessa, del tempo infermieristico, del rischio d'infezione della ferita stessa.

Il tempo del personale infermieristico economicamente incide molto di più del costo del materiale, essendo correlato al numero di unità da impiegare per numero di pazienti. (F. Riservati 2018)

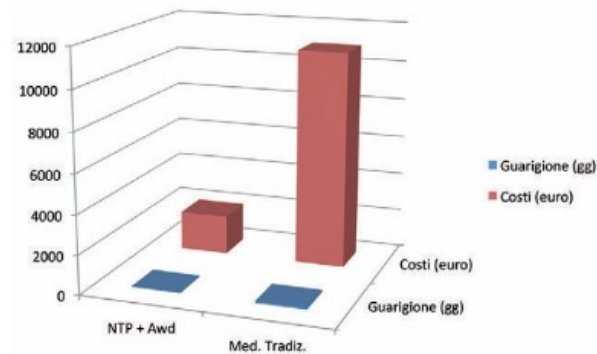


Immagine 14. Tempi di guarigione e costi

Nel sistema a pressione topica negativa il cambio delle medicazioni veniva svolto ogni 3-4 giorni, ciò permette al paziente tranquillità e riduce le sollecitazioni e lo stress sulla ferita.

- Controllo dell'essudato: protegge la cute perilesionale dalla macerazione
 - Riduzione del rischio di infezione: la sigillatura del sistema ed il minor numero di cambi, riducono la possibilità di contaminazione ed infezione della ferita
 - Rapida formazione del tessuto di granulazione, epitelizzazione e contrazione della ferita: la NTP stimola la formazione di nuovo tessuto, questo può anche far accrescere la soddisfazione del paziente che può riscontrare risultati positivi in tempi brevi.
 - Riduzione dell'odore della ferita: una migliore gestione dell'essudato comporta che spesso, nel corso della terapia, l'odore proveniente dalla ferita diminuisca.
- (Riservati F. 2018)

Uno studio del Servizio Sanitario del Canada ha dimostrato che passare da medicazioni buone a medicazioni avanzate, insieme a una buona pratica, ha ridotto il tempo di guarigione e dei costi complessivi nonostante il costo del materiale fosse aumentato. (Amstrong G.D., Lavery A.L. 2005)

Numerosi studi sulla TNP therapy hanno esaminato l'effetto sui tassi di ospedalizzazione. In uno studio retrospettivo sull'uso del sistema VAC a domicilio per il trattamento di ulcere da pressione di grado 3 o 4, Schwien T. et al. 2005 hanno confrontato un gruppo di pazienti in TNP therapy (n=60) e un gruppo di controllo non trattato con il sistema VAC (n=2288). Il confronto ha rivelato che la percentuale di ricovero nei pazienti trattati con TNP therapy risultava significativamente minore dal punto di vista statistico di quella registrata fra pazienti trattati con la terapia standard ($p < 0,05$). I tassi di ospedalizzazione sono stati suddivisi in ricoveri per qualsiasi causa, ricoveri correlati a problemi nella cura delle ferite e problemi urgenti associati alla cura delle ferite. In tutte le categorie, i pazienti trattati con la TNP therapy hanno riportato il minor tasso di ricoveri (Figura 15). Sebbene uno studio retrospettivo si presti ad un maggior rischio di distorsione rispetto alla costruzione di un RCT, esso appare più veritiero poiché rispecchia in modo autentico la prassi standard e supera alcuni dei problemi associati agli eventi generati dall'applicazione del protocollo molto frequenti nella definizione degli studi clinici. Una parte della potenziale distorsione è stata compensata accoppiando in modo appropriato le caratteristiche dei pazienti nei due gruppi. (EWMA 2007)

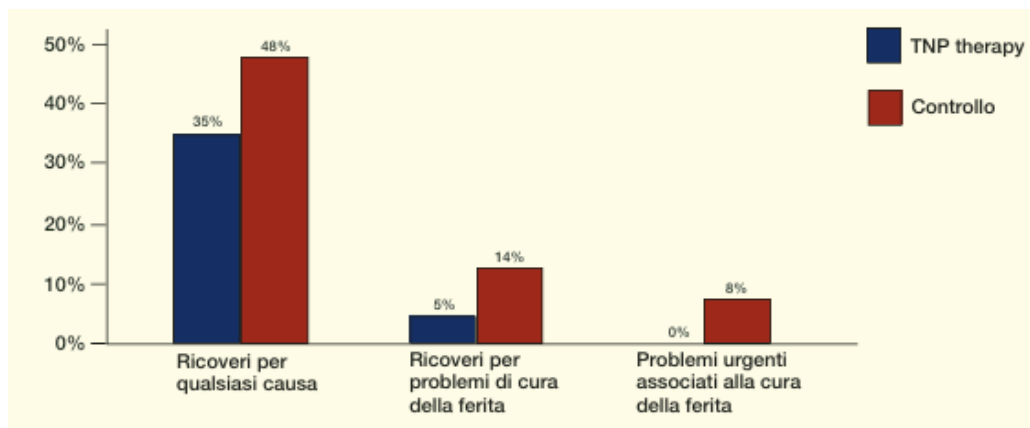


Immagine 15. Tassi di ospedalizzazione per TNP therapy e cure standard

4.3 IMPATTO SULLA QUALITÀ DELLA VITA DEI PAZIENTI

Il concetto di quality of life (QoL) è definito come quegli aspetti che possono essere chiaramente dimostrati come influenti sulla salute, sia fisica che mentale (Martindell D. 2012). Solo una manciata di studi ha valutato quantitativamente come i pazienti valutano la loro QoL durante il trattamento con NPWT e la letteratura presenta risultati variabili con un impatto sia negativo che positivo sulla QoL complessiva del paziente. La maggior parte degli studi mostra una stima della QoL più elevata nei pazienti trattati con NPWT rispetto a quelli trattati con medicazioni tradizionali. Questo risultato potrebbe essere spiegato dal fatto che i pazienti trattati con NPWT hanno sperimentato meno dolore, una promozione della guarigione delle ferite e una conseguente dimissione più rapida dall'ospedale. (Ousey K. et al. 2012)

La terapia non solo offre una rapida guarigione ma, cosa ancora più importante, può migliorare la qualità della vita rimuovendo l'essudato e riducendo l'odore, riducendo al minimo la necessità di cambi di medicazione. I sintomi della ferita spesso causano più ansia al paziente della ferita stessa ed è riconosciuto che problemi correlati alla ferita come dolore, essudato e odore possono indurre i pazienti a modificare il proprio stile di vita (Jones et al, 2006). Le convinzioni e gli atteggiamenti dei pazienti riguardo alla propria condizione, uniti a sintomi incontrollati, sono forse tra i fattori più importanti che influenzano la loro capacità di aderire al trattamento e possono aumentare il rischio di guarigione ritardata e di sviluppo di problemi psicologici come depressione e ansia (Moffatt et al, 2008).

La letteratura riporta esperienze diverse di dolore nei pazienti trattati con NPWT. Alcuni studi suggeriscono che i pazienti trattati con NPWT provano molto dolore e hanno difficoltà a gestirlo con i normali antidolorifici (Upton D. et al. 2015). Altri studi non mostrano invece differenze significative rispetto alle medicazioni tradizionali o indicano che la NPWT sembra ridurre il livello di dolore dei pazienti (Monsen C. et al. 2015). La letteratura mostra che alcune procedure nel processo di trattamento delle ferite sono più dolorose di altre, specialmente durante la rimozione del riempitivo della ferita, in particolare la schiuma e quando si applica la pressione negativa (Upton D. et al. 2015). Il dolore e il trauma possono anche essere causati dalla rimozione delle medicazioni a base di pellicola con strati adesivi a contatto con la pelle utilizzate per mantenere in posizione

i sistemi NPWT. Lo strappo della pelle può verificarsi perché la pellicola può aderire in modo troppo aggressivo alla pelle perilesionale. Una soluzione a questo problema potrebbe essere quella di scegliere una pellicola di silicone morbida invece di una pellicola a base di adesivo acrilico. (Rafter L. 2013)

I pazienti trattati con NPWT descrivono anche altri tipi di disagio fisico oltre al dolore. Essere collegati alla macchina 24 ore su 24, 7 giorni su 7, sembra particolarmente problematico e fastidioso (Fagerdahl et al. 2013). Lo sviluppo industriale degli ultimi anni si è orientato verso dispositivi più piccoli e più portatili. I risultati del trattamento in termini di ferite più piccole non sembrano differire da quelli ottenuti con i dispositivi più grandi e il vantaggio per i pazienti è in termini di miglioramento della qualità della vita, consentendo loro una maggiore mobilità. (Ousey K.J, Milne J. 2014)

Disturbi del sonno durante il trattamento con NPWT è stato descritto in letteratura. Pertanto, il problema esiste, anche se non sembra essere di grave entità o di natura ingestibile. Un fattore che contribuisce al disturbo del sonno durante il trattamento è il dover dormire in una posizione scomoda a causa sia dell'apparecchiatura che del timore di causare lo spegnimento della macchina. In particolare, era presente il timore di strappare il tubo di drenaggio dalla medicazione, il che ha portato alcuni pazienti ad avere paura di muoversi durante il sonno. (Fagerdahl et al. 2013)

Il trattamento con NPWT è stato descritto in letteratura come potenzialmente influente sull'immagine corporea dei pazienti e sulla percezione che essi hanno di sé stessi. Ciò è probabilmente dovuto al fatto di essere collegati a una macchina che ricorda loro costantemente la presenza di una ferita e che gli altri possono notare. Questi sentimenti hanno portato il paziente a vivere una vita limitata. (Bolas N. et al. 2012)

I pazienti trattati con NPWT possono sperimentare livelli di ansia più elevati rispetto ai pazienti trattati con medicazioni tradizionali. Ciò sembra particolarmente presente nel gruppo di pazienti trattati in regime ambulatoriale a domicilio invece che ricoverati in ospedale (Upton D. et al 2015). Questi pazienti descrivono principalmente la loro esperienza con il trattamento come una sensazione di abbandono da parte degli operatori sanitari, dovendo affrontare il trattamento da soli, il che crea una sensazione di insicurezza. La mancanza di follow-up e la difficoltà di sapere a chi rivolgersi quando

qualcosa va storto con il trattamento sono descritte da diversi pazienti. Questo è un aspetto che deve essere affrontato dal sistema sanitario affinché i pazienti sentano di essere assistiti anche quando vengono trattati al di fuori dell'ospedale o di altre strutture sanitarie (Fagerdahl et al. 2013). Paura e ansia riguardo al malfunzionamento della macchina o al fatto che i pazienti stessi stanno facendo qualcosa di sbagliato che comprometterà il trattamento.

4.4 CONTINUITÀ ASSISTENZIALE

Una tendenza importante e generale in tutti i contesti sanitari europei è il crescente trasferimento dei servizi sanitari specialistici dagli ambienti ospedalieri, ambulatoriali e di assistenza acuta all'assistenza comunitaria.

La durata della degenza ospedaliera si riduce e i pazienti vengono trasferiti precocemente all'assistenza comunitaria. Ciò significa che le ferite più complesse ed essudanti che in precedenza sarebbero state gestite e curate da personale specializzato negli ospedali vengono ora curate da infermieri dell'assistenza comunitaria a domicilio. Questo, in combinazione con la disponibilità di dispositivi più piccoli, leggeri e monouso, ha portato a un maggiore utilizzo della NPWT in contesti comunitari. Anche lo sviluppo di sistemi basati su sensori con dispositivi di comunicazione a distanza potrebbe favorire ulteriormente l'introduzione della NPWT nei contesti di assistenza comunitaria.

Per garantire un utilizzo ottimale della NPWT in contesti comunitari, in futuro sarà necessario concentrarsi su come garantire che un numero maggiore di infermieri che non hanno accesso diretto a professionisti sanitari specializzati per una consulenza esperta siano in grado di gestire correttamente i prodotti e di rispettare i regimi terapeutici prescritti. Ciò richiede formazione e la disponibilità di sistemi di supporto affidabili e di facile accesso. Se questi aspetti non venissero affrontati con attenzione, ciò potrebbe influire sui risultati del trattamento e potenzialmente minare il sostegno all'uso della NPWT nel lungo periodo.

Inoltre, l'educazione dei pazienti e degli operatori sanitari diventa ancora più centrale quando il trattamento con la NPWT si sposta verso l'ambito ambulatoriale. Gli studi dimostrano che i pazienti esprimono la necessità di un'educazione approfondita nella gestione del trattamento. (Ricci E. et al. 2008)

Pertanto, è importante educare pazienti e caregiver, non solo informarli, il che richiede un programma di formazione strutturato. Piattaforme digitali e strumenti per l'autotrattamento, dove pazienti e operatori sanitari possono comunicare mentre vengono trattati a domicilio e lo sviluppo della telemedicina con la terapia a pressione negativa (NPWT) è un aspetto interessante per il futuro.

Un altro aspetto importante di questo passaggio all'assistenza domiciliare è l'aggiunta di un ulteriore livello complesso di strutture di pagamento e processi decisionali. Questo trasferimento di responsabilità per un'assistenza più specializzata a contesti comunitari richiede quindi la necessità di ripensare i modelli di rimborso e aumentare ulteriormente la pressione sugli aspetti di sicurezza e sulle esigenze di formazione. Nel caso dell'adozione di sistemi con strutture di monitoraggio remoto, gli ostacoli all'implementazione legati all'integrazione con i sistemi di cartelle cliniche elettroniche esistenti, i cambiamenti nei modelli di assistenza (ad esempio: personale o tempo insufficienti per il monitoraggio e il follow-up dei dati) e nei ruoli professionali (ad esempio: chiarire le responsabilità legali) saranno affrontati per avere successo. (EWMA 2017)

5. CONCLUSIONI

In conclusione, l'analisi di questo elaborato ha permesso di delineare il ruolo della terapia a pressione negativa (NPWT) come tecnologia consolidata e determinante nel trattamento delle lesioni di difficile guarigione. I dati clinici e la letteratura scientifica esaminati confermano che l'applicazione di una pressione subatmosferica controllata non rappresenta una semplice alternativa alle medicazioni tradizionali ma un intervento biostimolante attivo capace di agire direttamente sui meccanismi fisiopatologici della ferita.

La Terapia a pressione negativa (NPWT) si configura come una risorsa cardine nel wound care moderno, la cui adozione deve essere subordinata a criteri di efficacia clinica ed efficienza economica. La terapia non rappresenta un intervento isolato, ma un elemento di una strategia globale che richiede una costante rivalutazione degli obiettivi terapeutici e una sospensione tempestiva al raggiungimento dei risultati prefissati o alla presenza di complicazioni.

Sotto il profilo strettamente clinico, la NPWT ha dimostrato una superiore capacità di promuovere l'angiogenesi e la formazione di tessuto di granulazione vitale rispetto ai protocolli standard. Questo effetto, unito all'efficace gestione dell'essudato e dell'edema interstiziale, consente di sbloccare lesioni croniche in fase di stasi e di ridurre significativamente il rischio di complicanze maggiori. Sebbene la preparazione del letto della ferita e il protocollo TIME costituiscano la cornice metodologica necessaria, è l'apporto tecnologico della NPWT a fornire l'accelerazione decisiva verso la riparazione tissutale.

Dal punto di vista della sostenibilità, la valutazione dei costi evidenziata come l'apparente onerosità dei dispositivi venga ampiamente bilanciata dai benefici gestionali. La riduzione della frequenza di cambi di medicazione, l'accorciamento dei tempi di degenza ospedaliera e l'ottimizzazione dell'impiego del personale infermieristico rendono la NPWT una scelta vantaggiosa sul costo-efficienza per il sistema sanitario. L'evoluzione verso sistemi portatili e monouso ha inoltre aperto la strada a una gestione territoriale e domiciliare più efficiente, riducendo i costi diretti e indiretti legati all'ospedalizzazione.

Per quanto concerne l'impatto sulla qualità della vita dei pazienti, emerge un quadro duale: se da un lato i dispositivi favoriscono una ripresa precoce dell'autonomia e una

migliore gestione di sintomi debilitanti come l'odore e l'essudato, dall'altro rimane fondamentale il ruolo dell'educazione sanitaria per prevenire l'ansia legata alla gestione della macchina e il dolore procedurale.

In definitiva, la terapia a pressione negativa si afferma come un presidio tecnologico che non sostituisce ma potenzia l'assistenza clinica, a patto che sia inserita in una pianificazione rigorosa. Oltre la precisione dei parametri pressori e l'efficienza dei costi, il vero valore di questa metodica risiede nella sua capacità di restituire integrità ai tessuti e, con essa, restituire al paziente la normalità perduta dietro a una ferita che sembrava non voler guarire mai.

In conclusione, trattare efficacemente una lesione cronica non significa soltanto gestire un quadro clinico complesso ma interrompere un percorso di sofferenza e isolamento, restituendo al paziente la possibilità concreta di riappropriarsi della propria quotidianità e della propria autonomia funzionale.

6. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- AIUC – “PDTA per la prevenzione e cura delle ferite cutanee difficili sul territorio marchigiano” – 2021
- Aiuc – Associazione Italiana Ulcere Cutanee. Percorso diagnostico terapeutico assistenziale (PDTA) per la prevenzione e cura delle ferite cutanee difficili sul territorio marchigiano. 2021
- Armstrong G. David, Lavery A. Lawrence. Negative pressure wound therapy after partial diabetic foot amputation: a multicentre, randomised controlled trial, 2005
- Argenta LC, Morykwas MJ. Vacuum assisted closure: a new method for wound control and treatment. Clinical experience, 1997
- Armstrong DG, Lavery LA; Diabetic Foot Study Consortium. Negative pressure wound therapy after partial diabetic foot amputation: a multicentre, randomised controlled trial. Lancet 2005
- Assessment system to evaluate peristomal skin condition and prevent skin lesion, edizione minerva medica, 2026
- Banwell P, Téot L. Topical Negative Pressure (TNP) Therapy. First international topical negative pressure (TNP) therapy focus group meeting proceedings, 2004
- Blume, P.A., Walters, J., Payne, W. et al. Comparison of negative pressure wound therapy using vacuum-assisted closure with advanced moist wound therapy in the treatment of diabetic foot ulcers: a multicenter randomized controlled trial. Diabetes Care 2008
- Bolas, N., Holloway, S. Negative pressure wound therapy: a study on patient perspectives. Br J Community Nurs 2012
- Bosio G., Pisani F., Fonti A, Scrocca A., Morandell C., Anselmi L., Antonini M., Militello G., Mastronicola D, Gasperini S., Lucibello L. Studio osservazionale multicentrico sulle alterazioni cutanee post-enterostomie (SACS). Classificazione delle alterazioni peristomali, 2006
- Bowler PG, Duerden BI, Armstrong DG. Wound microbiology and associated approaches to wound management. Clin Microbiol Rev. 2001
- Campbell PE, Smith GS, Smith JM. Retrospective clinical evaluation of gauze based negative pressure wound therapy. Int Wound J 2008

- Carnali M., D'Elia M.D, Failla G., Ligresti C., Petrella F., Paggi B. TIMECare™: un approccio dinamico e interattivo per affrontare le sfide del wound care, 2022
- Cassileth B, The Alternative Medicine Handbook. Norton & Co, New York 1998
- Colella Rosa, Terapia a pressione negativa nella gestione di ulcere infette. 2018
- Davydov Yu A, Malafeeva EV, Smirnov AP, Flegontov VB. Vacuum therapy in the treatment of purulent lactation mastitis, 1986
- Davydov Yu, Larichev AB, Menkow KG. The bacteriological and cytological assessment of vacuum therapy of purulent wounds, 1988
- Documento di Consenso World Union of Wound Healing Societies (WUWHS). Gestione delle incisioni chirurgiche chiuse: Comprendere il ruolo della terapia a pressione negativa per le ferite [NPWT]. Wounds International, 2016
- Dumville, J.C., Webster, J., Evans, D., Land, L. Negative pressure wound therapy for treating pressure ulcers. Cochrane Database Syst Rev 2015
- European Wound Management Association (EWMA). Documento di posizionamento: La pressione topica negativa nella gestione delle ferite. London: MEP Ltd, 2007.
- European Wound Management Association (EWMA). Position Document: Wound Bed Preparation in Practice. London: MEP Ltd, 2004
- Fagerdahl, A.M., Boström, L., Ottosson, C., Ulfvarson, J. Patients experience of advanced wound treatment-a qualitative study. Wounds 2013
- Fleischmann W, Russ M, Westhauser A, Stampehl M. Vacuum-sealing-technique used as drug release system for topical treatment of wound infections. Unfallchirurg. 1998
- Fleischmann W, Strecker W, Bombelli M, Kinzl L. Vacuum sealing as treatment of soft tissue damage in open fractures, 1993
- Gerry R, Kwei S, Bayer L, Breuing KH. Silver impregnated vacuum-assisted closure in the treatment of recalcitrant venous stasis ulcers. Ann Plast Surg 2007
- Gray Devis, Russel Fiona, Timmons John, Cooper Pam, Beldon Pauline, Bertram Melvyn, Chambers Tina, Cobb Ann, Euguid Kristine, Graham Andrea, Kelly Fiona, Leak Kathy, Lloyd Theresa, Smith Glenn, Smith Jackie, Chariker Mark, Miller S. Michael, Serena Thomas. Best Practice Statement: Gauze-based negative pressure wound therapy, 2008

- Greene K. Arin, Puder Mark, Roy Roopali, Arsenault Danielle, Kwei Stephanie, Moses A. Marsha, Orgill P. Dennis. Microdeformational wound therapy: effects on angiogenesis and matrix metalloproteinases in chronic wound of 3 debilitated patients, 2006
- Handerson V., Timmons J, Hurd T., Deroo K. Maloney S., Sabo S. NPWT nella pratica quotidiana: resa facile, Wounds international volume 1, Novembre 2010
- Harding K. Understanding healing after skin breakdown. In: Skin breakdown– the silent epidemic. Hull: Smith & Nephew Foundation, 2007
- Harding Kaith, Chyrstostomou Daniela, Kottmann Wilfried, Mohamud Luxmi, Reutler Guenter, Sandroni Sara, Van Doorn P. Louk, Williams Dominic. The role of mechanically powered disposable negative pressure wound therapy (dNPWT) in practice. Wounds International 2017
- Hoxha Klarida , coordinatrice infermieristica del centro cura ferite difficili del centro iperbarico Ravenna. Ferite difficili: come riconoscerle? 2017
- Jeffrey S. Advanced wound therapies in the management of severe military lower limb trauma: a new perspective. Eplasty 2009
- Jones J, Barr W, Robinson J, Carlisle C. Depression in patients with chronic venous ulceration, 2006
- Kieser DC, Roake JA, Hammond C, Lewis DR. Negative pressure wound therapy as an adjunct to compression for healing chronic venous ulcers. Journal of Wound Care. 2011
- Kostiuichenok BM, Kolker II, Karlov VA, Ignatenko SN, Muzyant LI, Samykina TD. The vacuum effect in the surgical treatment of purulent wounds, 1986
- Kumar V., Abbas A.K e Aster J.C. Robbins e Cotran – le basi patologiche delle malattie, 2021
- Kunze N. Kyle, Hamid S. Kamran, Lee Simon, Halvorson J. Jason, Earhart Jeffrey, Bohl D. Daniel. Negative-pressure wound therapy in foot and ankle surgery, 2020
- Last M, Fazio V, Lavery I, Jagelman D. Gestione conservativa delle ulcere paraileostomiche nei pazienti con morbo di Crohn. Dis Colon Rectum. 1984

- Lazarus S. Gerld, Diane M. Cooper, David R. Knighton, Savid J. Margolis, Roger E. Pecoraro, George Rodeheaver, Martin C. Robson. Definitions and guidelines for assessment of wound and evaluation of healing, Aprile 1994
- Leanne Atkin, Zofia Bucko, Elena Code Montero, Keith Cutting, Christine Moffatt, Astrid Probst, Marco Romanelli, Gregory S. Schultz e William Tettelbach. Implementing TIMERS: the race agaist hard-to-heal wound, 2019
- Leininger E. Brian, Rasmussen E. Todd, Smith L. David, Jenkins H. Donald, Coppola Christoper. Experience with wound VAC and delayed primary closure of contaminated soft tissue injuries in Iraq, 2006
- Lindholm C, Searle R. Wound management for the 21st century: combining effectiveness and efficiency, 2016
- Malmsjö M, Borgquist O. NPWT settings and dressing choices made easy. Wounds International 2010
- Malmsjo M, Ingemansson R, Martin R, et al. Negative pressure wound therapy using gauze or polyurethane open cell foam: similar early effects on pressure transduction and tissue contraction in an experimental porcine wound model. Wound Rep Regen 2009
- Malmsjö M, Lindstedt S, Ingemansson R. Influence on pressure transduction when using different drainage techniques and wound fillers (foam and gauze) for negative pressure wound therapy. Int Wound J 2010
- Marek Kucharzewski , Paweł Mieszczanski , Katarzyna Wilemska-Kucharzewska , Jakub Taradaj , Andrzej Kuropatnicki , Zbigniew Śliwiński . The application of negative pressure wound therapy in the treatment of chronic venous leg ulceration: authors experience, 2014
- Martindell, D. The safe use of negative-pressure wound therapy. Am J Nurs 2012
- Martins Lina, Ayello A. Elozabeth, Claessens Ineke, Steen Hansen Anna, Hentze Poulsen Lis, Gart R. Sibbals, Jamec B. Gregor. The ostomy skin tool: tracking peristomal skin changes. Br J Nurs. 2010
- Miller M, Serena T. Negative pressure wound therapy: an option for hard-to-heal wounds, 2006
- Miller M. negative pressure wound therapy options promote patient care, 2005

- Moffatt C, Vowden K, Price P, Vowden P. Psychological factors and delayed healing. In: European Wound Management Association (EWMA). Position Document: Hard-to-Heal Wounds: A Holistic Approach, 2008
- Monsen, C., Acosta, S., Mani, K., Wann-Hansson, C. A randomised study of NPWT closure versus alginate dressings in peri-vascular groin infections: quality of life, pain and cost. *J Wound Care* 2015
- Morykwas, M.J., Argenta, L.C. Nonsurgical modalities to enhance healing and care of soft tissue wounds. *J South Orthop Assoc* 1997
- Nixon J, Stoykova B, Glanville J, Christie J, Drummond M, Kleijnen J. The U.K. NHS economic evaluation database. Economic issues in evaluations of health technology. *Int J Technol Assess Health Care*. 2000
- Novak A., Khan S. Wasim, Palmer J. The evidence-base principles of negative pressure wound therapy in trauma & orthopedics, 2014
- Ousey, K., Cook, L., Milne, J. Negative pressure wound therapy—does it affect quality of life? *Wounds UK* 2012;
- Ousey, K.J, Milne, J. Exploring portable negative pressure wound therapy devices in the community. *Br J Community Nurs* 2014;
- Park CA, Defranzo AJ, Marks MW, Molnar JA. Outpatient reconstruction using integra* and subatmospheric pressure. *Ann Plast Surg* 2009
- Posnett J, Gottrup F, Lundgren H, Saal G. The resource impact of wounds on health-care providers in Europe. *J Wound Care* 2009
- Raffel AB. The use of negative pressure under skin flaps after radical mastectomy, 1952
- Rafter, L. Use of a soft silicone-based film dressing in negative pressure wound therapy. *Wounds UK* 2013
- Regione Emilia-Romagna, Commissione Regionale Dispositivi Medici. Determinazione Direzione Generale Sanità e Politiche Sociali n. 13141/2008. La terapia a pressione negativa. 2010
- Regione Emilia-Romagna, Commissione Regionale Dispositivi Medici. Delibera Giunta Regionale n. 1523/2008. Le medicazioni avanzate per il trattamento delle ferite acute e croniche. 2012

- Regione Emilia-Romagna, commissione regionale dispositivi medici. Delibera di giunta n.2277 del 22 novembre 2019. Guida della regione Emilia-Romagna per l'uso appropriato della terapia a pressione negativa (TPN) pluriuso
- Renzo Dionigi, Luca Ansaloni, Elena Giovanna Bignami, Luigi Boni, Paolo Castelnuovo, Domenico D'Urigo, Federico Dehò, Gianlorenzo Dionigi, Franco Frego, Paolo Grossi, Davide Locatelli, Girolamo Mattioli, Mauro Rinaldi, Mario Ronga, Riccardo Rosati, Luigi Santambrogio, Guido Torzilli e Luigi Valdatta. *Dionigi chirurgia: basi teoriche e chirurgia generale*, 2022
- Ricci, E., Messina, R., Bonanante, M.P. Reimbursement in Italy. *Journal of Wound Technology* 2008
- Rinker B, Amspacher JC, Wilson PC, Vasconez HC. Subatmospheric pressure dressing as a bridge to free tissue transfer in the treatment of open tibia fractures. *Plast Reconstr Surg* 2008
- Riservati Fiorella. *La terapia a pressione negativa: costi e benefici*, 2018
- Rosa Colella, *Terapia a pressione negativa nella gestione di ulcere infette*, pubblicato il 07/09/2018 e aggiornato 08/10/2019 (Disponibile all'indirizzo <https://www.nurse24.it/dossier/wound-care/terapia-pressione-negativa-tpn.html> consultato il 20 febbraio 2026)
- Sagi A, Ben-Meir P, Bibi C. Burn hazard from cupping--an ancient universal medication still in practice. *Burns Incl Therm Inj.* 1988
- Saxena Vishal, Hwang Chao-Wei, Huang Sui, Eichbaum Quentin, Ingber Donald, Orgill P. Dennis. Vacuum-assisted closure: microdeformations of wounds and cell proliferation, 2004
- Scalise A, "Lesioni cutanee croniche: gestione e trattamento" (Edra), 2015
- Schwien Tina, Gilbert Jeff, Lang Christine. Pressure ulcer prevalence and the role of negative pressure wound therapy in home health quality outcomes. *Ostomy Wound Manage.* 2005
- Sibbald RG, Elliott JA, Persaud-Jaimangal R, Goodman L, Armstrong DG, Harley C, Coelho S, Xi N, Evans R, Mayer DO, Zhao X, Heil J, Kotru B, Delmore B, LeBlanc K, Ayello EA, Smart H, Tariq G, Alavi A, Somayaji R. *Wound Bed Preparation* 2021
- Silverstein A., *Cuts, scrapes, scabs, and scars*, New York, Franklin Watts, 1999

- Silvis RS, Potter LE, Robinson DW, Hughes WF. The use of continuous suction negative pressure instead of pressure dressing, 1955
- Smith & Nephew Foundation. Skin breakdown– the silent epidemic. Smith & Nephew Foundation, Hull. 2007
- Spitilli Alberto Carmine. Utilizzo della vacuum assisted closure therapy (VAC Therapy), Pain nursing magazine, 2014 (Disponibile all'indirizzo <https://www.painnursing.it/caso-clinico-lutilizzo-della-vacuum-assisted-closure-therapy-vac-therapy/> consultato il 20 febbraio 2026)
- Stechmiller K. Joyce, Kilpadi V. Deepak, Childress Beverly, Schultz S. Gregory. Effect of vacuum-assisted closure therapy on the expression of cytokines and proteases in wound fluid of adults with pressure ulcers
- Tahir S, Malone M, Hu H, Deva A, Vickery K. The effect of negative pressure wound therapy with and without instillation on mature biofilms in vitro. Materials. 2018
- Timmers MS, Le Cessie S, Banwell P, et al. The effects of varying degrees of pressure delivered by negative-pressure wound therapy on skin perfusion. Ann Plast Surg 2005
- Tran L. David, Huang Ren-Wen, Chiu S. Ernest, Rajhathy M. Erin, Gregory H. Jhon, Ayello A. Elizabeth, Sibbald Gray R. Debridement: technical consideration and treatment option for the interprofessional team, 2023
- Trotts A., *Wounds and lacerations*, St. Louis, Mosby, 1997
- Upton, D., Andrews, A. Pain and trauma in negative pressure wound therapy: a review. Int Wound J 2015
- Upton, D., Andrews, A. Pain and trauma in negative pressure wound therapy: a review. Int Wound J 2015
- Vowden K, L Téot L, P Vowden P. Documento di posizionamento: La pressione topica negativa nella gestione delle ferite, La scelta della terapia mediante pressione topica negativa nella pratica clinica. 2007
- Wallis L. FDA warning about negative pressure wound therapy. Am J Nurs 2010
- World Union of Wound Healing Societies (WUWHS), Congresso di Firenze, Documento di posizionamento. Passi avanti nel Wound Care: Il Triangolo del Wound Assessment Wounds International, 2016