

Ulcus cruris und Low Level Laser

„Kann ein Lichtstrahl zur Heilung beitragen?“

Projektarbeit

zur Erlangung der

Weiterbildung „Wundmanagement“

an der Schule für Gesundheits- und Krankenpflege des Ausbildungszentrums West

Innsbruck

Beurteiler

Hermann Schlögl

Diplomierter Gesundheits- und Krankenpfleger, ZWM, Komplementäre Pflege

vorgelegt von

Martina Aigner

Innsbruck, im September 2013

Danksagung

Ich möchte mich gerne bei einigen Leuten, die mich vor- und während meiner Weiterbildung unterstützt haben recht herzlich bedanken. Es war zwar eine kurze Zeit, aber trotzdem nicht immer leicht für mich, und mit mir.

Meinen Vorgesetzten Herbert Breitmayer verdanke ich es, dass ich die Weiterbildung überhaupt machen konnte. Des Weiteren möchte ich mich bei meiner Familie bedanken, die mich immer aufheiterte.

Weiteres bedanke ich mich auch bei meinem Freund Florian sowie bei meiner Kollegin Sabrina die mir während den acht Monaten immer Mut machte und zur Seite stand.

Ebenso möchte ich mich bei denen Leute bedanken, die mir Unterlagen für meine Projektarbeit zur Verfügung stellten, vor allem beim Herrn Gebetsberger Franz und Frau Hintner Marianne.



Abb. 1: Sonnenstrahl (Goethe, 1797,

http://www.gutzitiert.de/zitat_autor_johann_Wolfgang_von_goethe_thema_dank_zitat_5871.html

30.07.2013)

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG.....	1
2	BEGRIFFSERKLÄRUNG	2
2.1	WUNDMANAGEMENT.....	2
2.2	HOMÖOSTASE.....	2
2.3	EMISSION	2
2.4	HYDROLIPIDFILM	2
2.5	ULCUS/GESCHWÜR	3
2.6	EPITHEL/DECKGEWEBE	3
2.7	FIBRIN/KLEBSTOFF DER BLUTGERINNUNG . FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.	
2.8	NEKROSE/ZELLTOD ODER TOTES GEWEBE	3
2.9	GANGRÄN/FRESSENDES GESCHWÜR ODER FEUCHTER WUNDBRAND.....	3
2.10	SKLEROSE/HAUTVERHÄRTUNG	3
2.11	EITER	3
2.12	HYPERKERATOSE/VERHORNUNG	3
2.13	MAZARATION.....	4
2.14	CICATRIX/NARBE	4
2.15	DEBRITEMENT	4
2.16	LYMPHBAHNENAKTIVIERUNG.....	4
3	DIE HAUT	5
3.1	DIE OBERHAUT	5
3.1.1	Die Basalzellschicht (Stratum basale)	6
3.1.2	Die Stachelzellschicht (Stratum spinosum)	6
3.1.3	Die Körnerschicht (Stratum granulosum).....	6
3.1.4	Die Glanzschicht (Stratum lucidum)	6
3.1.5	Die Hornschicht (Stratum corneum)	7
3.2	DIE LEDERHAUT	7
3.3	DIE UNTERHAUT	7
3.4	DIE HAUTTYPEN.....	7

3.4.1	Die trockene Haut.....	7
3.4.2	Der Mischtyp.....	8
3.4.3	Die fettige Haut.....	8
3.5	DIE AUFGABEN DER HAUT.....	8
4	DIE WUNDE.....	9
4.1	INFLAMMATION/ENTZÜNDUNGSPHASE	10
4.2	PROLIFERATION/GRANULATIONSPHASE.....	10
4.3	REPARATION.....	10
5	DIE CHRONISCHE WUNDE.....	10
6	ULCUS CRURIS/UNTERSCHENKELGESCHWÜR.....	11
6.1	ULCUS CRURIS VENOSUM (UCV)	12
6.1.1	Das Venensystem	12
6.1.2	Symptome des Ulcus cruris venosum	13
6.1.3	Risikofaktoren.....	13
6.1.4	Gradeinteilung der chronisch venösen Insuffizienz nach Widmer	13
6.1.5	Diagnostik.....	14
6.1.6	Therapie beim Ulcus cruris venosum	15
6.2	ULCUS CRURIS ARTERIOSUM (UCA)	17
6.2.1	Definition	17
6.2.2	Symptome	17
6.2.3	Periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK).....	17
6.2.4	Risikofaktoren für ein Ulcus cruris arteriosum	18
6.2.5	Trockene und feuchte Gangräne	18
6.2.6	Anamnese und Diagnostik.....	18
6.2.7	Therapie	19
6.3	ULCUS CRURIS MIXTUM.....	21
7	LOW LEVEL LASER	22
7.1	ENTWICKLUNG DER LASERGERÄTE	22
7.2	EIGENSCHAFTEN DER LASERSTRAHLEN.....	23
7.3	UNTERSCHIED ZWISCHEN DEM HARDLASER UND SOFTLASER	23

7.3.1	High Level Laser, Hardlaser	23
7.3.2	Low Level Laser, Softlaser	24
7.4	UNTERSCHIED ZWISCHEN SICHTBARE UND INFRAROTE LASERSTRAHLEN	24
7.5	BESTRAHLUNGSDOSIS	25
7.6	REAKTIONEN BEIM AUFTREFFEN EINES LASERSTRAHLES	26
7.7	DIE BIOLOGISCHE WIRKUNG DER LOW LEVEL LASERTHERAPIE	26
7.8	EINSATZMÖGLICHKEITEN DES LOW LEVEL LASERS	27
7.9	LASERSTIMULATION BEI ULCUS CRURIS ARTERIOSUM	28
7.9.1	Laserstimulation	28
7.10	LASERBEHANDLUNG BEI ULCUS CRURIS VENOSUM.....	29
7.10.1	Laserstimulation.....	30
7.11	KONTRAINDIKATIONEN.....	30
7.12	NEBENWIRKUNGEN DER LASERTHERAPIE.....	31
7.13	SICHERHEITSMABNAHMEN	32
8	RESÜMEE	33
9	ZUSAMMENFASSUNG	34
10	SCHLÜSSELWÖRTER.....	35
11	LITERATURVERZEICHNIS	36
12	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	37
13	WEITERFÜHRENDE LITERATUR	38
14	EMPFEHLENDE BÜCHER	39
15	EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	40

1 Einleitung

Viele werden sich fragen, warum man ausgerechnet das Thema Low Level Laser Therapie bei Ulcus cruris zur Erlangung der Weiterbildung „Wundmanagement“ nimmt. Ich habe es gewählt, da wir in unserem Haus Sozialzentrum Pillerseetal selbst mit Low Level Laser arbeiten und bei chronischen Wunden schon viel Erfolg damit hatten.

Das Laserlicht hat eine besondere Wirkungsweise. Durch seine physikalischen Eigenschaften ist es sehr energiereich. Man kann diese Therapieform in vielen Bereichen einsetzen, wie zum Beispiel bei der Behandlung von Ulcus cruris.

Mein Ziel ist es, dass sich mehrere Leute für die Low Level Laser Therapie interessieren. Und wünschenswert wäre es, wenn diese Form von Therapie häufiger zum Einsatz kommen würde. Denn der Low Level Laser unterstützt nicht nur die Wundheilung der chronischen Wunden, er kann auch in vielen anderen Bereich unterstützend eingesetzt werden.

In einer Pilotstudie untersuchte VERDOTE-ROBERTSON ET AL den Wundheilungseffekt der Low Level Lasertherapie, an 84 gerontopsychiatrischen Patienten mit chronischen Wunden unterschiedlicher Genese. In der Kombination mit moderner Wundversorgung und adäquater Ernährung heilten 84% aller offenen Wunden, bei einer durchschnittlichen Behandlungsdauer von 47,7 Tagen und durchschnittlich 18,5 Laserbehandlungen, vollständig ab. Die Resultate zeigen, dass Low Level Lasertherapie als eine Komponente des modernen Wundmanagements positive Auswirkungen auf die Wundheilung hat. (Heltschl GmbH, 2008, S.3)

Vorweg werde ich in der Projektarbeit verschiedene Begriffe erklären. Danach werde ich mit der Physiologie der Haut beginnen. Im nächsten Schritt beschreibe ich die chronische Wunde Ulcus cruris. Anschließend bezieht sich die Arbeit auf das Thema Low Level Lasertherapie.

2 Begriffserklärung

Die Autorin wird einige Begriffe genauer erläutern die in der Projektarbeit vorkommen.

2.1 Wundmanagement

Dieses Wort setzt sich aus „Wund“ und „Manager“ zusammen. Aus dem Lateinischen leitet sich dieses Wort von „manumagere“ ab und bedeutet so viel wie „an der Hand führen“. Das zeitgemäße Wundmanagement ist ein systematischer multiprofessioneller Prozess, der auf verschiedenen Ebenen erfolgt. Das Wundmanagement umfasst alle Maßnahmen, damit eine Entstehung einer chronischen Wunde verhindert wird. Bei Patienten mit chronischer Wunde versucht man den Wundheilungsprozess zu beschleunigen, Rezidive zu vermeiden und die Lebensqualität des Patienten zu erhöhen. Wichtig ist, dass der betroffene Mensch im Mittelpunkt steht (<http://othes.univie.ac.at>, 30.07.2013).

2.2 Homöostase

Ist die Aufrechterhaltung eines relativ konstanten Milieus oder Gleichgewicht im Organismus mit Hilfe von Regelkreisen zwischen dem Hypothalamus, Hormon- und Nervensystems (Pschyrembel, 2007, S.833).

2.3 Emission

Ist die Aussendung von elektromagnetischen Wellen. Es ist eine Abgabe von festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffen, von Strahlen, Wärme, Geräuschen und so weiter an die Umgebung (Pschyrembel, 2007, S. 511)

2.4 Hydrolipidfilm

Ist ein Film, der die ganze Hautoberfläche mit einem Teil aus Wasser (Hydro) und Fett (Lipos) überzieht. Er hält die Haut geschmeidig, und außerdem ist er für die Abwehr der Bakterien zuständig (Kreidl, 2013, S.7).

2.5 Ulcus/Geschwür

Ist ein Gewebedefekt, der mindestens bis in die Dermis reicht. Der Begriff Geschwür stammt von dem althochdeutschen Wort „schwären“ ab und bedeutet so viel wie schmerzen, schwillt oder eitert.

2.6 Epithel/Deckgewebe

Ist ein geschlossener Zellverband, der die äußere Körperoberfläche bedeckt. Ist ein mehrschichtiges, verhorntes Plattenepithelgewebe. Es dient zum Schutz, Stoffwechselfaustausch und der Reizaufnahme der Haut. Die Ausbildung des Epithels zeigt den Abschluss der Wundheilung an.

2.7 Nekrose/Zelltod oder totes Gewebe

Ist der Untergang von Zellen. Nekrosen müssen immer vollständig mittels Debridements abgetragen werden.

2.8 Gangrän/fressendes Geschwür oder feuchter Wundbrand

Es verflüssigt sich die Nekrose aufgrund einer bakteriellen Infektion.

2.9 Sklerose/Hautverhärtung

Wird definiert als pathologische Verhärtung von Gewebe durch die vermehrte Ausbildung von Bindegewebe. Es soll bei einer Wundtherapie möglichst operativ abgetragen werden, da es ansonsten die Wundheilung stört

2.10 Eiter

Eiter ist eine Flüssigkeit, die aus neutrophilen Granulozyten, eingeschmolzenen Gewebe und wenig Serum besteht. Es ist ein Hinweis für eine bakterielle Infektionskrankheit.

2.11 Hyperkeratose/Verhornung

Wird als verdickte Hornhautschicht bezeichnet, tritt am häufigsten bei mechanisch belasteten Arealen ein. Kann aber auch bei einem Plattenkarzinom auftreten.

2.12 Mazeration

Ist eine Aufweichung der oberen Hautschicht, es tritt bei insuffizientem Exudatmanagement bei sehr exsudativen Wunden auf. Mazeration kann die Hautbarrierefunktion beeinflussen und Infektionen begünstigen.

2.13 Cicatrix/Narbe

Ist ein bindegewebiger Ersatz eines tiefen Substanzverlusts. Es entsteht immer dort, wo es zu einer Verletzung der Haut gekommen ist (viavital, 2012, S.5-11).

2.14 Debridement

Unter Debridement versteht man die sorgfältige Revision der Wunde mit Entfernung aller avitalen und geschädigten Gewebes (Schlögl, 2013, Wundreinigung/Debridement S.42).

2.15 Lymphbahnenaktivierung

Es wird die gesamte lymphatische Zirkulation angeregt. Bei der Lasertherapie sind folgende Regionen entsprechend zu lasern:

- Hals und Nackenregion drei bis vier Minuten
- Achselhöhle zwei bis vier Minuten
- Ober-/ Unterarm drei bis vier Minuten
- Leistenregion drei bis vier Minuten
- Kniekehle drei bis fünf Minuten
- Ober-/Unterschenkel vier bis fünf Minuten

3 Die Haut

Die Haut ist das größte und ein sehr vielseitiges Organ des Menschen. Sie besitzt eine Fläche von 1,5 – 2 m² und hat ein Gewicht von 3,5 - 10 kg beim Erwachsenen. Die Dicke der Haut schwankt zwischen 1,5 und 4 mm. Unsere Haut besitzt circa drei Millionen Zellen und 15 Talgdrüsen pro Quadrat zentimeter. Sie hat einen sauren pH-Wert der bei circa 5 liegt. Die Haut wird in drei verschiedenen Schichten unterteilt. Die erste Hautschicht ist die Oberhaut auch Epidermis genannt. Man findet bei der Epidermis zwei verschiedene Hauttypen. Die Leistenhaut und die Felderhaut. Die Leistenhaut findet man bei den Fußsohlen und den Handinnenflächen. In allen übrigen Hautrealen befindet sich die Felderhaut. Anschließend kommt die Lederhaut (Dermis) und die Unterhaut (Subkutis).

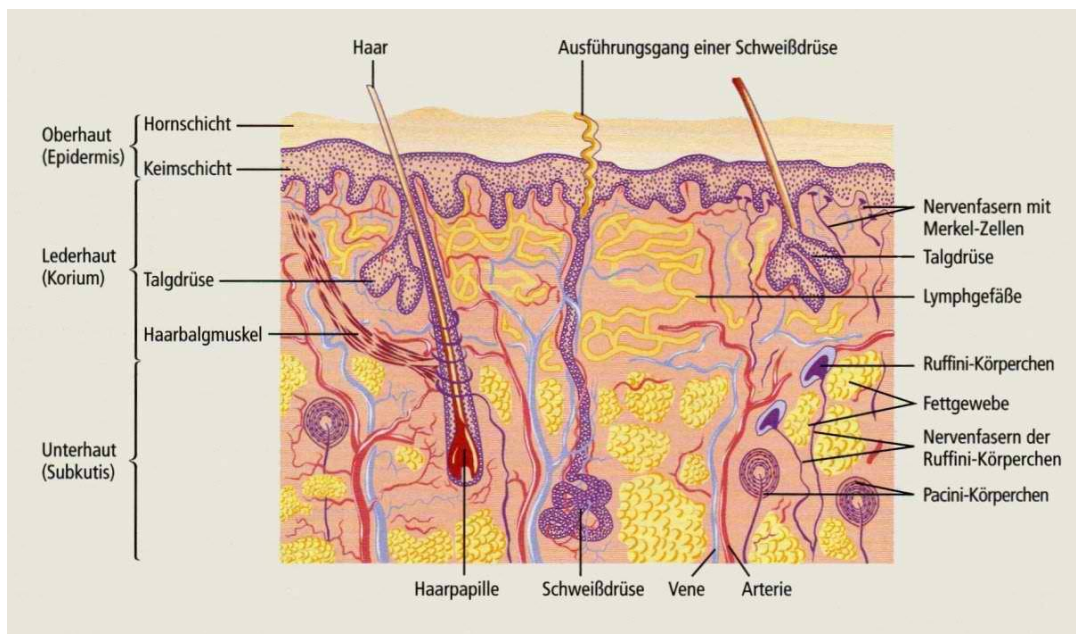


Abb 2.: 3 Schichten der Haut (www.google.at, 30.07.2013)

3.1 Die Oberhaut

Die Oberhaut, auch Dermis genannt, ist Gefäß los. Wie schon erwähnt die äußerste Schicht der Haut. Sie beträgt eine dicke von circa 0,05 Millimeter. Sie besteht aus mehrschichtigem, verhorntem Plattenepithel. Bei Kindern ist sie viel

dünnere und empfindlicher ausgeprägt als beim Erwachsenen. Die Keratinozyten sind die Hauptzellen der Oberhaut diese wandeln sich in Hornzellen um und produzieren den Harnstoff Keratin. Keratin bildet eine schützende und wasserabweisende Hülle. Sie gibt der Haut zusätzlich noch Festigkeit. Die Keratinozyten sind in vier Schichten aufgeteilt. Dort wo die mechanische Belastung am größten ist (Fußsohle, Handinnenfläche) sind es sogar fünf Schichten. Die fünf Schichten gehen vom Körperinneren zur Oberfläche hin. Es befinden sich ebenso die Dendritischen Zellen in der Oberhaut. Diese sind dafür verantwortlich, ein immunologisches Frühwarnsystem zu bilden.

3.1.1 Die Basalzellschicht (Stratum basale)

Ist eine einfache Zellschicht, wo sich die Zellen ständig neu bilden. Diese verschieben sich anschließend in Richtung Oberfläche. In der Basalzellschicht findet man die Melanozyten. Diese produzieren das Pigment Melanin, dass für die Hautfarbe des Menschen zuständig ist. Ebenso sitzen in der Basalzellschicht die Merkel Zellen, welche für die Berührungsempfindung zuständig sind.

3.1.2 Die Stachelzellschicht (Stratum spinosum)

Diese Schicht besteht aus pigmenthaltigen Zellen mit stacheligen Ausläufern. Über den Ausläufern sind die Zellen miteinander verbunden. Diese Zellen bilden ein sogenanntes Gerüst, das die Oberhaut stabil hält.

3.1.3 Die Körnerschicht (Stratum granulosum)

Sie besteht aus 3-5 Reihen flacher Zellen. In dieser Schicht verlieren die Keratinozyten ihren Kern und verhornen sich, ferner werden hier ölähnliche Substanzen gebildet, die die Oberhaut geschmeidig halten.

3.1.4 Die Glanzschicht (Stratum lucidum)

Ist eine Schicht aus durchsichtigen, flachen Zellen, die sich nur an der Hand und Fußflächen befindet. Die Schicht schützt die Haut von mechanischen Belastungen.

3.1.5 *Die Hornschicht (Stratum corneum)*

Die Hornschicht hat eine Reihe von flachen und vollständig mit Kreatin gefüllten Zellen, mit einer fetthaltigen Dichtesubstanz dazwischen. Sie stellt die eigentliche Trennschicht zwischen dem Körperinneren und der Außenwelt dar.

3.2 Die Lederhaut

Ist ein Bindegewebe und wird auch Dermis genannt. Sie ist an den Hand- und Fußsohlen ca. 2,4 mm dick. Sie sorgt für die mechanische Festigkeit der Haut. Die Lederhaut ist von Blutgefäßen durchzogen, sie enthält alle Abwehrzellen. Sie besteht aus zwei Schichten, der Papillarschicht und der Geflechschicht. Die Geflechschicht, auch Netzschicht genannt, ist die wichtigste Schicht der Unterhaut. Sie beinhaltet die Hautanhangsgebilde wie Haarfollikel, Talg- und Schweißdrüsen, Nerven- und Blutgefäße.

3.3 Die Unterhaut

Besteht aus lockerem Bindegewebe und wird auch Subkutis genannt. In dieser Hautschicht liegen die Schweißdrüsen und die Haarwurzeln. In der Subkutis werden viele Fettzellhaufen gelagert, die als Stoßpuffer, Kälteschutz und Energiespeicher dienen (Urban&Fischer, 2007, S.119-125)

3.4 Die Hauttypen

Im Allgemeinen gilt, dass sich die Haut durch verschiedene exogene Faktoren wie zum Beispiel Rauchen, UV-Strahlen und im zunehmenden Alter ändert.

3.4.1 *Die trockene Haut*

Es leiden ca. 30% der Gesamtbevölkerung an zu trockener Haut. Die Haut ist feinporig, glanzlos und spröde. Sie reißt leicht ein. Primärer Grund für zu trockene Haut ist die verminderte Talgproduktion. Sie wird noch in weitere drei Hauttypen eingeteilt:

- Sehr trockene Haut: diese ist stark schuppig, rissig und teilweise sind Rhytaden vorhanden. Man muss Fettcremen oder Salben zur Pflege verwenden.

- Trockene Haut: ist deutlich Schuppig und ohne Risse. Am besten verwendet man bei diesen Hauttyp eine Creme oder Lipolotion
- Leicht trockene Haut: wenig schuppen vorhanden, meist eine gespannte Haut. Zur Pflege wird Hydrolotion oder Bodylotion empfohlen.

3.4.2 *Der Mischtyp*

Etwa 20% der Gesamtbevölkerung neigt zu trockene – fettiger Haut. Es sind verschiedene Stellen wie Nase, Kinn und Stirn fettig und die Wangen meist trocken. Ebenso ist das Körperzentrum eher fettig und die Extremitäten eher trocken. Grund für den Mischtyp ist die unterschiedliche Produktion von Talg.

3.4.3 *Die fettige Haut*

Diese ist bedingt durch eine Überproduktion von Talg und Schweißdrüsen. Meist hat sie als Begleitsymptomatik Pickel und Mitesser. Es leiden circa 50% der Gesamtbevölkerung unter der fetten Haut (Thiemes Pflege, 2004, S.228; Kreidl, 2013, S.12).

3.5 Die Aufgaben der Haut

- Sie schützt den Körper vor schädigenden Umwelteinflüssen wie zum Beispiel vor Wärme, Kälte, Reibung und so weiter. Ebenso schützt sie vor dem Verlust von körpereigenen Substanzen.
- Die Haut ist maßgeblich an der Aufnahme von Sinneseindrücken von der Außenwelt beteiligt
- Speicher- und Stoffwechsell Aufgaben, zum Beispiel die Bildung von VitaminD
- Gehört zur Immunabwehr
- Regulation der Körpertemperatur, des Wasserhaushaltes und der Aufrechterhaltung der Homöostase.
- Kommunikation, zum Beispiel wenn wir vor Scham erröten.

Auf dieser Abbildung möchte die Autorin nochmals die Aufgaben der Haut mit einem Bild darstellen:

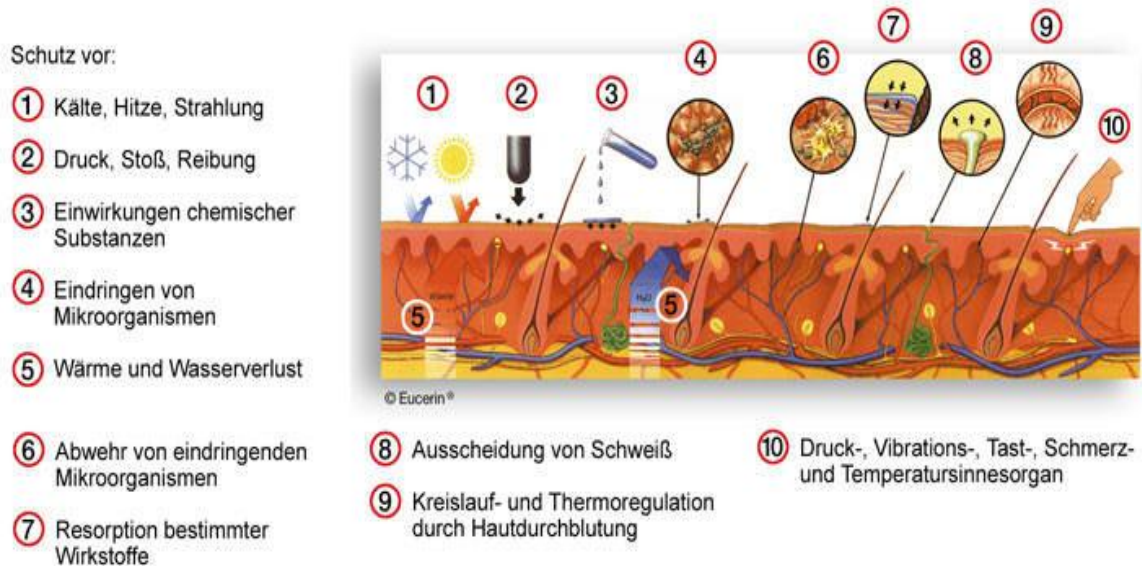


Abb. 3: Schutzfunktionen der Haut (www.google.at, 30.07.2013)

4 Die Wunde

Eine Wunde bedeutet die Durchtrennung verschiedener Gewebsschichten infolge äußere oder innere Ursachen. Dabei können neben den Hautschichten der Epidermis, Dermis oder Subkutis auch tiefer gelegene Strukturen wie Bänder, Sehnen oder Knochen geschädigt werden (Verlag Hans Huber, 2010, S.145).

Man beschreibt auch die Wunde als eine pathologische Trennung oder Zerstörung von Gewebe mit Substanzverlust und entsprechender Funktionseinschränkung durch exogene oder endogene Faktoren. Ein Ulkus wird auch als Geschwür bezeichnet. Diese Bezeichnung hängt von der Tiefe der Wunde ab (Viavital, 2012,S.1).

An der Wundheilung ist eine Vielzahl an ortsständige Zellen beteiligt. Es ist ein dynamischer, interaktiver Prozess, in dem Botenstoffe, Blutzellen extrazelluläre Matrix und Parenchymzellen zusammenspielen. Als erster kommt es zur Inflammation (Entzündung), danach kommt es zur Proliferation, das ist die

Gewebeneubildung und zum Schluss zur Reparation. Wenn die Wunde nicht zeitgerecht heilt oder der Heilungsprozess nicht zu einer strukturellen Integrität führt, kann man die Wunde auch als chronisch bezeichnen. Es gibt drei Heilungsphasen:

4.1 Inflammation/Entzündungsphase

Es findet in den ersten 2-3 Tagen die Aktivierung biochemischer und zellulärer Prozesse statt, die für die Infektabwehr und Heilung bedeutsam sind.

4.2 Proliferation/Granulationsphase

Es wandert nach den 2. - 3. Tag Bindegewebszellen (Fibroblasten) in die Wunde ein. Es kommt zur Neubildung von Granulationsgewebe, das die Wundhöhle auskleidet.

4.3 Reparation

Beginnt erst nach 2-3 Wochen und kann bis zu einem Jahr andauern. Es kommt in dieser Phase zum Umbau der kollagenen Fasern in organisierter Struktur, und die Wunde gewinnt an Festigkeit.

5 Die Chronische Wunde

Eine einheitliche Definition von chronischen Wunden gibt es nicht. In der Regel spricht man von einer Chronischen Wunde. Wenn diese innerhalb von mehreren Wochen, trotz kausaler und sachgerechter Therapie keine Heilungstendenzen aufweist (Hintner, 2013, S.6). „... wenn sie nach 4-12 Wochen trotz konsequenter Therapie nicht beginnen zu heilen (<http://www.wundplattform.com>, 30.07.2013)

Die Autorin möchte jetzt in ihrer Arbeit auf die Chronische Wunde Ulcus cruris übergehen, und vorher noch ganz kurz die Physiologische Wundheilung erklären. Die Autorin kann nicht auf alle chronischen Wunden eingehen und wird sich deshalb mit dem Ulcus cruris auseinandersetzen und darüber schreiben. In Deutschland wird die Zahl der Einwohner auf circa 2-3 Millionen Menschen geschätzt, die an einer chronischen Wunde leiden und davon sind es circa 60-80% die einen Ulcus cruris aufweist

6 Ulcus cruris/Unterschenkelgeschwür

Man bezeichnet es als einen Substanzdefekt der Haut am Unterschenkel. Das Ulcus cruris ist als Symptom einer venösen oder arteriellen Durchblutungsstörung zu betrachten. Je nach Ursache werden diese unterschiedlich tief reichenden Defekte, die typischerweise den Unterschenkel betreffen, entweder als Ulcus cruris venosum, Ulcus cruris arteriosum oder als Ulcus cruris mixtum (ist eine gemischte Form) bezeichnet (Thieme, 2009, S.132). Es leiden circa 60-80% der PatientenInnen mit einem Ulcus cruris an einer Venenerkrankung, bei circa 4-30% lässt sich ein Ulcus cruris arteriosum und bei circa 10% lässt sich ein Ulcus cruris mixtum diagnostizieren. Die Bonner Venenstudie (Rabe et al. 2003) besagt, dass Frauen doppelt so häufig betroffen sind als die Männer. Die Abheilung eines Ulcus cruris beträgt zwischen ein und fünf Jahren. Es leiden aber viele PatientenInnen an ein Rezidiv. Dadurch ist die Lebensqualität der PatientenInnen sehr stark eingeschränkt (Urban&Fischer, 2011, S81). Die ursächlichen Faktoren, die zur Entstehung eines Ulcus cruris führen, können sehr vielfältig sein. Auch wenn die Gefäßerkrankung in der Ätiologie des Ulcus cruris den wesentlichen Stellenwert ausmacht, ist jedoch die relevante Differentialdiagnose von entscheidender Bedeutung. Es können auch durchaus verschiedene Ursachen für ein Unterschenkelgeschwür sein wie zum Beispiel:

- Wie oben schon erwähnt, die Vaskulären Ursachen/Gefäßerkrankungen: venös, arteriell, gemischt venös/arteriell, lymphogen, Vaskulitis
- Dermatosen/Hauterkrankungen wie zum Beispiel das Pyoderma gangränosum
- Exogene Auslöser, dazu gehören die traumatischen, chemischen, thermischen, Kontaktallergen
- Infektionen aller Art, wie zum Beispiel bakterielle (Erysipel), virale (Herpes), Pilzbefall
- Ebenso kann ein genetischer Defekt wie zum Beispiel, das Klinefelter-Syndrom eine Rolle spielen
- Weitere Ursachen können Hämatologische, Neoplasien, Neuropathische und Metabolische Ursachen sein.

6.1 Ulcus cruris Venosum (UCV)

Ist ein venöses Beingeschwür, im Volksmund auch „offenes Bein“ genannt. Es bildet sich aufgrund einer chronischen Venenschwäche. Das durch eine schlechte Stoffwechselsituation ein gestörtes Gewebe bildet, das von der Dermis bis zur Unterhaut reicht. Dadurch, dass die Wunde minderversorgt ist, heilt sie schlecht ab und es ist eine aufwendige Therapie nötig (Urban&Fischer, 2011, S81)

6.1.1 *Das Venensystem*

Der Mensch besitzt ein oberflächliches (suprafasiales) und ein tiefes (subfasiales) Venensystem. Die oberflächliche Vene befindet sich in der Dermis und Subkutis, dort ist der Blutdruck niedrig. Durch die Venenklappe wird die Fließrichtung des Bluts gesteuert und ein Rückfluss verhindert. Die Fließrichtung geht immer nur „herzwärts“ und von der Oberfläche in die Tiefe. Die beiden Hauptstammvenen enthalten eine Anzahl von Venenklappen, die aber in Richtung Fuß immer weniger werden. Es ist eine Vielzahl an Venen, die den ganzen Unterschenkel mit Blut versorgen und jede einzelne hat seine Aufgabe. In den tieferen Venen gibt es wesentlich weniger Venenklappen, die aber mehr Druck haben. Durch die Perforansvenen wird eine Verbindung zwischen den oberflächlichen und tiefen Venen hergestellt. Durch die Bewegung kontrahiert die Muskulatur und venöses Blut wird herzwärts weitergeleitet. Bei der Entspannungsphase der Muskulatur kommt es zur Ausdehnung der tiefen Venen. Ebenso trägt die Atmung einen maßgeblichen Teil zum venösen Rücktransport bei. Auf dieser Weise wird das Blut aus dem Fuß in Richtung Herz weitergeleitet. Bei einer Veneninsuffizienz wird der Transport des Blutes zum Herzen behindert. Es kommt zu einem Rückfluss des Blutes und zur Umkehr der Fließrichtung. Eine Frühfolge ist die venöse Stauung, die durch eine oberflächliche Klappeninsuffizienz oder einem Verschluss der tiefen Vene entsteht. Durch die venöse Stauung kommt es zu einer Wasseransammlung im Gewebe. Weiteres wird das Bindegewebe verhärtet. Durch die Unterversorgung kommt es zum Absterben von Gewebe dies ist meist an der Vorderseite oder Knöchelinnenseite des Unterschenkels. Die Haut zeigt kleine, offene Stellen an. Das ist der Anfang eines Ulcus cruris venosum.

6.1.2 *Symptome des Ulcus cruris venosum*

Die ersten Anzeichen sind Krampfadern oder besenreiserartige Venen in der Ulkusumgebung. Die Haut ist meistens hyperpigmentiert, das heißt sie zeigt eine rotbraune Verfärbung auf. Die Betroffenen beschreiben weitere Beschwerden wie zum Beispiel: Wadenkrämpfe, Beinschmerzen, Juckreiz, Schwellungsgefühl, Ödeme oder Ekzeme.

6.1.3 *Risikofaktoren*

Für die Entstehung vom Ulcus cruris venosum, spielen viele Risikofaktoren eine Rolle. Dazu gehören:

- familiäre Disposition, Schwangerschaften
- Übergewicht, langandauerndes Stehen, oder sitzende Tätigkeiten
- Hautverletzungen in der Vorgeschichte
- tiefe Beinvenenthrombose
- Phlebitis, Dekompensierte Varikose

6.1.4 *Gradeinteilung der chronisch venösen Insuffizienz nach Widmer*

Im deutschsprachigen Raum ist diese Gradeinteilung weit verbreitet. Sie bezieht sich auf Sicht- und tastbaren Hautveränderungen.

Grad 1: Ist die lokale Gefäßerweiterung am medialen und lateralen Fußrand (Corona phlebectatica paraplantaris). Ebenso kommt es zur Phlebödeme am Unterschenkel und den Füßen.

Grad 2: Bei Grad zwei zeigen sich typische, klinische Befunde wie Purpura jaune d'ocre. Dies ist eine häufig beobachtende Hyperpigmentierung der Unterschenkel. Die aus der Ablagerung von Hämosiderin aus Erythrozyten entsteht. Es kommt zum Auftreten einer initial roter später gelb-braunen oder auch ockerfarbener Veränderung der Haut, aufgrund einer wasserlöslichen Eisen-Eiweiß-Verbindung. Weiter kann man bei Grad zwei beobachten, dass die Unterhaut eine verhärtete, glänzende Einheit bildet

(Dermatoliposklerose). Ebenso sind weiße Hautstellen am Knöchel und im Fußrückenbereich zu beobachten (Atrophie blanche).

Grad 3a: Darunter versteht man das abgeheilte Ulkus, beziehungsweise die Ulkusnarbe.

Grad 3b: Ist ein stark entwickeltes (florides) Ulkus.

6.1.5 Diagnostik

Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Begutachtung des Beingschwürs. Wichtig ist die Erhebung der PatientenInnen Anamnese, es werden bei dieser Befragung alle Risikofaktoren befragt, anschließend nimmt der Arzt eine Inspektion vor. Man achtet auf die Wundlokalisierung und die Beschaffenheit. Außerdem wird darauf geschaut, ob Entzündungszeichen vorhanden sind. Anschließend macht man eine Palpation, das heißt es wird auf die Hauttemperatur, Fußpulse, Ödeme und Fascienlücken geschaut, beziehungsweise ertastet. Des Weiteren wird die Inspektion und Vermessung auf eine Umfangdifferenz der Unterschenkel gemacht. Ebenso spielt die Ganzkörperuntersuchung inklusive neurologischer Untersuchung eine wichtige Rolle. Denn dort werden die Sensibilität und die Beweglichkeit des Sprunggelenkes überprüft. Wichtig ist es, dass man einen Wundabstrich veranlasst. Dieser gibt die Auskunft über eine mögliche Keimbesiedelung. Weitere Untersuchungsmöglichkeiten können sein:

- Biopsie Entnahme, damit Hautkrebs ausgeschlossen werden kann
- Doppler-/Duplexsonografie zeigt die arteriellen als auch die venösen Durchblutungsverhältnisse an
- Knöchel-Arm-Druck-Index dient zur kardiovaskulären Risikoeinschätzung
- Ebenso ist es wichtig, dass man erfährt, wann der Patient Schmerzen hat. Wann und in welcher Situation sie auftreten.
- Blutuntersuchung, bei den Blutwerten wird vor allem auf die Gerinnungsfaktoren, Entzündungsparameter und Diabeteserkrankungen acht genommen.

Es gibt noch weitere Verfahren für die Untersuchung eines *Ulcus cruris venosum*, die die Autorin aber in dieser Arbeit nicht anführen wird.

*6.1.6 Therapie beim *Ulcus cruris venosum**

Ziel der Therapie ist es, dass das *Ulcus* abheilt und dass es zu keinem Rezidiv kommt. Weiteres ist es wichtig, dass die Schmerzen gelindert und die Ödeme reduziert werden (Thieme, 2009, S135).

Die wichtigste Therapie ist die adäquate und konsequente Durchführung einer Kompressionstherapie, die aber von geübtem Personal angewendet werden soll. Sie bewirkt eine dauerhafte Steigerung des venösen Rückflusses in Richtung Herz und ist somit auch schmerzstillend. Ein konsequenter Druck auf die Venen verengt die Gefäße, was zu einer schnelleren Fließgeschwindigkeit führt. Noch nicht zerstörte Venenklappen nehmen ihre Funktion wieder auf. Weiteres bildet die Kompression ein stabiles Widerlager für die Beinmuskulatur. Somit arbeitet die Pumpwirkung der Muskulatur intensiver, was wiederum zu einem verbesserten venösen Rückfluss führt. Die Ödembildung wird reduziert und die Wunde kann durch die Kompression besser heilen (Urban&Fischer, 2011, S.93)

Ebenso eine Rolle spielt die Lymphdrainage, die Mobilisation und das Gehtraining. Das heißt: stehen und sitzen, ist schlecht man soll lieber laufen oder liegen.

6.1.6.1 Chirurgische Therapie

Durch die Gefäßchirurgie können Varizen oder Krampfadern behandelt werden. Ebenso können Chirurgen ein *Ulcus* oberflächlich abtragen und zugleich mit einer Eigenhauttransplantat (auch Meshgraft genannt) gedeckt werden. Diese umfassende Therapie wird bei besonders großflächige Ulzera oder Gamaschenulzera verwendet. Normalerweise versucht man zuerst durch eine gute Wundbehandlung das *Ulcus* zum Abheilen zu bringen.

6.1.6.2 Wundbehandlung

Die Wundtherapie spielt eine große Rolle bei der Behandlung des *Ulcus cruris venosum*. Als erstens muss, wenn vorhanden, das Nekrotische Gewebe debridiert werden. Anschließend muss eine Nassphase für mindestens zehn Minuten

gemacht werden. Die Wahl für den richtigen Verband hängt immer vom Zustand der Wunde ab, wobei die phasengerechte Wundtherapie empfohlen wird:

In der Exsudativen Phase (auch Reinigungsphase genannt) eignen sich Verbände mit einer hohen Absorptionskapazität für überschüssiges Wundexsudat. Hierzu zählen Saugverbände wie das VAC, Saugkompressen, Hydrofaserverbände,....

In der Granulationsphase haben vor allem Wundauflagen wie Hydrokolloide, Hydropolymere (Schaumstoffe) und Alginate ihr Indikationsspektrum. Wichtig ist, dass man die Wundverhältnisse immer kritisch auf mögliche allergene Reaktionen überprüft.

In der Epithelisierungsphase (reparative Phase) eignen sich Hydrokolloide und semipermeable Folien zum Schutz der Haut

Weitere Therapieformen, die die Autorin nicht weiter beschreiben kann wären: Transplantate, medikamentöse und operative Therapie, die die Autorin nicht weiter beschreib



Abb 4.: Ulcus cruris venosum (www.dermis.net)

6.2 Ulcus cruris arteriosum (UCA)

6.2.1 *Definition*

Ist ein Substanzdefekt im pathologisch verändertem Gewebe des Unterschenkels infolge eines arteriellen Gefäßverschlusses und somit eine unzureichende Sauerstoffversorgung des Gewebes. Die periphere arterielle Verschlusskrankheit ist zu Beginn symptomfrei und findet sich häufig an der Außenseite des Unterschenkels (<http://www.draco.de>, 19.08.2013, 13:00)

Ulcus cruris arteriosum ist eine der folgeschwersten Wunden. Beim Ulcus cruris arteriosum ist die Ursache die periphere arterielle Verschlusskrankheit abgekürzt pAVK. Es kommt zur Ablagerungen in den kleineren und auch größeren Arterien der unteren Extremitäten. Die Ablagerungen bewirken eine Verengung bzw. vollständigen Verschluss der beteiligten Gefäße. Die Lokalisation des Ulcus cruris arteriosum entspricht den Stellen des Unterschenkels (<http://www.wundkompendium.de>, 19.08.2013, 13:38).

6.2.2 *Symptome*

Menschen mit UCA berichten häufig von starken Schmerzen, Wadenkrämpfe die schon häufig bei kurzen Gehstrecken einsetzen, Schlafmangel und Mobilitätseinschränkung. Ebenso berichten sie über den Ruheschmerz, der vor allem in der Nacht auftritt und beim Heraushängen der Beine nachlässt. Sie sprechen von kalten Füße und einer blass, bläulich-lividen Haut.

6.2.3 *Periphere arterielle Verschlusskrankheit (pAVK)*

Ist der medizinische Sammelbegriff für Verengungen oder Verschlüsse der extremitätenversorgenden Gefäßen (Arterien). Häufig können diese Menschen nur noch kurze Gehstrecken beschwerdefrei zurücklegen. Sie haben starke Schmerzen an den Beinen und häufig treten Wadenkrämpfe auf, die sich beim Stehenbleiben bessern. Man nennt es auch Schaufensterkrankheit. Wenn die Erkrankung fortgeschritten ist, kommt es zu schmerzhaften Wunden, dem Ulcus cruris arteriosum. Die Aufttrittshäufigkeit des Ulcus cruris arteriosum liegt bei 4-30%. Bei nicht zeitnaher Behandlung der Grunderkrankung, kann es je nach

Ausmaß der Durchblutungsstörung eine Amputation von Zehe, Fuß oder dem gesamten Bein notwendig sein (Urban&Fischer, 2011, S.107).

6.2.3.1 *Stadieneinteilung nach Fontaine*

- Stadium 1: Stenosen oder Verschlüsse ohne Beschwerden
- Stadium 2a: Claudicatio intermittens → eine maximale Gehstrecke >200m
- Stadium 2b: Claudicatio intermittens → maximale Gehstrecke <200m
- Stadium 3 : Ischämischer Ruheschmerz und Nachtschmerzen
- Stadium 4: Ulcus, Gangrän
- Stadium 4a: Ischämie mit trophischen Störung, Nekrosen
- Stadium 4b: Ischämie mit sekundäre Infektion der Nekrosen

6.2.4 *Risikofaktoren für ein Ulcus cruris arteriosum*

In den letzten Jahren kam es zu einer kontinuierlichen Zunahme des Ulcus cruris arteriosum. Es gibt verschiedene Risikofaktoren. Dazu zählen: Diabetes mellitus, Nikotin, arterielle Hypertonie, Übergewicht und das Alter.

6.2.5 *Trockene und feuchte Gangräne*

Bei fortgeschrittenen Stadien kommt es zur Durchblutungsstörung mit umschriebener Nekrotisierung von der Haut und Weichteilen. Es werden trockene (Mumifikation) und feuchte Gangräne (infizierte Nekrose) unterschieden. Bei einer infizierten Nekrose liegt immer eine bakterielle Superinfektion vor. Das Gewebe zersetzt sich in eine schmierig, übelriechende Wunde. Es besteht die Gefahr einer aufsteigenden Infektion, was zum Verlust der gesamten Extremität oder zur Sepsis führen kann.

6.2.6 *Anamnese und Diagnostik*

Wichtig ist es, dass man ebenso die Vorgeschichte von den PatientenInnen kennt, denn diese beeinflusst zugleich die Krankheit und den Heilungsverlauf. Es wird die Familien- und Eigenanamnese erfragt, Gewohnheiten, ob der PatientInn Schmerzen oder Gefühlsstörungen hat, ob er Medikamente zu sich nimmt und so

weiter. Anschließend nach der befragten Anamnese wird der Arzt weitere Untersuchungen durchführen wie:

- Inspektion – es wird die auf die Wundlokalisations- und Beschaffenheit sowie Hautfarbe geachtet
- Palpation der Arterienpulse und auf die Temperaturdifferenz
- Knöchel – Arm – Druck – Index – Messung
- Doppler-, Duplexsonografie der arteriellen Gefäße
- Labordiagnostiken z.B.: Fettstoffwechsel, Blutzucker, Gerinnung
- Laufband zur Abklärung der noch möglichen beschwerdefreien Gehstrecke
- EKG – Abklärung von pathologischen Befunden
- Wundabstrich zur Ermittlung der Keimbesiedelung (Urban&Fischer, 2011,S.109).

6.2.7 Therapie

Bei allen arteriosklerotisch bedingten Wunden ist eine Abklärung der Durchblutung erforderlich. Dies erfolgt mittels Duplexsonografie oder einer digitaler Subtraktionsangiografie. Der Patient muss einer gefäßchirurgischen Behandlung zugeführt werden. Die Abheilung ist nur durch eine Optimierung der arteriellen Durchblutung zu erreichen.

6.2.7.1 *Therapie nach dem IRAN – Prinzip:*

I → Infektionskontrolle, Mumifizierung der Gangrän

R → Revaskularisation durch Ballondilatation oder Gefäßoperation

A → Amputation bzw. Nekrosenentfernung im infektionsfreien Stadium

N → Nachsorge der amputierten Extremität, zum Beispiel Wundbehandlung, Schuhwerk, Gefäßsport und beseitigen der Risikofaktoren

6.2.7.2 Therapie bei möglicher Revaskularisation:

- Invasive Therapie:
 - Ballonerweiterung oder Stenteinlage
 - Revaskularisation durch Bypass oder Patchtechnik
 - Nach erfolgreicher Revaskularisation wird ein chirurgisches Debridement gemacht
- Systemische Therapie:
 - Verbesserung der Durchblutung (konservativ, operativ/invasiv)
 - Begleitende medikamentöse Therapie eventuell Antibiotikagabe
 - Ausschaltung der Risikofaktoren
 - Gehtraining soweit es die Wundverhältnisse zulassen
- Lokale Therapie:
 - Wundreinigung, Nekroseabtragung
 - Wundbettsanierung durch phasengerechte Wundauflagen
 - Angepasste Hautpflege
 - Keine Kompressionstherapie, da diese zu einer weiteren Gefäßverengung führt
 - Druckreduzierung

Erforderlich ist, dass man in allen arteriosklerotisch bedingten Wunden eine Abklärung der Durchblutungssituation macht. Allgemein gilt für alle PatientenInnen mit arteriosklerotischen Ulzera:

- Keine Beinhochlagerung
- Keine Fußbäder bei trockenen Nekrosen, da dies die Entstehung einer feuchten Gangrän begünstigt
- Kein Kompressionsverband und kein Tragen von Antithrombosestrümpfen (Thieme, 2009, S.141).

6.3 Ulcus cruris mixtum

Diese Form vom Ulcus ist eine kombinierte Form von einer arteriellen und venösen Durchblutungsstörung. Dabei wird zuerst die arterielle Blutversorgung mit einer Bypassoperation oder einem interventionellen Verfahren verbessert. Anschließend erfolgt die konservative oder operative Therapie der venösen Ursachenkomponente durch Kompressionstherapie oder stadiengerechter Krampfaderoperation.



Abb. 5.: Ulcus cruris Mixtum (<http://www.dermis.net>, Schlögl, Kompressionsverband, Wundmanagement, 2013).



Abb. 6.: Ulcus cruris arteriosum (Schlögl, Kompressionsverband, Wundmanagement, 2013).

7 Low Level Laser

Das Laserlicht ist ein Licht mit besonderen Eigenschaften. Es kann sichtbares oder nicht sichtbares Licht sein, und ist auf Grund seiner physikalischen Eigenschaft sehr energiereich. Der hohe Energiegehalt und die besonderen Eigenschaften des Laserlichtes kann bei bestimmten Erkrankungen eine sehr gute therapeutische Wirkung erzeugen. Laser werden bereits seit über 40 Jahren in der Medizin eingesetzt. Am Anfang waren es nur Forschungsprojekte in großen Universitätskliniken, bis die Lasertherapie in den letzten Jahren zu einer weit verbreiteten und vielfältigen Therapieform, in vielen Bereichen der Medizin eingesetzt wurde.

7.1 Entwicklung der Lasergeräte

Als erstes möchte die Autorin erwähnen, dass sich der Begriff „Lasertherapie“ speziell zur alltäglichen Anwendung, in unserem Verständnis noch nicht ausreichend festgesetzt hat. Das Wort „Laser“ ist eine Abkürzung für Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation – also eine Lichtverstärkung durch induzierte Aussendung von Lichtstrahlen. Nun möchte ich ganz kurz in das Geschichtliche übergehen.

Bereits Anfang des neunzehnten Jahrhundert formulierte Albert Einstein das Arbeitsprinzip der stimulierenden Emission. Bereits 1923 machte der russische Biologe Gurwitsch beim Arbeiten mit Zellkulturen eine grundlegende Entdeckung. Nach den 60iger Jahren wurde der erste Laser gebaut, die Lasertechnik entwickelte sich in Riesenschritten vorwärts. Das erste Mal arbeitete der ungarischer Arzt E. Mester 1968 damit, bei der Behandlung einer chronischer Wunde (www.heltschl.at, 20.08.2013, 20:00). Da die rasche Entwicklung immer mehr Materialien zum Laser gebracht hatten, wurden die Anwendungsgebiete immer vielseitiger (J. BAHN – J. KÜBELBÖCK, 1997, S.9). Heute wird in der Medizin die Lasertechnik nicht nur für die externe Low Level Laser Therapie, sondern auch in Form von intravasaler Laserblutbestrahlung, der laserchirurgischen Therapie, der kosmetischen Lasertherapie, der Laser-Lithotripsie-Therapie, und weiteren Therapie Möglichkeiten angewendet (Wolfgang Bringmann, 2008, S.19).

7.2 Eigenschaften der Laserstrahlen

Eine Laserstrahlung ist von herkömmlicher Rotlichtstrahlung sehr leicht auseinanderzuhalten. Wenn man auf eine helle Fläche strahlt, so sieht man das Licht nicht ruhig und gleichmäßig, sondern als feinkörnige Strahlung. Ein Laserlicht ist:

- monochromatisch: das heißt, eine Laserquelle strahlt Licht immer nur in einer bestimmten Wellenlänge ab (z.B.: 670nm). Ein Tageslicht beinhaltet sämtliche Wellenlängen von UV – Strahlung bis Infrarotstrahlung
- kohärent: Die Lichtwellen der Laserstrahlen haben die gleiche Schwingungsperiode und es besteht keine Phasendifferenz zwischen den Schwingungen. Laserlicht besitzt daher eine sehr hohe Ordnung und ist sehr energiereich.
- parallel: Gaslaser, Festkörperlaser und fokussierte Halbleiterlaser, emittieren die Laserstrahlung parallel (punktförmig). Halbleiterlaser die nicht fokussiert sind, geben die Laserstrahlung divergent (flächig) ab.

7.3 Unterschied zwischen dem Hardlaser und Softlaser

In der Medizin unterscheidet man zwischen zwei große Gruppen von Lasergeräten anhand der Ausgangsleistung (in mW – Milliwatt oder W - Watt). Der Unterschied beiden Lasertypen ist die Wärmeentwicklung. Während Low Level Laser keine Wärme entwickeln und daher athermisch arbeiten, ist die Wirkungsweise der High Level Laser gerade die Wärmeentwicklung, die es ermöglicht, Gewebe zu schneiden oder zu koagulieren.

7.3.1 High Level Laser, Hardlaser

Hat eine Wellenlänge von 532 nm bis 3000 nm. Er besitzt eine Ausgangsleistung von 0,5 bis 50 Watt und hat eine Wirksamkeit durch thermische Effekte. Der Hardlaser wird vor allem eingesetzt zum Schneiden, Abtragen und Koagulieren. Es ist ein großes Standgerät, das oft mehrere Lasertypen integriert hat. Beispiele wie Farbstofflaser oder Neodym: YAG oder CO₂. Diese Laser werden im

medizinischen Bereich bei Operationen verwendet, um Gewebe zu schneiden, oder zu koagulieren wie zum Beispiel bei der Netzhautablösung oder bei Operationen bei denen Blut vermieden werden muss, wo es auf millimetergenauen Schnitt ankommt.

7.3.2 Low Level Laser Softlaser:

Dieser besitzt eine Wellenlänge von 635 bis 690 nm (sichtbar) und 780 bis 940 nm (Infrarot) und er hat eine Ausgangsleistung von 5 bis 500 Milliwatt. Dieser Laser wirkt ausschließlich durch athermische Effekte. Seine Einsatzgebiete tragen zur Schmerzbehandlung und zur Entzündungshemmung bei. Sie sind meist kleine, batteriebetriebene Handgeräte und oft nur ein Lasertyp. Die Softlaser besitzen eine flächige oder punktförmige Abstrahlung wie zum Beispiel der Diodenlaser oder he-ne-Laser. Die Low Level Laser können das Gewebe nicht verletzen (außer das Auge), sie führen aber bei ausreichender Bestrahlung zu vielfältigen Reaktionen im Gewebe. Dabei ist interessant, dass Zellen der Körperabwehr, sogenannte Makrophagen selbst beim abgestorbenen Zellmaterial ein schwaches Lichtsignal abgeben, dessen Wellenlänge im Bereich von ca. 600 nm liegt. Die Informationsweitergabe im Körper durch Lichtsignale ist keine Erfindung der Technik, sondern ein natürlicher Weg.

7.4 Unterschied zwischen sichtbare und infrarote Laserstrahlen

Die sichtbare Laserstrahlung liegt im Wellenbereich von 400 bis 700 nm und wird bei einer Wellenlänge von 670 nm als intensives, rotes Licht vom Auge wahrgenommen. Infrarote Laserstrahlung ist dagegen unsichtbar ab einer Wellenlänge von > 700nm. Der Vorteil von sichtbarer Laserstrahlung ist die genaue Abgrenzung und Sichtbarkeit des Bestrahlungsfeldes. So kann man exakt die Strahlform auf das Wundareal geben. Bei den infraroten Lasergeräten wird über ein Positionslicht der ungefähren Bestrahlungsbereich angezeigt, man kann jedoch nicht die Strahlform erkennen. In der Behandlung von entzündlichen Erkrankungen und Verbrennungen kann infrarote Laserstrahlung Nachteile bei der Behandlung bringen. Da Infrarotstrahlung eigentlich Wärmestrahlung ist, kann es bei der Bestrahlung zu einer Erwärmung im Bestrahlungsbereich kommen, und dies ist bei Entzündungen und Verbrennungen kontraindiziert.

Softlasergeräte im sichtbaren Wellenlängenbereich geben keinerlei Infrarotstrahlung ab und verursachen daher bei richtiger Anwendung auch keine Erwärmung des bestrahlten Areals. Es können mit Softlasergeräten im sichtbaren Wellenlängenbereich daher auch gefahrlos Implantate wie künstliche Gelenke, Schrauben oder Fixierplatten bestrahlt werden, da es zu keiner Erwärmung und Ausdehnung kommt.

7.5 Bestrahlungsdosis

Die Energiemenge, die durch die Laserbestrahlung auf die Haut aufgebracht wird, wird als Bestrahlungsdosis oder Energiedichte bezeichnet. Sie wird in Joule/cm² angegeben. Sie hängt von der zu behandelnden Indikation ab und wird vom Arzt festgelegt, die Laserleistung wird durch das jeweilige Gerät vorgegeben. Grundsätzlich gilt: Je größer die Laserleistung, desto kürzer die Zeit, in der eine vorgegebene Bestrahlungsdosis erreicht wird. Da aber keine Wärme produziert werden soll, kann die Ausgangsleistung nicht beliebig erhöht werden. Die Bestrahlungszeit muss daher berechnet werden, dies möchte die Autorin mittels Beispiel erklären:

- Hat die Wunde eine Fläche von 10cm² wird mit einem 30 mW Laser bestrahlt, die aufzubringende 1Joul/cm²
- Berechnung der Bestrahlungszeit = Dosis x Fläche / Laserleistung in Watt = $1\text{J/cm}^2 \times 10\text{cm}^2 / 0,03\text{ W}$ sind 333,3 Sek also 5,55 Minuten

Das heißt, die Bestrahlungszeit ist umso kürzer, je höher die Ausgangsleistung ist, je kleiner die Bestrahlungsdosis ist und je kleiner die bestrahlte Fläche ist.

Die Leistungsdichte ist ein Maß für die abgegebene Laserleistung pro Flächeneinheit (in cm²) und wird durch die Ausgangsleistung des Lasergerätes und die Fläche des Laserstrahles berechnet. Je kleiner die Fläche des auf der Haut auftreffenden Laserstrahles, desto höher ist die Leistungsdichte an diesem Punkt. Leistungsdichten von über 500 mW/cm² können zu Gewebsschädigungen führen.

7.6 Reaktionen beim Auftreffen eines Laserstrahles

1. Reflexion: Es dringen bis zu 20% der Strahlung nicht in das Gewebe ein, sondern werden reflektiert. Die geringste Reflexion tritt bei senkrechter Bestrahlung auf. Die Reflexion wird bei jeder Gewebsschicht wiederholt, so dass das Ausmaß der Gesamtreflexion auch von der Zusammensetzung des Gewebes abhängt. Das heißt, je mehr verschiedene Gewebsschichten, desto mehr Reflexion und weniger Energie dringen in die Tiefe ein.
2. Streuung: Entsteht durch die Brechung und Reflexion im Gewebe. Man erkennt es sehr gut am helleren Ring um den zentralen Bereich des Laserlichts. Ebenso gilt hier, je größer die Streuung desto geringer ist die Tiefenwirkung.
3. Absorption: Die Lichtenergie wird im Gewebe aufgenommen und erzeugt biochemische und bioelektrische Wirkung. Wärme ist bei dem Low Level Laser nicht erwünscht und tritt nur bei Infrarotlaser mit hoher Ausgangsleistung auf. Die Absorption erfolgt in den obersten Hautschichten. Laser mit höheren Ausgangsleistungen haben eine höhere biologische Wirkung pro Zeiteinheit, das heißt, es werden mehr Photonen ins Gewebe transportiert. Dadurch dass sich der Laserstrahl unmittelbar nach dem Eintreten in das Gewebe divergiert, verringert sich die Leistungsdichte. Die ausgelösten Prozesse des Laserlichtes können im Gewebe bis einige Zentimeter tief reichen (bis zu 5 cm).

7.7 Die Biologische Wirkung der Low Level Lasertherapie

Das rote Laserlicht vermag durch die hohe Durchlässigkeit der Haut für diese Wellenlänge, seine Wirkung auch in den tiefer gelegenen Hautschichten zu entfalten. Das Licht wird dort absorbiert und führt zu einer Kette biochemischer Reaktionen. Der Laser reguliert, stimuliert und normalisiert die Zelltätigkeit und verbessert den interzellulären Informationsaustausch. Bei der Lasertherapie wird dem Organismus monochromatisches und kohärentes Licht zugeführt. Dadurch schwingen sich die Zellen wieder auf ein geordnetes Niveau ein und der Organismus wird wieder in einen Zustand der Ordnung geführt. Das Immunsystem

wird durch die Strahlen beeinflusst und der Heilungsprozess wird durch den Organismus eingeleitet. Es kommt zu:

- Förderung der Energiegewinnung und Energiebereitstellung in der Zelle
- Aktivierung des Zellstoffwechsels und der Teilungsrate von Bindegewebszellen
- Schnellere Bildung von Bindegewebsfasern
- Beeinflussung von Substanzen im Körper (Histamin oder Serotonin), die in der Entzündungsreaktion und der Schmerzentstehung eine große Rolle spielen
- Förderung der Phagozytose, das heißt, dass der Abbau von geschädigtem Gewebe gefördert wird
- Entzündungshemmung durch Förderung der Bildung körpereigene, entzündungshemmende Stoffe.

Daher sind die Folgen einer Laserbestrahlung, dass es zur Schmerzlinderung und Entzündungshemmung kommt. Weiteres kommt es zur Verminderung von Ödemen und Schwellungen, und das Infektionsrisiko wird vermindert. Somit wird die ganze Wundheilung beschleunigt (Heltsch, 2008, S.7).

7.8 Einsatzmöglichkeiten des Low Level Lasers

Es gibt sehr viele Einsatzmöglichkeiten des Lasers, die Autorin wird nur kurz einige Anwendungsgebiete aufzählen, und nur auf die Dermatologie eingehen, denn ansonsten würde es über den Rahmen der Projektarbeit gehen. Somit zeige ich eine kleine Liste der Anwendungsgebiete auf:

- Dermatologie: Ulcus cruris, Dekubitus, Herpes zoster, Verbrennungen, Nachbehandlungen bei Hauttransplantationen
- Orthopädie: Stumpfschmerzen, Phantomschmerzen, Arthrose, Arthritis, postoperative Wundbehandlungen wie Keloide, Hämatome, Lumbalgie, Ischialgien

- Sportmedizin: Prellungen, Zerrungen, Verstauchungen, Muskelfaserverletzungen
- Gynäkologie, Geburtshilfe und Urologie: wunde Mamillen, Mastitis bei Stillenden, Kaiserschnittnarben, Operationsnarben, Dammschnitt, Schleimhautentzündungen und Harnwegsinfektionen
- HNO: Mittelohrentzündungen, Nebenhöhlenentzündungen, Stirnhöhlenentzündungen, starker Schnupfen mit bakterieller Infektion, Tinnitusbeschwerden
- Chirurgie: Narbenbehandlung, Entzündungen aller Art, Wundheilungsstörungen, Schmerzbehandlung
- Neurologie: Migräne, Behandlung chronischer Schmerzzustände, Nadelersatz zur schmerzlosen und aseptischen Körper- und Ohrakupunktur
- Zahnheilkunde: Prothesendruckgeschwür, Aphten, Parodontosebehandlung und Prophylaxe, zur Keimreduktion bei parodontalen Erkrankungen
- Man kann die Laserstrahlen genauso in der Kinderheilkunde und in der Veterinärmedizin einsetzen (Heltsch, 2008, S.8).

7.9 Laserstimulation bei Ulcus cruris arteriosum

Wie bereits in meiner Arbeit erwähnt, handelt es sich um ein Unterschenkelgeschwür, das aufgrund von einer arteriellen Durchblutungsstörung entsteht. Bereits 1988 berichtet ILIEV und weitere wie LUNDEBERG et al. 1991, TELFER et al. 1994, SKORIC et al. 1998, SIRIANO 1998, MESTER et al. 2000, SIMUNOVIC et al. 2000, TUNER et al. 2002 und MARTIN 2004 von einem wirkungsvollen Einsatz der Lasertherapie beim Ulcus cruris arteriosum.

7.9.1 *Laserstimulation*

- Die Laserbestrahlung verstärkt die periphere, lokale Mikrozirkulation in der geschädigten Region

- Ebenso aktiviert es den gestörten zellulären Stoffwechsel und fördert somit die Geweberegeneration
- Weiteres beschleunigt es die Granulation und die Epithelisation
- Die Lasertherapie dämpft eventuelle bestehende entzündliche lokale Hautprozesse
- Genauso stabilisiert es den Hautstoffwechsel und die dermale Abwehrfähigkeit und damit die mechanische Belastbarkeit der Epidermis

Behandlungsempfehlung lt. Bringmann 2008: Als erstes muss der Wundrand und der Wundgrund gründlich gereinigt werden um den Energieverlust so gering wie möglich zu halten. Vor der direkten Wundbestrahlung sollte eine Lymphbahnaktivierung durchgeführt werden(vgl. Begriffserklärung). Die Methode der Wahl ist, dass man eine Flächenbestrahlung um das Ulkus macht, dabei ist darauf zu achten, dass der Laserapplikator einen Direktkontakt mit dem Wundgrund erreicht. Natürlich richtet sich der Behandlungsumfang nach der Größe des Ulkus und nach dem Ausprägungsgrad der peripheren Durchblutungsstörung. Voraussetzung für die Lasertherapie ist, dass immer die Behandlung der Grunderkrankung im Vordergrund steht (Bringmann, 2008, S.207, 208).

7.10 Laserbehandlung bei Ulcus cruris venosum

Ebenso beim Ulcus cruris venosum bestätigen zahlreiche Publikationen die unterstützende und geweberegenerative Wirkung einer Lasertherapie beim Ulcus cruris venosum. Berichtet werden sie von ILIEV 1988, LIEVENS 1988, SUGRUE et al. 1990, MATSUMURA et al. 1992, KLEINMANN 1996, SIRIANO 1998, KUBOTA 1998, SKORIC et al 1998, LICHTENSTEIN1999, SCHINDL et al. 1999, FLEMMING et al 1999, SIMUNOVIC et al 2000, MESTER et al 1976, TUNER et al 2002 und MARTIN 2004.

7.10.1 *Laserstimulation*

- Es erweitert die venöse und lymphatische Mikrozirkulation
- Weiteres verstärkt es die arterielle zelluläre Versorgung der dermalen Zellstruktur
- Beschleunigt die antiödematösen Prozesse zur Ödemabschwemmung
- Es hemmt die antiphlogistischen Prozesse bei einer Begleitdermatitis
- Und es fördert die zelluläre Regeneration und die Reepithelisationsprozesse

Die Behandlungsempfehlung von Bringmann ist dieselbe wie beim Ulcus cruris arteriosum. Es ist auch beim Ulcus cruris venosum das Wichtigste, dass man die Grunderkrankung behandelt, und natürlich gehört zu einer guten Wundheilung ein exakter Wundverband, damit die Wunde gut heilen kann (Bringmann, 2008, S211, 212).

7.11 Kontraindikationen

Wenn man das breite Anwendungsspektrum der Lasertherapie in der Medizin beachtet, so kann man davon ausgehen, dass es sich prinzipiell um eine risikoarme Behandlungsform handelt. Trotzdem gibt es einige Situationen wo man von einer Lasertherapie absehen sollte.

- Keine Lasertherapie ohne Diagnose
- Es darf nicht im Auge gelasert werden
- Kein Einsatz bei Muttermale, Melanomen oder Tumoren
- Ebenso sollten die Keimdrüsen wie Hoden oder Eierstöcke nicht gelasert werden
- Vorsicht bei Schwangeren vor allem im Unterbauch und Lendenbereich
- Bei Fehlfunktionen der Schilddrüse

- Wenn jemand einen Herzschrittmacher trägt, sollte es immer mit dem Kardiologen abgesprochen werden (<http://hebammenpraxis.sprung.at>, 01.09.2013, 16:41)

Bei der Lasertherapie gibt es absolute Kontraindikationen wo jegliche Laserbestrahlung vermieden werden muss. Da sich die Symptomatik verschlechtern bzw. die Dynamik der Erkrankung forcieren kann. Dazu zählen:

- Hauterkrankungen im akutem Schub, wie Lupus erythematodes oder Hauttuberkulose
- Nach einer Therapie mit Zytostatika oder nichtsteriodalen Immunsuppressiva
- Präkanzerosen und Malignome
- Offene Fontanellen bei Kleinkindern bis zum vollendeten 2. Lebensjahr
- Unbehandelte Epilepsie (Bringmann, 2008, S.438, 439).

Bringmann beschreibt noch mehrere absolute und relative Kontraindikationen. Die Autorin möchte nicht weiter auf dieses Thema eingehen, da der Umfang für die Projektarbeit zu groß würde.

7.12 Nebenwirkungen der Lasertherapie

Nebenwirkungen der Lasertherapie sind in klinischer Ausprägung sehr gering und flüchtig. Meist werden die Nebenwirkungen übersehen, da sie teilweise nicht spürbar und praktisch athermisch sind. Allerdings sollte man jede noch so unbedeutende Nebenwirkung ernst nehmen. Bringmann beschreibt akute (Minuten bis Stunden) und chronische (Stunden bis Tage) Nebenwirkungen. Dazu gehören Müdigkeit, Schwindel, erhöhte Transpiration, Hyperpigmentation, Parästhesie, lokale und fortgeleitete Schmerzen und Gewebespannungen (Bringmann, 2008, S.441)

7.13 Sicherheitsmaßnahmen

Wenn der Laser im Betrieb ist, muss ein Warnhinweis erkennbar sein, am besten ist es, wenn man ein Schild vor die Tür hängt. Wichtig ist es, dass bei der Anwendung die Augen geschützt werden, das gilt für den Anwender und Therapiehabenden. Spezielle Brillen sorgen für einen sicheren Schutz der Augen. Trifft das Licht direkt auf die Iris werden irreversible Schäden verursacht, die bis zur Erblindung führen kann. Es soll nur der Behandelte im Raum sein, alle anderen Personen sollten den Bereich verlassen.

Die Autorin würde gerne mehr über das Thema Low Level Laser erfassen, doch es würde die Projektarbeit überschreiten. Daher konnte ich einige Punkte die ich gerne in meiner Arbeit erfasst hätte, nicht angeben. Daher empfehle ich zwei Bücher die ausreichende Information über das Thema Low Level Laser bringen. Das Buch von Wolfgang Bringmann und von J. Bahn – J. Kübelböck. Weitere Informationen können siemeiner Literaturangabe entnehmen.

8 Resümee

Anhand dieser Projektarbeit versuchte die Autorin einen Einblick über das Thema Ulcus cruris zu gewährleisten. Im speziellen wurde die Lasertherapie kurz erörtert.

Da die Lebensqualität des Patienten an erster Stelle steht, sollte vor Beginn einer pflegerischen Behandlung mit der Low Level Lasertherapie ein ausführliches Patientengespräch durchgeführt werden. Weiteres ist es auch wichtig, dass man bei einem Verbandwechsel Schritt für Schritt einfach erklärt, so dass der Patient folgen kann. Denn es ist nicht zu vergessen, dass der Patient im Vordergrund steht.

Wichtig ist es, dass das Ulcus genauestens beurteilt werden muss. Dazu gehört die Wundumgebung, der Wundrand, der Wundgrund und das Wundexsudat. Ebenso relevant ist, dass man auf die Infektzeichen acht gibt. Wundgröße/-fläche/-tiefe sowie Taschenbildungen/Fisteln dürfen nicht vergessen werden.

Die Verfasserin dieser Arbeit findet ebenso, dass die Therapie mit dem Low – Level – Laser auch zur Unterstützung der Pflege gesehen werden sollte. Denn durch die schnellere Abheilung wird eine Steigerung der Lebensqualität bei den Patienten erreicht. Durch konsequenten Einsatz können Verbandstoffe und ebenso Pflegezeit eingespart werden.

Die Autorin konnte an ihrem Arbeitsplatz feststellen, dass die Lasertherapie bei den Bewohnern gut angenommen wird. Eine gute Kombination zwischen moderner Wundversorgung und Lasertherapie ermöglicht es, die Wunde schneller heilen zu lassen und das Wohlbefinden und die Lebensqualität des Patienten zu steigern. Als Nachteil möchte die Verfasserin ausführen, dass die Erstanschaffung eines Low-Level-Lasers ca. 2.402,50 Euro kostet, aber bei einer intensiven Nutzung kann das Gerät einen Ertrag erbringen.

Und man muss bedenken, dass die Lebensqualität aller dadurch erheblich gesteigert wird, dass man sich mit dem Patienten befassen kann und Ihnen mehr Zeit und Aufmerksamkeit schenkt

9 Zusammenfassung

Zusammenfassend möchte die Verfasserin dieser Arbeit betonen, dass die Pflege von chronischen Wunden eine besondere Herausforderung im Pflegealltag darstellt. Das Ziel der modernen Wundversorgung ist, dass die Wunde schnellstmöglich verheilt und der Patient seinen Alltag wieder selbstbestimmen kann.

Mit dem Begriff Ulcus cruris versteht man in der Medizin einen Substanzdefekt im Gewebe des Unterschenkelbereiches, häufig wird es auch im Volksmund als „Geschwür“ bezeichnet. Hauptsächlich betroffen sind ältere Menschen, vor dem 40. Lebensjahr kommt das Ulcus cruris kaum vor. Häufiger betroffen sind Frauen als Männer. Das Ulcus Cruris ist keine Diagnose sondern das Symptom einer zugrundeliegenden Pathologie. Beim Ulcus cruris gibt es 3 Formen. 72% der Ulcera ist das Ulcus cruris venosum, dass durch eine chronisch venöse Insuffizienz entsteht. Es befindet sich am häufigsten im Bereich des Innenknöchels, sehr selten auch am Außenknöchel oder zirkulär um den Unterschenkel. Am Anfangsstadium ist es relativ flach und der Wundgrund schmierig-eitrig belegt. 8% entstehen von einer arteriellen Verschlusskrankheit dies zum Ulcus cruris arteriosum führt. Dies befindet sich typischerweise an der Unterschenkelaußenseite, es weist ausgestanzte Ränder auf und schmerzt in der Regel sehr stark. Immerhin belegen Studien, dass bei 14% eine Kombination aus chronischer Venenschwäche und einer arteriellen Verschlusskrankheit zu einer gemischten Form des Ulcus führt.

Als nächsten Schritt möchte die Autorin noch kurz die Laser Therapie zusammenfassen. Laser bedeutet: light, amplification by simulated emission of radiation und bedeutet übersetzt: Lichtverstärkung durch Strahlenstimulation. Es gibt drei Klassen, den Soft- Mid- und Hardlaser. Am häufigsten werden die athermischen Laser verwendet. Diese werden nicht heiß und somit werden sie auch in der Naturheilkunde eingesetzt. Der thermische Hard – Laser wird nur in der ärztlichen Chirurgie verwendet. Die Wirkungsweise ist von dem Lasermedium, der Wellenlänge, der Lichtenergie, der Arbeitsweise sowie der Auswahl der Therapiefrequenzen abhängig. Der Laser wirkt wie ein Biostimulator, das heißt, es

werden biochemische Reaktionen freigesetzt wie zum Beispiel Histamin und Serotonin. Zusätzlich kommt es zu einer Beschleunigung von enzymatischen Vorgängen. Weiteres wird die Zellernährung und die Sauerstofflage im Gewebe verbessert. Außerdem kann es mit der Anwendung vom Laser zur Schmerzlinderung und Abschwellung kommen. Anwendungsmöglichkeiten der Lasertherapie sind sehr vielfältig, man kann ihn in der Dermatologie, Orthopädie, Sportmedizin, Chirurgie und noch an vielen Bereichen einsetzen.

Eine Persönliche Beobachtung der Autorin bei der Anwendung von Low-Level-Lasertherapie bei Wundbehandlungen ist, dass die Wunde schneller granuliert. Somit ist eine bessere Wundheilung gewährleistet. Ebenso dient die Lasertherapie dem körperlichen und seelischen Wohlbefinden.

10 Schlüsselwörter

Chronische Wunde

Moderne Wundversorgung

Ulcus cruris venosum

Ulcus cruris arteriosum

Ulcus cruris mixtum

Lasertherapie

Wundheilung

11 Literaturverzeichnis

Kerstin Protz (2011), 6. Auflage, Moderne Wundversorgung, Elsevier Urban&Fischer

Prof. Dr. med. Joachim Dissemund (2012), 2. Erweiterte und vollständige überarbeitete Auflage, Blickdiagnose Chronischer Wunden, by Viavital Verlag GmbH

Voggenreiter/Dold (2009) Wundtherapie 2. überarbeitete Auflage, Thieme

J. Bahn – J. Küblböck (1997) Laserstrahlen in der Akupunktur, Verlag Wilhelm Maudrich Wien – München – Bern

Wolfgang Bringmann (2008) Low Level Laser Therapie, 4. Auflage

Eva-Maria Panifil, Gerhard Schröder (2010) Pflege von Menschen mit chronischen Wunden, 2 durchgesehene und ergänzte Auflage, Verlag Hans Huber

Nicole Menche (2007) Biologie, Anatomie, Physiologie, 6. Auflage, Urban & Fischer Verlag

Liliane Juchli (2004) Pflege, Professionalität erleben, 10. überarbeitete Auflage, Georg Thieme Verlag

deGruyter (2007) Klinisches Wörterbuch, Pschyrembel, 261. Auflage

Florian Kreidl (2013) Hautpflege – Wundmanagement Skript

Marianne Hintner (2013) Chronische Wunden – Wundmanagement Skript

P. Emberger (2008), Wundmanager im Pflegewerk Berlin
www.wundplattform.com/images/DNQP/pe-es-wu.pdf

Diana Lichtenstein (2010), Modernes Wundmanagement, Qualitätsentwicklung in der Pflege von Menschen mit chronischen Wunden
www.oths.univie.ac.at/10032/1/2010-05-17_9650383.pdf

Gabriele Sprung hebammenpraxis.sprung.at/pdf/laser-artikel.pdf

Heltschl (2008) www.heltschl.at/rtc-heltschl/661

Rita Schichtl-Storf, Wundmanagement Tirol, www.wundmanagement-tirol.at/Vortraege/Unterstuetzende-Behandlung-durch-Low-Level-Laser-Therapie-in-der-chronischen-Wundbehandlung.htm

12 Abbildungsverzeichnis

Abb. 2: Sonnenstrahl.....	Dankseite
Abb 2.: 3 Schichten Haut.....	5
Abb. 3: Schutzfunktionen der Haut.....	9
Abb 4.: Ulcus cruris venosum.....	16
Abb. 5.: Ulcus cruris Mixtum.....	21
Abb. 6.: Ulcus cruris arteriosum.....	21

13 Weiterführende Literatur

Die Autorin möchte folgende wissenschaftliche Arbeiten die die Wirkungsweise der Low Level Laser Therapie beschreiben angeben. Es ist nur ein kleiner Auszug aus einer Vielzahl von positiven Studien die in den letzten Jahren ausgearbeitet wurden. Diese weiterführende Literatur wurde von Heltschl Medizintechnik übernommen:

D. Lichtenstein, B. Morag	Low Level Laser Therapy in Ambulatory Patients with Venous Stasis Ulcers
M. Hirschl, R. Katzenschlager u.a.	Double-blind, randomised, placebo controlled low level laser therapy study in patients with primary Raynaud`s phenomenon
B. Bednar, E. Unterberger	Lasertherapie bei wunden Mamillen
Karu T.	Photobiology of Low-Power Laser Effects
Mester E., Mester A., Mester A.	The Biomedical Effects of Laser Application
Mester E.	Laser Stimulation of Wound Healing
Rochkind S.	Systemic Effects of Low-Power Laser Irradiation on the peripheral and CentralNervous System, Cutaneous Wounds and Burns
Stadler I., Evans R., Kolb B., u.a.	In Vitro Effects of Low-Level-Laser Irradiation at 660 nm on Peripheral Blood Lymphocytes
A. Schindl, R. Neumann	Low-Intensity Laser Therapy is an Effective Treatment for Recurrent Herpes Simplex Infection
Moore K.	Laser Therapy in Post Herpetic Neuralgia
Moore K.	The Effect of Infra-Red Diode Laser Irradiation on the Duration and Severity of Postoperative Pain: A Double Blind Trial
Bucek R.	Kurze Zusammenfassung über Laserakupunktur

14 Empfehlende Bücher

W.Bringmann	Lasertherapie – Licht kann heilen
J. Bahn – J. Küblböck	Laserstrahlen in der Akupunktur
P.J. Pöntinen	Laser in der Akupunktur

Georg Thieme Verlag	Wundtherapie
Eva-Maria Panfil, Gerhard Schröder	Pflege von Menschen mit Chronischen Wunden
Kerstin Protz	Moderne Wundversorgung
Viavital	Blickdiagnose Chronische Wunden

15 Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Projektarbeit von mir selbst mit Unterstützung von Büchern und Internetadressen verfasst wurde. Die angegebenen Quellen habe ich als Hilfsmittel verwendet. Außerdem habe ich die Reinschrift der Arbeit einer Korrektur unterzogen.

Ort, Datum

Martina Aigner