

# Klinischer Fallbericht - Lokoregionale Anwendung von atmosphärischem Niedertemperaturplasma als add-on-Therapie zu einer Standardtherapie bei Dekubitus Kategorie IV nach EPUAP

## Dekubitus: eine kurze Übersicht

Ein Dekubitus oder ein Druckkulkus ist eine lokal begrenzte Schädigung der Haut und/oder des darunterliegenden Gewebes, welche durch über längere Zeit einwirkenden Druck- und Scherkräfte auf die Haut und dem subkutanen Gewebe entsteht. Ein Dekubitus manifestiert sich deshalb an einer typischen Prädilektionsstelle mit konvexen Knochenbereichen.

Aus der Dekubitusdefinition der internationalen Leitlinien zur Prävention und Therapie von Dekubitus des National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP), des European Pressure Ulcer Advisory Panel (EPUAP) und der Pan Pacific Pressure Injury Alliance (PPPIA) von 2014 geht hervor, dass die Kompression und Scherung im Gewebe gleichzeitig auftreten.

Die Dekubituspatienten sind in der Regel immobile, ältere und unter mehreren Komorbiditäten leidende Patienten. Die Immobilität und die Unterernährung sind die Hauptursachen für die Entstehung eines Dekubitus. Die meist betroffenen Körperteile sind die, wo feste innere Strukturen wie z.B. Knochen, Sehnen oder Gelenke im Kontakt mit harten Unterlagen bleiben. Diese sind der Hinterkopf, die Ohrmuscheln, die Schulterblätter die Dornfortsätze der Wirbelsäule, das Os sacrum, die Sitzbeinhöcker der großen Trochanter, die Fersen, das mediale oder laterale Maleolus und die Ellenbögen.

## Pathogenese

Zu der Entwicklung eines Dekubitus kommt es durch einen kaskadenartigen Prozess, bei dem einzelne Faktoren über eine negative Rückkopplung zu einer Minderversorgung bzw. Minderdurchblutung des jeweiligen Körperteils führen.

Ein wesentlicher Faktor ist die über einen längeren Zeitraum bestehende Immobilität, welche häufig aufgrund einer entsprechenden Erkrankung unvermeidlich ist. Diese führt zunächst dazu, dass der Körper seinen Stoffwechsel auf ein Minimum runterfährt, sodass die Patienten kaum Appetit haben und die Nahrungsaufnahme verweigern. Darüber hinaus ist die Darmpassage in der Regel aufgrund des Mangels an Bewegung und die ebenfalls durch die jeweilige Krankheitssituation unvermeidliche Medikation (Schmerzmittel, Psychopharmaka, Parkinsonmedikation etc) verlangsamt und die Resorption der Nährstoffe erschwert. Infolgedessen kann die Zellreparatur nicht mehr gewährleistet werden, da sowohl die entsprechenden „Baustoffe“ (Proteine), die notwendige Energie und die „Motivation“ des Organismus fehlen, Reparaturen durchzuführen. Dem entsprechend werden Nährstoffe nur zur Energiegewinnung verwendet, sodass die Lebensfunktionen, wie z.B. eine normale Körpertemperatur, erhalten bleiben.

In Kombination mit dem durch die Immobilität anhaltenden Druck bzw. durch die bestehende mechanische Deformation kommt es zur Schädigung des Cytoskeletts in den Muskel- und Fettzellen, welches nicht über Reparaturmechanismen korrigiert werden kann. Das unmittelbar an den Knochen anliegende Gewebe ist dabei viel früher geschädigt als die Hautmanifestationen auftreten, weil die Haut gegenüber mechanischer Einwirkung deutlich widerstandsfähiger als das Muskel- oder Fettgewebe ist. Dieser Prozess wird als direkter Deformationsschaden (*direct deformation damage*) bezeichnet und kann bei stärkerer Deformation als auch dem Vorliegen von weiteren Risikofaktoren rasant verlaufen, sodass die Schäden innerhalb weniger Minuten auftreten.

Da die Immobilität und die dadurch verursachten oben erwähnten Faktoren mit steigendem Alter auftreten, treten zusätzlich häufig Durchblutungsstörungen auf, welche durch das Zusammenspiel der Immobilität verursachenden Komorbiditäten zu dem Verschließen kleiner Blutgefäße führen. Durch diesen Pathomechanismus kommt es deshalb, aufgrund einer Minderversorgung des Organismus und somit einer Minderversorgung des Gewebes, zu einer lokalen Akkumulation der Stoffwechselprodukte, welche zu einem sauren Wundmilieu führt. Experten beobachten eine bis zu vierzehn Tagen anhaltende Zeitspanne von der initialen Schädigung bis der Dekubitus sichtbar wird.

Wird dieses über einen längeren Zeitraum minder perfundierte Gewebe wieder durchblutet (z.B. durch Entlastung), kommt es zur einer sogenannten Reperfusionsschädigung (*reperfusion injury*), da die akkumulierten Stoffwechselprodukte in das bereits geschädigte umliegende Gewebe durch die Durchblutung übertragen werden. Aufgrund unterschiedlicher Kompensationsmechanismen, welche die akkumulierten Stoffwechselprodukte neutralisieren, kann es dabei möglicherweise zu einer Heilung des Gewebes kommen. Je nach Größe des von dem Dekubitus betroffenen Areals und einer die Kompensationsmechanismen anregende Behandlung, unterscheiden sich dabei die Heilungschancen.

Sollte das betroffene Areal klein sein und dauerhaft entlastet bleiben, erholt sich die Durchblutung und das betroffene Gewebe regeneriert sich. Es bleibt die typische livide Verfärbung unter der Haut zurück. Mit der Zeit kommt es jedoch zur vollständigen Abheilung des Dekubitus.

Sollte das betroffene Areal zu groß im Vergleich zu den lokalen Kompensationsmechanismen sein, kommt es zu dem Fortschreiten der Schäden. Typischerweise bilden sich Nekrosen unter der intakten Haut, die zu Unterminierungen, Tunnelbildung und schließlich zu Hautnekrosen führen.

Ganz im Allgemeinen sind laborchemisch darüber hinaus nicht selten eine Hypoproteinämie, eine Einschränkung der Nierenfunktion und ein Ungleichgewicht in dem elektrolyten Haushalt festzustellen, sodass der normale Entgiftungsprozess eingeschränkt ist. Durch den lokalen Zelltod im Bereich des Dekubitus steigen die Entzündungswerte an. Bei Suprainfektionen dieser Wunden kommt es durch die schwache Immunlage zu der Bildung einer systemischen Bakteriämie.

#### Fallvorstellung mit Klatplasmaanwendung bei einem Dekubitus Stadium IV nach EPUAP

In diesem Fallbericht wird die Entwicklung eines rechts glutealen Dekubitus Stadium IV nach EPUAP bei einem 86-jährigen, männlichen Patienten vorgestellt.

Der Patient wurde initial aufgrund einer dekompensierten Herzinsuffizienz stationär aufgenommen. Nach zwei Wochen konnte die internistische Problematik kontrolliert werden. Bei dem bettlägerigen Patienten bildete sich jedoch ein Dekubitus rechts gluteal.

Behandelt wurde die Wunde mittels Vakuumtherapie mit einem kontinuierlichen Sog von - 125 mm Hg. Als Wundfüller wurde dabei ein Granu Foam Dressing von der Firma KCI verwendet, welcher zwei Mal wöchentlich gewechselt wurde. Beim Verbandwechsel wurde die Wunde mit Lavanox gespült, inspiziert, débridiert und dann zwei Minuten mit Kaltplasma

behandelt. Die Plasmaanwendung wurde dabei von der Diplomphysikerin Alisa Schmidt (Univ. Giessen, Fachbereich Plasma Physik) mitbetreut.



**Abbildung 1: Wundstatus am 03.04.2020.** Es zeigt sich ein 10 x 8 cm messender Dekubitus unbekannter Tiefe nach EPUAP. Quelle: eigene Aufnahmen.

Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, kann die Ausbreitung des Dekubitus in die Tiefe auf den ersten Blick nicht beurteilt werden. Rechts gluteal befand sich ein 10 x 8 cm messender Hautdefekt. Rundherum ist eine livide Hautverfärbung sichtbar. Aufgrund des Befundes war anzunehmen, dass der Dekubitus bereits die Subcutis erreicht hatte. Der Patient hatte eine normale Schmerzempfindung in diesem Bereich. Die Wunde wurde mit einem Superabsorber versorgt. Wegen der starken Exsudierung der Wunde, musste der Verband bis zu zwei Mal täglich gewechselt werden. Um eine bessere Wundversorgung und Exsudatmanagement gewährleisten zu können, entschieden wir uns für einen Vakuumverband mit einem kontinuierlichen Sog von -125mmHg. In Anbetracht des Patientenwunsches, des Alters und der Vorerkrankungen kam eine radikale chirurgische Behandlung mit Vollnarkose nicht in Frage. Auch der Wechsel des Unterdruckverbandes zwei bis zu drei Mal wöchentlich in Vollnarkose hätte für den Patienten relevante Risiken bedeutet, da alleine die Nüchternheit vor einer Vollnarkose die Stoffwechsellage unseren auch an Diabetes Typ II erkrankten Patienten negativ beeinflusst hätte. Der Verband wurde zwei Mal wöchentlich ohne Narkose

gewechselt. Routinemäßig wurden nach Entfernung des Vakuumverbandes Abstriche entnommen und die Wunde anschließend steril abgewaschen und abgedeckt. Wir begannen die add-on Plasmabehandlung. Die Wundfläche wurde zwei Minuten mit dem Plasma behandelt.



**Abbildung 2: Wundstatus am 07.04.2020.** Es war keine nennenswerte Veränderung zu beobachten. Quelle: eigene Aufnahmen.

Drei Tage nach Beginn der Vakuum- und Plasmatherapie waren keine nennenswerten Wundheilung sichtbar (s. Abb. 2). Die livide Verfärbung um den Dekubitus zeigte sich rückläufig. Am Wundgrund befand sich, wie auch vor Behandlungsbeginn, freiliegend und geschädigt die untere Hautschicht, die Dermis. Die Wundränder stellten sich reizlos da. Diese Entwicklung war dabei nicht überraschend, da bei einer noch nicht chirurgisch débridierten Wunde sogar mit einer Verschlechterung auch am Wundrand zu rechnen ist. Dies war hier

nicht der Fall. Es wurde erneut die Plasmaanwendung zwei Minuten durchgeführt und der Vakuumverband wurde gewechselt.



**Abbildung 3: Wundstatus am 09.04.2020.** Es zeigte sich ein nekrotischer Wundgrund. Quelle: eigene Aufnahmen.

Am 09.04.2020, sechs Tage nach dem Therapiebeginn, demarkierte sich der Wundgrund als nekrotisch (s. Abb. 3). Die Nekrosen wurden exzidiert (s. Abb. 4). Der Patient war bei dieser Intervention wach und ansprechbar. Die Abtragung der Nekrosen wurde deshalb auf ein Minimum beschränkt und wurde unter Berücksichtigung der Patientenrückmeldung, ob Schmerzen aufgetreten waren oder nicht, durchgeführt. Bekannterweise gibt es keine Schmerzempfindung in abgestorbenen Geweben, wie in unseren Fall bei Nekrosen, weshalb

dieses Verfahren möglich war.



**Abbildung 4: Wundstatus am 09.04.2020 nach der Exzision der Nekrosen.** Es wurden das nekrotische Gewebe entfernt bis es aufgrund der Schmerztoleranz nicht mehr möglich war. Quelle: eigene Aufnahmen.



**Abbildung 5: Wundstatus am 14.04.2020.** Es zeigt sich eine Verschlechterung der Wundverhältnisse, da sich erneut Nekrosen gebildet hatten. Quelle: eigene Aufnahmen.

Am 14.04.2020 zeigte sich auf den ersten Blick eine Verschlechterung der Wundverhältnisse (s. Abb. 5). Am Wundgrund befanden sich Nekrosen. Bei einer genaueren Wundinspektion, waren die Wundränder zunehmend reizloser als zum Therapiebeginn. Hier hatte sich das Gewebe erholt. Die Problematik hatte sich jedoch zur Wundtiefe hingezogen. Die Nekrosen wurden erneut ohne Narkose abgetragen. Nach dem chirurgischen Wunddébridement und

einer Spülung, wurde erneut Plasma für 2 Minuten auf die gesamte Wundfläche und auf die Wundränder angewendet.



**Abbildung 6: Wundstatus am 21.04.2020.** Die Wunde zeigt Nekrosen tief im Wundgrund. Quelle: eigene Aufnahmen.

Im weiteren Verlauf konnten die Nekrosen bis auf dem *Os sacrum* entfernt werden. Die Wunde hatte nun eine 4 cm Tiefe erreicht. Die Dermis zeigte in caudalen Wundbereich eine zunehmende Regeneration des Gewebes. In cranialen Wundbereich zeichnete sich eine Unterminierung unter der Haut. (s. Abb. 6)



**Abbildung 7: Wundstatus 24.04.2020.** Erneut zeigen sich Nekrosen auf dem Wundgrund. Quelle: eigene Aufnahmen.

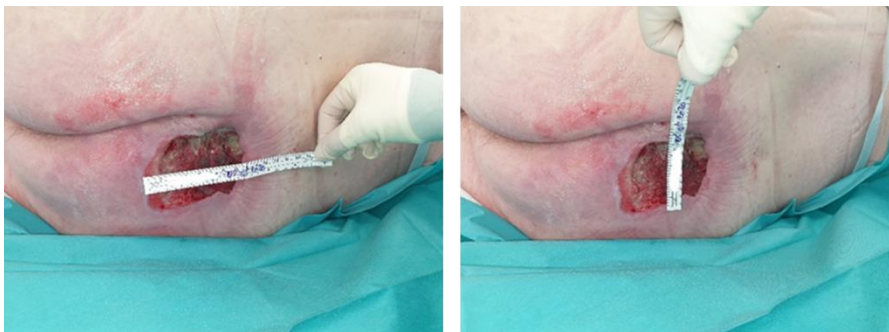


Die Nekrosen am Wundgrund wurden immer wieder, soweit dies bei dem wachen Patienten möglich war, abgetragen. Die Durchblutung der Wundränder war wieder zu beobachten, es funktionierte demnach auch die Angiogenese wieder. (s. Abb. 7)



**Abbildung 8: Wundstatus am 29.04.2020.** Es zeigt sich eine Wunde, welche unterschiedliche Wundheilungsphasen aufweist. Quelle: eigene Aufnahmen

Der Dekubitus zeigte gleichzeitig mehreren Wundheilungsphasen nebeneinander: Im caudalen Wundbereich waren die Wundränder reizlos, flach und auch die Grenze zwischen der Epidermis und Dermis war fließend. Weiter nach cranial zeigte sich stabiles Granulationsgewebe mit punktuellen Blutungen. Cranial war das Os sacrum mit Fasziennekrosen sichtbar. (s. Abb. 8)



**Abbildung 9: Wundstatus am 05.05.2020.** Die Wunde hat sich deutlich verkleinert und ist nun 8 x 6 cm groß. Quelle: eigene Aufnahmen

Nach ca. 30 Tage von Therapiebeginn war die Wunde 8 x 6 cm messend. (s. Abb. 9)



**Abbildung 10: Wundstatus am 05.05.2020.** Die Wunde ist zudem Nekrosen frei. Quelle: eigene Aufnahmen

Der Wundgrund war nekrosenfrei. Das gelbliche Gewebe am Wundgrund ist die Sacralfaszie ohne Granulation. Der Rest der Wunde war mit widerstandsfähiger Granulation bedeckt. (s. Abb. 9 und Abb. 10)



**Abbildung 11: Wundstatus am 12.05.2020.** Die Wunde hat sich erneut deutlich verkleinert. Quelle: eigene Aufnahmen

Die Wunde war wesentlich kleiner als bei dem Beginn der Therapie (s. Abb. 11). Der Patient berichtete während des Verbandwechsels auch über Schmerzempfindung im Wundbereich und leichtes Wärmeempfinden während der Plasmabehandlung (s. Abb. 12), was auf eine erfolgreiche Heilung der Wunde hindeutet.



**Abbildung 12: Exemplarische Darstellung der Plasmatherapie.** Diese wurde zwei Minuten durchgeführt, wobei der Patient zum ersten Mal eine leichte Wärme spürt. Quelle: eigene Aufnahmen



**Abbildung 13: Wundstatus am 26.06.2020.** Die Wunde weist Hypergranulation auf. Quelle: eigene Aufnahmen

Am 26.05.2020, nach 53 Behandlungstagen, war der Wundgrund übergranuliert (s. Abb. 13). Die Wundtiefe betrug nur noch 1,5 cm in Vergleich zu 4 cm nach der Wundexzision bis auf dem Knochen am 21.04.2020.



**Abbildung 14: Wundstatus am 26.05.2020.** Die Wundtiefe betrug 1,5 cm und wies eine Größe von 4 x 6 cm auf. Quelle: eigene Aufnahmen

Der Patient wurde am 28.05.2020 in ein Pflegeheim entlassen. Die Vakuumverbände wurden ambulant zwei Mal wöchentlich von unseren Wundexperten gewechselt, jedoch ohne Plasmabehandlung.



**Abbildung 15: Wundstatus am 03.09.2020.** Die Wunde ist eine 5 x 2,5cm messende Wunde, welche im Hautniveau granuliert. Quelle: eigene Aufnahmen

Die Wunde zeigte sich am 03.09.2020 im Verlauf gut granulierend (s. Abb. 15). Der Wundgrund war auf Hautniveau gewachsen und ohne Epithelialisierungstendenz.

Im weiteren Verlauf ist eine Hautzelltransplantation geplant, welche die Epithelialisierung anregen soll und so für die endgültige Verschließung der Wunde sorgen wird.

Die Wundheilung ist gerade deshalb spektakulär, weil es sich hier um einen immobilen 86-jährigen Patienten mit Vorerkrankungen handelt. Die Heilungschancen standen wegen diesen Umständen kritisch. Jedoch konnte die Wunde durch die intensive Vakuumbehandlung mit zusätzlicher Plasmaanwendung deutlich verkleinert werden und wird sich vollständig verschließen. Deshalb wäre es für uns interessant den Zusammenhang zwischen der Plasmabehandlung und der Wundheilung weiter zu erforschen.