

Aus der Klinik für Anaesthesiologie
der Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. B. Zwißler



**Elektro- physiologische Untersuchungen über den Einfluss
chirurgischer Eingriffe auf den elektrischen
Hautwiderstand im Bereich von Akupunkturpunkten**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Vorgelegt von
Daniela Zaps
aus Konstanz

2010

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. Dominik Irnich

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. Kathrin Giehl

Priv. Doz. Dr. Stefanie Förderreuther

Mitbetreuung durch den
promovierten Mitarbeiter: Dr. med. Sybille Kramer

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 15.04.2010

Meinen Eltern gewidmet

INHALT

Abkürzungsverzeichnis.....	4
Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis.....	6
Diagrammverzeichnis.....	7
1 EINLEITUNG	8
2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN.....	10
2.1 DIE HAUT.....	10
2.1.1 Anatomie der Haut	10
2.1.2 Physiologie der Haut	12
2.1.3 Der elektrische Widerstand der Haut	12
2.2 GRUNDLAGEN ZUR AKUPUNKTUR UND DEN AKUPUNKTURPUNKTEN	15
2.2.1 Geschichte und Entwicklung der Theorie der Akupunktur.....	15
2.2.2 Klinische Akupunkturforschung	18
2.2.3 Neurobiologische Grundlagen der Akupunktur	19
2.2.3.1 Lokale/ Segmentale Wirkung der Akupunktur	19
2.2.3.2 Systemische/ Zentrale Wirkung der Akupunktur.....	20
2.2.4 Akupunkturpunkte.....	21
2.2.4.1 Anatomie von Akupunkturpunkten.....	21
2.2.4.2 Lokalisation der Akupunkturpunkte.....	23
2.3 GRUNDLAGEN DER ELEKTRIZITÄTSLEHRE.....	24
2.3.1 Ladung, Strom und Spannung	24
2.3.2 Der elektrische Widerstand	25
2.3.3 Gleich- und Wechselspannung.....	26
2.4 HAUTWIDERSTANDSVERÄNDERUNGEN AN AKUPUNKTURPUNKTEN	26
2.4.1 Messgeräte und Hautwiderstandsmessungen an Akupunkturpunkten.....	26
2.4.2 Vergleichende Studien	28
3 FRAGESTELLUNG	32

4	PATIENTEN, MATERIAL UND METHODEN	33
4.1	PATIENTEN- UND PROBANDENKOLLEKTIV	33
4.1.1	Einschlusskriterien	34
4.1.2	Ausschlusskriterien	35
4.1.3	Patienteninformation und Einverständniserklärung	35
4.1.4	Ethik	36
4.2	MATERIAL	36
4.2.1	Messanordnung	36
4.2.2	Schaltskizze	37
4.2.3	Sensorprinzip	38
4.2.4	Datenerhebung und – verarbeitung	39
4.2.5	Verwendetes Material	39
4.2.6	Umgang mit potentiellen Einflussfaktoren	40
4.3	METHODEN	41
4.3.1	Messpunkte	41
4.3.1.1	Magen (Ma) 38 („Tiaokou“)	41
4.3.1.2	Gallenblase Gb 34 („Yanglingquan“)	42
4.3.2	Studiendesign	43
4.3.3	Messvorgang	45
4.3.4	Lokalisation der Akupunkturpunkte	47
4.4	STATISTIK	48
5	ERGEBNISSE	50
5.1	PATIENTEN- UND PROBANDENCHARAKTERISTIKA	50
5.1.1	Demographische Daten und Zusammensetzung der einzelnen Gruppen	50
5.1.1.1	Schultergruppe	50
5.1.1.2	Hüftgruppe	51
5.1.1.3	Kontrollgruppe mit operativem Eingriff	52
5.1.1.4	Kontrollgruppe ohne operativen Eingriff	53
5.1.2	Nicht verwertbare Messungen	54
5.2	ERGEBNISSE DER HAUTWIDERSTANDSMESSUNGEN	55
5.2.1	Messergebnisse bei Schulter-Operationen	55
5.2.2	Messergebnisse für Hüft- Operationen	57
5.3	AUSWERTUNG HINSICHTLICH VERSCHIEDENER EINFLUSSFAKTOREN	59

5.3.1	Seite des operativen Eingriffs	59
5.3.1.1	Ma 38 bei der Schultergruppe	59
5.3.1.2	Gb 34 bei der Schultergruppe.....	60
5.3.1.3	Gb 34 bei der Hüftgruppe.....	61
5.3.2	Schmerzintensität	63
5.3.2.1	Ma 38 bei der Schultergruppe	63
5.3.2.2	Gb 34 bei der Schultergruppe.....	64
5.3.2.3	Gb 34 bei der Hüftgruppe.....	65
5.3.3	Anästhesieverfahren	66
5.3.3.1	Ma 38 bei der Schultergruppe	66
5.3.3.2	Gb 34 bei der Hüftgruppe.....	67
5.4	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	68
6	DISKUSSION	69
6.1	FRAGESTELLUNG UND WICHTIGSTE ERGEBNISSE	69
6.2	HAUTWIDERSTANDSMESSUNGEN	69
6.2.1	Probanden- / Patientenkollektiv	72
6.2.2	Untersuchte Akupunkturpunkte	72
6.2.3	Messsystem und Messvorgang.....	73
6.2.4	Einflussfaktoren	76
6.2.4.1	Einfluss anästhesiologischer Verfahren	76
6.2.4.2	Einfluss der Schmerzintensität	77
6.2.4.3	Einfluss der Seite des operativen Eingriffs	77
6.3	AUSBLICK	78
7	ZUSAMMENFASSUNG	80
8	LITERATURVERZEICHNIS	82
9	ANHANG	89
10	DANKSAGUNG	95
11	CURRICULUM VITAE	96

Abkürzungsverzeichnis

AP	Akupunkturpunkt
EBM	Evidence Based Medicine
fMRT	funktionelle Magnetresonanztomographie
HW	Hautwiderstand
NaCl	Natrium Chlorid
NSE	Neuronen-spezifische Enolase
OAP	organ projection area
PET	Positronen-Emissions-Tomographie
TCM	Traditionelle Chinesische Medizin
TEP	Totalendoprothese
VAS	Visuelle Analog Skala

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schichten der Haut.....	10
Abbildung 2:	Schichten der Epidermis.....	11
Abbildung 3:	Verlauf des Magen- Meridias entlang des Körpers.....	16
Abbildung 4:	Theorie der fünf Wandlungsphasen.....	17
Abbildung 5:	Das chinesische Körpermaß „Cun“ nach Lehre der Akupunktur...	23
Abbildung 6:	Beispiel eines Messgriffels zu Bestimmung des elektrischen Hautwiderstände an Akupunkturpunkten.....	27
Abbildung 7:	Das Hautwiderstandsmessgerät DOT64-V.2.....	36
Abbildung 8:	Schaltskizze zur Leitfähigkeitsmessung am Menschen.....	37
Abbildung 9:	Qualitativer zeitlicher Verlauf der Potenzialdifferenz an 2 örtlich verschiedenen Messpunkten.....	38
Abbildung 10:	Lokalisation des Akupunkturpunktes Ma 38 („Tiaokou“).	42
Abbildung 11:	Lokalisation des Akupunkturpunktes Gb 34, („Yanglingquan“) ...	43
Abbildung 12:	Studiendesign.....	44
Abbildung 13:	Auflegen des Messarray auf die Haut im Bereich des AP.....	45
Abbildung 14:	Markierung des Messareals nach durchgeführter Messung.....	47
Abbildung 15:	Lokalisation und Markierung des Akupunkturpunktes im Messareal durch einen erfahrenen Akupunkuter.....	47
Abbildung 16:	Zuordnung des Akupunkturpunktes zu den Elektroden des Messarrays.....	48
Abbildung 17:	Beispiel eines AP unter den Elektroden.....	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Postulierte Eigenschaften der Akupunkturpunkte.....	22
Tabelle 2:	Einschlusskriterien.....	34
Tabelle 3:	Ausschlusskriterien.....	35
Tabelle 4:	Verwendetes Material.....	39
Tabelle 5:	Exogene und endogene Einflussfaktoren auf den Hautwiderstand.....	41
Tabelle 6:	Alters- und Geschlechtsaufteilung der Patienten der Schultergruppe.....	50
Tabelle 7:	Zusammensetzung der Schultergruppe.....	51
Tabelle 8:	Zusammensetzung der Hüftgruppe.....	51
Tabelle 9:	Alters- und Geschlechtsaufteilung der Patienten der Hüftgruppe.....	52
Tabelle 10:	Alters- und Geschlechtsaufteilung der Patienten der Kontrollgruppe mit operativem Eingriff.....	52
Tabelle 11:	Alters- und Geschlechtsaufteilung der Probanden der gesunden Kontrollgruppe für Ma 38.....	53
Tabelle 12:	Alters- und Geschlechtsaufteilung der Probanden der gesunden Kontrollgruppe für Gb 34.....	53
Tabelle 13:	Ausgeschlossene Messungen.....	54
Tabelle 14:	Ergebnisse der Messungen an Ma 38.....	56
Tabelle 15:	Ergebnisse der Messungen an Gb 34.....	58
Tabelle 16:	Ergebnisse in Abhängigkeit von der Op-Seite bei der Schultergruppe an Ma 38.....	60
Tabelle 17:	Ergebnisse in Abhängigkeit von der Op-Seite bei der Schultergruppe an Gb 34.....	61
Tabelle 18:	Ergebnisse in Abhängigkeit von der Op-Seite bei der Hüftgruppe an Gb 34.....	62
Tabelle 19:	Messergebnisse an Ma 38 bei der Schultergruppe in Abhängigkeit der Schmerzintensität.....	63
Tabelle 20:	Messergebnisse an Gb 34 bei der Schultergruppe, Korrelation der Schmerzstärke und Veränderung des HW.....	65
Tabelle 21:	Messergebnisse an Ma 38 bei der Schultergruppe, Abhängigkeit Regionalverfahren und HW.....	66

Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Ergebnisse der Messungen an Ma 38 bei der Schultergruppe, der Kontrollgruppe mit operativen Eingriff und der Kontrollgruppe ohne operativen Eingriff sowie dem nach Schulter- OP gemessenen Gb 34.....	57
Diagramm 2: Ergebnisse der Messungen an Gb 34 bei der Hüftgruppe, der Kontrollgruppe mit operativen Eingriff und der Kontrollgruppe ohne operativen Eingriff.....	59
Diagramm 3: Ergebnisse in Abhängigkeit von der Op-Seite bei der Schultergruppe an Ma 38.....	60
Diagramm 4: Ergebnisse in Abhängigkeit von der Op-Seite bei der Schultergruppe an Gb 34.....	61
Diagramm 5: Ergebnisse in Abhängigkeit von der Op-Seite bei der Hüftgruppe an Gb 34.....	62
Diagramm 6: Messergebnisse an Ma 38 bei der Schultergruppe in Abhängigkeit der Schmerzintensität, gemessen mittels VAS und Veränderung des HW.....	64
Diagramm 7: Messergebnisse an Gb 34 bei der Schultergruppe, Korrelation der Schmerzstärke, gemessen mittels VAS und Veränderung des HW.....	65
Diagramm 8: Messergebnisse an Ma 38 bei der Schultergruppe, Abhängigkeit Regionalverfahren und HW.....	67

1 Einleitung

In Deutschland leiden mehrere Millionen Menschen an chronischen oder rezidivierenden Schmerzen [1]. Während akuter Schmerz eine Warn- und Schutzfunktion hat, stellen chronische Schmerzen eine therapeutische Herausforderung dar. Chronische Schmerzen umfassen auch emotionale und verhaltensbestimmte Aspekte [2] und sind in ihren Mustern so komplex, dass eine konventionelle Behandlung alleine in manchen Fällen keine suffiziente Linderung verschaffen kann. Zur Ergänzung der Therapiemöglichkeiten greifen Ärzte und Patienten oftmals auf unkonventionelle Verfahren zurück. Besonders die Akupunktur wird im Rahmen der Schmerztherapie häufig angewendet [3].

Die Akupunktur stellt eine wichtige Säule der traditionellen chinesischen Medizin (TCM) dar. Die Akupunktur tritt aus dieser Perspektive an den Patienten und seine Beschwerden heran. Die grundlegende Theorie der TCM besteht darin, die Lebensenergie „Qi“ in Fluss zu bringen, um das Gleichgewicht der körpereigenen Kräfte zu erhalten, beziehungsweise wieder herzustellen [4]. Auf diese Weise wird versucht, Krankheiten und Schmerzen unter prophylaktischem Ansatz vorzubeugen und zu behandeln. Die Akupunkturtherapie beeinflusst das „Qi“ durch Nadelung oder Moxibustion (Abbrennen von Beifuß) an speziellen Punkten des Körpers [4;5].

Obwohl die schmerzlindernde Wirkung der Akupunktur bereits unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten bei einigen Indikationen gezeigt werden konnte, bleibt die Frage nach spezifischen Charakteristika der Akupunkturpunkte (AP) bisher ungeklärt [3;6]. Der elektrische Hautwiderstand (HW) wird von den Anwendern als ein Kriterium der Spezifität von Akupunkturpunkten, neben diversen anatomischen und physiologischen Besonderheiten herangezogen.

So sollen die Akupunkturpunkte einen im Vergleich zum umgebenden Hautareal erniedrigten elektrischen Hautwiderstand aufweisen [7-10]. Es wird zudem postuliert, Akupunkturpunkte könnten auf Vorgänge im Körper mit einer Änderung des Hautwiderstandes reagieren [11;12].

Da das Phänomen des Hautwiderstandes sehr variabel ist und multiple Einflussfaktoren darauf einwirken, gestalten sich jedoch Messungen des Hautwiderstands als sehr schwierig. Mehrere Arbeitsgruppen haben sich bereits in zahlreichen Studien mit dieser Erscheinung beschäftigt und verschiedene Messgeräte zur Bestimmung des Hautwiderstands wurden entwickelt [8;9;13;14]. Die Prüfung nach wissenschaftlichen Kriterien zeigt, dass diese Geräte nicht verlässlich auf Reliabilität und Validität geprüft sind. Dennoch werden sie nicht nur in

der Forschung verwendet, sondern auch zur, vom Anwender als erleichtert und präzisiert empfundenen Akupunkturpunkt- Lokalisation und zu Diagnose- und Therapiezwecken genutzt [15].

Die Ergebnisse der Studien zu Hautwiderstandsveränderungen sind häufig widersprüchlich und wegen vielfältigen methodischen Mängeln schlecht vergleichbar. Die Theorie, Akupunkturpunkte hätten einen erniedrigten elektrischen Hautwiderstand und könnten auf spezifische Reize mit einer Veränderung des Hautwiderstands reagieren, konnte somit in keiner wissenschaftlichen Untersuchung eindeutig belegt oder widerlegt werden.

In dieser Arbeit soll mit einem speziell entwickelten und validierten Messsystem erstmals überprüft werden, ob spezifische somatische Reize eine Veränderung des Hautwiderstandes an ausgewählten Akupunkturpunkten bewirken.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 Die Haut

Die Haut (lat. cutis) ist das flächenmäßig größte und funktionell vielseitigste Organ des menschlichen Organismus. Als Hüllorgan dient die Haut dem Schutz vor Umwelteinflüssen, der Homöostase, der Kommunikation und Repräsentation. Sie hat einen wichtigen Stellenwert im Bereich des Stoffwechsels und der Immunologie [16].

2.1.1 Anatomie der Haut

Die Haut setzt sich aus den drei Schichten Epidermis, Dermis und Subcutis zusammen.

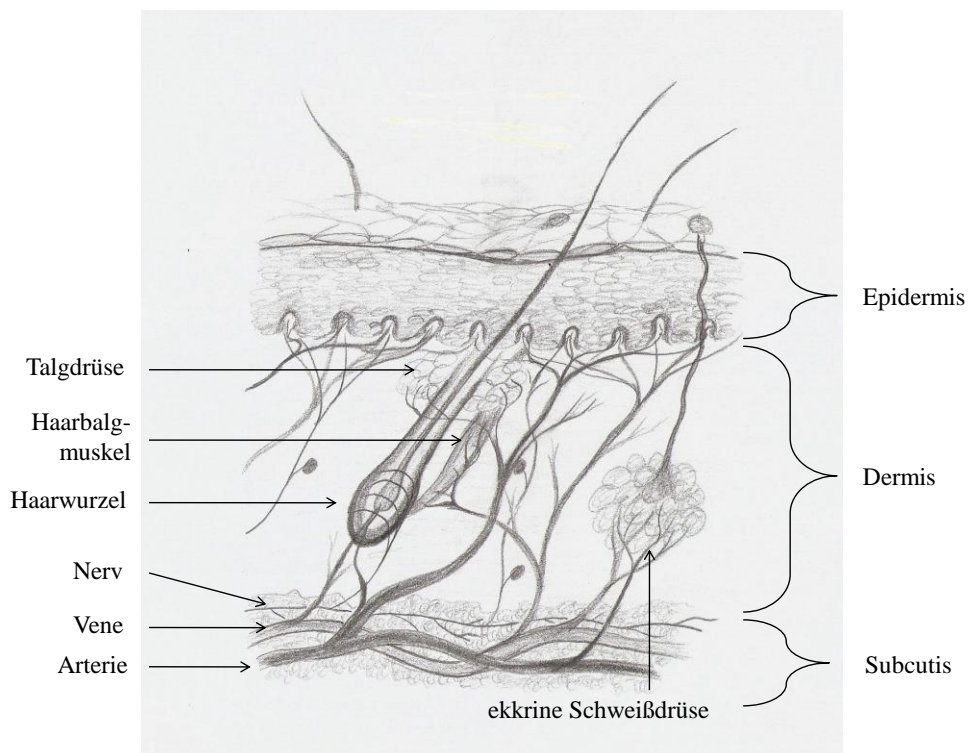


Abbildung. 1: Schichten der Haut

Die Epidermis wird wiederum aufgeteilt in die fünf Schichten: Stratum corneum, Stratum lucidum, Stratum granulosum, Stratum spinosum und Stratum basale. Die Epidermis besteht überwiegend aus Keratinozyten, die im Stratum basale gebildet werden und von den neu entstehenden Zellen nach außen geschoben werden. Sie durchlaufen verschieden Entwicklungsstufen bis sie als Kerneozyten (Hornzellen) das Stratum corneum, die äußerste Schicht der Epidermis, bilden. Zwei weitere Zelltypen sind die Melanozyten, die Schutz vor UV-Strahlen bieten und die Langerhans Zellen, als antigen- präsentierende Immunzellen [17].

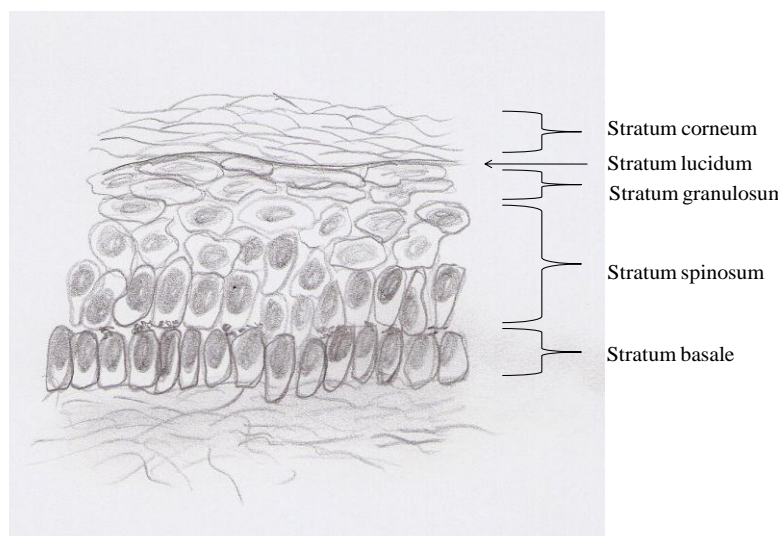


Abbildung 2: Schichten der Epidermis

Die Dermis verleiht der Haut die Eigenschaften Elastizität und Festigkeit. In ihren Schichten Stratum papillare und Stratum retikulare finden sich die Ruffini Körperchen (Dehnungsrezeptoren), Tastrezeptoren (Meissner- Körperchen und Merkel- Zellen), Fibroblasten und extrazelluläre Grundsubstanz. Neben Talg- und Schweißdrüsen enthält die Dermis für die Temperaturregelung wichtige glatte Muskulatur und das Gefäß- und Nervensystem der Haut. Die mobilen Zellen des Entzündungs- und Immunsystems der Haut (u. a. Makrophagen, Mastzellen und Lymphozyten) befinden sich in dieser Schicht [16].

Die Subcutis, bestehend aus Lipozyten und Bindegewebe, bildet die Unterlage der darüberliegenden Hautschichten. Die größeren Gefäße und Nerven verlaufen hier in bindegewebigen Septen neben den Vater- Pacini- Körperchen, welche für das Vibrationsempfinden verantwortlich sind.

Des Weiteren finden Hautanhangsgebilde in der Haut ihren Ursprung bzw. durchziehen die genannten Schichten. Zu den Hautanhangsgebilden gehören die Haare mit ihren Talgdrüsen und dem Haarbalgmuskel (Musculus erector pili), Nägel und Schweißdrüsen (ekkrin und apokrin) [16].

2.1.2 Physiologie der Haut

Die Haut hat ein Gewicht von ca. 4,5 kg und ist das größte Organ des Körpers. Sie stellt bei einer Oberfläche von etwa 1,5 m² ein komplexes Rezeptororgan dar. Die Haut ist die äußere Begrenzung des Körperinneren zu seiner Umwelt. Die lebenswichtige Barrierefunktion der Haut wird hauptsächlich vom Stratum corneum gebildet. Es verhindert die passive Diffusion von Wasser aus der Haut, wodurch der Mensch vor dem Austrocknen geschützt wird [18]. Zudem verhindert das Stratum corneum das Eindringen von Reizstoffen in die Haut [19]. Die Epidermis hat neben immunologischen Funktionen auch wichtige Speicher- und Stoffwechselfunktionen (u. a. Vitamin D- Synthese, Speicherung von Stoffwechselprodukten) inne. Zudem dient die Haut der psychosozialen Kommunikation, dem Ausdruck und der Mimik. Sie spielt eine wichtige Rolle als Koordinations- und Steuerungseinheit im Zusammenhang mit dem Gesamtorganismus. Das endokrine System, das Nervensystem und das Immunsystem interagieren ständig mit der Haut [16].

Neben anderen Merkmalen, die jedoch im Zusammenhang mit den in der vorliegenden Arbeit angewandten Untersuchungsmethoden ohne Relevanz sind, zeichnet sich die Haut durch elektrophysiologische Eigenschaften aus.

2.1.3 Der elektrische Widerstand der Haut

Messungen der elektrischen Eigenschaften der Haut werden als therapeutische und diagnostische Methode in der psychologischen, physiologischen und klinischen Forschung genutzt. Das elektrische Verhalten der Haut wurde bereits in vitro [20] und in vivo [21;22] mit unterschiedlichen Frequenzen untersucht.

Grundsätzlich werden zwei mögliche Leitungsbahnen für elektrischen Strom entlang der Haut in Betracht gezogen:

- Leitung entlang der Lipid- Korneozyten Matrix [23]
- Leitung entlang der Hautanhangsgebilde [23]

Es wird angenommen, dass das Stratum corneum dem elektrischen Strom im Bereich der Haut den größten Widerstand bietet [22-24]. In dieser, in seiner Zusammensetzung und Morphologie einzigartigen Biomembran, liegen die ausdifferenzierten Korneozyten eingebettet in einer lipophilen Matrix [25]. Die trockenen, keratinisierten Korneozyten lassen die wichtigste Barriere für den Durchfluss der meisten geladenen Träger (z.B. Ionen) entstehen. Die Lipide des Extrazellularraumes stellen die einzige durchgängige Phase in dieser Hautschicht dar und sind somit die einzige Leitbahn für die Diffusion von geladenen Molekülen. Sie weisen einige besondere Eigenschaften auf; Die Zusammensetzung aus Keratinfasern, freien Fettsäuren und Cholesterol beim gleichzeitigen Fehlen von Phospholipiden ist unter den Biomembranen einzigartig; Trotz des Fehlens von polarisierten Fettsäuren, die eine bipolare Schicht bilden, ist das Stratum Corneum in multilamellaren Schichten angeordnet; Die überwiegend gesättigten, langkettigen Kohlenwasserstoffketten ermöglichen einen klar strukturierten, verflochtenen Aufbau sowie die Ausbildung von Kolloid-Membran Bereichen. Diese Eigenschaften stehen im Gegensatz zu den gewöhnlichen, stärker leitenden Hautschichten [26;27]. Trotz alledem scheinen weder die Korneozyten, noch die ungewöhnliche Lipidzusammensetzung alleine den hohen Widerstand dieser Membran erklären zu können. So wird angenommen, dass die gesamte Architektur des Stratum corneum die ausgeprägte Barrierefunktion bedingt [28].

Es wurde gezeigt, dass es bei einer Reduktion des Stratum corneum durch das so genannte „Tape Stripping“ zu einer drastischen Reduktion der gemessenen Hautwiderstände kommt. Im Umkehrschluss lässt sich folgern, dass der spezifische Widerstand der Haut durch diese Schicht erzeugt wird [22]. Beim „Tape Stripping“ wird ein herkömmliches Klebeband auf die Haut geklebt und dann abgezogen. Dabei bleiben die Zellen des Stratum corneum an dem Klebeband haften und das Stratum corneum wird gleichmäßig reduziert. In dieser Arbeit wird die Methode des Tape Stripping allerdings nicht berücksichtigt, da der relative Unterschied des Hautwiderstandes zwischen Akupunkturpunkt und umliegender Haut nicht verändert wird.

Jede Beeinflussung (z.B. Hydratationsveränderungen, Hautrisse durch Verletzung oder Abrieb) dieser, für den Widerstand wichtigen Hautschicht kann sich dementsprechend auf die Leitfähigkeit auswirken. Die tieferen, wasserhaltigeren Schichten bieten einen wesentlich geringeren elektrischen Widerstand [21].

Durch den Stromfluss entlang der Hautanhangsgebilde, wie Haarfollikel oder Ausführungsgänge der Schweißdrüsen kann der elektrische Strom den Widerstand des Stratum corneum umgehen. So können die Schweißdrüsenausführungsgänge als elektrischer Kurzschluss dienen.

Die Haarfollikel können von der Hautoberfläche bis ins Unterhautfettgewebe reichen. Fertig ausgebildete Haare bestehen aus Keratinfasern, die von einer dicken Oberhaut geschützt werden. Diese Oberhaut dient zwar als mechanische, nicht aber als chemische Barriere. Der Haarschaft ist mit Talg ausgefüllt, dadurch besteht Schutz vor dem Eindringen von Fremdstoffen [29]. Da die Zellen nicht keratinisieren, leisten sie aber kaum elektrischen Widerstand. Die äußere Hülle der Haarfollikel ist zunächst kaum keratinisiert, je näher man aber der Hautoberfläche kommt, desto mehr Keratinfasern findet man. Diese Hülle wird als Durchflussmöglichkeit von der Epidermis zum Haarschaft angesehen [30].

Grimnes schreibt den Schweißdrüsen den größten Anteil am Stromfluss durch die Haut zu. [31] Da der Schweiß, der an der Hautoberfläche exprimiert wird, durch sekretorischen und reabsorbierenden Ionentransport gebildet wird, ist die Möglichkeit für den Transport geladener Ionen logisch nachvollziehbar [32;33]. Änderungen des Hautwiderstandes können direkt mit der Aktivität der Schweißdrüsen und somit der Menge an leitenden Ionen korrelieren.

Es ist zu beachten, dass der Basiswert des elektrischen Hautwiderstands für jeden Menschen individuell ist und die Durchschnittsmesswerte sehr stark variieren. Dies hängt wahrscheinlich mit der Aktivität und der Anzahl an Schweißdrüsen zusammen. Bei der statistischen Analyse ist dieser Sachverhalt zu berücksichtigen [34]. Bei der Auswertung dieser Arbeit wurden aus diesem Grund nicht die absoluten Werte der Hautwiderstände erhoben, sondern der Fokus auf den Vergleich des Hautwiderstandes an dem Akupunkturpunkt zu dem Hautwiderstand am umliegenden Gebiet gelegt.

2.2 Grundlagen zur Akupunktur und den Akupunkturpunkten

2.2.1 Geschichte und Entwicklung der Theorie der Akupunktur

Die TCM setzt sich aus Akupunktur, Phytopharmakotherapie, Ernährungslehre, Qigong und verschieden anderen Therapieformen zusammen.

Die Anfänge der Akupunktur liegen mehrere tausend Jahre zurück. Zunächst wurde nach schamanistischen Vorstellungen die Haut mit spitzen Gegenständen, wie beispielsweise Steinen verletzt. Erst mit Entstehung des chinesischen Zentralstaats wurde das bis heute gültige, einheitliche Konzept der TCM erstellt. Erstmals schriftlich erwähnt wird die Akupunktur im 1. Jahrhundert v. Chr. in den „Shi Ji - Aufzeichnungen der Geschichte“ von Sima Qian [35]. Der „Innere Klassiker des Gelben Fürsten“ (Huang Ti Nei Ching Su Wen) aus der Zeit zwischen dem 2. Jahrhundert v. Chr. und dem 2. Jahrhundert n. Chr. gilt bis heute als das Basiswerk der wissenschaftlichen chinesischen Medizin [36].

Nach Lehre der TCM ist der Mensch eingebettet in den Makrokosmos und verdankt Gesundheit und Leben der Harmonie der Naturkräfte; Der Mensch kann positiven Einfluss auf sich und seine Umwelt nehmen, indem er durch sein Handeln „Yin“ und „Yang“ im Gleichgewicht hält [36]. „Yin“ (u.a. Schatten, Kälte, Passivität) und „Yang“ (u.a. Sonne, Hitze, Aktivität) repräsentieren ein duales Ordnungsschema. Beide Aspekte stehen im Gegensatz zueinander und sind wechselseitig voneinander abhängig. Sie sind die Basis aller Objekte oder Phänomene im Universum [5;37].

Anatomische Studien galten als Entweihung des Todes und der Heiligkeit des Körpers. Aus der daraus entstehenden Unkenntnis über die genaue Anatomie und Physiologie des menschlichen Körper, wurden die Eingeweide in Speicher- und Ausscheidungsorgane eingeteilt, die durch Gefäße verbunden sind. Nach Lehre der TCM fließt durch sie entweder Blut oder Luft bzw. der Lebensatem „Qi“. Dies ist die Grundlage für die Entstehung der Leitbahnen (= Meridiane) auf denen die Akupunkturpunkte liegen. Eine Nadelung an diesen Stellen soll laut TCM eine Öffnung zur Entlastung von gestauten „Qi“ bewirken [4].



Abbildung 3: Verlauf des Magen- Meridias entlang des Körpers

Entsprechend der TCM ist der Lebensatem „Qi“ ein energetisches Spannungsfeld, das jeden Mensch durchfließt [38]. Der „Qi“ – Fluss kann geschwächt sein, gestaut durch eine Fülle von „Yin“ oder „Yang“ oder unpassend verlaufen. In der Folge verursacht all dies Schmerzen, Krankheiten und schließlich auch Tod [36].

Weiter spielt die Theorie der fünf Elemente oder Wandlungsphasen eine wichtige Rolle. Sie besagt, die materielle Welt setze sich aus Holz, Feuer, Erde, Metall und Wasser zusammen. Die Elemente sind in ständigem Fluss und befinden sich untereinander in einem Abhängigkeitsverhältnis. Mit den Elementen werden die Verhältnisse von Physiologie und Pathologie und die Einteilung von menschlichen Geweben, Organen und Gefühlen erklärt [35;37].

Durch die Stimulation an den Akupunkturpunkten sollen schließlich die verschiedenen Vorgänge im Körper beeinflusst und das körpereigene Kräftegleichgewicht wieder hergestellt werden.

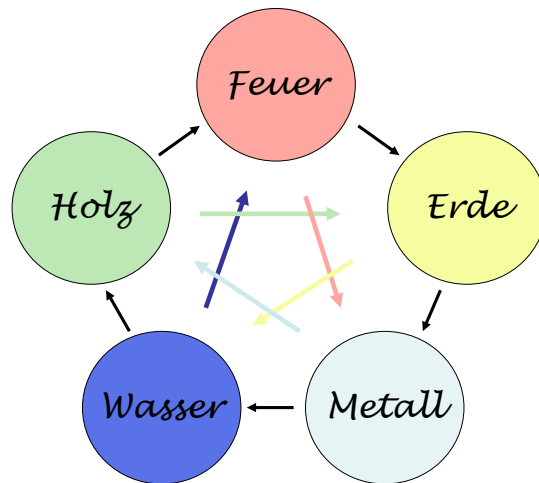


Abbildung 4: Theorie der fünf Wandlungsphasen

In Europa berichten Reisende seit dem 13. Jahrhundert gelegentlich über die chinesischen Behandlungsmethoden. Die erste europäische Niederschrift stammt aus dem 17. Jahrhundert [35]. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts veröffentlicht Heinrich Sabatier v. Michaelis als erster Deutscher eigene Erfahrungen mit der Akupunktur bei rheumatischen Erkrankungen. Allerdings trat die Akupunktur im 19. und 20. Jahrhundert in den Hintergrund der naturwissenschaftlichen Revolution und der rapiden Entwicklung medizinischer Fortschritte. Im Überdruß der Technik und des materialistischen Denkens besinnen sich immer mehr Menschen in Europa grundlegender Werte. Auf der Suche nach Alternativen zum Materialismus wird auch die Möglichkeit der Akupunkturtherapie wieder entdeckt.

In Deutschland gelten Heribert Schmidt, Gerhard Bachmann und Erich Stiefvater als Wegbereiter der Akupunktur. Die naturheilkundlich ausgerichteten Ärzte Schmidt und Bachmann erlernen die Akupunktur in den 50er Jahren bei dem Franzosen De la Fuye, dem damaligen Präsidenten der internationalen Akupunkturgesellschaft. Sie lehren und verbreiten die Methode von nun an in Deutschland. Obwohl das anfängliche Interesse gering ist, wird 1951 die Deutsche Ärztesgesellschaft für Akupunktur gegründet [5].

Mit der politischen Öffnung Chinas in den 70er Jahren erlebt die Akupunktur einen deutlichen Aufschwung, nicht zuletzt durch die weit verbreitete Anwendung im Gebiet der Anästhesiologie [39].

Ende der 70er Jahre nimmt die Zahl der Akupunkturtherapeuten rasch zu, einzelne Universitäten richten Akupunkturambulanzen ein, die Universität zu Berlin etabliert sogar einen Lehrstuhl für Akupunktur [5].

In den 80er Jahren entwickelt sich die Schmerztherapie als eigenes Fachgebiet innerhalb der Anästhesiologie und Intensivmedizin und die Akupunktur wird zunehmend in das Therapiespektrum der Schmerztherapeuten einbezogen. Seitdem kann eine stetige Zunahme des Interesses an der Akupunktur von Arzt und Patienten Seite beobachtet werden.

Mittlerweile ist die Akupunktur im Rahmen der Schmerztherapie für einige Indikationen etabliert [3;6] und wird von den gesetzlichen Krankenkassen erstattet.

2.2.2 Klinische Akupunkturforschung

Seit der Einführung der Akupunktur in die westliche Medizin wurde eine Vielzahl an wissenschaftlichen Studien über Wirksamkeit, Wirkmechanismus und viele andere Aspekte der Akupunktur durchgeführt. Ziel war und ist die Evaluation der Akupunktur entsprechend den Kriterien der Evidenz- basierten Medizin (EBM). Dabei fällt das Hauptaugenmerk auf die analgetische Wirkung der Akupunktur zur Behandlung von Schmerzzuständen.

Häufig ist es weder möglich einen klaren Nachweis über die Wirksamkeit der Akupunktur zu liefern, noch die Unwirksamkeit eindeutig zu bestätigen [6]. Ursachen für die teils widersprüchlichen Ergebnisse sind die geringe Qualität vieler Studien, sowie einige Besonderheiten, die bei der klinischen Akupunkturprüfung auftreten. Im Rahmen der randomisierten klinisch- kontrollierten Studien gibt es im Bereich der Akupunktur verschiedene zu beachtende Faktoren; Für die Akupunktur lässt sich keine einheitliche theoretische Grundlage festlegen, die Punktauswahl erfolgt individuell [40], ein echtes Placeboakupunkturverfahren fehlt und die Verblindung eines Nadelakupunkteurs ist unmöglich [41;42].

Bei der Bewertung von Akupunkturstudien ist es wichtig zwischen Placebo- kontrollierten und alternativen treatment- kontrollierten Studien zu unterscheiden. Bei letztgenannten wird ein indirekter Wirksamkeitsnachweis durch den Vergleich mit einem Standardtherapieverfahren erbracht. Dieses Verfahren kann im Rahmen von Akupunkturstudien wegen der teils schwierigen Placebo- Kontrolle von Vorteil sein [40].

Bei den erhöhten Herausforderungen im Rahmen der Durchführung von Untersuchungen und der Interpretation von Studienergebnissen, kann die Wirksamkeit der Akupunktur mit den Methoden der EBM überprüft werden [40]. Für einige Bereiche ist die Wirksamkeit der Akupunktur mit wissenschaftlichen Kriterien eindeutig belegt [6]. Als evidenzbasiert (Level 1) gilt die Akupunkturbehandlung bei postoperativen Zahnschmerzen sowie Übelkeit und Erbrechen (PONV bzw. Chemotherapie- induzierte Übelkeit und Erbrechen) [43].

2.2.3 Neurobiologische Grundlagen der Akupunktur

Zum besseren Verständnis der Akupunkturwirkung soll im Folgenden ein Überblick über die neurobiologischen Grundlagen vermittelt werden.

2.2.3.1 Lokale/ Segmentale Wirkung der Akupunktur

Als ein wichtiger Aspekt der Akupunkturtherapie gilt die Behandlung lokaler Punkte. Es wird beschrieben, dass nicht nur das direkte Nadeln an Akupunkturpunkten (AP), sondern auch das Behandeln von Ashi- Punkten (lokale, schmerzhafte Areale, keine AP) oder muskulären Triggerpunkten (schmerzhafte Stellen in einem verhärteten Muskelstrang) therapeutisch wirksam ist. Die Nadelung an muskulären Triggerpunkten führt entsprechend einer Injektion von Lokalanästhetika zu einer Auflösung von neuromuskulären Verhärtungen [44].

Während der Nadelung entsteht zunächst durch lokale Ausschüttung von Substanz P und Calcitonin gene related Peptide (CGRP) ein roter Hof um die Nadel. Diese Substanzen führen nachweislich zu einer lokal gesteigerten Durchblutung [45]. Gerade bei entzündlichen Erkrankungen wird angenommen, dass dieser Effekt eine Rolle spielt, da er eine Verbesserung der Gewebefunktionen bewirken kann [46].

Es wurde nachgewiesen, dass die Afferenzen der Haut und die der inneren Organe im Rückenmark konvergieren [47]. Dadurch können Schmerzen in den betreffenden Organen an den viszerale Projektionszonen (Head- Zonen) empfunden werden [48]. Entsprechend dieser Verschaltung scheint es ebenso möglich, durch Schmerzreize an der Körperoberfläche die vegetativen Efferenzen zu den inneren Organen im Sinne einer Analgesie zu modulieren [49]. So ließe sich ein möglicher Wirkmechanismus der Akupunktur erklären.

Durch spinale Unterdrückung der Nozizeption bei Schmerzen an einer Körperstelle, wird auch die Schmerzempfindung in anderen Regionen des Körpers unterdrückt. Auch mit diesem, als diffuse Schmerzhemmung bezeichneten Prinzip, lässt sich die Wirkung der Akupunktur beschreiben.

Unabhängig von der Akupunktur wurde gezeigt, dass leicht schmerzhafte Reize an der Haut, geleitet durch A- delta- Afferenzen, eine Hemmung der Schmerzwahrnehmung in dem entsprechenden Segment bewirken. Es kommt zu einer starken Unterdrückung der Schmerzweiterleitung über C- Fasern an die Neurone des Hinterhorns [50]. Weiter wurde

beschrieben, dass die Erregung afferenter A- Delta Fasern, wie beispielsweise durch Nadelung bei der Akupunktur, zu einer Langzeithemmung exzitatorischer postsynaptischer Potentiale an den Hinterhornneuronen und somit zu einer Schmerzhemmung führen kann [51]. Eine Studie einer schwedischen Arbeitsgruppe kam zu dem Ergebnis, dass durch die segmentale Stimulation mittels Nadelung die neuronale Entladungskapazität auf einen schmerzhaften C-Faser-Reiz, hier im Sinne einer elektrischen Stimulation eines Plantarnervens, unterdrückt werden kann [52].

2.2.3.2 *Systemische/ Zentrale Wirkung der Akupunktur*

Endogene Opioide spielen bei der körpereigenen Schmerzhemmung eine wichtige Rolle. Eine durch Akupunktur induzierte Endorphinfreisetzung konnte in tierexperimentellen Untersuchungen [53;54] sowie beim Menschen [6;55] anhand mehrerer Studien belegt werden. Die Antagonisierbarkeit der Akupunkturanalgesie durch den Opioidantagonisten Naloxon wurde mehrfach beschrieben [56;57]. Im Umkehrschluss wird so die Wirkung der Akupunkturanalgesie über die endogenen Opioide dargestellt.

Sensorische Rezeptoren senden durch die Stimulation mit Akupunkturnadeln, Aktionspotentiale an das Rückenmark. Das Rückenmark projiziert dann auf weitere Neurone des Rückenmarks, das Mittelhirn und hypothalamische Nervenzellen. Im Rückenmark werden daraufhin lokal Enkephalin und Dynorphin freigesetzt. Diese Substanzen hemmen afferente Schmerzfasern. Vom Mittelhirn und der Hypothalamus- Hypophysenachse werden nach Aktivierung ebenfalls β - Endorphin und Enkephalin ausgeschüttet, wodurch wiederum die Schmerzweiterleitung, speziell durch deszendierende Hinterhorn- Bahnen, gehemmt wird [58].

An der endogenen Schmerzhemmung sind, neben den Opioiden auch andere Neurotransmitter beteiligt. Es ist beschrieben, dass die Monoamine Serotonin und Noradrenalin mit den Endorphinen interagieren. Ihre Freisetzung wird entsprechend den Opioiden über die Hypothalamus-Hypophysen-Achse reguliert. Es wird angenommen, dass die Monoamine über Projektionen vom Raphekern auf höher gelegene Zentren und über deszendierende Schmerzhemmsysteme bei der Vermittlung der Akupunkturanalgesie eine bedeutende Rolle spielen [6].

Anhand von Untersuchungen mit funktionellem MRT und PET wird die Rolle des Gehirns bei der Akupunkturwirkung dargestellt. Dabei konnten regional spezifische, quantifizierbare

Effekte der Akupunktur auf wichtige Strukturen des Gehirns, wie dem limbischen System, Hypothalamus oder Nucleus accumbens dargestellt werden [59;60]. In diesen Arealen wurden während einer Akupunkturbehandlung deutliche Modulationen der entsprechenden zerebralen Aktivität beobachtet [60;61]. In diesem Zusammenhang konnte eine Arbeit zur Therapie von Patienten mit chronischem Karpaltunnelsyndrom interessante Ergebnisse liefern. Die Verumakupunkturgruppe zeigte einen größeren Therapieerfolg, als die Shamgruppe. Zudem konnte der Zusammenhang von klinischem Therapieerfolg und den neuronalen Umbauvorgängen im Gehirn im fMRT dargestellt werden [62].

2.2.4 Akupunkturpunkte

Auf die Frage, ob AP ein morphologisches oder physiologisches Korrelat aufweisen, gibt es trotz vieler Forschungsansätze der westlichen Medizin keine eindeutige Antwort.

Gemäß der Theorie der Chinesischen Medizin sind AP besondere Stellen der Haut, an denen man durch Insertion einer Akupunkturnadel die Lebensenergie „Qi“ beeinflussen kann.

2.2.4.1 *Anatomie von Akupunkturpunkten*

In vielen Studien hat man sich bereits um eine Darstellung von eindeutigen Merkmalen und anatomischen Strukturen der AP bemüht. Hierbei wurden die Epidermis und die Dermis, aber auch die darunterliegenden Strukturen betrachtet und untersucht.

Gefäß- Nervenbündel repräsentieren histologisch erfassbare Strukturen im Corium im Bereich von AP [63;64]. Diese Bündel aus Arteriolen, Venolen, Lymphgefäßen und Nerven haben einen Durchmesser von 2 – 8 mm [64]. Sie sind in Bindegewebe eingebettet [63] und perforieren die Fascia corporis superficialis [64]. Danach steigen sie senkrecht zur Epidermis auf und breiten sich dort pinselartig auf [63].

Eine Theorie besagt, an diesem „morphologischen Substrat“ der AP bestehe der Nerv aus einem einzigen Nervenfaserbündel und sei von seiner typischen Perineuralscheide umgeben. Das mesenchymale Bindegewebe in diesem Bereich enthalte alle Bindegewebszelltypen, Kapillaren, feine Nervenfasern und Fettzellen sowie eine Grundsubstanz aus Proteoglykanen und Glycosaminoglycanen. Das wasserreiche Bindegewebe wäre hochreaktiv und leicht entzündlich, außerdem weise es durch eine starke Wasserbindungs- und Ionenaustauschfähigkeit eine relativ hohe elektrische Leitfähigkeit auf [64;65]. Diese Theorie

konnte allerdings bisher nicht wissenschaftlich bestätigt werden. In der Dissertation von Malisch konnten nur an 2 % der präparierten AP Gefäß- Nerven- Bündel und an 36 % der AP Nervenstrukturen gefunden werden [66].

Melzack et al. untersuchten die Korrelation von Travells myofaszialen Triggerpunkten (lokal begrenzte Verhärtungen der skelettalen Muskulatur, druckempfindlich, möglicher Ausgangspunkt übertragener Schmerzen) und klassischen AP anhand der räumlichen Verteilung und assoziierten Schmerzmustern. Die beobachtete hohe Übereinstimmung von 71% lässt sie darauf schließen, dass die Akupunktur- und Triggerpunkte das selbe Phänomen repräsentieren und sie den selben neurologischen Mechanismen unterliegen, obwohl die Punkte unabhängig voneinander entdeckt und beschrieben worden sind [67].

Immunhistochemie gilt als eine adäquate Methode zur Erforschung histologischer Eigenschaften der Akupunkturpunkte [68]. Die Haut exprimiert die Proteine S100 und die Neuronen- spezifischen Enolase (NSE). Mit der Immunhistochemie könnten myelinisierte periphere Nerven eindeutig dargestellt. An den AP ist die Anzahl an Nervenstrukturen, die Protein S100 und NSE exprimieren im Vergleich zu Kontrollpunkten signifikant reduziert. Entsprechend finden sich an AP weniger subkutane Nervenstrukturen, als an nicht-Akupunkturpunkten [68].

Einer weit verbreiteten Theorie entsprechend, sollen AP einen erniedrigten elektrischen Hautwiderstand aufweisen. Auf diese These wird in 2.4.1 ausführlich eingegangen.

Zudem werden den Akupunkturpunkten die in Tabelle 1 aufgeführten, manuell palpablen Kennzeichen, sowie einige weitere Phänomene zugeschrieben, die allerdings wissenschaftlich bisher größtenteils nicht endgültig bestätigt werden konnten

Tabelle 1: Postulierte Eigenschaften der Akupunkturpunkte

Palpable Kennzeichen	Referenz
Klare Lagebeziehungen zu Muskeln, Sehnenansätzen, Periost und Fascienzügen	Pearson et al. 2007 [9]
Hautdellen	Hempen 1998 [38]
Rauheit, Verquellungen	König et al. 1989 [69]
verminderte Verschiebbarkeit der Haut	Hecker et al. 2001 [70]
Phänomene	
Veränderte Temperatur	Auerswald et al. 1982 [71]
Verändertes Empfinden und Sensibilität	Pearson et al. 2007 [9]
Erniedrigter elektrischer Widerstand	Reichmanis et al. 1976 [72]
Veränderte elektromagnetische Abstrahlung	Warnke 1998 [73]

Häufig weisen die Studien zu den Eigenschaften der Akupunkturpunkte methodische Mängel auf und entsprechen nicht den wissenschaftlichen Kriterien. Die Ergebnisse sind oft nicht eindeutig oder kontrovers. Grundsätzlich gibt es bezüglich der anatomischen Eigenschaften von Akupunkturpunkten interessante Befunde. Bis heute bleibt allerdings die Frage nach den spezifischen Charakteristika und einem eindeutigen strukturellen anatomischen Korrelat der AP aus wissenschaftlicher Sicht ungeklärt.

2.2.4.2 Lokalisation der Akupunkturpunkte

In der Akupunkturtherapie gibt es verschiedene, teils additive Möglichkeiten die AP zu lokalisieren.

Entsprechend der Lehre der TCM zeichnen sich die AP durch klare anatomische Lagebeziehungen zu Knochen, Muskeln oder Sehnen aus. Die Lage der einzelnen Akupunkturpunkte wird anhand dieser anatomischen Landmarken unter Verwendung des Proportionalmaßes „Cun“ präzise beschrieben. Ein „Cun“ entspricht einer Daumenbreite des Patienten, eineinhalb „Cun“ entsprechen zwei Querfingern, gemessen in Höhe der Endgelenke des Zeige- und Mittelfingers des Patienten [5]. Anhand dieser Angaben lassen sich die Akupunkturpunkte verlässlich auffinden.

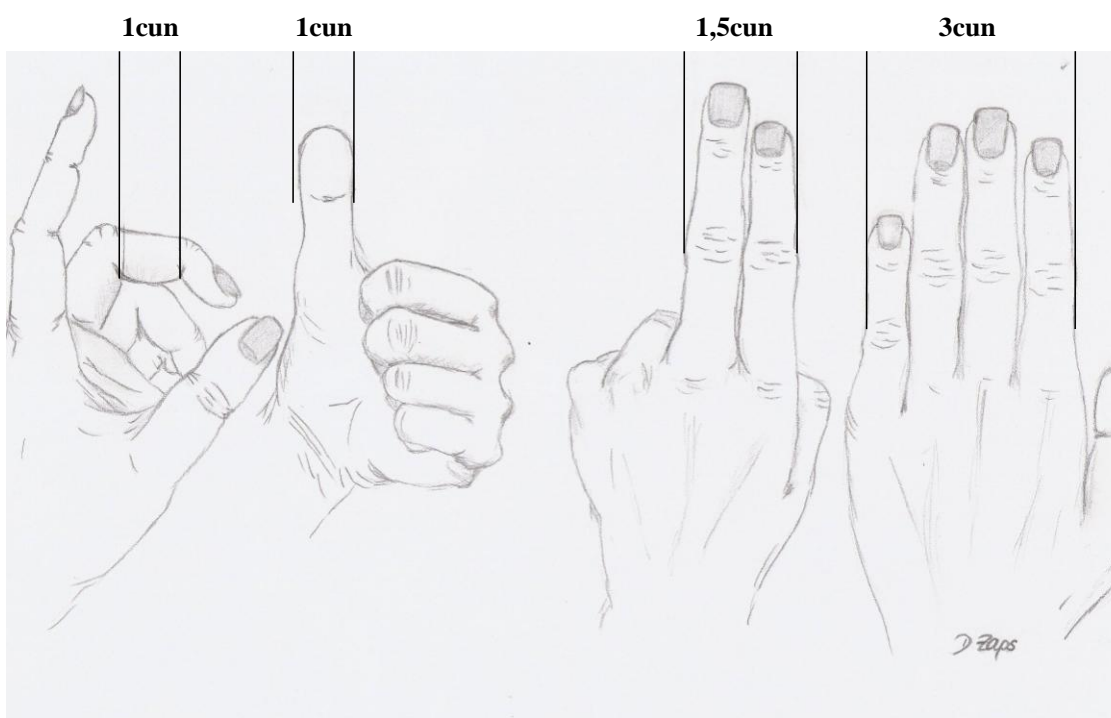


Abbildung 5: das chinesische Körpermaß „Cun“ nach Lehre der Akupunktur

Zusätzlich besteht die Möglichkeit die Lokalisation eines AP durch einen manuellen, dynamischen Tastbefund verifizieren. Der tastende Finger soll dabei durch Rauheit, Dellen oder Verquellungen der Haut am AP „hängen bleiben“. Außerdem soll die Haut im Bereich von Akupunkturpunkten eine veränderte Verschiebbarkeit und erhöhte Druckschmerzhaftigkeit aufweisen [70].

Es wurden verschiedene Techniken entwickelt, um das Orten der Punkte zu erleichtern und zu optimieren. Bei der „Very Point“ Technik beispielsweise, wird der Akupunkturpunkt zunächst manuell vorbestimmt. Dann wird der Bereich mit einer Nadel vorsichtig abgeklopft. Am „Very Point“ scheint das Gewebe nachgiebiger und man erwartet eine verbale oder visuelle Reaktion des Patienten, die den Ort der höchsten Sensibilität auf den Nadelreiz anzeigt. An diesem Punkt wird die Nadel inseriert [74].

Da die AP, neben den anatomischen Eigenschaften, die beschriebenen elektrophysiologischen Besonderheiten aufweisen sollen, werden auch diese dazu verwendet, das Orten der Punkte zu optimieren. Besonders verbreitet ist hierbei die Verwendung von Messgriffeln, die den elektrischen Widerstand der Haut bestimmen. Mit diesen streicht man über die Haut im Bereich des gesuchten AP. An der Stelle, unter welcher der gesuchte AP liegt, soll der Messgriffel einen erniedrigten elektrischen Hautwiderstand anzeigen und so den AP detektieren. Auf diese Weise will man eine verlässliche Aussage über die Lokalisation der AP machen können [15].

2.3 Grundlagen der Elektrizitätslehre

2.3.1 Ladung, Strom und Spannung

Die elektrische Ladung ist an das Vorhandensein von Ladungsträgern gebunden. Die wichtigsten Ladungsträger sind, als Bestandteile aller Materie, Protonen (positive Ladung) und Elektronen (negativ Ladung). Die Elementarladung ist die kleinst mögliche Ladung ungleich null. Als absolute Ladung wird Summe der in allen Körper- oder Stoffmengen enthaltenen Elementarladungen bezeichnet. Das Formelzeichen der elektrischen Ladung ist Q , im Internationalen Einheitensystem wird sie in der Einheit Coulomb C angegeben. Die Ladung Q entspricht dem Integral des Stroms über die Zeit, $1C = 1A \times 1s$ (Ampèresekunde).

Der elektrische Strom ist gerichtete Bewegung von Ladungsträgern. In einem geschlossenen Stromkreislauf findet ein ständiger Kreislauf elektrischer Ladung statt. Von der Stromquelle wird Ladung entsendet, aber nicht neu erzeugt. In einem geschlossenen Stromkreislauf geht die vorhandene Ladung an keiner Stelle verloren. Die elektrische Stromstärke I entspricht der Ladungsmenge durch einen Leiterquerschnitt pro Zeiteinheit t : $I = \Delta Q / \Delta t$. Die Einheit der elektrischen Stromstärke ist Ampère (A).

Die elektrische Spannung U ist die bereitgestellte Energie pro Ladungseinheit. Die Arbeit W , die 1 C Ladungsmenge verrichten kann, ist genau diese bereitgestellte Energie pro Ladungseinheit: $U = W / Q$. Die Einheit der Spannung ist Volt (V) = 1 J/C [75].

2.3.2 Der elektrische Widerstand

Der elektrische Widerstand R eines Leiters ist definiert als Quotient aus der Spannung U zwischen den Leiterenden und der Stromstärke I : $R = U / I$. Die Einheit des elektrischen Widerstands Ohm Ω , berechnet sich aus: Volt / Ampère = Ohm Ω . Entsprechend dem Ohm'schen Gesetz ist die Stromstärke der Spannung proportional. Wenn dieses Gesetz gilt, so ist der Widerstand R konstant. Des Weiteren ist der Widerstand R der Länge des Stromleiters l und dem Kehrwert der Querschnittsfläche A proportional: $R \sim l / A$. Bei der Berechnung von Widerständen ist zudem das Material zu berücksichtigen. Der Proportionalitätsfaktor ρ (Rho) wandelt die Proportion $R \sim l / A$ in eine Gleichung um: $R = \rho \times l / A$. Die Materialgröße ρ heißt spezifischer Widerstand. Dieser ist unabhängig von l oder A . Der spezifische Widerstand ρ kennzeichnet quantitativ gute, mittlere und schlechte Leiter. Für den elektrischen Widerstand der Haut gibt es keinen einheitlichen Wert. Die gemessenen Werte variieren sowohl an verschiedenen Hautbereichen einer einzelnen Person (intraindividuell), als auch im Vergleich verschiedener Personen (interindividuell) sehr stark, so dass man sich bisher auf keine allgemein gültige Zahl festgelegt hat [34].

Der Kehrwert des elektrischen Widerstands R ist der Leitwert G : $G = 1 / R$. Die Einheit des Leitwertes D ist $1 / \Omega = 1 \text{ S}$ (Siemens) [75].

2.3.3 Gleich- und Wechselspannung

Die Polarität der Gleichspannung ist konstant. Die Gleichspannung ist die Voraussetzung dafür, dass Gleichstrom fließen kann. Sie wird in Volt V gemessen. Spannungsquellen, die unmittelbar Gleichspannung erzeugen sind unter anderem galvanische- sowie Solarzellen.

Wechselstrom bezeichnet elektrischen Strom, der seine Richtung (Polung) periodisch, meist sinusförmig ändert. Die Frequenz (= Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit) wird in Hertz gemessen. Man zählt Ströme bis 20 kHz zur Niederfrequenz, bis 300 kHz zur Mittelfrequenz und bis 300 MHz zur Hochfrequenz, über 300 MHz beginnt die Höchsfrequenz.

2.4 Hautwiderstandsveränderungen an Akupunkturpunkten

Seit Nakatani und Niboyet in den 50er und 60er Jahren die Theorie aufgestellt haben, AP würden einen erniedrigten elektrischen Hautwiderstand aufweisen [7;76], wurde der veränderte Hautwiderstand als ein Merkmal der Akupunkturpunkte in die Akupunkturlehre übernommen.

AP sollen zudem auf somatische Reize mit einer Veränderung des elektrischen HW reagieren können. So soll man anhand des erniedrigten elektrischen HW an speziellen AP sogar pathologisch veränderte Strukturen, Prozesse im Körper oder Krankheiten erkennen können [15].

2.4.1 Messgeräte und Hautwiderstandsmessungen an Akupunkturpunkten

Es wurde eine Vielzahl von Hautwiderstandsmessgeräten entwickelt. Diese werden im klinischen Alltag, wie bereits in 2.2.4.2 beschrieben, häufig dazu verwendet, das Auffinden der AP zu erleichtern und zu präzisieren [77;78]. Zudem werden sie nicht nur als frühzeitige Indikatoren zur Krankheitserkennung sowie zur Erstellung von Diagnosen genutzt, sondern dienen auch zur Erarbeitung von Therapieschemata, zur Erkennung von Krankheitsprogression, besonders bei asymptomatischen Patienten und zu Forschungszwecken im Rahmen der Akupunkturbehandlung.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die meisten Studien, die sich mit Hautwiderstandsmessgeräten oder der Bestimmung des HW an AP beschäftigen, eine geringe Qualität aufweisen. Die kontroversen Ergebnisse lassen sich oftmals nur schlecht vergleichen [79]. Dies beruht einerseits darauf, dass die eingesetzten Messapparaturen meist nicht bzw. nur ungenügend bezüglich Reliabilität und Validität geprüft sind, und elektromechanisch weder einheitlich, noch vergleichbar sind. Neben Gleichstrom wird auch Wechselstrom unterschiedlicher Frequenzen eingesetzt, die Spannung und die Höhe der verwendeten Ströme sind nicht gleichsetzbar und die Messelektroden variieren in Größe, Material und Anzahl. Andererseits werden Einflussfaktoren oft nur unzureichend oder gar nicht berücksichtigt, und die Fallzahlen sind meist sehr gering [22;80-82]. Ein besonderes Problem stellt die Messung mittels Messgriffel dar. Neben Einflüssen durch unterschiedliche Messwinkel können Messungen mit dem Messgriffel fehlerhaft sein, wenn an der zu messenden Stelle gerieben wird und es so zu einem Abrieb des Stratum corneum kommt. Auch der Anpressdruck nimmt Einfluss auf die Messergebnisse, dieser kann bei der Verwendung von Messgriffeln nicht zuverlässig kontrolliert werden. Somit könnten die beschriebenen Änderungen des elektrischen Hautwiderstandes in diesen Messungen untersucherbedingt sein [83].

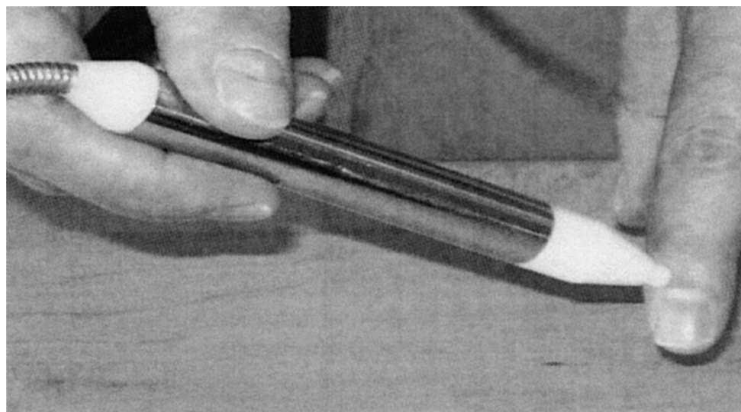


Abbildung 6: Beispiel eines Messgriffels zu Bestimmung des elektrischen Hautwiderstandes an Akupunkturpunkten (Prognos) [81]

2.4.2 Vergleichende Studien

Entsprechend eines Übersichtsartikels von Ahn et al. 2008 gibt es 50 Publikationen die sich aktiv mit der Messung von elektrischen Eigenschaften der Haut im Bereich von AP oder Meridianen beschäftigen. Nur 16 Artikel wurden genauer evaluiert, da die übrigen Studien keine adäquate Kontrollgruppe heranziehen, zu starke methodologische Mängel aufweisen oder die Mechanismen der Veränderung Hautwiderstands ohne empirische Angaben erklären [79].

Erstmal wurde in den 50er und 60er Jahren in nicht verblindeten Studien der erniedrigte elektrische Hautwiderstand an AP beschrieben [7;15;76]. Zwei der Originalarbeiten sind allerdings nicht erhältlich, daher werden sie hier nicht genauer beschrieben [7;76].

Mit wissenschaftlichen Kriterien sind die im Folgenden dargestellten Arbeiten zu Veränderungen des Hautwiderstands an AP am ehesten nachvollziehbar.

Die Messungen der hier zunächst beschriebenen Arbeiten wurden ausschließlich an gesunden Probanden durchgeführt, auf den Einfluss charakteristischer Krankheitsbilder auf spezifische AP wird in diesen Studien nicht eingegangen:

In einer ersten Arbeit führen Reichmanis et al. Hautwiderstandsmessungen an 7 gesunden Probanden mit einer Edelstahl - Kugelelektrode ($\sim 1 \mu\text{A}$) durch. Als Kontrolle dienen „nahegelegene, anatomisch ähnliche Bereiche“. Die an den Unterarmen durchgeführten Messungen mit Gleichstrom ergeben an 2 von 6 Punkten des Perikardmeridians und an 3 von 11 Punkten des Dickdarmmeridians eine statistisch signifikante Zunahme der Leitfähigkeit bei allen 7 Probanden [8].

Reichmanis et al veröffentlichen eine weitere Studie zur Leitfähigkeit der Haut, in der sie ein anderes Messsystem mit 2 V Gleichstrom an 10 Probanden verwenden. 6 x 6 Edelstahlelektroden mit 0,2 cm Durchmesser sind auf einer Fläche von 2,5 x 3,5 cm mit einem Abstand von 0,4 cm angeordnet. Vor den Messungen markieren Reichmanis et al. den AP und reinigen die Haut in dem Bereich mit Alkohol und Leitungswasser. Es werden 10 Punkte des 3. Erwärmer- und Lungen – Meridians am Unterarm untersucht und mit Punkten, die möglichst nahe dem Akupunkturpunkt liegen verglichen. Von 100 gemessenen Arealen die einen AP enthalten sollen, weisen 76 statistisch signifikante Leitfähigkeitsveränderungen im Vergleich zur den nah gelegenen „anatomisch ähnlichen Bereichen“ bei mehr als der Hälfte der Probanden ($n > 5$) auf [72].

Hyvärinen und Karlsson benutzen eine punktförmige Gleichstrom – Elektrode (6,7 V) mit einem Durchmesser von 0,5 mm. Diese ist von einer Ringelektrode mit einem Durchmesser von 2,5 mm umgeben, um eine Vergleichsmessung mit der umliegenden Haut zu ermöglichen. Die Messungen bei 5 gesunden Probanden an Arm Hand und Ohren zeigen Bereiche von ca. 1,5 mm Durchmesser mit erniedrigten Hautwiderständen, deren Lokalisationen denen von AP entsprechen. Es wurde beobachtet, dass das Leitungsvermögen der Haut nach Kontakt mit der Elektrode zunächst für einige Sekunden ansteigt und daher der gemessene Wert niedriger ist als der ursprünglich vorhandene [14].

In einer Untersuchung von McCarroll und Rowley war das Ziel zu bestimmen, ob in einem, in der Größe nicht definierten Raster um einen AP ein Widerstandsminimum zu finden ist. Bei 8 Probanden messen sie an Unterarm und Hand 7 AP mit einer 1mm großen, chlorierten, Wechselstrom (4,5 μ A) leitenden Silberdrahtelektrode. Nur in 4 von 32 gesammelten Datensätzen zeigten sich reduzierte Hautwiderstände, so dass die These Akupunkturpunkte hätten verminderte Hautwiderstände nicht gestützt wird [84].

Poon et al. führen mit einer haftfähigen Klebestreifen-Elektrode („epiductive Tape Electrode“) an den Unterarmen von 9 Probanden Messungen mit Wechselstrom (0,5 Hz) durch. Bei den flächendeckenden Messungen zeigen sich bei allen Probanden entlang der Meridiane Lunge und Pericard einzelne Punkte mit erniedrigtem Widerstand, die aber nicht eindeutig Akupunkturpunkten entsprechen. Die Punkte mit erniedrigtem Widerstand ergeben kein einheitliches, statistisch belegbares Lokalisationsmuster [13].

Falk et al. erforschen an 34 Patienten (Z.n. Cocain- Abusus, in Methadon Behandlung) den Hautwiderstand mit einem Wechselstromgerät (5 Hz, 2,5 μ A). Die Elektrode aus einer Ag- AgCl- Verbindung hat einen Durchmesser von 1mm und wird mit einem Kontakt-Gel auf die Haut gesetzt. Bei den Messungen an 4 „active zones“ sind die niedrigsten Widerstandswerte signifikant niedriger, als die in den 4 Kontrollbereichen [10].

Pearson et al. untersuchen den elektrischen Hautwiderstand an Akupunkturpunkten bei 20 gesunden Probanden (6 männlich, 14 weiblich) mit zwei unterschiedlichen Messgeräten. Sie verwenden „Prognos“, ein Wechselstrom-Messgriffel (1,1 μ A) mit einer Messspitze von 4,57 mm Durchmesser, dass Messungen bei einem Druck von 163 ± 3 kPa durchführt.

Das zweite Messsystem, „PT- Probe“, ein Gleitstromgerät hat eine Metallspitze mit einem Durchmesser von 3,56 mm als Sensor. Die Punkte Pe 8, 3E 1 und Gb 14 werden vor den Messungen von 4 unterschiedlichen Akupunkteuren lokalisiert, mit „tape stripping“ bearbeitet und mit Ethylalkohol gereinigt. Mit beiden Geräten konnten Pearson et al. keine statistisch signifikanten Unterschiede bezüglich des elektrischen Hautwiderstands an AP,

Nichtakupunkturpunkten und Punkten auf dem entsprechenden Meridian beobachten. Auffällig war, dass bei beiden Geräten die Widerstände im Verlauf der Wiederholungsmessungen immer mehr abnahmen [9].

Mit einem speziell für diese Versuchsreihe entwickelten Messarray [83] hat unsere Arbeitsgruppe bereits den elektrischen HW an AP gesunder Probanden untersucht. Erstmals wurde beobachtet, dass der elektrische HW an AP im Vergleich zur Umgebung auch signifikant erhöht sein kann. Insgesamt konnten je nach gemessenem Punkt in 7,7 – 31,8 % der durchgeführten Messungen statistisch signifikant erhöhte HW an den AP im Vergleich zum umgebenden Hautareal festgestellt werden. In 19,6- 31,8 % war je nach gemessenem Punkt der HW an den AP signifikant niedriger als an den umliegenden Hautbereichen. In dieser Studie wurde auch der Einfluss des Stratum Corneum auf die Ergebnisse bei HW-Messungen untersucht. Durch unterschiedlich häufiges Tape Stripping wurde das Stratum Corneum reduziert. Es wurde beobachtet, dass in den Gruppen ohne Tape Stripping 21,9 % der AP einen signifikant erniedrigten und 13,9 % einen signifikant erhöhten HW als die Umgebung aufwiesen. Ähnliche Ergebnisse ergaben sich nach 5 maligem Tape Stripping: 20,7 % der Punkte hatten einen erniedrigten und 12,1 % einen signifikant erhöhten HW. Nach dreimaligem Tape Stripping konnte die höchste Anzahl an erniedrigten HW an den AP festgestellt werden. 32,6 % der gemessenen Punkte hatten einen erniedrigten und 7,9 % einen erhöhten elektrischen Hautwiderstand.

Die deutlichen Unterschiede der Ergebnisse vergleichbarer Studien erschweren die Interpretation dieser Ergebnisse.

Weitergehend wird den AP neben dem grundsätzlich erniedrigtem elektrischen HW, die bereits erwähnte Eigenschaft zugeschrieben, auf somatische Körperreize mit einer Veränderung des Hautwiderstandes zu reagieren [85]. Einzelne Arbeiten beschäftigen sich mit dem Einfluss unterschiedlicher Organpathologien auf verschiedene Zonen der Haut [11;12;86;87].

Erstmals untersuchen Usichenko et al 2003 den HW von Ohrakupunkturpunkten vor, während und nach einer orthopädischen Operation [11]. Sie können bei den operierten Patienten die AP häufiger lokalisieren als bei der als Vergleich gemessenen gesunden Kontrollgruppe. Eine Korrelation spezifischer Punkte zu den Körperreizen findet nicht statt. Die technischen Daten

ihres Messgriffels entsprechen denen anderer Arbeitsgruppen, sie verwenden Gleichstrom von 2V [11].

Szopinski et al führen Messungen an „Organ projection areas“ (OPA) am Ohr, die mit AP korrelieren sollen, mit einem Messgriffel durch. Sie wollen mit ihrer Methode anhand der veränderten Ohrakupunkturpunkte nicht nur darstellen können, dass in einem Organismus erkrankte Organe zu finden sind, sondern auch das Ausmaß einer Pathologie anhand der veränderten HW an den OPA abschätzen können. Die Messungen können die Ursache der Pathologie allerdings nicht direkt erklären. Durch die Verwendung eines Messgriffels ist die Reliabilität der Messungen fraglich [88].

Gerosa et al untersuchen die elektrophysiologischen Eigenschaften von „Dermal visceral zones“ an Händen und Füßen von Patienten, die an Autoimmunerkrankungen leiden. Ihr Messsystem soll als diagnostisches Werkzeug bei Autoimmunerkrankungen über die Messung der Hautleitfähigkeit dienen können. Es kann aber nicht zwischen Allergien und Autoimmunerkrankungen unterscheiden [12].

In der aktuellen Literatur lässt sich eine Studie mit dem klar definierten Ziel zu überprüfen, ob spezielle Reize am Körper zu einer Beeinflussung des elektrischen HW an den AP der klassischen Lehre der TCM führen, nicht finden.

Die Hypothese, dass an AP erniedrigte elektrische HW auftreten können, kann angesichts der beschriebenen Mängel der meisten Untersuchungen als nicht gesichert angesehen werden. Speziell die Frage, ob AP auf spezifische Schmerzreize oder Organpathologien mit einer Veränderung des elektrischen HW reagieren bleibt, trotz wiederkehrender Hinweise bisher ungeklärt. Unter bestmöglicher Ausschaltung von subjektiven und untersucherbedingten Störeinflüssen mit dem in 4.2 beschriebenen, speziell entwickelten Messarray, soll diese Arbeit durch systematische Messungen des beschriebenen Phänomens zu einem besseren Verständnis potentieller elektrophysiologischer Eigenschaften von Akupunkturpunkten beitragen und zusätzliche Erkenntnisse über die praktische Anwendung der Akupunktur bzw. akupunkturbezogener Diagnosehilfen bringen.

3 Fragestellung

In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, ob spezifische somatische Reize einen Einfluss auf den elektrischen Hautwiderstand an Akupunkturpunkten haben und ob dieser Effekt punktspezifisch im Sinne der TCM ist.

Mit der entsprechenden Methodik sollen die folgenden Fragen im Detail bearbeitet werden:

1. Weisen die Akupunkturpunkte Gb 34 und Ma 38 grundsätzlich einen veränderten elektrischen Hautwiderstand im Vergleich zur umliegenden Haut auf?
2. Reagiert der Akupunkturpunkt Ma 38, der nach traditioneller Meinung einen Einfluss auf die Schulterregion hat, auf einen traumatischen Nervenreiz im Sinne eines operativen Eingriffs an der Schulter mit einer Veränderung des elektrischen Hautwiderstandes?
3. Reagiert der Akupunkturpunkt Gb 34, der nach traditioneller Meinung einen Einfluss auf die Hüftregion hat, auf einen traumatischen Nervenreiz im Sinne eines operativen Eingriffs an der Hüfte mit einer Veränderung des elektrischen Hautwiderstandes?

Folgende Nebenfragestellungen sollen betrachtet werden:

4. Gibt es eine Korrelation zwischen der Veränderung des Hautwiderstandes und der Körperseite des operativen Eingriffs?
5. Korreliert die Schmerzstärke mit der Veränderung des Hautwiderstandes?
6. Kommt es durch den Einfluss von Regionalverfahren zu einem veränderten Ergebnis bei den Messungen des Hautwiderstandes im Vergleich zu Messungen ohne diesen Einfluss?

4 Patienten, Material und Methoden

4.1 Patienten- und Probandenkollektiv

Für die Studie wurden insgesamt 163 Patienten und Probanden (80 Frauen, 83 Männer, Alter 19 - 89 Jahre, Altersdurchschnitt 58 Jahre) rekrutiert.

Es wurden 2 Testgruppen mit operativen Eingriffen an Schulter (Schultergruppe) oder Hüfte (Hüftgruppe) und 2 Kontrollgruppen, eine mit (Augen- Operation) und eine ohne (gesunde Probanden) operativen Eingriff gebildet.

Durchgeführt wurden die Messungen der Studie in der Poliklinik, Augenklinik und der Chirurgischen Klinik der Universität München, Innenstadt (Pettenkoferstraße/ Mathildenstraße/ Nussbaumstraße, München), sowie im Bezirkskrankenhaus St. Johann in Tirol (Bahnhofstraße, St. Johann in Tirol, Österreich).

4.1.1 Einschlusskriterien

Für die jeweilig untersuchten Gruppen galten unterschiedliche Einschlusskriterien. Allen Patienten und Probanden gemeinsam war das Mindestalter von 18 Jahren, Einwilligungsfähigkeit, gute Kenntnis der deutschen Sprache und die freiwillige Teilnahme an der Studie. Die Einschlusskriterien für die einzelnen Gruppen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Einschlusskriterien

Einschlusskriterien
<i>Schultergruppe</i>
Rotatorenmanschettenruptur Impingement- Syndrom Fraktur im Bereich des Humeruskopf Laterale Claviculafraktur Schulterprothese
<i>Hüftgruppe</i>
Implantation Totalendoprothese der Hüfte (Hüft-TEP) Implantation Dynamische Hüftschraube (DHS) Inlay-/ Kopf-/ Pfannenwechsel bei Hüft-TEP Chondromatosen-/ Exostosenabtragung/ Refixation Trochantermuskulatur bei Hüft-TEP Implantation Aortofemoraler/ Femoropoplitealer Bypass Profundaplastik mit intraoperativer Dilatation
<i>Kontrollgruppe mit operativen Eingriff</i>
Keratoplastik Operative Glaukom Therapie Vitrektomie (Glaskörperblutung, Ablatio) Fremdkörperentfernung aus einem Auge Strabismus- Operation Sklerale Plombe Keine akuten oder chronischen Schulter- bzw. Hüftbeschwerden
<i>Kontrollgruppe ohne operativen Eingriff</i>
Gesund Schmerzfrei Frei von Medikamenteneinfluss

4.1.2 Ausschlusskriterien

Für alle Test- und Kontrollgruppen wurden einheitliche Ausschlusskriterien, die in Tabelle 3 aufgeführt sind festgelegt.

Tabelle 3: Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterien
Schwere Organerkrankung (Herz, Lunge, Nerven oder Nieren)
Schwere neurologische Erkrankung
Operation in den letzten 3 Monaten
Schwere Veränderungen der Haut (z.B. Verbrennungen, chronisch/ venöse Stauung)
Implantierte elektrische Geräte (z.B. Herzschrittmacher)
TENS oder Akupunkturbehandlung in den letzten 4 Wochen

4.1.3 Patienteninformation und Einverständniserklärung

Alle Teilnehmer haben sich freiwillig an der Studie beteiligt und keine Honorierung erhalten. Die Aufklärung der Teilnehmer über Ziel, Ablauf, mögliche Nutzen und eventuelle Nebenwirkungen der Messmethode, das weitere Vorgehen nach Beendigung der Studienteilnahme, Abbruchkriterien und die Freiwilligkeit ihrer Teilnahme erfolgte anhand einer Patienteninformation und im persönlichen ärztlichen Gespräch. Alle Teilnehmer haben der Teilnahme mittels handschriftlicher Unterschrift auf einer Einverständniserklärung zugestimmt.

Die Daten des Patienten werden vertraulich behandelt und wurden pseudonymisiert ausgewertet. In der Patienteninformation wurde der Teilnehmer über den Schutz seiner persönlichen Daten aufgeklärt. Alle Unterlagen der Studie sind so gespeichert und organisiert, dass ausschließlich die beteiligten und akkreditierten Prüfarzte Zugang haben. Die Grundsätze der Deklaration von Helsinki mit ihrer aktuellen Novellierung (Washington, 2002) zum Patientenschutz wurden stringent eingehalten.

(Patientenaufklärung und Einverständniserklärung: siehe Anhang)

4.1.4 Ethik

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, Klinikum der Universität München – Großhadern Marchioninstr. 15, D-81377 München auf ethische Unbedenklichkeit überprüft und diesbezüglich positiv beurteilt.

4.2 Material

4.2.1 Messanordnung

Das in Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Elektrotechnik der FH Augsburg speziell entwickelte 60 x 60 mm große Hautwiderstandsmessgerät DOT64-V.2 (Abb. 7) besteht aus einer Polyurethan-Trägerfolie, auf der 8 x 8 entsprechen 64 konvexe Kontaktelektroden aus Edelstahl angebracht. Die einzelnen Elektroden haben einen Durchmesser von 5 mm und einen Abstand von jeweils 8 mm, daraus ergibt sich eine Arrayfläche von 60 x 60 mm. Über 64 Einzelkabelbündel sind die Elektroden mit dem Steuergerät verbunden. Innerhalb von ca. einer Sekunde werden von der Messsoftware alle Elektroden nacheinander abgelesen, so dass sich ein zeitliches Auflösungsvermögen des gesamten Arrays von etwa einer Sekunde ergibt [83].

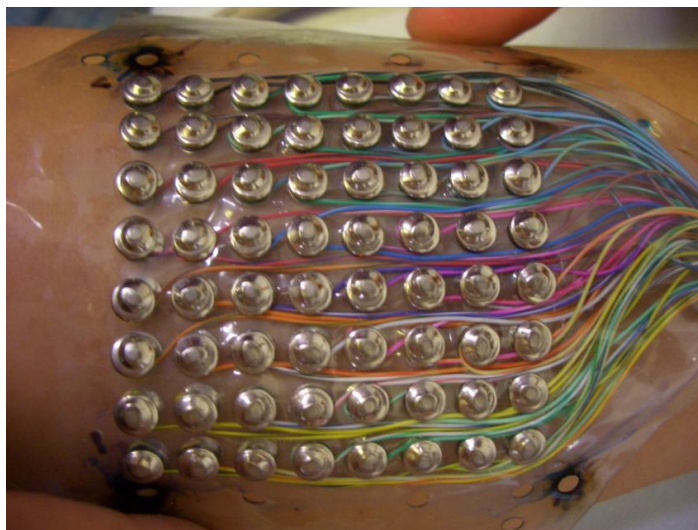


Abbildung 7: Das Hautwiderstandsmessgerät DOT64-V.2

Das Messarray gehört gemäß der Richtlinie 93/42/EWG des Rates über Medizinprodukte (MDD) zur Klasse IIa der Medizinprodukte. Die konstruktive Sicherheit ist nach einem TÜV-

Gutachten vom 27.01.2006 bescheinigt. Der Hersteller dieses Gerätes ist die Firma Penta Plan, Eichendorffstr. 5, 86368 Gersthofen, Deutschland.

4.2.2 Schaltskizze

Zwischen einer großflächigen Referenz- (Hand-) Elektrode und einer punktförmigen Prüf-Messspitze fließt über eine Stromquelle ein kleiner Messstrom (Gleichstrom: $I_{\text{Mess}} \approx 10\mu\text{A}$, Mittelspannung = 4.8 V). Es können Potentialdifferenzen U_{Mess} zwischen der Referenzelektrode und der Messspitze erfasst und dargestellt werden, die abhängig von den elektrischen Leitfähigkeitsverhältnissen im Bereich der Prüf- Messspitze sind. U_{Mess} ist zum elektrischen Leitwert des Organismus zwischen Elektrode und Messspitze reziprok (Abb.8). Diese Potentialdifferenz wird auf die Spannung U_Q der Stromquelle bezogen und in der normierten Form $U_M / \% = U_{\text{Mess}} / U_Q * 100$ angegeben (Abb.9).

Diese technischen Details entsprechen denen, anderer kommerziell erhältlichen Messgeräten zur Untersuchung des elektrischen HW.

Es wird die elektrische Leitfähigkeit ($\sim 1/R$) eines Organismus ermittelt, wobei der größte Anteil des Widerstandes der Haut zugeschrieben werden kann 2.1.1. Daher lässt sich mit diesem Messsystem der Widerstand der Haut erfassen [83].

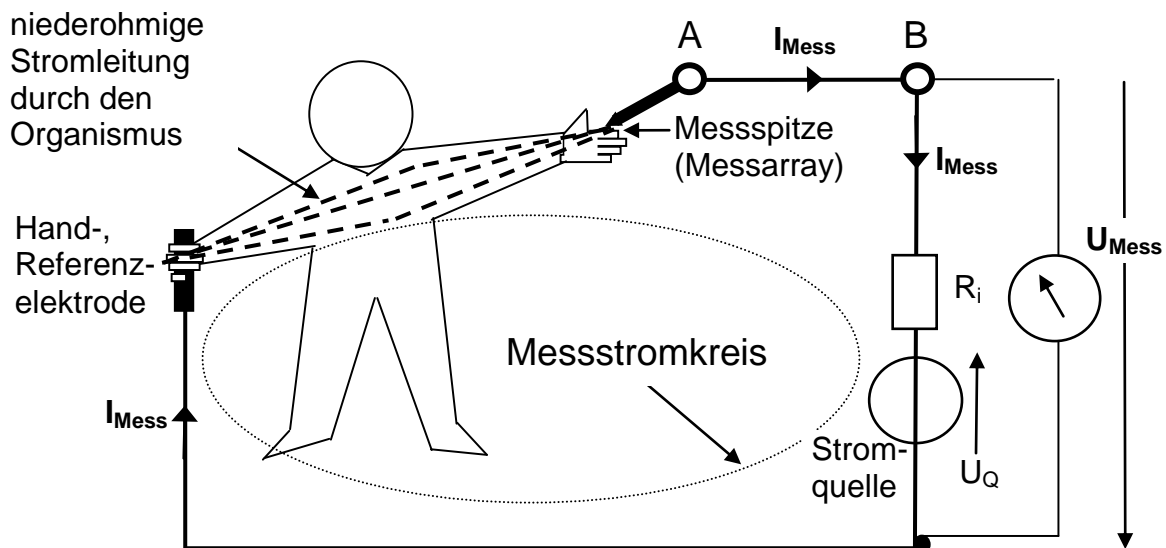


Abbildung 8: Schaltskizze zur Leitfähigkeitsmessung am Menschen. Von der Stromquelle (U_Q , R_i) wird der Strom I_{Mess} durch den Organismus bewirkt. Die davon verursachte Spannung U_{Mess} wird ausgewertet.

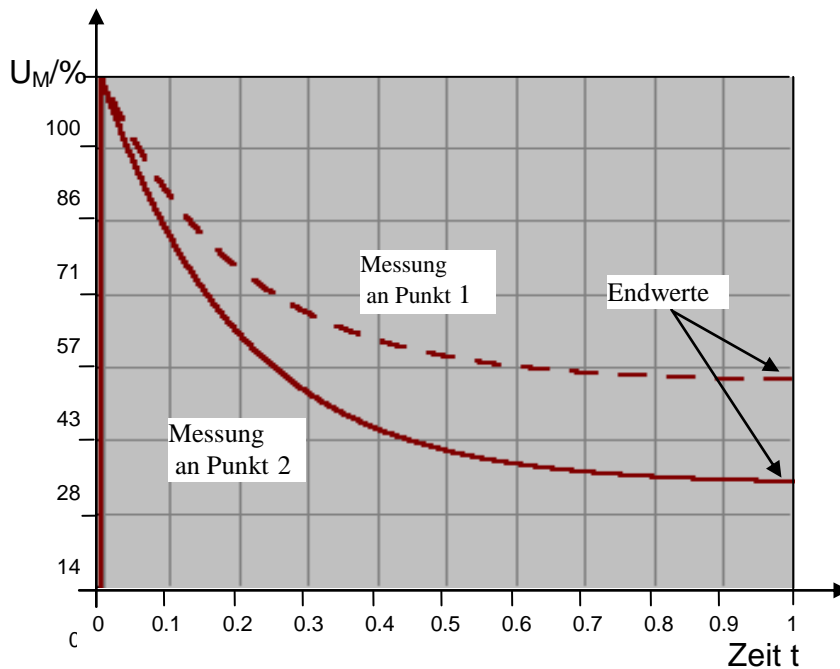


Abbildung 9: Qualitativer zeitlicher Verlauf der Potenzialdifferenz U_M an 2 örtlich verschiedenen Messpunkten. Sind die Messergebnisse an den Punkten 1 und 2 zur selben Zeit an einem gesunden Probanden gefunden worden, so weist der niedrigere Verlauf an Punkt 2 darauf hin, dass es sich dabei um einen Akupunkturpunkt handeln könnte.

4.2.3 Sensorprinzip

Bei dieser Messmethodik wird anstatt einer singulären Elektrode, wie bei den bisher verwendeten und bekannten Messgriffeln, ein Elektrodenfeld, d.h. mehrere Elektroden in definierter Anordnung (Array) eingesetzt. Eine neu entwickelte Elektronik wird zwischen die Punkte Punkte A und B geschaltet (Abb.8), die es ermöglicht, die Hautpotentiale an jeder Messelektrode des Arrays mit dem Messgerät einzeln zu bestimmen. Die Spannung U_{Mess} wird erfasst, indem während jeder Messung mit diesen Flächenelektroden die Spannungsquelle U_Q mit ihrem Innenwiderstand R_i durch die Elektronik zyklisch an jeden einzelnen Messkontakt geschaltet wird. Da die Messung je Kontakt und die Umschaltung auf die nächste Elektrode nur einiger Millisekunden dauert, können alle Elektroden des Messarrays innerhalb einer Sekunde abgefragt werden. Da sich in diesem kurzen Zeitintervall die Messbedingungen nahezu nicht verändern und sie für alle Elektroden vergleichbar sind, ist die Erfassung eines «steady state» möglich. So können benachbarte Hautareale unmittelbar miteinander verglichen werden [83].

4.2.4 Datenerhebung und – verarbeitung

Für alle durchgeführten Messungen würde ein Fujitsu Siemens Livebook C1320D, Deutschland mit dem Betriebssystem Windows XP Professional, Microsoft Corporation, USA verwendet. Der PC befand sich während den Messungen zu keiner Zeit am Netzwerk und wurde ausschließlich im Batteriebetrieb genutzt. Als Software wurde das Programm Dot64_V2.0 verwendet.

Für sämtliche Texte und Tabellen wurde Microsoft Office 2003, Microsoft Corporation, USA und Adobe Illustrator, Adobe, USA genutzt. Für die statistische Auswertung wurden Microsoft Excel 2003, Microsoft Corporation, USA, und SPSS 14.0, SPSS Inc., USA auf einem Fujitsu Siemens Computer (Seriennummer YBEM 103106) verwendet.

Das Literaturverzeichnis dieser Arbeit wurde mit dem Reference Manager, 10., the Thomson Corporation, USA erstellt.

4.2.5 Verwendetes Material

Neben dem Messarray wurde in Tabelle 4 aufgeführtes Material bei den Messungen verwendet.

Tabelle 4: Verwendetes Material

Bezeichnung	Hersteller
Mullkomresse 10 x 10 cm	NOBA, Deutschland
Natriumchlorid-Lösung, 0,9%, steril 10ml	Braun, Deutschland
Silikon Lagerungsgelkissen „Oasis“ 460 x 210 x 8mm	Trulife, Irland
Blutdruckmanschette, Sphyngomonometer	ERKA, Deutschland

4.2.6 Umgang mit potentiellen Einflussfaktoren

Wie bereits in 2.4.1 erwähnt, unterliegen Hautwiderstandsmessungen multiplen Einflussfaktoren. Grundsätzlich lässt sich zwischen endogenen und exogenen Faktoren, die Einfluss auf den Hautwiderstand nehmen unterscheiden.

Unter den endogenen Einflussfaktoren nimmt auf Seiten der physiologisch und psychisch bedingten Einwirkungen die Schweißdrüsen-/ Sympatikusaktivität und damit der Hydratationszustand [9] der Haut einen wichtigen Stellenwert ein. Je mehr Ionen zur Weiterleitung des Stroms zur Verfügung stehen, desto geringer ist der elektrische Widerstand, daher ist bei den Messungen auf eine einheitliche exogen beigebrachte Durchfeuchtung der Haut im Messareal zu achten. Ähnlich beeinflusst die lokale Durchblutung die Leitfähigkeit, daher sollte vor den Messungen möglichst kein Einfluss auf die Durchblutung zum Beispiel durch Reibung oder Druck genommen werden und so eine exogen induzierte Hyperämie vermieden werden. Der Hautwiderstand wird wie in 2.1.3 bereits beschrieben, größtenteils durch die Dicke des Stratum corneum bedingt [22;89].

In vorangegangenen Studien bedingten die, in Tabelle 5 aufgeführten, exogenen Einflussfaktoren eine erhebliche Fehleranfälligkeit der Messmethoden. Messwinkel, Anpressdruck und Messzeit [9;81] beeinflussen die Messungen erheblich, daher sollten diese Faktoren sowohl während jedes einzelnen Messvorgangs, als auch bei allen Messungen einer Studie konstant und identisch sein. Mit dem in 4.2 ausführlich beschriebenen Messarray kann diese Vorgabe, im Gegensatz zu Messungen mit herkömmlichen Messgriffeln, erfüllt werden [83].

Farbliche Markierungen können den Hautwiderstand beeinflussen. Dies spielt besonders eine Rolle, wenn dieser Punkt mit der umliegenden nicht markierten Haut verglichen wird [81].

Da bei den Messungen der vorliegenden Arbeit alle Elektroden innerhalb einer Sekunde abgefragt werden und so nahezu die Erfassung eines «steady state» möglich ist, können benachbarte Hautareale ohne Einfluss der bekannten Störgrößen, wie Anpressdruck oder Anpresswinkel unmittelbar miteinander verglichen werden. Auch die Hautfeuchte kann als vergleichbar unter dem gesamten Messarray angenommen werden. Die anderen Einflussfaktoren werden, wie in 4.3.3 beschrieben, beim Messvorgang berücksichtigt.

Tabelle 5: Exogene und endogene Einflussfaktoren auf den Hautwiderstand

Endogene Einflussfaktoren	
<i>Physiologische / psychische Einflüsse</i>	<i>lokale Anatomie</i>
Schweißdrüsen-/ Sympathikusaktivität	Dicke der Haut (Stratum Corneum)
Durchblutung	Behaarung
Körpertemperatur	Durchfeuchtung der Haut
Hydratationszustand	Anzahl Schweißdrüsen (3-6/mm ²)
Tageszeitliche Dynamik	

Exogene Einflussfaktoren	
<i>Messvorgang</i>	<i>Messvorbereitung</i>
Messwinkel	Induzierte Hyperämie
Anpressdruck	Induzierte Reduktion des S. Corneum
Messdauer	Farbliche Markierungen

4.3 Methoden

4.3.1 Messpunkte

Als Messpunkte wurden bei den operativen Eingriffen an der Schulter der AP Ma 38 und bei den Eingriffen im Bereich der Hüfte der AP Gb 34 ausgewählt. Nach Lehre der TCM sind diese Punkte bei Beschwerden an den beschriebenen Gelenken therapeutisch wirksam. Zudem sind diese Punkte an Bereichen des Unterschenkels lokalisiert, die eine Fixierung des Messarrays mit einem konstanten und gleichmäßigen Druck erlauben.

4.3.1.1 Magen (Ma) 38 („Tiaokou“)

Der Akupunkturpunkt Ma 38 befindet sich in der Mitte der Außenseite des Unterschenkels [38]. Man misst 8 Cun distal von Ma 35 und 1 Cun lateral der ventralen Tibiakante [37]. Eine seiner Hauptindikationen zur Nadelung sind Schulterschmerzen, weiter ist dieser Punkt auch indiziert bei Knie-, Hüft-, und Rückenschmerzen [38].

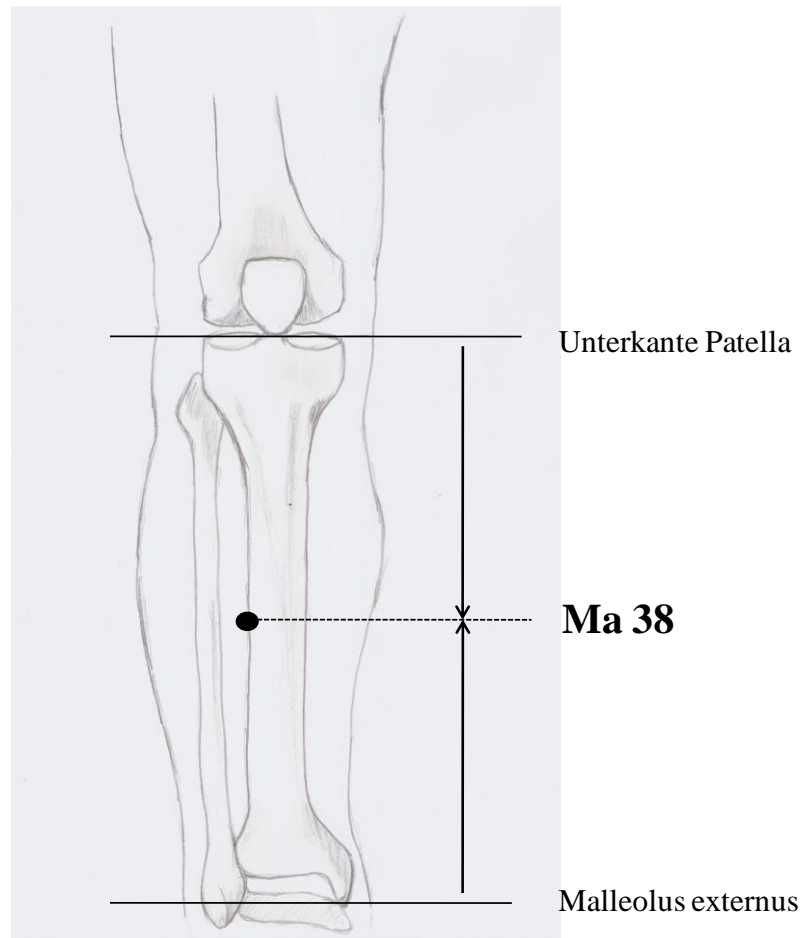


Abbildung 10: Lokalisation des Akupunkturpunktes Ma 38 („Tiaokou“)

4.3.1.2 Gallenblase Gb 34 („Yanglingquan“)

Der Akupunkturpunkt Gb 34 heißt in der Übersetzung „Quelle am sonnenbeschienenen Hügel“ [38]. Er befindet sich in der Vertiefung ventral und distal des Fibularköpfchens [37]. Nach Lehre der TCM hat Gb 34 die Bezeichnung „Vereinigungspunkt“ der Wandlungsphase „Erde“. Er wird in seiner Funktion als „Meisterpunkt“ des Sehnen und Hauptpunkt bei Erkrankungen der Sehnen und Muskulatur [38] bei der symptomorientierten Akupunktur, sowie aus klinischer Erfahrung zur Behandlung von Periarthropathien bei Koxarthrose verwendet [90].

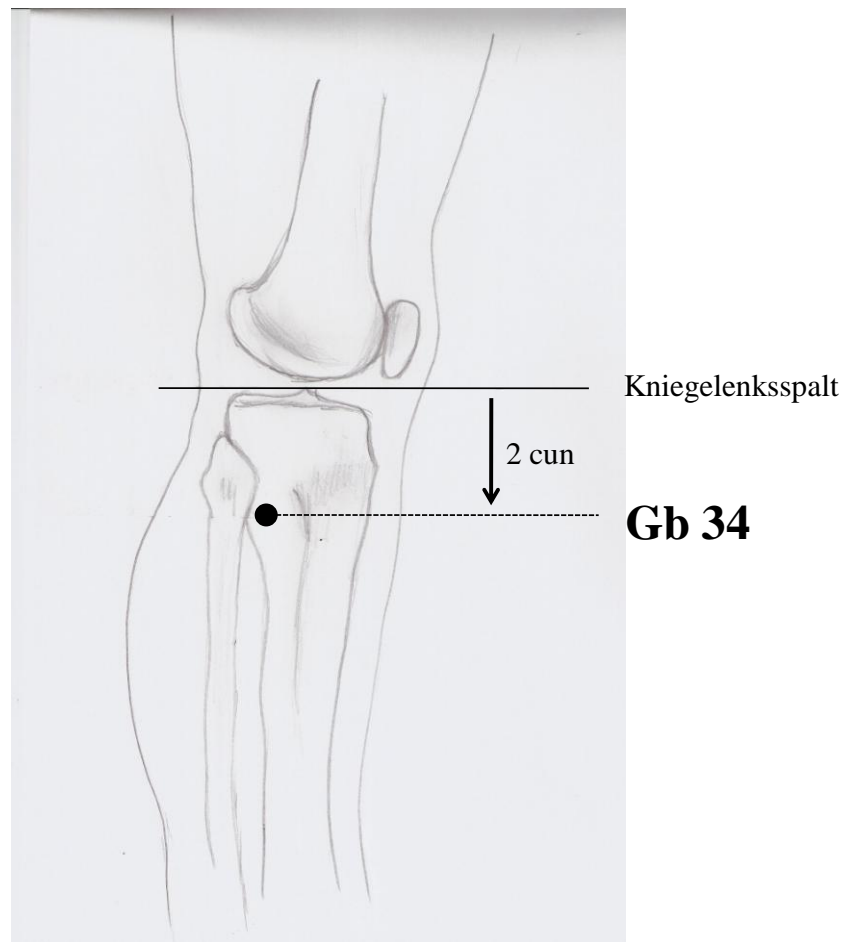


Abbildung 11: Lokalisation des Akupunkturpunktes Gb 34,
(„Yanglingquan“)

4.3.2 Studiendesign

Die Patienten wurden am Tag vor dem geplanten operativen Eingriff im stationären Setting rekrutiert. Sie wurden aufgeklärt (siehe 4.1.3) und ihr Einverständnis zur Teilnahme an der Studie dokumentiert (Patientenaufklärung und Einverständniserklärung siehe Anhang). Bei den gesunden Probanden erfolgte das entsprechende Vorgehen im ambulanten Bereich.

Die Messungen nach Schulter- und Augenoperationen fanden im Zeitraum von 30 Minuten bis 4 Stunden nach Beendigung der Operation im Aufwachraum, in seltenen Fällen auch auf Station statt. Im Rahmen der Messung wurden die Patienten bezüglich ihrer Schmerzstärke anhand der VAS befragt. Die Messungen nach Hüftoperation fanden in direktem Anschluss an die Operation im Operationssaal statt, bevor das operierte Bein des Patienten zur Thromboseprophylaxe mit elastischen Binden gewickelt wurde. Da die Operationen in

Regionalanästhesie durchgeführt wurden, waren die Patienten zum Messzeitpunkt schmerzfrei. Bei den gesunden Probanden wurden die Messungen in den Behandlungsräumen der Interdisziplinären Schmerzambulanz, Klinikum der Universität München, Innenstadt durchgeführt.

Die Lokalisation der Messpunkte erfolgte teils am Abend nach der Operation, teils am ersten postoperativen Tag. Die jeweilige Markierung des Messbereichs direkt auf der Haut, ermöglichte das eindeutige Nachvollziehen des Messareals und somit die Korrelation des AP mit den entsprechenden Messelektroden auch am Folgetag, daher war ein standardisierter Lokalisationszeitpunkt nicht notwendig. Die Punktlokalisierung bei den gesunden Probanden erfolgte unmittelbar nach den Messungen.

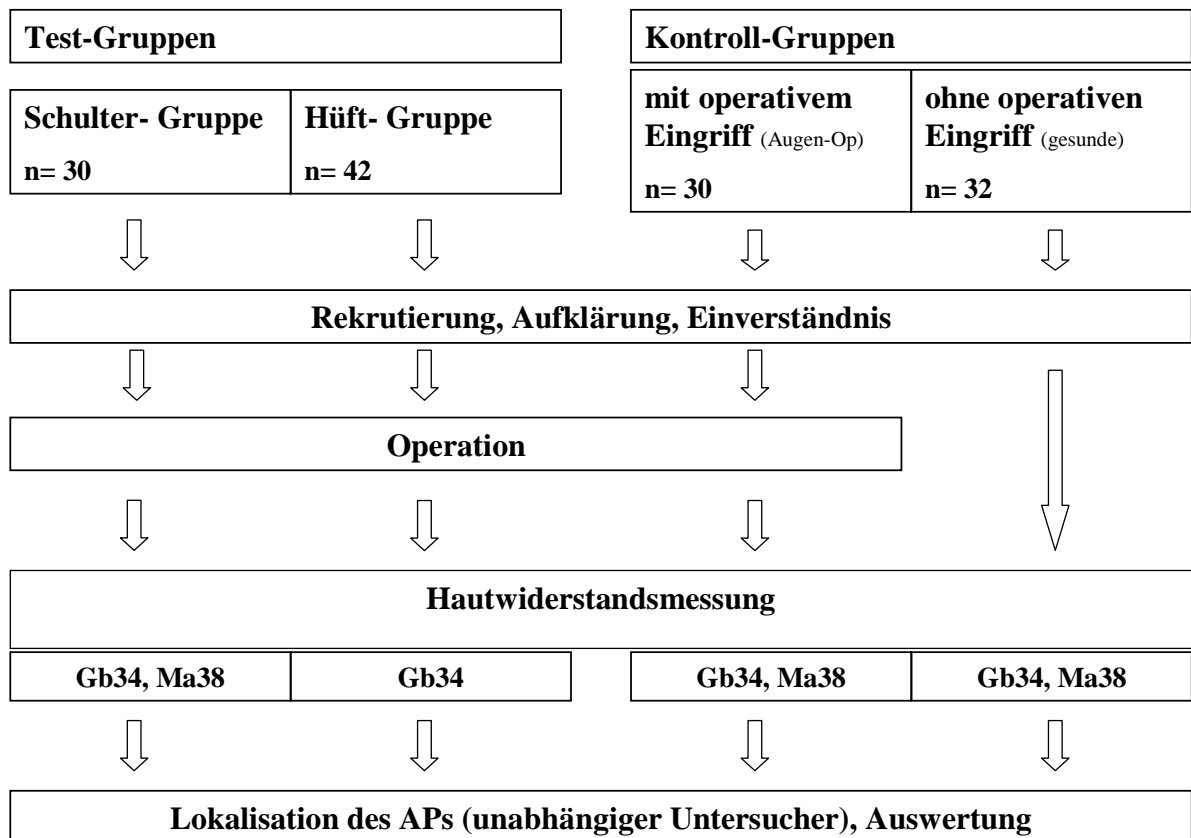


Abbildung 12: Studiendesign

4.3.3 Messvorgang

Bei allen Schritten des Messvorgangs war ein wesentlicher Aspekt, sämtliche in 3.2.6 genannten Einflussfaktoren möglichst gering zu halten.

Zunächst musste der Messbereich anhand umliegender anatomischer Landmarken lokalisiert werden, ohne die Haut im Messfeld zu berühren. Im Messbereich darf vor der Messung nicht manipuliert werden, da man sonst Einflussfaktoren induzieren würde. Ohne Reibung oder Druck auf die Haut im Messbereich zu erzeugen, wurde die Haut einheitlich angefeuchtet. Dies erfolgte standardisiert mit einer in 10 ml steriler 0,9 % NaCl - Lösung getränkten Mullkomresse. Ziel war es, bei allen Messungen eine homogene Hautfeuchtigkeit zu bewirken.

Im nächsten Schritt wurde das Messarray auf den zu messenden Hautbereich gelegt. Es wurde darauf geachtet, ein glattes, ebenmäßiges, Falten freies Anliegen aller Elektroden auf der Haut zu gewährleisten. Reibung, Zug oder Spannung durften weder an der Haut noch an dem Messarray entstehen. Die Position des Messarrays durfte im Folgenden nicht mehr verändert werden. Die flexible Trägerfolie des Messarrays ermöglicht, dass alle Elektroden ebenmäßig und mit gleichem Messwinkel an der Haut anliegen.

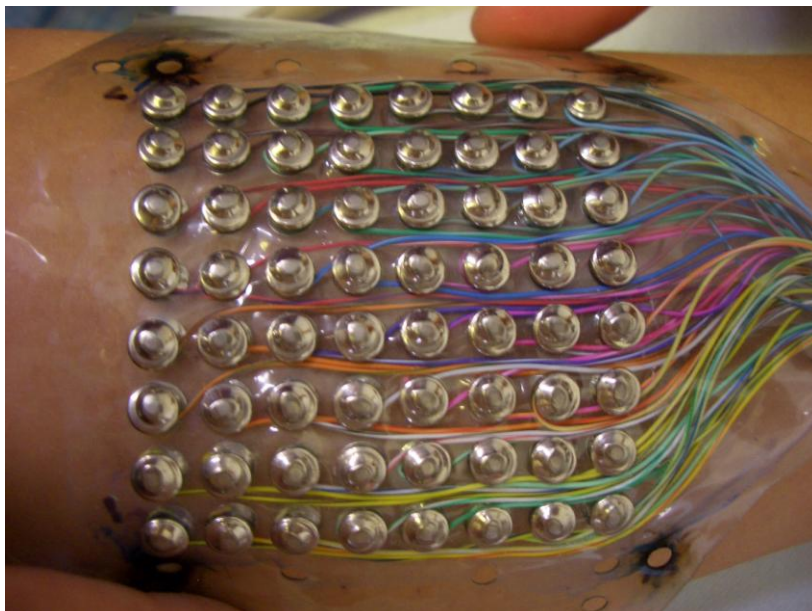


Abbildung 13: das Messarray wird ebenmäßig auf die Haut im Bereich des Akupunkturpunktes gelegt

Auf das Messarray wurde das Lagerungsgelkissen gelegt, durch dieses wird der Anpressdruck gleichmäßig auf alle Elektroden verteilt. Zur Fixierung des Messarrays und des Lagerungsgelkissens an der Messstelle diente eine handelsübliche Blutdruckmanschette. Diese wurde entsprechend einer nicht invasiven Blutdruckmessung über Messarray und Gelkissen gelegt und verschlossen. Durch die Kombination aus Lagerungsgelkissen und Blutdruckmanschette resultiert eine gleichmäßige und konstante Druckverteilung auf alle Messelektroden. Der Druck der Blutdruckmanschette wurde so gewählt, dass es zu keiner Zeit zu einer Blutstauung kommt.

Die Blutdruckmanschette wurde für 5 Sekunden auf 100 mmHg aufgepumpt um wiederum sicher zu stellen, dass an allen Elektroden einheitliche Messbedingungen herrschen. Für die eigentliche Messung wurde der Druck auf 20 mmHg abgelassen. So bestand ein konstanter Messdruck, mit möglichst wenig Einfluss auf die Durchblutung sowohl im Messbereich als auch in der Peripherie.

Um den Stromfluss zu ermöglichen, hielt der Proband die Referenzelektrode in der nicht am Messvorgang beteiligten Hand, beziehungsweise bei Messungen an der unteren Extremität in der Hand seiner Wahl.

Die Messung wurde durch das Startfeld auf dem PC aktiviert. Zunächst wurden die Hautwiderstände kontinuierlich für 30 Sekunden gemessen. Zum einen, um den korrekten Stromfluss durch alle Messelektroden zu kontrollieren, zum anderen um Potentialschwankungen abzuwarten. Es hat sich gezeigt, dass sich nach dieser Periode die Potentiale nicht mehr wesentlich ändern. Die Messung wurde beendet und die gemessenen Potentiale auf dem Computer als Dat- Datei gespeichert.

Blutdruckmanschette und Lagerungsgelkissen wurden so entfernt, dass das Messarray an seiner Messposition liegen bleibt und seine genaue Lage auf der Haut markiert werden konnte. Hierzu befinden sich an allen vier Ecken des Messarrays kleine Löcher in der Trägerfolie, durch welche die Haut mit einem hautverträglichen, wasserfesten Stift markiert wurde. Schließlich wurde das Messarray entfernt und der Messvorgang war beendet.

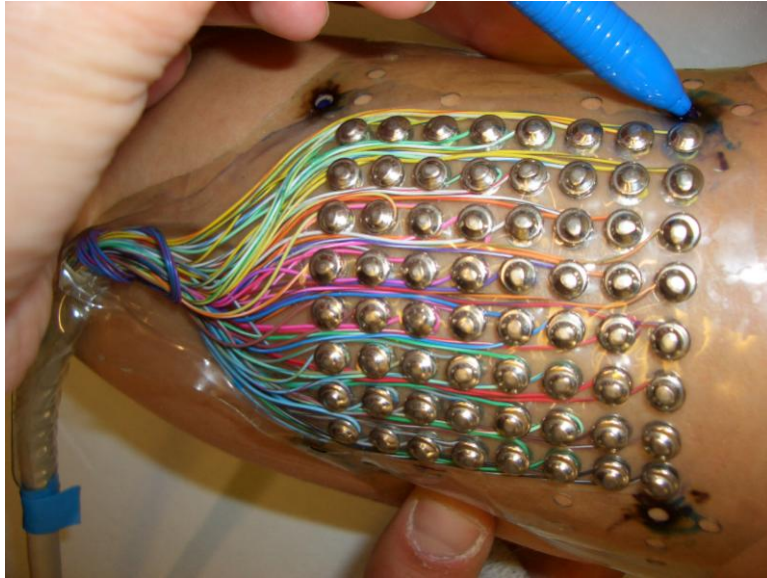


Abbildung 14: Markierung des Messareals nach durchgeführter Messung

4.3.4 Lokalisation der Akupunkturpunkte

Als nächster Arbeitsschritt erfolgt die genaue Lokalisation des untersuchten AP. Dies wird erst nach der Messung des Hautwiderstandes durchgeführt, um mögliche Einflüsse auf den Hautwiderstand, wie bereits beschrieben, möglichst gering zu halten. Lokalisation und Markierung des AP erfolgen durch einen an der Messung zu keiner Zeit beteiligten Akupunktur (verblindeter Untersucher). Alle Akupunkteure erfüllen formal mindestens die Kriterien der ärztlichen Zusatzbezeichnung „Akupunktur“.

Der Akupunktur markiert den AP mit einem hautverträglichen, wasserfesten Stift.

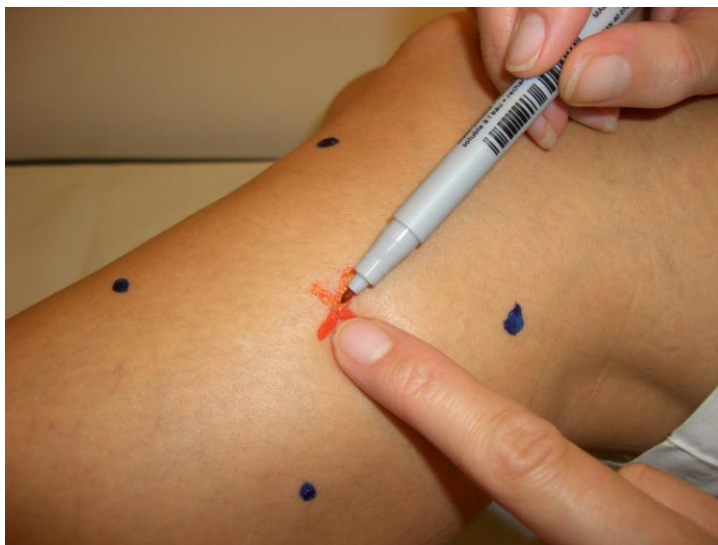


Abbildung 15: Lokalisation und Markierung des Akupunkturpunktes im Messareal durch einen erfahrenen Akupunkturer

Eine, dem Messarray exakt nachempfundene durchsichtige Kunststoffschablone wird, entsprechend den im Anschluss an die Messung angezeichneten Markierungen auf den Messbereich gelegt. So ist es möglich, die exakte Zuordnung des AP und seiner Umgebung zu den einzelnen Messelektroden des Arrays nachzuvollziehen. Die Ergebnisse werden in einer Tabelle, die entsprechend dem Messarray 8 x 8, also 64 Felder hat, dokumentiert. So kann der genaue Zusammenhang von AP und korrespondierendem gemessenen Hautwiderstand sowie den Hautwiderständen in der direkten Umgebung des AP nachvollzogen werden.

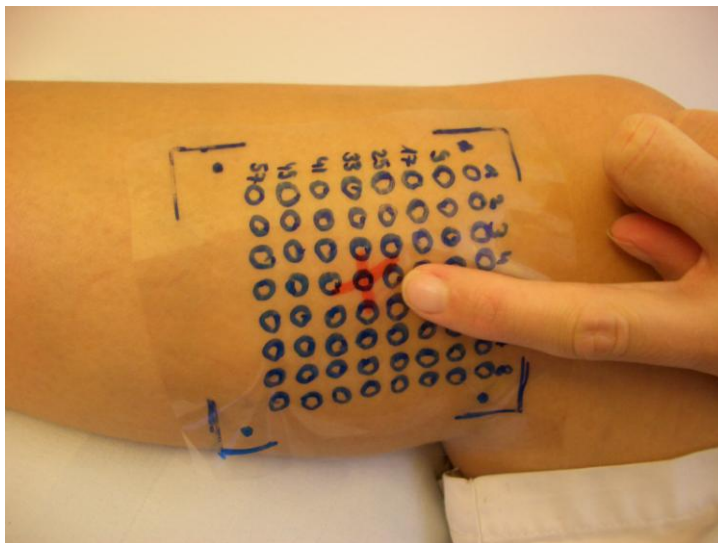


Abbildung 16: Zuordnung des Akupunkturpunktes zu den Elektroden des Messarrays

4.4 Statistik

Für die statistische Analyse der erhobenen Daten wurden Microsoft Excel 2003 und SPSS 14.0 verwendet.

Zunächst wurden die erhobenen Messdaten als dat - Dateien gespeichert. Um die Daten weiter zu verarbeiten, wurden sie in Excel - Dateien konvertiert. Mittels Excel- Tabelle wurde die Position des AP mit den entsprechenden Elektroden des Messarrays korreliert. Da die Angaben zur exakten Lokalisation der AP in der Literatur zum Teil geringfügig variieren und keine einheitliche Flächenausdehnung der AP beschrieben ist, wurde nicht nur die eine

einzelne Elektrode, unter welcher sich der AP befand, sondern ein Areal von 3 x 3 Elektroden um die entsprechende Elektrode herum definiert und mit den anderen Elektroden des Messarray verglichen.

1	2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32
33	34	35	36	■	■	■	40
41	42	43	44	■	46	■	48
49	50	51	52	■	■	■	56
57	58	59	60	61	62	63	64

Abbildung 17: In diesem Beispiel würde der AP unter der Elektrode 46 liegen. Diese Elektrode 46 sowie die acht umliegenden Elektroden werden mit den übrigen 56 Elektroden verglichen

Um die Signifikanz der Hautwiderstandsänderungen an den AP zu berechnen wurde der Wilcoxon Rang Summen Test verwendet. Bewusst wurden hier nicht die absoluten Werte der Hautwiderstände erhoben, da diese stark variieren, sondern der Fokus auf den Vergleich des Hautwiderstandes an dem AP zu dem Hautwiderstand am umliegenden Gebiet gelegt.

Die Fallzahlenanpassung wurde mit der False Discovery Rate durchgeführt, dabei wurden P-Werte von <0,05 als statistisch signifikante Hautwiderstandsveränderung erachtet.

Die False Discovery Rate wurde weiter verwendet, um für jeden Test den Signifikanzbereich zu adjustieren.

5 Ergebnisse

5.1 Patienten- und Probandencharakteristika

5.1.1 Demographische Daten und Zusammensetzung der einzelnen Gruppen

In dieser Arbeit wurden 163 Patienten und Probanden mit einem mittleren Alter 58 ± 16 Jahren (Spanne 19 - 89 Jahre) untersucht (80 Frauen, 83 Männer).

Es wurden 2 Testgruppen (Schulter- und Hüftgruppe) und 2 Kontrollgruppen (eine Gruppe mit operativem Eingriff, eine gesunde Kontrollgruppe) gebildet.

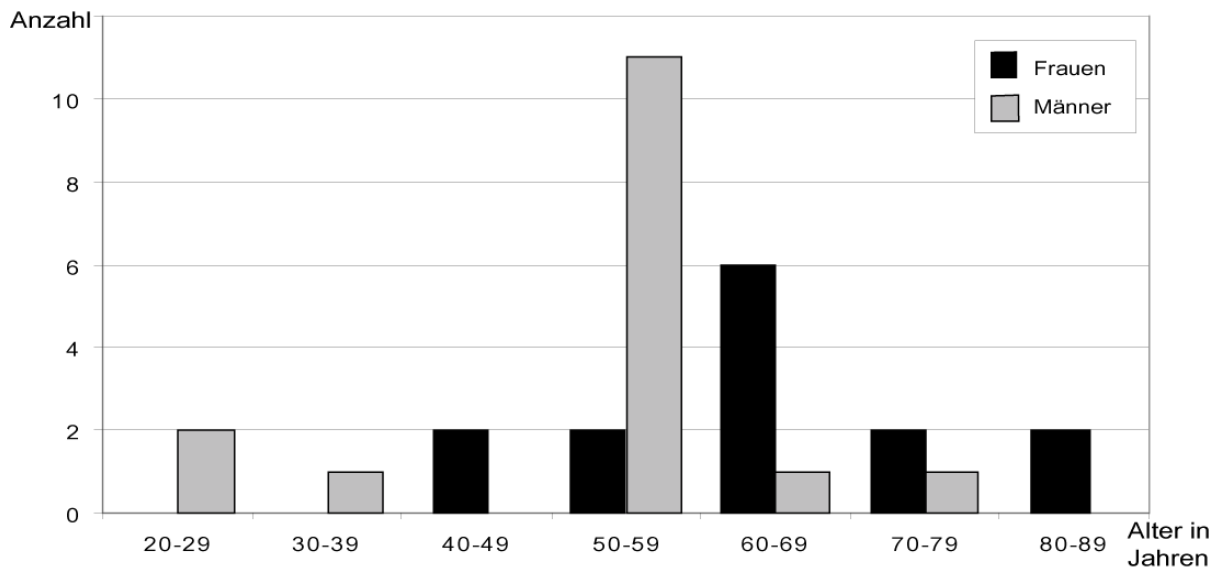
5.1.1.1 Schultergruppe

In die Schultergruppe wurden 30 Patienten (14 Frauen, 16 Männer) mit einem Altersdurchschnitt von 58,2 Jahren ($\pm 14,6$) (siehe Tabelle 6) mit nachgewiesener Schulterdegeneration, Frakturen im Bereich der Schulter oder Endoprothesenimplantation der Schulter eingeschlossen. Die Diagnosen verteilen sich wie in Tabelle 14 beschrieben.

Tabelle 6: Zusammensetzung der Schultergruppe

Operative Therapie von:	Anzahl Patienten
Rotatorenmanschettenruptur	4
Impingement- Syndrom	10
Frakturen im Bereich des Humeruskopf	11
laterale Claviculafraktur	4
Schulterprothese	1

Tabelle 7: Alters- und Geschlechtsaufteilung der Patienten der Schultergruppe



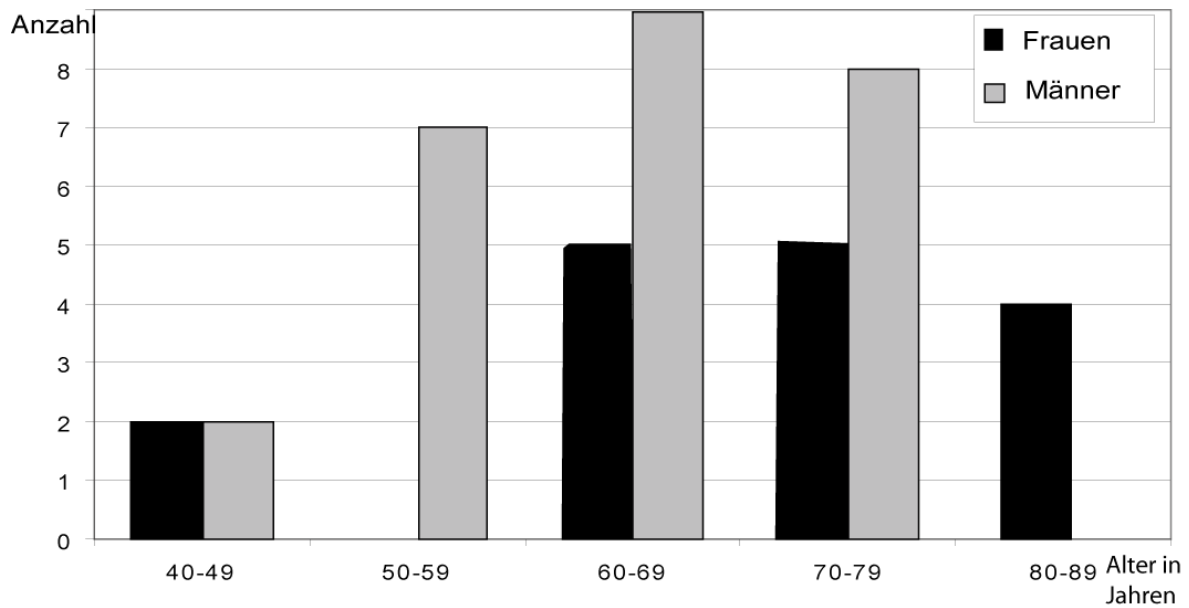
5.1.1.2 Hüftgruppe

In die Hüftgruppe wurden 42 Patienten (16 Frauen, 26 Männer) mit einem Altersdurchschnitt von 66,7 (\pm 11,4) Jahren mit Implantation von Endoprothesen der Hüfte, Prothesen- Revision oder großen Gefäßoperationen im Bereich der Hüfte eingeschlossen. Die Diagnosen verteilen sich, wie in Tab. 8 beschrieben.

Tabelle 8: Zusammensetzung der Hüftgruppe

Operation:	Anzahl Patienten
Totalendoprothese der Hüfte (Hüft-TEP)	25
Dynamische Hüftschraube (DHS)	6
Inlay-/ Kopf-/ Pfannenwechsel bei Hüft- TEP	4
Chondromatose/ Exostosenabtragung/ Refixation	3
Trochantermuskulatur bei Hüft- TEP	
Aortofemoraler/ Femoropoplitealer Bypass	3
Profundaplastik mit intraoperativer Dilatation	1

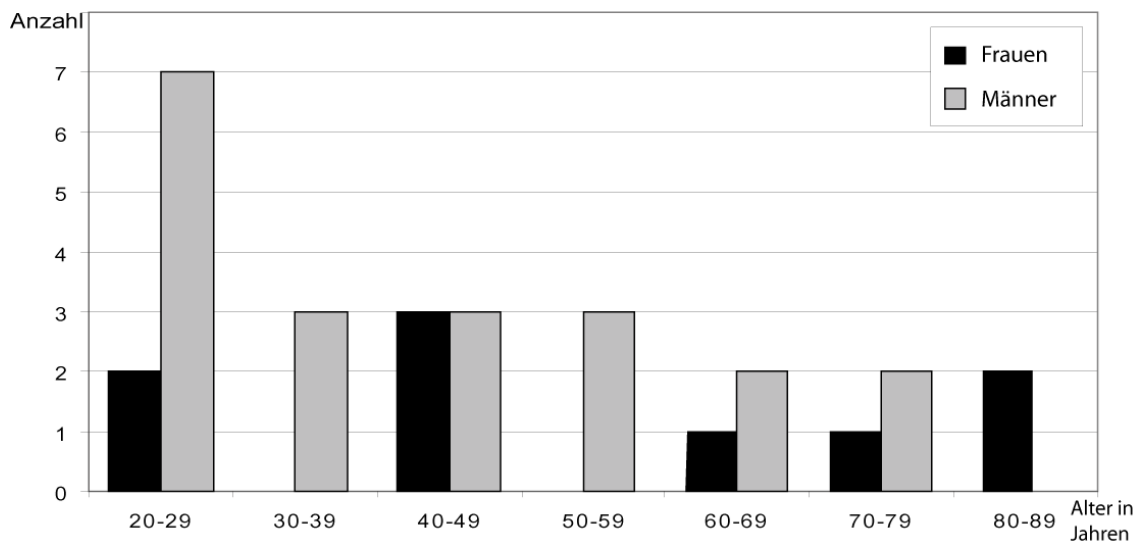
Tabelle 9: Alters- und Geschlechtsaufteilung der Patienten der Hüftgruppe



5.1.1.3 Kontrollgruppe mit operativem Eingriff

In die Kontrollgruppe mit operativem Eingriff wurden 29 Patienten (9 Frauen, 20 Männer), die sich einer Augenoperationen unterzogen haben, aufgenommen. Der Altersdurchschnitt in dieser Gruppe liegt bei 46,2 ($\pm 20,5$) Jahren. Sie durften nicht unter akuten oder chronischen Schulter- oder Hüftbeschwerden leiden.

Tabelle 10: Alters- und Geschlechtsaufteilung der Patienten der Kontrollgruppe mit operativem Eingriff



5.1.1.4 Kontrollgruppe ohne operativen Eingriff

Die Kontrollgruppe ohne operativen Eingriff wurde unterteilt in Probanden die an Ma 38 beziehungsweise Gb 34 gemessen wurden. Es wurden unterschiedliche Probandenkollektive gebildet, da der Altersdurchschnitt möglichst dem der Testgruppen entsprechen sollte.

Als Kontrollgruppe ohne operativen Eingriff wurden an Ma 38 32 gesunde, schmerzfreie Probanden, ohne Medikamenteneinfluss untersucht. Die 22 Frauen und 10 Männer haben einen Altersdurchschnitt von 53,5 (\pm 10,0) Jahren.

Gb 34 wurde an 30 gesunden, schmerzfreien Probanden, ohne Medikamenteneinfluss und ohne operativen Eingriff untersucht. Der Altersdurchschnitt der 19 Frauen und 11 Männer lag bei 65,5 (\pm 7,2) Jahren.

Tabelle 11: Alters- und Geschlechtsaufteilung der Probanden der gesunden Kontrollgruppe für Ma 38

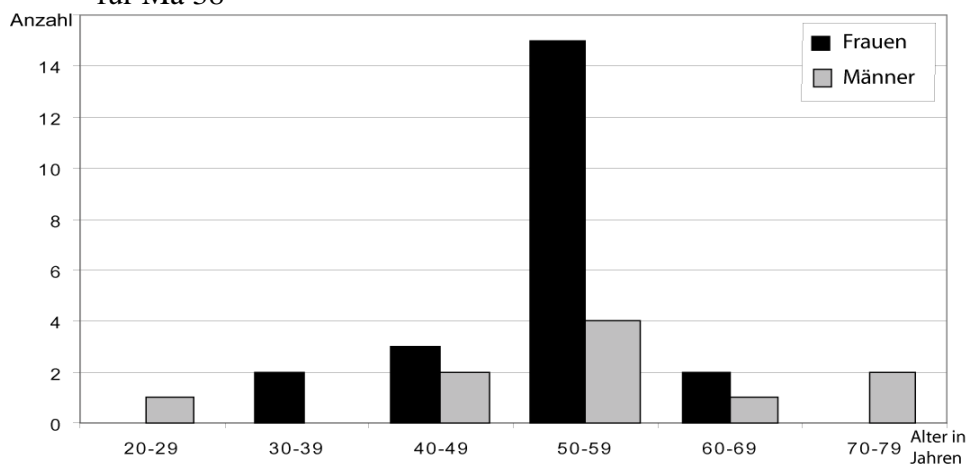
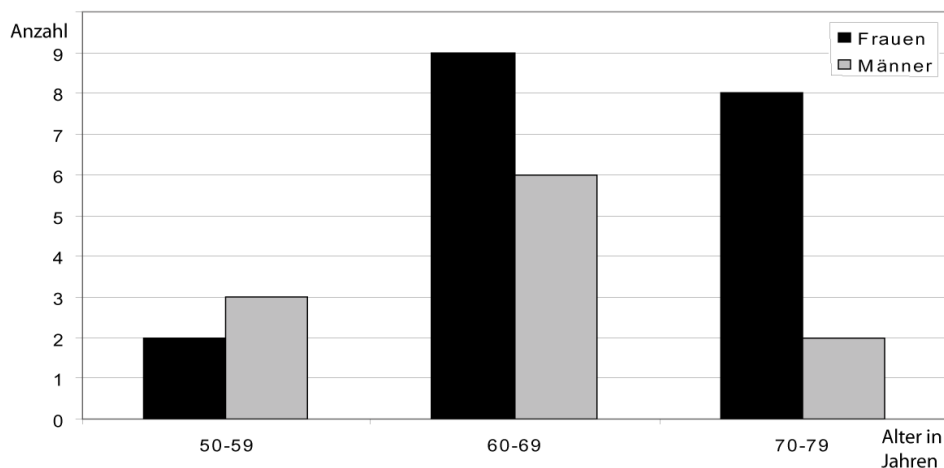


Tabelle 12: Alters- und Geschlechtsaufteilung der Probanden der gesunden Kontrollgruppe für Gb 34



5.1.2 Nicht verwertbare Messungen

Im Rahmen dieser Arbeit wurden an 163 Patienten und Probanden 444 Messungen des elektrischen Hautwiderstandes an Akupunkturpunkten durchgeführt. Von allen ursprünglich in die Studie eingeschlossenen Teilnehmern gingen die Daten in die Auswertung ein. Gelegentlich konnten einzelne Punkte nicht ausgewertet werden. In Tabelle 13 sind die einzelnen Punkte mit Ursache für den Ausschluss aufgeführt

Tabelle 13: Ausgeschlossene Messungen (n= 20)

Patient aus Gruppe	Nicht verwertbarer Punkt	Ursache
Schultergruppe	Ma 38 re.	Ulcus
	Ma 38 li.	Ulcus
	Ma 38 li.	Ulcus
	Ma 38 li.	Patient zu unkooperativ
	Ma 38 li.	Punkt außerhalb Messbereich
	Ma 38 re	Punkt außerhalb Messbereich
	Gb 34 re.	Punkt außerhalb Messbereich
	Gb 34 re.	Punkt außerhalb Messbereich
	Gb 34 re.	Punkt außerhalb Messbereich
	Gb 34 li.	Punkt außerhalb Messbereich
	Gb 34 li.	Patient zu unkooperativ
	Gb 34 bds.	Wadenumfang zu groß
Hüftgruppe	Gb 34 re	Knie TEP
	Gb 34 li.	Punkt außerhalb Messbereich
	Gb 34 li.	Markierung verwischt
Kontrollgruppe mit operativem Eingriff	Ma 38 und Gb 34 li.	Sensible Innervation gestört
	Gb 34 li.	Markierung verwischt
Kontrollgruppe ohne operativen Eingriff	Ma 38 li.	Fehler bei der Datenspeicherung

5.2 Ergebnisse der Hautwiderstandsmessungen

Insgesamt schwanken die Messwerte des elektrischen Widerstandes der Haut sehr stark im gesamten Messareal zwischen keiner und hoher Leitfähigkeit. Diese Veränderungen waren sowohl intra- individuell (Erklärung siehe 2.3.2) als auch entlang der 64 Elektroden zu beobachten.

Bei der Auswertung der Daten wurden im Chi- Quadrat-Test p- Werte kleiner als 0,05 als statistisch signifikant erachtet.

5.2.1 Messergebnisse bei Schulter-Operationen

Die Messungen bei den Patienten, die sich einer Schulteroperation unterzogen haben, wurden postoperativ am Punkt Ma 38 gemessen. Dieser Punkt wird nach Lehre der TCM bei Schulterschmerzen genadelt. (siehe: 4.3.1.1).

An diesem Punkt wurden insgesamt 54 Messungen (28 rechts, 26 links) nach operativen Eingriffen an der Schulter durchgeführt. Bei 35 (64,8 %) Messungen war der HW an Ma 38 im Vergleich zum umliegenden Hautareal nicht signifikant verändert. Signifikante Veränderungen wurden bei 19 (35,2 %) Messungen beobachtet, wobei der HW in 10 (18,5 %) Fällen signifikant erniedrigt und in 9 (16,7 %) Fällen signifikant erhöht war.

Zum intra- individuellen Vergleich wurde der AP Gb 34, dessen eigentliche Indikation Hüftschmerzen sind (siehe 4.3.1.2) gemessen. Dieser Punkt wurde insgesamt 53-mal untersucht, dabei war der HW am AP in 36 (67,9 %) Fällen unverändert verglichen zur umliegenden Haut. Von den 17 (32,1 %) statistisch signifikanten Messungen zeigten 13 (24,5 %) einen erniedrigten und 4 (7,5 %) einen erhöhten elektrischen Hautwiderstand im Vergleich zur umgebenden Haut.

Um auszuschließen, dass die Hautwiderstandsveränderungen durch narkosebedingte Einflüsse entstehen, wurde der AP Ma 38 auch bei Patienten nach Augen-Operation gemessen. Bei den 57 durchgeführten Messungen, war bei 35 (61,4 %) keine Veränderung des HW an Ma 38 zu sehen. Entsprechend zeigten 22 (38,6 %) Messungen signifikante Veränderungen im Vergleich zur Umgebung. Davon war der HW in 10 (17,5 %) Fällen signifikant erniedrigt und in 12 (21,1 %) Fällen signifikant erhöht.

Als weitere Kontrollgruppe dienten gesunde, schmerzfreie Probanden. Hier gingen insgesamt 63 Messungen in die Auswertung ein. Der HW war bei 38 (60,6 %) Messungen unverändert

im Vergleich zur Umgebung. 25 (39,7 %) Messungen zeigten signifikante Veränderungen, wovon 12 (19,1 %) signifikant erniedrigt und 13 (20,6 %) signifikant erhöht waren.

Der Vergleich der Messergebnisse an Ma 38 bei der Schultergruppe mit den drei Kontrollgruppen ergibt keine statistisch signifikanten Unterschiede (p -Werte $> 0,05$). Es kommt nach einem operativen Eingriff an der Schulter zu keiner statistisch signifikanten Veränderung der Anzahl an signifikant veränderten Messergebnissen an Ma 38 (p -Werte $> 0,05$).

Auch der Vergleich der Messergebnisse an Gb 34 bei der Schultergruppe mit den beiden Kontrollgruppen ergibt keine statistisch signifikanten Unterschiede. Es kommt nach einem operativen Eingriff an der Schulter zu keiner statistisch signifikanten Veränderung der Anzahl an signifikant veränderten Messergebnissen an Gb 34.

Tabelle 14: Ergebnisse der Messungen an Ma 38 bei der Schultergruppe, der Kontrollgruppe mit operativem Eingriff und der gesunden Kontrollgruppe, sowie dem nach Schulter-OP gemessenen Gb 34

Gruppe	Anzahl ges.	Unverändert	Sign. erniedrigt	Sign. erhöht
Ma 38	n = 54	35 (64,8 %)	10 (18,5 %)	9 (16,7 %)
Intraindividueller Vergleich (Gb 34)	n = 53	36 (67,9 %)	13 (24,5 %)	4 (7,5 %)
Ma 38 bei der Kontrollgruppe mit operativen Eingriff	n = 57	35 (61,4 %)	10 (17,5 %)	12 (21,1 %)
Ma 38 bei der Kontrollgruppe ohne operativen Eingriff	n = 63	38 (60,6 %)	12 (19,1 %)	13 (20,6 %)

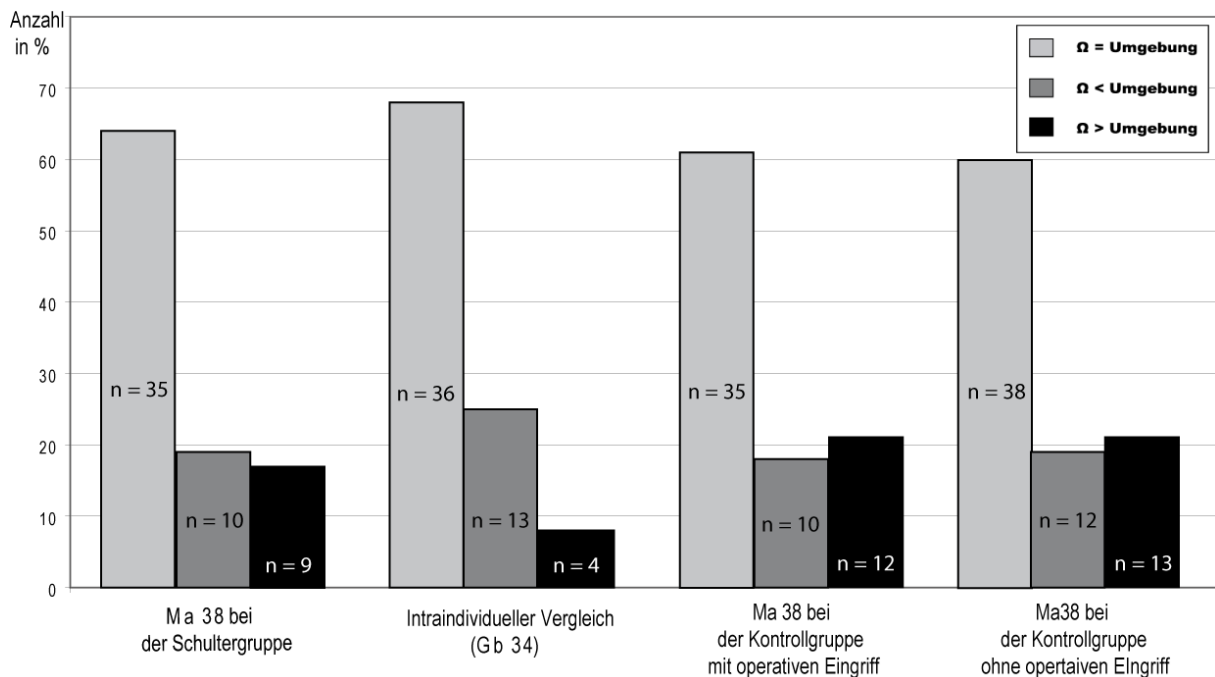


Diagramm 1: Ergebnisse der Messungen an Ma 38 bei der Schultergruppe, der Kontrollgruppe mit operativen Eingriff und der Kontrollgruppe ohne operativen Eingriff sowie dem nach Schulter- OP gemessenen Gb 34

5.2.2 Messergebnisse für Hüft- Operationen

Die Messungen bei den Patienten, die sich einer Hüftoperation unterzogen haben, wurden postoperativ am Punkt Gb 34 durchgeführt. Dieser Punkt wird nach Lehre der TCM bei Hüftschmerzen genadelt.

Insgesamt wurden nach operativen Eingriffen an der Hüfte 81 Messungen an Gb 34 durchgeführt. Bei 49 (61,5 %) Messungen waren keine signifikanten Veränderungen des HW am AP im Vergleich zum umgebenden Hautareal zu beobachten. Von den insgesamt 32 (39,5 %) signifikanten Messungen, zeigten 14 (17,3 %) einen signifikant erniedrigten und 18 (22,2 %) einen signifikant erhöhten elektrischen HW am AP verglichen mit dem umliegenden Areal.

Zum Ausschluss von Narkoseeinflüssen wurden entsprechend den Schulter-Operationen 56 Hautwiderstandsmessungen an Gb 34 bei Patienten nach Augenoperation vorgenommen. Hier war der HW an Gb 34 bei 33 (58,9 %) Messungen unverändert zur Umgebung. Es waren insgesamt 23 (41,0 %) signifikante Messungen zu beobachten, wovon 10 (17,9 %) einen signifikant erniedrigt HW an Gb 34 und 13 (23,2 %) einen signifikant erhöhten HW im Vergleich zum umliegenden Hautareal zeigten.

Als weitere Kontrolle wurden gesunde, schmerzfreie Probanden untersucht. Von den 60 Messungen zeigten 40 (66,6 %) keine Veränderung des HW an Gb 34 im Vergleich zur umgebenden Haut. Von den insgesamt 20 (33,3 %) signifikanten Messungen ergaben 15 (25,0 %) einen signifikant erniedrigten und 5 (8,3 %) einen signifikant erhöhten elektrischen HW am AP verglichen mit dem umgebenden Hautbereich.

Signifikante Unterschiede wurden an Gb 34 nur bei den Messungen mit signifikant erhöhtem elektrischen HW festgestellt. Patienten der Hüftgruppe (22 %) und der Kontrollgruppe mit operativem Eingriff (23 %) hatten einen signifikant höheren Prozentsatz an erhöhten elektrischen HW an Gb 34 als die gesunde Kontrollgruppe (8 %). Ansonsten zeigten sich bei der Hüftgruppe im Vergleich mit den beiden Kontrollgruppen keine statistisch signifikanten Unterschiede (p-Werte > 0,05). Es kommt nach einem operativen Eingriff an der Hüfte zu keiner statistisch signifikanten Veränderung der Anzahl an signifikant erniedrigten Messergebnissen an Gb 34.

Tabelle 15: Ergebnisse der Messungen an Gb 34 bei der Hüftgruppe, der Kontrollgruppe mit operativem Eingriff und der gesunden Kontrollgruppe

Gruppe	Anzahl ges.	Unverändert	Sign. erniedrigt	Sign. erhöht
Gb 34	n = 81	49 (61,5 %)	14 (17,3 %)	18 (22,2 %)
Gb 34 bei der Kontrollgruppe mit operativen Eingriff	n = 56	33 (58,9 %)	10 (17,9 %)	13 (23,2 %)
Gb 34 bei der Kontrollgruppe ohne operativen Eingriff	n = 60	40 (66,6 %)	15 (25,0 %)	5 (8,3 %)

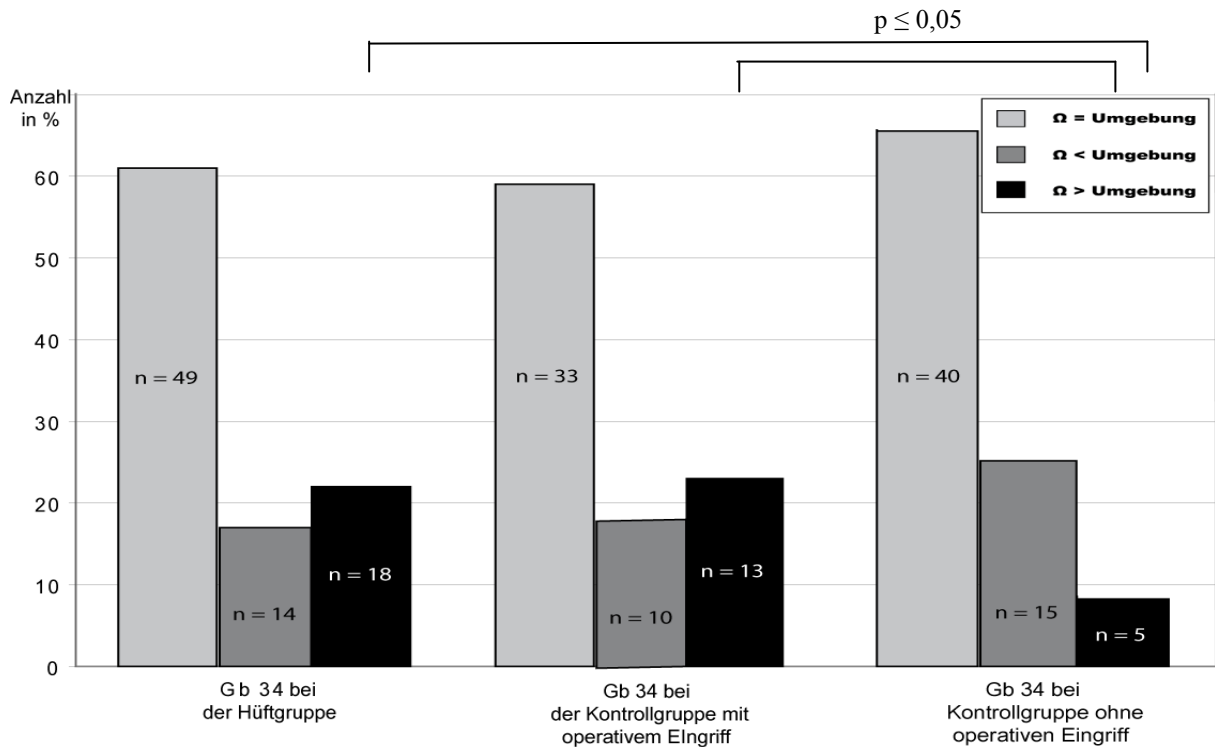


Diagramm 2: Ergebnisse der Messungen an Gb 34 bei der Hüftgruppe, der Kontrollgruppe mit operativen Eingriff und der Kontrollgruppe ohne operativen Eingriff

5.3 Auswertung hinsichtlich verschiedener Einflussfaktoren

5.3.1 Seite des operativen Eingriffs

5.3.1.1 Ma 38 bei der Schultergruppe

In der Schultergruppe wurde Ma 38 25- Mal auf der Seite der Operation gemessen. Der HW an Ma 38 war dabei bei 17 (68,0 %) Messungen unverändert im Vergleich zur Umgebung, 3 (12,0 %) Messungen zeigten eine signifikante Erniedrigung des HW und 5 (20,0 %) Messungen eine signifikante Zunahme des HW am AP. Bei den 29 Messungen auf der kontralateralen Seite war der HW an Gb 34 in 18 (62,1 %) Fällen gleich der Umgebung, 7- Mal (24,1 %) signifikant erniedrigt und 4- Mal (13,8 %) signifikant erhöht verglichen mit dem umliegenden Hautareal.

Der Vergleich der Messergebnisse an Ma 38 auf der operierten Körperseite zu den Messergebnissen an Ma 38 auf der kontralateralen Körperseite ergibt keine statistisch signifikanten Veränderungen.

Tabelle 16: Ergebnisse in Abhängigkeit von der Op-Seite bei der Schultergruppe an Ma 38

Messeite – Op- Seite	Anzahl ges.	Unverändert	Sign. erniedrigt	Sign. erhöht
ipsilateral	n = 25	17 (68,0 %)	3 (12,0 %)	5 (20,0 %)
kontralateral	n = 29	18 (62,1 %)	7 (24,1 %)	4 (13,8 %)

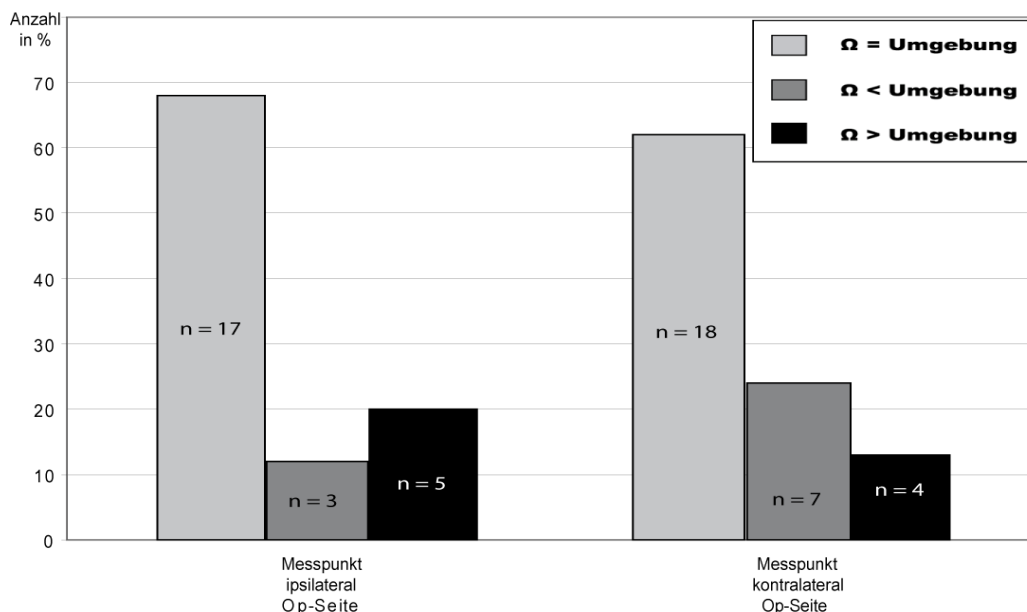


Diagramm 3: Ergebnisse in Abhängigkeit von der Op-Seite bei der Schultergruppe an Ma 38

5.3.1.2 Gb 34 bei der Schultergruppe

In der intra- individuellen Kontrollgruppe wurde Gb 34 26- Mal an der Körperseite des operativen Eingriffs gemessen. Bei 18 (69,2 %) Messungen war der HW am AP im Verhältnis zum umliegenden Hautareal nicht verändert, bei 7 (26,9 %) Messungen war der HW signifikant erniedrigt und bei 1 (3,8 %) signifikant erhöht. Bei den 27 Messungen auf der

kontralateralen Körperseite war der HW an Gb 34 in 18 (66,7 %) Fällen gleich der Umgebung, 6- Mal (22,2 %) signifikant erniedrigt und bei 3 (11,1 %) Messungen signifikant erhöht.

Der Vergleich der Messergebnisse an Gb 34 auf der operierten Körperseite zu den Messergebnissen an Gb 34 auf der kontralateralen Körperseite ergibt keine statistisch signifikanten Veränderungen.

Tabelle 17: Ergebnisse in Abhängigkeit von der Op-Seite bei der Schultergruppe an Gb 34

Messeite- Op-Seite	Anzahl ges.	Unverändert	Sign. erniedrigt	Sign. erhöht
ipsilateral	n = 26	18 (69,2 %)	7 (26,9 %)	1 (3,8 %)
kontralateral	n = 27	18 (66,7 %)	6 (22,2 %)	3 (11,1 %)

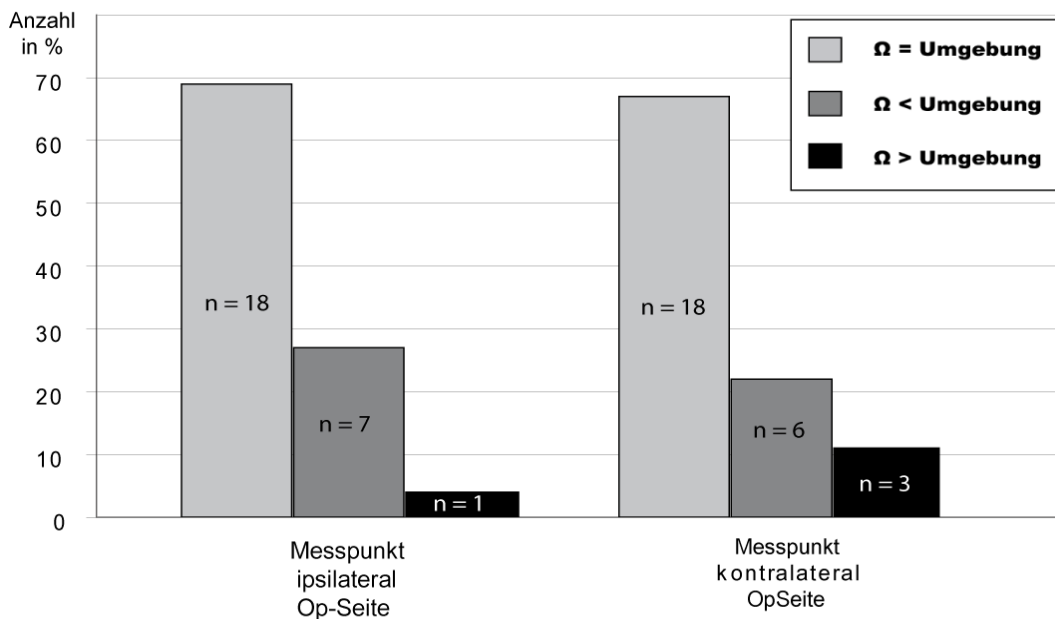


Diagramm 4: Ergebnisse in Abhängigkeit von der Op-Seite bei der Schultergruppe an Gb 34

5.3.1.3 Gb 34 bei der Hüftgruppe

In der Hüftgruppe wurde Gb 34 39- Mal auf der Seite der Operation gemessen. Davon war bei 21 (53,4 %) Messungen der HW an Gb 34 unverändert verglichen zum umgebenden

Hautareal. 7 (17,9 %) Messungen ergaben eine signifikante Erniedrigung, 11 (28,2 %) eine signifikante Erhöhung des HW am AP. Von den 42 auf der zum operativen Eingriff kontralateralen Seite durchgeführten Messungen ergaben 28 (66,7 %) keine Veränderung des HW, 7 (16,7 %) eine signifikante Erhöhung und 7 (16,7 %) eine signifikante Erniedrigung des elektrischen HW im Vergleich zur Umgebung.

Der Vergleich der Messergebnisse an Gb 34 auf der operierten Körperseite zu den Messergebnissen an Gb 34 auf der kontralateralen Körperseite ergibt keine statistisch signifikanten Veränderungen

Tabelle 18: Ergebnisse in Abhängigkeit von der Op-Seite bei der Hüftgruppe an Gb 34

Messeite – Op- Seite	Anzahl ges.	Unverändert	Sign. erniedrigt	Sign. erhöht
ipsilateral	n = 39	21 (53,4 %)	7 (17,9 %)	11 (28,2 %)
kontralateral	n = 42	28 (66,7 %)	7 (16,7 %)	7 (16,7 %)

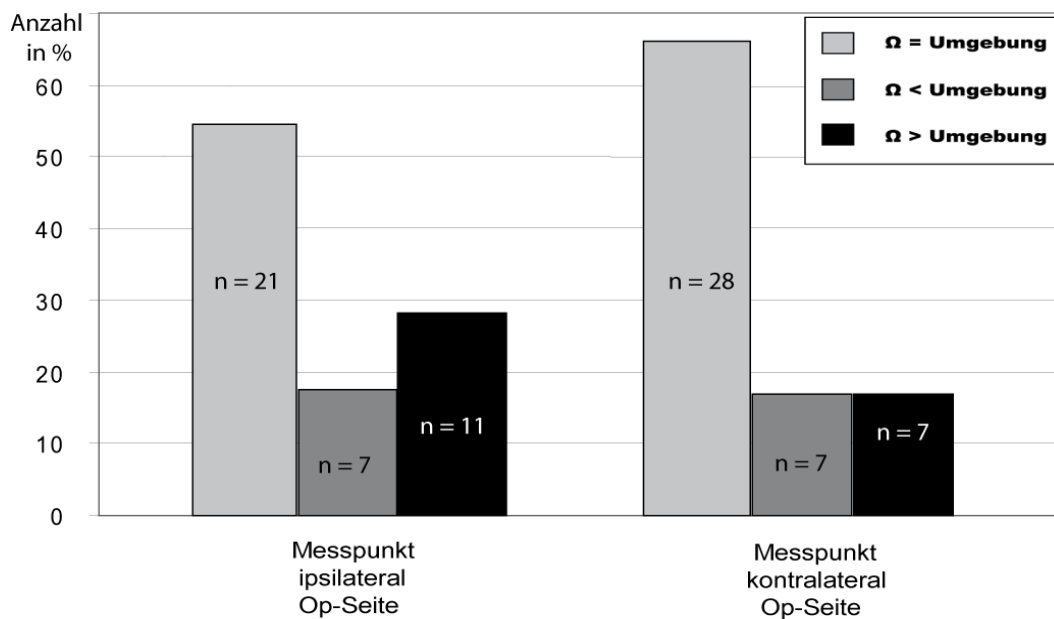


Diagramm 5: Ergebnisse in Abhängigkeit von der Op- Seite bei der Hüftgruppe an Gb 34

5.3.2 Schmerzintensität

Es wurden drei Subgruppen mit verschiedenen Schmerzstärken gebildet. Die erste Gruppe hatte eine Schmerzstärke entsprechend VAS 0 - 3, die zweite Gruppe entsprechend VAS 4 – 6 und die dritte VAS 7 – 10.

5.3.2.1 *Ma 38 bei der Schultergruppe*

In der Schultergruppe hatten die Patienten von 34 Messungen Schmerzen der Stärke 0 – 3 auf der Visuellen Analog Skala (VAS). Von diesen 34 Messungen ergaben 26 (76,5 %) keine signifikanten Veränderungen des elektrischen HW an Ma 38, bei 5 (14,7 %) Messungen war der HW signifikant erniedrigt und bei 3 (8,8 %) Messungen signifikant erhöht.

Bei 13 Messungen hatten die Patienten Schmerzen der Stärke 4 – 6 auf der VAS. Hiervon war der HW bei 4 (30,8 %) Messungen im Vergleich zur Umgebung nicht verändert, bei 3 (23,1 %) Messungen war der HW an Ma 38 signifikant erniedrigt und bei 6 (46,1 %) Messungen signifikant erhöht.

Es wurden 7 Messungen durchgeführt bei denen die Patienten Schmerzen der Stärke VAS 7 – 10 hatten. 5 (71,2 %) dieser Messungen ergaben keine signifikanten Veränderungen an Ma 38, bei 2 (28,6 %) war der HW signifikant erniedrigt. Es gab in dieser Gruppe keine Messung, bei der der HW signifikant erhöht war.

Durch die Unterteilung der Schmerzstärke in die Untergruppen VAS 0 – 3, 4 – 6 und 7 – 10, wird die Anzahl der Patienten innerhalb dieser Untergruppen bei dem hier angeführten Patientenkollektiv so unterschiedlich, dass ein statistischer Vergleich des Einflusses der Schmerzstärke auf den elektrischen HW nicht mehr aussagekräftig ist und keine richtungsweisenden Hinweise geben kann.

Tabelle 19: Messergebnisse an Ma 38 bei der Schultergruppe in Abhängigkeit der Schmerzintensität, gemessen mittels VAS und Veränderung des HW

VAS	Anzahl ges.	Unverändert	Sign. erniedrigt	Sign. erhöht
0 - 3	34	26 (76,5 %)	5 (14,7 %)	3 (8,8 %)
4 - 6	13	4 (30,8 %)	3 (23,1 %)	6 (46,1 %)
7 - 10	7	5 (71,2 %)	2 (28,6 %)	0 (0 %)

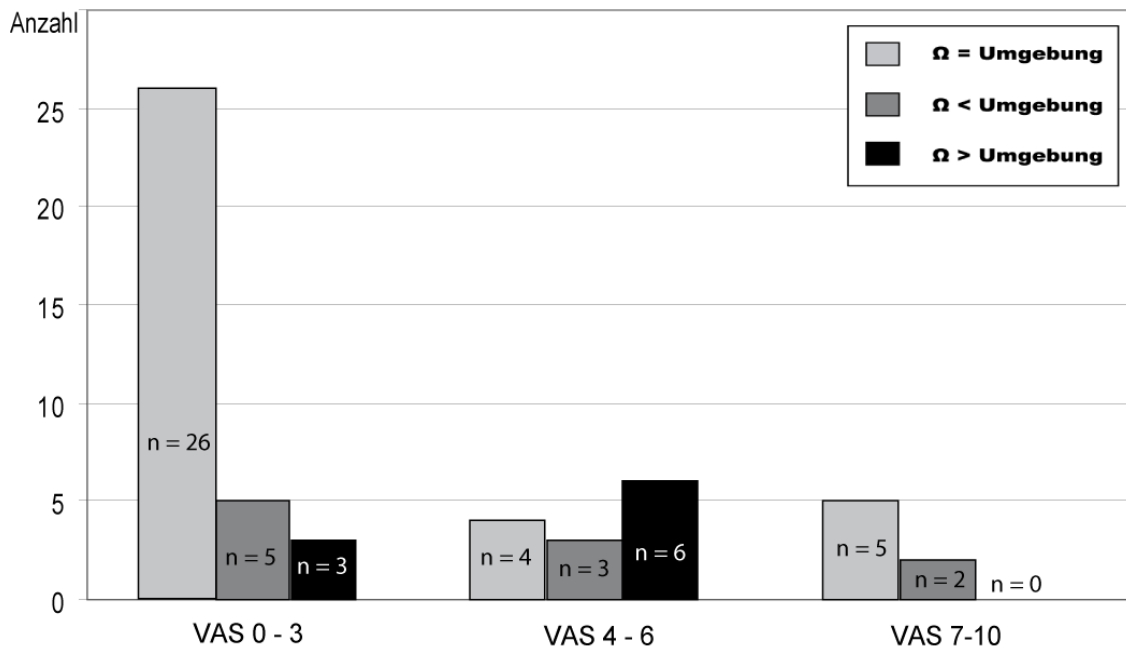


Diagramm 6: Messergebnisse an Ma 38 bei der Schultergruppe in Abhängigkeit der Schmerzintensität, gemessen mittels VAS und Veränderung des HW

5.3.2.2 Gb 34 bei der Schultergruppe

Von den 32 Vergleichsmessungen bei den Patienten der Schultergruppe an Gb 34 mit einer Schmerzstärke von VAS = 0 – 3 zeigten 20 (62,5 %) Fälle keine statistisch signifikante Veränderung des elektrischen HW an Gb 34 verglichen mit der Umgebung. Bei 11 (34,4 %) Messungen war der HW an Gb 34 signifikant erniedrigt, bei 1 (3,1 %) signifikant erhöht.

Bei der Gruppe mit VAS = 4 – 6 wurden insgesamt 14 Messungen durchgeführt, wovon bei 9 (64,3 %) Messungen der HW an Gb 34 nicht signifikant verändert war, 2 (14,3 %) Messungen einen signifikant erniedrigten und 3 (21,4 %) einen signifikant erhöhten elektrischen HW aufwiesen.

Bei den Patienten mit einer Schmerzstärke von VAS = 7 – 10 wurden 7 Messungen durchgeführt, bei allen 7 (100 %) war der HW an Gb 34 nicht signifikant verändert.

Auch bei den Messungen an Gb 34 wird die Gruppenstärke der einzelnen Untergruppen zu gering um eine aussagekräftige statistische Beurteilung zu erlauben.

Tabelle 20: Messergebnisse an Gb 34 bei der Schultergruppe, Korrelation der Schmerzstärke, gemessen mittels VAS und Veränderung des HW

VAS	Anzahl ges.	Unverändert	Sign. erniedrigt	Sign. erhöht
0 – 3	32	20 (62,5 %)	11 (34,4 %)	1 (3,1 %)
4 – 6	14	9 (64,3 %)	2 (14,3 %)	3 (21,4 %)
7 – 10	7	7 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

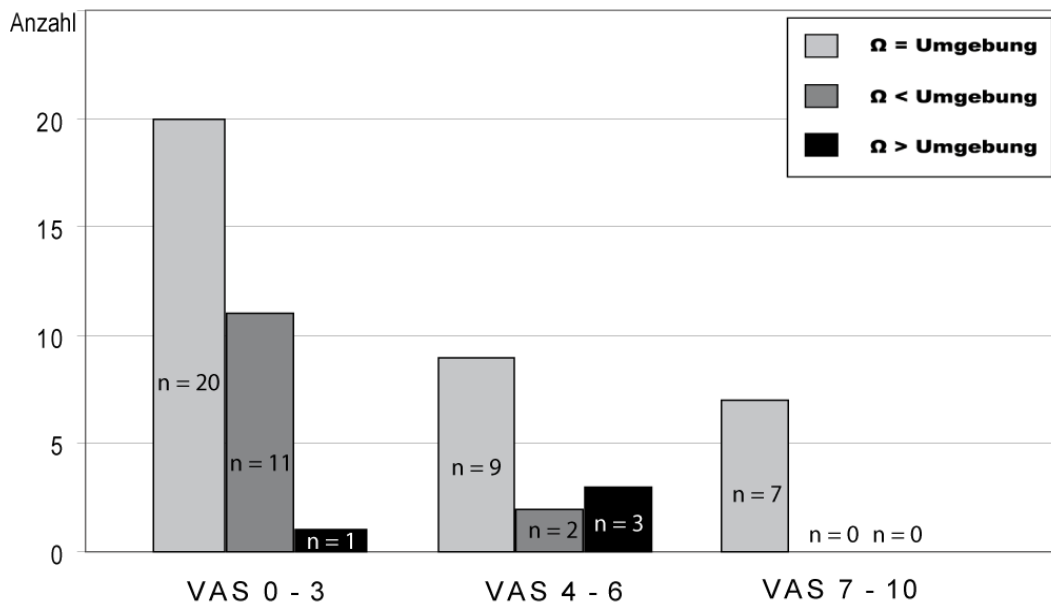


Diagramm 7: Messergebnisse an Gb 34 bei der Schultergruppe, Korrelation der Schmerzstärke, gemessen mittels VAS und Veränderung des HW

5.3.2.3 Gb 34 bei der Hüftgruppe

Durch den Einsatz von Regionalverfahren bei allen Hüftoperationen waren, bis auf einen (VAS = 3), alle Patienten schmerzfrei (VAS = 0). Somit ist eine gesonderte Beurteilung des Einflusses der Schmerzstärke auf die Veränderungen des elektrischen HW in dieser Gruppe nicht möglich.

5.3.3 Anästhesieverfahren

5.3.3.1 Ma 38 bei der Schultergruppe

Es wurden Messungen nach Schulteroperation an 54 Patienten durchgeführt. 30 der Patienten erhielten ein Regionalverfahren. Von diesen 30 Patienten war bei 16 (53,3 %) kein Unterschied des elektrischen HW am AP verglichen mit der Umgebung zu beobachten; 7 (23,3 %) zeigten einen signifikant erniedrigten und 7 (23,3 %) einen signifikant erhöhten elektrischen HW am AP.

Von den 24 nicht von Regionalverfahren beeinflussten Messungen war bei 19 (79,2 %) der HW am AP gleich mit der Umgebung, bei 3 (12,5 %) war der HW signifikant erniedrigt und bei 2 (8,3 %) signifikant erhöht.

Durch den Einfluss eines Regionalverfahrens kommt es zu keiner statistisch signifikanten Veränderung der Anzahl an signifikant erniedrigten oder erhöhten Hautwiderständen im Vergleich zu Messungen ohne ein Regionalverfahren.

Tabelle 21: Messergebnisse an Ma 38 bei der Schultergruppe, Abhängigkeit Regionalverfahren und HW

Regionalverfahren	Anzahl ges.	Unverändert	Sign. erniedrigt	Sign. erhöht
ja	n = 30	16 (53,3 %)	7 (23,3 %)	7 (23,3 %)
nein	n = 24	19 (79,2 %)	3 (12,5 %)	2 (8,3 %)

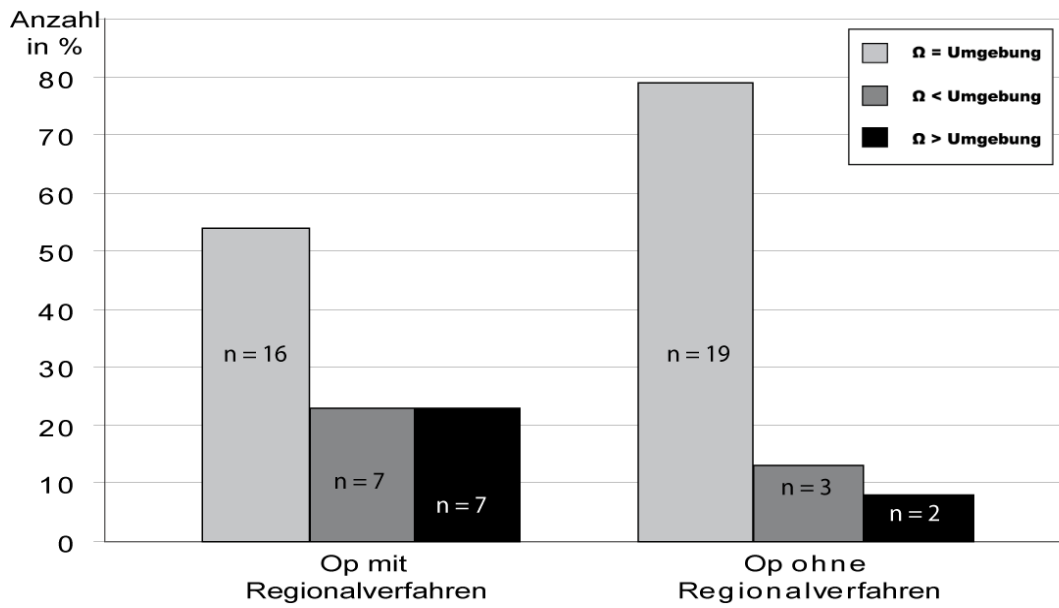


Diagramm 8: Messergebnisse an Ma 38 bei der Schultergruppe, Abhängigkeit Regionalverfahren und HW

5.3.3.2 Gb 34 bei der Hüftgruppe

Da bei allen Hüftoperationen ein Regionalverfahren (Spinalanästhesie) eingesetzt worden ist, kann in dieser Gruppe keine Detailauswertung bezüglich des Einflusses eines Regionalverfahrens auf Veränderungen des Hautwiderstandes gemacht werden.

5.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Es zeigen sich signifikante Veränderungen des elektrischen Hautwiderstandes an den Akupunkturpunkten Gb 34 und Ma 38 im Vergleich zum umliegenden Hautareal.
2. Der Akupunkturpunkt Ma 38 reagiert auf einen starken Reiz im Sinne eines operativen Eingriffs an der Schulter nicht mit einer statistisch signifikanten Veränderung des elektrischen Hautwiderstandes.
3. Der Akupunkturpunkt Gb 34 reagiert auf einen starken Nervenreiz im Sinne eines operativen Eingriffs an der Hüfte nicht mit einer statistisch signifikanten Veränderung des elektrischen Hautwiderstandes. Signifikante Unterschiede wurden an Gb 34 bei den Messungen mit signifikant erhöhtem elektrischen HW festgestellt. Patienten der Hüftgruppe und der Kontrollgruppe mit operativem Eingriff hatten einen signifikant höheren Prozentsatz an erhöhten elektrischen HW an Gb 34 als die gesunde Kontrollgruppe.
4. Es konnte keine Abhängigkeit von der Körperseite des operativen Eingriffs auf die Veränderung des Hautwiderstandes nachgewiesen werden.
5. Ebenso konnte keine Korrelation zwischen Schmerzstärke und der Veränderung des Hautwiderstands nachgewiesen werden.
6. Es konnte durch den Einfluss von Regionalverfahren kein verändertes Ergebnis bei den Messungen des Hautwiderstands im Vergleich zu Messungen bei Patienten ohne Regionalverfahren beobachtet werden.

6 Diskussion

6.1 Fragestellung und wichtigste Ergebnisse

In der vorliegenden Studie wurde die Hypothese untersucht, ob die ausgewählten Akupunkturpunkte Ma 38 und Gb 34 auf spezifische sensorische Reize im Sinne eines operativen Eingriffs an der Schulter bzw. an der Hüfte mit einer Veränderung des elektrischen Hautwiderstandes reagieren. Die Studie untersucht erstmals den Einfluss von traumatischen Nervenreizen auf den elektrischen Hautwiderstand an Akupunkturpunkten der Traditionellen Chinesischen Medizin.

Erstmals konnte in dieser Versuchsreihe beobachtet werden, dass der elektrische HW an AP nicht nur signifikant erniedrigt, sondern auch erhöht sein kann. Es zeigten sich sowohl an Ma 38 als auch an Gb 34 in durchschnittlich 37,1 % statistisch signifikante Veränderungen des HW an den AP im Vergleich zum umgebenden Hautareal. Es kommt allerdings durch den Einfluss eines spezifischen Körperreizes zu keiner Zunahme der signifikant veränderten Messergebnisse im Vergleich zu den Messergebnissen der gesunden Probanden. Die Aussagekraft der im klinischen Akupunkturalltag zur Punktlokalisierung und Diagnosestellung verwendeten HW - Messgeräte ist damit in Frage gestellt. Eine verbesserte Akupunkturpunktlokalisierung oder sogar Diagnosestellung anhand des veränderten elektrischen HW an AP ist entsprechend den Ergebnissen dieser Arbeit nicht zuverlässig möglich.

6.2 Hautwiderstandsmessungen

Zur Lokalisation der Akupunkturpunkte gibt es in der Akupunkturtherapie unterschiedliche, teils additive Ansätze. Neben den manuellen Lokalisationstechniken, werden auch technische Verfahren angewandt. Speziell die Messung des elektrischen Hautwiderstandes an Akupunkturpunkten ist ein, sowohl zur Punktdetektion als auch zur Diagnosestellung häufig eingesetztes Verfahren.

In der Literatur sind viele unterschiedliche Ansätze beschrieben, um den elektrischen Hautwiderstand an Akupunkturpunkten zu messen. Auf die verschiedenen Methoden wurde bereits im Grundlagenkapitel (2.4) eingegangen. Am häufigsten wurden die AP gesunder Probanden untersucht [8;9;14;80;91]. Nur wenige Arbeiten beschäftigen sich mit Einfluss von pathologischen Zuständen auf die Leitfähigkeit bestimmter Hautbereiche [11;12;86;87]. Die Mehrzahl all dieser Arbeiten postuliert, dass der Hautwiderstand an den Akupunkturpunkten erniedrigt ist [14;80;91;92]. Andere Studien können diese Ergebnisse nicht bestätigen [10;84;92].

Möglicher Weise könnten die erhöhten Leitwerte und damit erniedrigten Widerstände an den Akupunkturpunkten auf die anatomischen oder elektrophysiologische Besonderheiten der AP zurückgeführt werden. Eine bisher nicht bestätigte und damit nicht anerkannte Hypothese besagt, dass Akupunkturpunkte mit Austrittsstellen von Nerven- Gefäßbündeln durch die oberflächlichen Körperfazien korrelieren [7]. An diesen Stellen wäre somit die Integrität dieser Gewebeschicht unterbrochen. Zudem soll das mesenchymale Bindegewebe in diesem Bereich alle Bindegewebszelltypen, Kapillaren, feine Nervenfasern und Adipozyten sowie Proteoglykane und Glycosaminoglycane enthalten. Diese Bestandteile ermöglichen eine gute Wasserbindung und somit einen erleichterten Ionenaustausch [64;65]. Folglich ist der Stromfluss in diesen Bereichen einem geringern Widerstand ausgesetzt. Der Großteil des elektrischen Hautwiderstandes wird durch das Stratum Corneum erzeugt [22;23]. Daher wäre anzunehmen, dass diese Hautschicht im Bereich von AP Veränderungen und Besonderheiten aufweist. Bisher wurde allerdings noch nicht untersucht, ob das Stratum corneum im Bereich von Akupunkturpunkten in seiner Dicke oder Struktur verändert ist und daher den HW in diesem Bereich beeinflusst. Mehrfach wurde gezeigt, dass es nach einer Reduktion des Stratum Corneum durch Verfahren wie „Tape Stripping“ zu einer Verminderung des elektrischen Hautwiderstandes kommt [22;93]. Diese Leitfähigkeitszunahme ist nicht auf den Bereich des AP beschränkt, sondern findet sich im gesamten gestrippten Hautbezirk, somit ist die Eigenschaft unterschiedlicher Leitfähigkeiten nicht auf das Vorhandensein eines AP zurückzuführen.

Das Phänomen, dass der Hautwiderstand an Akupunkturpunkten auch signifikant erhöht sein kann, ist in dieser Versuchsreihe erstmal beobachtet worden und in der aktuellen Literatur noch nicht beschrieben. Deshalb lassen sich die Ergebnisse nicht mit anderen Untersuchungen vergleichen. Auch eine Begründung dieser Ergebnisse anhand anatomischer Eigenschaften ist schwierig, da diese eher den verminderten Widerstand erklären.

Übereinstimmung herrscht darüber, dass die Messwerte des elektrischen Widerstandes der Haut insgesamt sehr stark variieren [81;82;85;94;95]. Auch in dieser Arbeit bestätigt sich diese Annahme. Die erhobenen Messwerte des elektrischen Hautwiderstandes schwanken insgesamt sehr stark im gesamten Messareal. Die Veränderungen reichen von keiner Leitfähigkeit (hoher Widerstand) bis zu sehr hoher Leitfähigkeit (geringer Widerstand) und sind sowohl im interpersonellen Vergleich als auch entlang der 64 Elektroden zu beobachten.

Die Kernfrage dieser Arbeit war, ob spezifische traumatische Nervenreize zu einer Beeinflussung der elektrischen Leitfähigkeit speziell ausgewählter Akupunkturpunkte der TCM führen.

Viele Verfahren zur Punktlokalisierung beruhen auf der Annahme, dass sich die HW an den AP bei pathologischen Zuständen oder einem starken Nervenreiz verändern und somit die Erkrankung „sichtbar“ machen [15]. In der Literatur gibt es bisher allerdings keine Arbeit mit einer entsprechend exakten Fragestellung. Zwar wurde der Einfluss unterschiedlicher Organpathologien auf verschiedene Zonen der Haut untersucht eine eindeutige Korrelation spezifischer Punkte zu speziellen Körperreizen fand aber bisher in keiner Arbeit statt [11;12;86;87]. So beobachteten Usichenko et al. den HW von Ohrakupunkturpunkten vor, während und nach einer orthopädischen Operation. Sie konnten die verschiedenen AP bei den operierten Patienten häufiger auffinden als bei der als Vergleich gemessenen gesunden Kontrollgruppe. Das Studienprotokoll erlaubt aber keine Aussage darüber, ob diese Veränderungen durch den Einfluss der Narkose, den operativen Eingriff selber oder sonstige Einflussfaktoren bedingt ist. Zudem ist die Aussagekraft der Studie durch die Verwendung einer herkömmlichen Messgriffels ohne Ausschaltung der häufigsten Störfaktoren (Störfaktoren siehe 4.2.6) fraglich [11]. Die gleichen Mängel weist die Arbeit von Szopinski et al. auf, in der Messungen an „Organ projection areas“ (OPA) am Ohr durchgeführt wurden. Diese OPA sollten mit AP korrelieren. Anhand der veränderten Hautwiderstände an den Ohrakupunkturpunkten, soll darstellen werden, dass in einem Organismus erkrankte Organe zu finden seien und auch das Ausmaß der entsprechenden Pathologie anhand der veränderten HW an den OPA abschätzbar sei [88]. Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen der hier diskutierten Arbeit.

In der vorliegenden Arbeit ergaben sich signifikante Unterschiede lediglich an Gb 34 bei den Messungen mit signifikant erhöhtem elektrischem HW. Patienten der Hüftgruppe (22 %) und der Kontrollgruppe mit operativem Eingriff (23 %) hatten einen signifikant höheren

Prozentsatz an erhöhten elektrischen HW an Gb 34 als die gesunde Kontrollgruppe (8 %). Sonst zeigten sich in keiner der beiden Testgruppen signifikante Unterschiede zu den Kontrollgruppen. Daraus lässt sich schließen, dass die Akupunkturpunkte Ma 38 bzw. Gb 34 weder durch den operativen Eingriff an der Schulter noch den Eingriff an der Hüfte mit einer spezifischen Veränderung des Hautwiderstandes im Vergleich zu den Kontrollgruppen reagieren.

Auf weitere mögliche Erklärungsvorschläge für diese Ergebnisse soll im Folgenden eingegangen werden.

6.2.1 Probanden- / Patientenkollektiv

Alle bisher durchgeführte Studien zu Veränderungen des elektrischen HW an AP weisen mit 5 bis höchstens 35 Probanden nur sehr geringe Fallzahlen auf [8;10;13;14;72]. Mit insgesamt über 400 Messungen an 163 Patienten und Probanden liegt die Aussagekraft dieser Arbeit weit über dem Durchschnitt dieser vorangegangenen Untersuchungen. Außerdem werden erstmals neben den Messungen an gesunden Probanden auch Untersuchungen an kranken Patienten in die Studie einbezogen.

Die Geschlechtsverteilung ist mit 80 (49,1 %) Frauen und 83 (50,9 %) Männern als ausgeglichen zu erachten. Die Altersverteilung ist in allen vier Gruppen gut vergleichbar. Da die Parameter Alter und Geschlecht nicht als wesentlicher Einflussfaktor auf den elektrischen HW erachtet werden und bei diesem Kollektiv als ausgeglichen betrachtet werden können, ist hier nicht von einer Beeinflussung der Ergebnisse auszugehen.

6.2.2 Untersuchte Akupunkturpunkte

Weiterhin ist die Auswahl der AP zu diskutieren. In der vorliegenden Arbeit wurden die AP Ma 38 und Gb 34 für die Hautwiderstandsmessungen ausgewählt. Durch ihre Lage am Unterschenkel sind sie für das Messsystem gut zugänglich und erlauben eine Fixierung des Messarrays mit gleichem Druck auf alle Elektroden.

Die Hauptindikationen zu Akupunktur an Ma 38 sind nach Lehre der TCM Schulterschmerzen [38]. Zur Behandlung der Frozen Shoulder gilt Ma 38 als spezifischer Punkt der traditionellen Akupunktur. Pothmann et al. konnten in ihrer Studie 85% der Patienten, die an Frozen Shoulder litten, mittels Nadelung an Ma 38 von Ihren Symptomen befreien und so Hinweise sammeln, dass Ma 38 einer der wichtigsten Fernpunkte zur

Behandlung von Schulterkrankheiten darstellt [96]. In einer weiteren Studie zur Behandlung der Periarthritis humeroscapularis mittels Akupunktur am Motorpunkt Ma 38 konnte Pothmann feststellen, dass in 12 von 14 Fällen die Reizung des Punktes Ma 38 der Stimulation des Punktes Ma 36 überlegen war und zu einer signifikanten Verbesserung der vorher schmerzbedingt eingeschränkten Abduktion führt. Die Nadelung des Punktes Ma 36 hat zu keiner signifikanten Verbesserung der schmerzbedingten Abduktionshemmung geführt [97]. In einer anderen Studie kam man zu dem Schluss, dass die Kombination von oral verabreichten anti- inflammatorischen Analgetika und Akupunktur an Ma 38 einen höheren therapeutischen Effekt zur Behandlung der Periarthritis der Schulter hat, als die alleinige Gabe von anti- inflammatorischen Analgetika [98].

Allerdings halten die beschriebenen Studien den Kriterien der EBM kaum stand, da es in den Studien keine Vergleichs- / Kontrollgruppen gibt [99], die Fallzahlen sehr gering sind (14 bzw. 34 Patienten) [97;99] und nur kurzzeitige Effekte von 5 min beobachtet wurden [97]. Es gibt somit nur klinische Erfahrungswerte, aber keine wissenschaftlich begründete Bestätigung für die Effektivität von Ma 38 bei der Behandlung von Schulterschmerzen.

Gb 34 gilt laut der TCM als einflussreicher - *hui* Punkt („Meisterpunkt“) der Sehnen und als Hauptpunkt bei Erkrankungen der Sehnen und Muskulatur. Ihm wird unterstützende Wirkung in Zusammenhang mit Beeinträchtigungen der Sehnen und Gelenken zugeschrieben. [38] Gb 34 wird bei der symptomorientierten Akupunktur sowie aus klinischer Erfahrung zur Behandlung von Periarthropathien bei Koxarthrose verwendet [90]. Dennoch besteht auch für Akupunktur an diesen Punkt kein wissenschaftlicher Wirksamkeitsnachweis.

Weder an Ma 38 wurden statistisch signifikante Veränderungen des elektrischen HW nach Schulteroperationen beobachtet, noch zeigten sich an Gb 34 nach Hüftoperationen, außer bei den Messungen mit signifikant erhöhten elektrischen HW, signifikante Unterschiede. Somit ergibt sich kein Hinweis darauf, dass die ausgewählten Punkte spezifisch für die Behandlung von Schulter- bzw. Hüftbeschwerden sind.

6.2.3 Messsystem und Messvorgang

In keiner bisher durchgeführten Studie konnte der Zusammenhang zwischen verändertem elektrischen HW und AP definitiv belegt werden. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass die zur Erfassung von Leitfähigkeits- und Widerstandunterschieden der Haut verwendeten Messsysteme nur unzureichend evaluiert sind [81;92;100;101]. Zudem zeigen die

eingesetzten Messverfahren eine ausgeprägte Fehleranfälligkeit gegenüber Anpressdruck, Anpresswinkel, Hautfeuchte, sympathoadrenerge Aktivierung oder elektrischer Störgrößen [92;101].

Mit dem in dieser Arbeit verwendeten Messarray ist eine reliable und valide Darstellung von unterschiedlichen Leitfähigkeiten der Haut möglich [83]. Durch die Fixierung der Messelektroden auf einer flexiblen Trägerfolie kann das Messarray den anatomischen Gegebenheiten folgen. Die Fixierung mit einem Gelkissen und einer Blutdruckmanschette erlaubt eine Messung unter einem gleichförmigen Anpressdruck und Anpresswinkel. Unter dem gesamten Messarray kann durch die standardisierte Befeuchtung, von einer einheitlichen Hydratation der der Haut im Messbereich ausgegangen werde. Bei der kurzen Messzeit von 1s wird der unmittelbare Vergleich von benachbarten Hautbereichen erreichbar. Werden Einzelelektroden für die Messungen verwendet, lässt sich ein gleicher Anpressdruck und Anpresswinkel nur schwer erreichen. Auch eine konstante Hautfeuchtigkeit lässt sich bei Messungen mit Messgriffeln nicht sicherstellen. Bei den bisher durchgeführten Untersuchungen wurde die Hautfeuchte dementsprechend nur unzureichend berücksichtigt.

In vorangegangenen Arbeiten wurde sowohl Wechsel- als auch Gleichstrom verwendet. Da die genutzten Frequenzen und Stromstärken zum Teil beachtliche Unterschiede aufweisen, ist ein Vergleich und eine Beurteilung dieser Arbeiten schwierig [80;101;102]. Bei der Verwendung von Gleichstrom, wie er bei diesem Messarray verwendet wird, ist auf Hydrolyse und Polarisierung zu achten, allerdings treten diese Erscheinungen erst bei höheren elektrischen Spannungen und längeren Messzeiten auf, so dass bei diesem Messaufbau mit Messspannungen von weniger als 4 V und einer Messdauer von etwa 20 ms hier kein Einfluss auf die Messergebnisse zu erwarten ist [83].

Die Verwendung des beschriebenen Messarrays bietet die Möglichkeit beim Messvorgang weitere potentielle Einflussfaktoren zu minimieren. Die Messungen selbst erfolgten in standardisierter Ablauffolge. Bei dem in dieser Arbeit durchgeführten Messablauf wurde vor der Messung, außer zur standardisierten Befeuchtung der Haut, zu keiner Zeit im Messbereich manipuliert. Bei der Befeuchtung wurde streng, darauf geachtet, dass diese gleichmäßig erfolgt und kein Einfluss auf die Durchblutung oder die oberste Hautschicht genommen wird. Bei den meisten vorangegangenen Studien wurde die Punktlokalisierung meist vor der Messung durchgeführt [9;14;91] und die Punkte zum Teil farblich markiert [81]. Hierbei wirken Reibung, Druck und Zugkräfte, welche zu einem Abrieb des Stratum Corneum und zu einer induzierten Hyperämie führen können, was bereits zu Veränderungen der Leitfähigkeit

der Haut führen kann. Auch die häufig zur Lokalisation verwendete Markierung mittels Farbstift kann den HW beeinflussen [81]. Bei unserem Messablauf wird die Lokalisation der Punkte erst nach erfolgter Messung von einem an der Messung nicht beteiligten Akupunktur durchgeführt. Somit ist dieser Untersucher verblindet, die anatomische Punktlokalisierung und Messung werden unabhängig voneinander durchgeführt und der systematische Vergleich passiert erst nach erfolgter Messung.

Trotz dieser ausgereiften und technisch durchdachten Methodik treten einige Limitationen bei diesem Messsystem auf:

1. die Distanz zwischen den einzelnen Elektroden ist verhältnismäßig groß
2. die einzelnen Elektroden sind verhältnismäßig groß
3. der Array liefert nur einen Überblick über den elektrischen HW im Messareal

Für die Größe, beziehungsweise die Flächenausdehnung von AP gibt es in der Literatur keine einheitlichen Angaben. Geht man von der Größe von 0,2 – 0,8 cm der Gefäß- Nervenbündel [64] aus, ist es möglich, dass durch den Elektrodenabstand von 0,8 cm die AP nur teilweise erfasst werden oder gegebenenfalls sogar zwischen den einzelnen Elektroden liegen. Somit würden sie mit diesem Messarray nicht entsprechend erfasst werden. Auch für die Größe der einzelnen Elektroden ergibt sich ein ähnliches Problem. Möglicherweise messen die Elektroden nicht nur den Bereich der Haut, an dem sich die AP befinden, sondern auch Stellen, die nicht mehr zum Gebiet des AP zählen. Andererseits könnten die AP auch größer als der berücksichtigte Messbereich sein. Diese Faktoren könnten zu Ungenauigkeiten der Messergebnisse führen. Um diese Einflüssen zu berücksichtigen, haben wir bei der Auswertung nicht nur die Werte der einzelnen Elektrode, die dem AP zugeordnet worden war, sondern die Werte der acht umliegenden Elektroden mit den Werten der restlichen Elektroden des Messarrays verglichen. Bei Messungen mit herkömmlichen Messgriffeln kann die unklare Datenlage bezüglich der Flächenausdehnung der AP nicht ausreichend berücksichtigt werden.

Bei der Auswertung der erhobenen Daten wurde, wie in 4.4 bereits beschrieben, darauf geachtet, dass der Basiswert des elektrischen HW für jeden Menschen individuell ist und die Durchschnittsmesswerte sehr stark variieren. Bei der statistischen Analyse ist dieser Sachverhalt einzubeziehen [34]. Daher wurden in dieser Arbeit nicht die absoluten Werte des HW erhoben, sondern der Fokus auf den Vergleich des HW an dem AP zu dem HW am umliegenden Gebiet gelegt.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass mit dem in dieser Arbeit verwendeten Messgerät erstmalig die wesentlichen Störgrößen bei HW- Messungen unter Berücksichtigung geringer Limitationen, bedacht und minimiert werden.

6.2.4 Einflussfaktoren

Die Einflussfaktoren, die direkt durch das Messsystem oder den Messvorgang entstehen können, wurden bereits erörtert. Um den möglichen Einfluss speziellerer Faktoren, wie Seitenabhängigkeit, Schmerzstärke oder Regionalverfahren zu berücksichtigen, wurden die Ergebnisse hinsichtlich dieser Parameter betrachtet. Einflüsse, die perioperativ oder intraoperativ entstehen, werden durch den Vergleich mit der Kontrollgruppe mit operativem Eingriff (Augenoperation) bedacht. Da aber der Vergleich der Messergebnisse nach Augenoperationen mit Messergebnissen an gesunden Probanden an den untersuchten Punkten keine signifikanten Unterschiede ergibt, scheint die Narkose oder die verabreichten Medikamente keinen Einfluss auf die ausgewählten Akupunkturpunkte zu haben.

6.2.4.1 *Einfluss anästhesiologischer Verfahren*

Auf den ersten Blick macht es den Anschein, als ob die Verwendung von Regionalverfahren keinen Einfluss auf die Messergebnisse hat, da sich die Ergebnisse der Gruppe mit Regionalverfahren nicht signifikant von der Gruppe ohne Regionalverfahren beziehungsweise der gesunden Kontrollgruppe unterscheiden. Allerdings ist zu beachten, dass die Patienten beider Gruppen (mit und ohne Regionalverfahren) zur Analgesie eine intravenöse Schmerzmedikation erhalten haben. Es besteht die Möglichkeit, dass durch die analgetischen Medikamente die Schmerzleitung so stark unterdrückt wird, dass der Schmerzreiz zu keiner zentralen Stimulation führt. Dies würde erklären, dass wiederum keine Beeinflussung der Akupunkturpunkte über die Efferenzen stattfindet und daher der Hautwiderstand unverändert bleibt. So wäre erklärbar, dass ein möglicher Einfluss durch die Verwendung von Regionalverfahren auf die Reaktion der AP kaschiert werden könnte.

6.2.4.2 *Einfluss der Schmerzintensität*

Ein zu beachtender Faktor bei der Untersuchung der Reaktionen der AP ist die Schmerzstärke. Nach TCM wäre anzunehmen, dass es bei einer höheren Schmerzintensität und somit einer stärkeren Aktivierung der zentralen und peripheren Schmerzverarbeitung zu einer eindeutigeren Reaktion der AP kommen könnte. Um die Schmerzstärke zum Zeitpunkt der HW-Messung zu bestimmen wurde die visuelle Analog Skala (VAS) verwendet. Die VAS ist ein standardisiertes und valides Messverfahren zur Erfassung der subjektiven Schmerzstärke, kann aber keine objektive Beurteilung der Schmerzintensität liefern [103]. In dieser Arbeit gab die Mehrzahl der Patienten und Probanden nur geringe Schmerzen (VAS 0 – 3) an. Bei dieser Schmerzintensität würde man entsprechend den Richtlinien der Schmerztherapie keine analgetische Therapie ansetzen [104]. Die nur 10 Patienten dieser Arbeit, die eine Schmerzstärke zwischen VAS 4 und 10 aufwiesen, lassen eine statistische Beurteilung nicht zu. Um eine valide Auskunft über den Einfluss der Schmerzstärke auf die Veränderungen des HW an AP geben zu können, müsste man ein größeres Kollektiv an Patienten, die unter stärkeren Schmerzen leiden, untersuchen.

6.2.4.3 *Einfluss der Seite des operativen Eingriffs*

Im Rahmen der Akupunkturtherapie werden schmerzhafte oder erkrankte Bereiche des Körpers nicht nur durch Nadelung am Ort der Beschwerde (Nahpunkte) behandelt, es werden auch entfernt liegende AP (Fernpunkte), denen positive Effekte für die spezifische Pathologie zugeschrieben werden, genadelt.

Die Nadelung von Nahpunkten führt zu einer segmentalen Reizung und zur Unterdrückung der Nozizeption im Hinterhorn des Rückenmarkes im Sinne einer spinalen Schmerzhemmung [6]. Daher würde man bei Nahpunkten eine seitenabhängige Reaktion der AP erwarten können. Damit ist gemeint, dass ein Schmerzreiz beispielsweise an der rechten Schulter zu einer Veränderung des HW an Nahpunkten der rechten Schulter führen könnte. Dieser spezifische Effekt wurde bisher in der Literatur nicht untersucht. Auch diese Arbeit erlaubt hierzu keine Aussage, allerdings wäre es interessant, diese Überlegungen in folgenden Arbeiten zu berücksichtigen.

Im Rahmen der Akupunkturtherapie werden Fernpunkte meist beidseits genadelt. Bei der Auswahl von Fernpunkten werden heterosegmentaler Reize mit Aktivierung der spinalen Schmerzhemmung über intersegmentale Neurone appliziert und es kommt zu einer Aktivierung der diffusen Schmerzhemmung [6]. Man würde somit eine Reaktion der AP auf

beiden Körperseiten gleichermaßen erwarten. Allerdings wurde auch diese Annahme noch nicht wissenschaftlich untersucht. Es besteht die Möglichkeit, dass nicht berücksichtigte Einflussfaktoren eine seitenabhängige Reaktion der AP bewirken.

Um in diesem Zusammenhang keine möglichen Reaktionen ungeachtet zu lassen, wurden in der vorliegenden Arbeit die spezifischen Fernpunkte zweier pathologischer Zustände untersucht und hinsichtlich seitenabhängiger Reaktionen betrachtet. Wie erwartet, zeigte sich kein Unterschied zwischen den AP auf der zur operierten Körperseite ipsilateralen und der kontralateralen Körperhälfte. Dies steht im Einklang mit dem beschriebenen neurobiologischen Wirkmechanismen der Akupunktur.

6.3 Ausblick

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass sich der Hautwiderstand an Akupunkturpunkten in rund 40 % der Messungen signifikant von dem umgebenden Hautareal unterscheidet. Die untersuchten Akupunkturpunkte werden nicht statistisch signifikant durch den starken traumatischen Nervenreiz eines operativen Eingriffs beeinflusst.

Die aktuelle Datenlage bezüglich Hautwiderstandsunterschieden und -veränderungen an Akupunkturpunkten ist kontrovers und uneinheitlich [9;10;13;79]. Aus wissenschaftlicher Sicht lässt sich die These, dass AP einen veränderten elektrischen HW aufweisen können aufrecht erhalten. Dass AP auf pathologische Zustände mit Veränderungen des HW reagieren, konnte bisher nicht bestätigt werden. Dennoch ist die Verwendung von HW-Messgeräten weit verbreitet. Einige Akupunkteure machen sich HW-Messgeräte zunutze, um die bereits manuell lokalisierten Punkte präziser zu orten und ihre Sicherheit zu erhöhen. Unter den Akupunkturtherapeuten gibt es einige, die sich bei der Punktlokalisierung größtenteils auf die HW-Messgriffel verlassen. Trotz fehlender wissenschaftlicher Bestätigung stellen sie Diagnosen und Therapieschemata anhand des elektrischen HW der AP [15]. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung stellen dieses Vorgehen deutlich in Frage.

Das in dieser Arbeit verwendete Messarray minimiert die meisten Einflussfaktoren, die bei der Verwendung von Messgriffeln unweigerlich auftreten. Durch den Versuchablauf werden weitere mögliche Fehlerquellen stärker reduziert, als bei den meisten bisher durchgeführten Arbeiten zu HW an AP. Eventuell ist die Messgenauigkeit des verwendeten Messarrays dennoch noch nicht hoch genug, um die möglicherweise extrem feinen elektrischen

Schwankungen darzustellen. Speziell der Einfluss von pathologischen Zuständen könnte sehr geringe und daher noch schwerer messbarere Einflüsse auf den elektrischen HW an AP haben. Gegebenenfalls sollten mit einem hinsichtlich Sensibilität und Präzision weiterentwickelten Messarray an möglicherweise spezifischeren AP weitere Untersuchungen durchgeführt werden. Zudem könnte eine Ergänzung der elektrophysiologischen Messungen mit bildgebenden oder anatomischen Darstellungen Ziel führend sein.

Die Glaubhaftigkeit von Hautwiderstandsmessungen zur Diagnosestellung oder sogar zur Anfertigung von Therapieschemata ist durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit erneut in Frage gestellt. Entsprechend den Ergebnissen dieser Arbeit ist eine klare und nachvollziehbare Akupunkturpunktlokalisation oder eine explizite Diagnosestellung anhand der veränderten elektrischen HW an AP nicht zuverlässig möglich.

7 Zusammenfassung

Die Akupunktur wird im Rahmen der Schmerztherapie häufig angewendet. Ihre schmerzlindernde Wirkung konnte in klinischen Studien nachgewiesen werden. Die Frage nach den spezifischen Charakteristika von Akupunkturpunkten (AP) ist allerdings weitgehend ungeklärt. Als spezifische Merkmale der AP werden anatomisch- morphologische Besonderheiten, chemische Veränderungen, sowie electrophysiologische Eigenschaften angenommen. Im klinischen Akupunkturalltag werden Messungen des elektrischen Hautwiderstandes (HW) an AP, trotz fehlender wissenschaftlicher Belege, zur Lokalisation der AP und zur Diagnostik genutzt.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Theorie, dass AP einen veränderten dermalen elektrischen HW gegenüber dem umliegenden Hautbereich aufweisen, zu überprüfen und in der Folge die Reaktivität von AP auf operative Einflüsse zu ermitteln.

Im Rahmen der Studie wurden HW- Messungen (n = 424) an 163 Patienten und Probanden durchgeführt. Es wurde ein speziell für HW- Messungen entwickeltes und validiertes Messgerät verwendet. Die Messungen wurden am Unterschenkel im Bereich der AP Magen 38 (Ma 38) und Gallenblase 34 (Gb 34) durchgeführt. Diese AP sind nach Lehre der traditionellen chinesischen Medizin (TCM) bei Schulter- (Ma 38) beziehungsweise Hüftbeschwerden (Gb 34) therapeutisch wirksam. Die HW- Messungen wurden an Ma 38 bei drei und an Gb 34 bei vier Gruppen durchgeführt: (1) Gesunde Probanden (n = 30), Patienten nach (2) Hüftoperation (n = 42), (3) Schulteroperation (n = 30), und (4) Augenoperation (n = 29). Die Kontrollgruppe „Augenoperation“ diente der Erfassung möglicher allgemeiner Narkoseeinflüsse.

Als Nebenfragestellung wurde der Einfluss von post- operativer Schmerzstärke, Körperseite des operativen Eingriffs, sowie von Anästhesieverfahren auf die Veränderungen des HW an den genannten AP evaluiert.

Es ergaben sich folgende Ergebnisse:

Die HW- Messungen zeigten im Vergleich zum umliegenden Hautareal signifikant erniedrigte HW bei einem Teil der Probanden an Ma 38 (Gesunde 19,1%, Augenoperation 17,5%, Schultergruppe 18,5%). Dies war ebenso der Fall an Gb 34 (Gesunde 25,0%, Augenoperation 17,9%, Schultergruppe 24,5%, Hüftgruppe 17,3%).

Zusätzlich zeigten sich bei einem weiterem Teil der Probanden signifikant erhöhte HW- Werte im Vergleich zur umgebenden Haut an Ma 38: Gesunde 20.6%, Augenoperation 21.1%, Schultergruppe 17.5%. Entsprechend verhielt es sich an Gb 34: Gesunde 8.3%, Augenoperation 23.2%, Hüftgruppe 22.2% und Schultergruppe 7.5%.

Der Vergleich zwischen den einzelnen Gruppen ergab keine signifikanten Unterschiede an Ma 38.

An Gb 34 wurden signifikante Unterschiede bei den Messungen mit erhöhtem elektrischen HW festgestellt. Patienten der Hüftgruppe (22,2%) und der Kontrollgruppe mit Augenoperation (23,2%) wiesen signifikant mehr Messergebnisse mit erhöhten HW an diesem AP als die Gesunden (8,3%) auf.

Die Analyse der Subgruppen ergab keinen Einfluss von post- operativer Schmerzstärke, Körperseite des operativen Eingriffs sowie Anästhesieverfahren auf die HW- Messungen.

In dieser Untersuchung konnte erstmalig beobachtet werden, dass der HW an AP nicht nur signifikant erniedrigt, sondern auch erhöht sein kann. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass es durch den Einfluss eines spezifischen somatischen Reizes zu keiner Zunahme der signifikant veränderten Messergebnisse im Vergleich zu den Messungen bei gesunden Probanden kommt. Auch Schmerzstärke und Seite des operativen Eingriffs, sowie das Anästhesieverfahren scheinen keinen Einfluss auf die Veränderungen des HW an AP zu haben. Die Aussagekraft der weit verbreiteten HW- Messgeräte wird mit den Ergebnissen dieser Arbeit in Frage gestellt.

8 Literaturverzeichnis

1. Diemer W. Heft 7 - Chronische Schmerzen - Kopf- und Rückenschmerzen, Tumorschmerzen. In: Robert Koch-Institut, ed. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. 2008.
2. Brune K, Beyer A, Schäfer M. Schmerz: Pathophysiologie-Pharmakologie-Therapie. Berlin, Heidelberg: Springer, 2001.
3. Grasmueller S, Irnich D. Acupuncture in pain therapy. MMW.Fortschr.Med 2007; 149: 37-9.
4. Cheng Xinnong. Chinese Acupuncture and Moxibustion. Beijing, China: Foreign Languages Press, 1987.
5. Kampik G. Propädeutik der Akupunktur. Stuttgart, Deutschland: Hippokrates Verlag GmbH, 1997.
6. Irnich D, Beyer A. Neurobiological mechanisms of acupuncture analgesia. Schmerz 2002; 16: 93-102.
7. Niboyet, J. Nouvelle constatations sur les proprietes electriques des ponts Chinois. Bull Soc Acup 30, 7-13. 1958.
8. Reichmanis M, Marino AA, Becker RO. Electrical correlates of acupuncture points. IEEE Trans.Biomed.Eng. 1975; 22: 533-5.
9. Pearson S, Colbert AP, McNames J, Baumgartner M, Hammerschlag R. Electrical skin impedance at acupuncture points. J Altern.Complement Med 2007; 13: 409-18.
10. Falk CX, Birch S, Avants SK, Tsau Y, Margolin A. Preliminary results of a new method for locating auricular acupuncture points. Acupunct.Electrother.Res 2000; 25: 165-77.
11. Usichenko TI, Lysenyuk VP, Groth MH, Pavlovic D. Detection of ear acupuncture points by measuring the electrical skin resistance in patients before, during and after orthopedic surgery performed under general anesthesia. Acupunct.Electrother.Res 2003; 28: 167-73.
12. Gerosa M, Zimlichman E, Ventura D, Fanelli V, Riboldi P, Meroni PL. Measurement of electrical skin impedance of dermal-visceral zones as a diagnostic tool for disorders of the immune system. Lupus. 2006; 15: 457-61.
13. Poon CS, Choy TT, Koide FT. A reliable method for locating electropermeable points on the skin surface. Am J Chin.Med 1980; 8: 283-9.
14. Hyvarinen J, Karlsson M. Low-resistance skin points that may coincide with acupuncture loci. Med Biol. 1977; 55: 88-94.

15. Voll R. Twenty Years of Electroacupuncture Diagnosis in Germany: A Progress Report. *Amer.J.Acupuncture* 1975; 3: 7-17.
16. Rassner G, Steinert U, Schlagenhauff B. *Dermatologie, Lehrbuch und Atlas*. München, Jena: Urban und Fischer Verlag, 2002.
17. Wickett RR, Visscher MO. Structure and function of the epidermal barrier. *Am J Infect Control* 6 A.D.; 34: 98-110.
18. Elias PM. Lipids and the epidermal permeability barrier. *Arch.Dermatol.Res* 1981; 270: 95-117.
19. Wickett RR, Visscher MO. Structure and function of the epidermal barrier. *Am J Infect Control* 6 A.D.; 34: 98-110.
20. Craane-van Hinsberg WH, Verhoef JC, Bax LJ, Junginger HE, Bodde HE. Role of appendages in skin resistance and iontophoretic peptide flux: human versus snake skin. *Pharm Res* 1995; 12: 1506-12.
21. Kalia YN, Guy RH. The electrical characteristics of human skin in vivo. *Pharm Res* 1995; 12: 1605-13.
22. Yamamoto T, Yamamoto Y. Electrical properties of the epidermal stratum corneum. *Med Biol.Eng.* 1976; 14: 151-8.
23. Chizmadzhev YA, Indenbom AV, Kuzmin PI, Galichenko SV, Weaver JC, Potts RO. Electrical properties of skin at moderate voltages: contribution of appendageal macropores. *Biophys.J* 1998; 74: 843-56.
24. Oh SY, Leung L, Bommannan D, Guy RH, Potts RO. Effect of current, ionic strength and temperature on the electrical properties of skin. *J.Controlled Release*. 1993; 137-76.
25. Scheuplein RJ, Blank IH. Permeability of the skin. *Physiol Rev.* 1971; 51: 702-47.
26. Gray GM, White RJ, Williams RH, Yardley HJ. Lipid composition of the superficial stratum corneum cells of pig epidermis. *Br.J Dermatol.* 1982; 106: 59-63.
27. Williams ML, Elias PM. The extracellular matrix of stratum corneum: role of lipids in normal and pathological function. *Crit.Rev.Ther.Drug Carrier.Syst.* 1987; 3: 95-122.
28. Potts RO, Francoeur ML. The influence of stratum corneum morphology on water permeability. *J Invest.Dermatol.* 1991; 96: 495-9.
29. Hashimoto K. The structure of human hair. *Clin Dermatol.* 1988; 6: 7-21.
30. Cullander, C. What are the pathways of iontophoretic current flow through mammalian skin? *Advanced Drug Delivery Reviews* 9, 119-135. 1992.
31. Grimnes S. Pathways of ionic flow through human skin in vivo. *Acta Derm.Venereol.* 1984; 64: 93-8.
32. Quinton PM. Physiology of sweat secretion. *Kidney Int Suppl* 1987; 21: S102-S108.

33. Bijman J. Transport processes in the eccrine sweat gland. *Kidney Int Suppl* 1987; 21: S109-S112.
34. Winterhalter M, Schiller J, Munte S et al. Prospective investigation into the influence of various stressors on skin impedance. *J Clin Monit.Comput.* 2008; 22: 67-74.
35. Unschuld P. *Medizin in China, Eine Ideengeschichte.* München, Deutschland: Verlag C.H. Beck, 1980.
36. Veith I. Acupuncture in traditional Chinese medicine. An historical review. *Calif.Med* 1973; 118: 70-9.
37. Wühr E. *Chinesische Akupunktur und Moxibustion: Lehrbuch für Traditionelle Chinesische Medizin.* Kötzingen/ Bayer.Wald: Verl. für Ganzheitliche Medizin Wühr, 1988.
38. Focks C. *Atlas Akupunktur.* 2. Auflage, München, Jena: Elsevier GmbH, Urban und Fischer Verlag, 2006
39. Stux G. *Einführung in die Akupunktur.* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1999.
40. Irnich D. Anforderungen, Möglichkeiten und Grenzen der Evidenz-basierten Akupunktevaluation. *Dt.Ztschr f Akup* 2000; 2: 117-25.
41. Kaptchuk TJ. Placebo needle for acupuncture. *Lancet* 1998; 352: 992.
42. Vincent C, Lewith G. Placebo controls for acupuncture studies. *J R.Soc.Med* 1995; 88: 199-202.
43. NIH Consensus Conference. Acupuncture. *JAMA* 1998; 280: 1518-24.
44. Irnich D, Behrens N, Gleditsch JM et al. Immediate effects of dry needling and acupuncture at distant points in chronic neck pain: results of a randomized, double-blind, sham-controlled crossover trial. *Pain* 2002; 99: 83-9.
45. Kashiba H, Ueda Y. Acupuncture to the skin induces release of substance P and calcitonin gene-related peptide from peripheral terminals of primary sensory neurons in the rat. *Am J Chin.Med* 1991; 19: 189-97.
46. Schaffer M, Beiter T, Becker HD, Hunt TK. Neuropeptides: mediators of inflammation and tissue repair? *Arch.Surg.* 1998; 133: 1107-16.
47. Janig W, Habler HJ. Physiology and pathophysiology of visceral pain. *Schmerz* 2002; 16: 429-46.
48. Zimmermann M. Physiologie von Nozizeption und Schmerz. In: Basler HD, Franz C, Kröner HB, Rehfisch HP, Seemann H, eds. *Psychologische Schmerztherapie.* Berlin, Deutschland: Springer, 1999; 59-105.
49. Sato A. Somatovisceral reflexes. *J Manipulative.Physiol Ther.* 1995; 18: 597-602.

50. Handwerker HO, Iggo A, Zimmermann M. Segmental and supraspinal actions on dorsal horn neurons responding to noxious and non-noxious skin stimuli. *Pain* 1975; 1: 147-65.
51. Sandkuhler J. The organization and function of endogenous antinociceptive systems. *Prog.Neurobiol.* 1996; 50: 49-81.
52. Carlsson CP. Long-term effects of acupuncture. Thesis, University of Lund, Sweden 2000.
53. Mayer DJ. Biological mechanisms of acupuncture. *Prog.Brain Res* 2000; 122: 457-77.
54. He LF. Involvement of endogenous opioid peptides in acupuncture analgesia. *Pain* 1987; 31: 99-121.
55. Backer M, Gareus IK, Knoblauch NT, Michalsen A, Dobos GJ. [Acupuncture in the treatment of pain--hypothesis to adaptive effects]. *Forsch.Komplementarmed.Klass.Naturheilkd.* 2004; 11: 335-45.
56. Pomeranz B, Chiu D. Naloxone blockade of acupuncture analgesia: endorphin implicated. *Life Sci* 1976; 19: 1757-62.
57. Mayer DJ, Price DD, Rafii A. Antagonism of acupuncture analgesia in man by the narcotic antagonist naloxone. *Brain Res* 1977; 121: 368-72.
58. Pomeranz B. Scientific research into acupuncture for the relief of pain. *J Altern.Complement Med* 1996; 2: 53-60.
59. Wu MT, Hsieh JC, Xiong J et al. Central nervous pathway for acupuncture stimulation: localization of processing with functional MR imaging of the brain--preliminary experience. *Radiology* 1999; 212: 133-41.
60. Hui KK, Liu J, Makris N et al. Acupuncture modulates the limbic system and subcortical gray structures of the human brain: evidence from fMRI studies in normal subjects. *Hum.Brain Mapp.* 2000; 9: 13-25.
61. Pariante J, White P, Frackowiak RS, Lewith G. Expectancy and belief modulate the neuronal substrates of pain treated by acupuncture. *Neuroimage.* 2005; 25: 1161-7.
62. Napadow V, Kettner N, Liu J et al. Hypothalamus and amygdala response to acupuncture stimuli in Carpal Tunnel Syndrome. *Pain* 2007; 130: 254-66.
63. Niboyet JEH. Propriétés électriques des points chinois. Dans nouveau traité d'acupuncture. Metz: 1979.
64. Heine H. Anatomical structure of acupoints. *J Tradit.Chin.Med* 1988; 8: 207-12.
65. Heine H. Zur Morphologie der Akupunkturpunkte. *Dtsch.Zschr.Akup* 1987; 30: 75-9.
66. Malisch, C. Topographische Anatomie des Blasenmeridians beim Menschen. 2004. Anatomische Anstalt der Ludwig- Maximilians- Universität München.

67. Melzack R, Stillwell DM, Fox EJ. Trigger points and acupuncture points for pain: correlations and implications. *Pain* 1977; 3: 3-23.
68. Wick F, Wick N, Wick MC. Morphological analysis of human acupuncture points through immunohistochemistry. *Am J Phys.Med Rehabil.* 2007; 86: 7-11.
69. König G, Wancura I. *Praxis und Theorie der Neuen Chinesischen Akupunktur, Band 2.* Verlag Wilhelm Maudrich, 1989.
70. Hecker U, Steveling A, Peuker E, Kastner J. *Lehrbuch und Repetitorium Akupunktur.* Stuttgart: Hippokrates Verlag GmbH, 2001.
71. Auerswald W, König G, König K. *Ist Akupunktur Naturwissenschaft? Teil A: Zur Theorie.* Wien-München-Bern: Verlag Wilhelm Maudrich, 1982.
72. Reichmanis M, Marino AA, Becker RO. D.C. skin conductance variation at acupuncture loci. *Am J Chin.Med, Gard.City.N.Y.* 1976; 4: 69-72.
73. Warnke U. *Die geheime Macht der Psyche.* Saarbrücken: Popular Academic Verlags-Gesellschaft, 1998.
74. Gleditsch JM. *MAPS, MikroAkuPunktSysteme, Grundlagen und Praxis der somatotopischen Therapie.* Stuttgart: Hippokrates Verlag GmbH, 2002.
75. Seibt W. *Physik für Mediziner.* Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag, 2003.
76. Nakatani , Y. Skin electric resistance and Ryodoraku. *J Autonomic Nerve* 6, 52. 1956.
77. Jakoubek B, Rohlicek V. Changes of electrodermal properties in the "acupuncture points" on men and rats. *Physiol Bohemoslov.* 1982; 31: 143-9.
78. Kwok G, Cohen M, Cosic I. Mapping acupuncture points using multi channel device. *Australas.Phys.Eng.Sci Med* 1998; 21: 68-72.
79. Ahn AC, Colbert AP, Anderson BJ et al. Electrical properties of acupuncture points and meridians: A systematic review. *Bioelectromagnetics.* 2008; 29: 245-56.
80. Barlea N-M, Sibianu H, Ciupa RV. Electrical detection of acupuncture points. *Acta Electrothetica Napocensis* 2000; 41: 16-9.
81. Colbert AP, Hammerschlag R, Aickin M, McNames J. Reliability of the Prognos electrodermal device for measurements of electrical skin resistance at acupuncture points. *J Altern.Complement Med* 2004; 10: 610-6.
82. Colbert AP, Hayes M, Aickin M, Hammerschlag R. Physiologic variability of electrical skin resistance measurements at the ting acupuncture points. *Med Acupuncture* 2006; 17: 12-9.
83. Wiegele B, Schober G, Kuder J, Kolb FP, Irnich D. A new sensor technique for measurements of electrical potential profiles of human skin at acupuncture points. *Forsch.Komplement.Med* (2006) 2006; 13: 227-32.

84. McCarroll GD, Rowley BA. An investigation of the existence of electrically located acupuncture points. *IEEE Trans.Biomed.Eng.* 1979; 26: 177-81.
85. Cho SH, Chun SI. The basal electrical skin resistance of acupuncture points in normal subjects. *Yonsei Med J* 1994; 35: 464-74.
86. Szopinski JZ, Lochner GP, Pantanowitz D. Influence of organ pathology on the electrical parameters in organ projection areas of the skin. *J Tradit.Chin.Med* 2006; 26: 218-25.
87. Weitzen R, Epstein N, Shoenfeld Y, Zimlichman E. Diagnosing diseases by measurement of electrical skin impedance: a novel technique. *Ann.N.Y.Acad.Sci* 2007; 1109: 185-92.
88. Szopinski JZ, Pantanowitz D, Lochner GP. Estimation of the diagnostic accuracy of organ electrodermal diagnostics. *S.Afr.Med J* 2004; 94: 547-51.
89. Lawler JC, Davis MJ, Griffith EC. Electrical characteristics of the skin. The impedance of the surface sheath and deep tissues. *J Invest.Dermatol.* 1960; 34: 301-8.
90. Fink MG, Kunsebeck HW, Wippermann B. [Effect of needle acupuncture on pain perception and functional impairment of patients with coxarthrosis]. *Z Rheumatol* 2000; 59: 191-9.
91. Reichmanis M, Marino AA, Becker RO. Laplace plane analysis of transient impedance between acupuncture points Li-4 and Li-12. *IEEE Trans.Biomed.Eng.* 1977; 24: 402-5.
92. Ahn AC, Wu J, Badger GJ, Hammerschlag R, Langevin HM. Electrical impedance along connective tissue planes associated with acupuncture meridians. *BMC Complement Altern.Med* 2005; 5: 10.
93. Jacobi U, Meykadeh N, Sterry W, Lademann J. Effect of the vehicle on the amount of stratum corneum removed by tape stripping. *J Dtsch.Dermatol.Ges.* 2003; 1: 884-9.
94. Mayer-Gindner A, Lek-Uthai A, Abdallah O, Bolz A. Newly Explored Electrical Properties of Normal Skin and Special Skin Sites. *Biomed Tech* 2004; 49: 117-24.
95. Semizzi M, Senna G, Crivellaro M et al. A double-blind, placebo-controlled study on the diagnostic accuracy of an electrodermal test in allergic subjects. *Clin Exp.Allergy* 2002; 32: 928-32.
96. Pothmann R, Weigel A, Stux G. Frozen Shoulder: Differential Acupuncture Therapy with Point ST-38. *Am.J.Acupuncture* 1980; 8.
97. Pothmann, R. Kontrollierte Untersuchung zur Frage der Spezifität von Akupunktur am Beispiel der Periarthritis humeroscapularis. *Akupunktur- Theorie und Praxis* 4, 201-204. 1985.
98. Gou, D. G., Zhang, F. M., Sha, Y., and et al. Randomized controlled trials of acupuncture at Tiaokou (ST38) for treatment of periarthritis of shoulder. *Zhongguo Zhen Jiu* 26[8], 544-546. 2006.

99. Pothmann, R., Weigel, A., and Stux, G. Frozen Shoulder: Differential Acupuncture Therapy with Point ST-38. *Am J Acupuncture* 8[1]. 1980.
100. Lewith GT. Can we evaluate electrodermal testing? *Complement Ther.Med* 2003; 11: 115-7.
101. Schurk, H. E. and Wiegele, B. Die EAV aus der Sicht des Ingenieurs. Ein Beitrag zur Objektivierung. *Regulationsmedizin* 2, 50-56. 1997.
102. Zhang WB, Jeong DM, Lee YH, Lee MS. Measurement of subcutaneous impedance by four-electrode method at acupoints located with single-power alternative current. *Am J Chin.Med* 2004; 32: 779-88.
103. Carlsson AM. Assessment of chronic pain. I. Aspects of the reliability and validity of the visual analogue scale. *Pain* 1983; 16: 87-101.
104. World Health Organisation: Therapie tumorbedingter Schmerzen, 2. erweiterte Auflage, Kilian Verlag, Marburg, 1996

9 Anhang

Klinikum der Universität München

Klinik für Anaesthesiologie

Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. Klaus Peter

Klinik für Physikalische
Medizin und Rehabilitation

Direktor: Prof. Dr. G. Stucki

Interdisziplinäre Schmerzambulanz

Innenstadt

Leitung: PD Dr. D. Irnich - Dr. A. Winkelmann

Klinikum der Universität München • Klinik für Anaesthesiologie – Innenstadt
Pettenkoferstr. 8a • D-80336 München

_____ **LMU**
Ludwig _____
Maximilians –
Universität _____
München _____

Probandeninformation zur Studie **„Elektrische Potentialveränderungen an** **der Hautoberfläche im Bereich von** **Akupunkturpunkten bei spezifischer** **Symptomatik“**

PD Dr. D. Irnich

Tel: ++49 (0) 89 / 5160-7508

Fax: ++49 (0) 89 / 5160-7507

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

vielen Dank für Ihr Interesse an unserer Studie „Elektrische Potentialveränderungen an der Hautoberfläche im Bereich von Akupunkturpunkten bei spezifischer Symptomatik“, *kurz* „*Symptombezogene Hautpotentialveränderungen*“.

In dieser Studie untersuchen wir, ob sich im Rahmen von einigen definierten Beschwerdebildern elektrische Widerstandsunterschiede der Haut an Akupunkturpunkten finden.

Wiederholt finden sich in der Literatur Hinweise darauf, dass im Bereich von Akupunkturpunkten, wie sie von der traditionell chinesischen Medizin beschrieben werden, unterschiedliche elektrische Widerstände der Haut finden. Einige Ärzte nutzen dieses Phänomen sowohl zur Diagnostik als auch zur Therapie (Elektroakupunktur nach Voll, Prognos).

In einer Studie, die von unserer Abteilung bei gesunden Probanden durchgeführt wurde, fanden sich in der Tat solche Veränderungen des elektrischen Widerstandes der Haut, allerdings nur in ca. 40% der untersuchten Punkte. Da Akupunkturpunkten insgesamt die Fähigkeit zu geschrieben wird, durch spezifische Reize (wie z.B. Schmerzen) „aktiviert“ zu werden, möchten wir nun untersuchen, ob diese „Aktivierung“ mit Veränderungen der Hautwiderstände einhergehen.



Daher haben wir drei Krankheits-/ Beschwerdebilder ausgewählt, bei denen erfahrungsgemäß sehr gute Behandlungserfolge mit Akupunktur erzielt werden können. Wir nehmen dabei Messungen an den Punkten vor, die als spezifisch für diese Beschwerden gelten. Im Einzelnen handelt es sich dabei um folgende Krankheits-/ Beschwerdebilder:

- Übelkeit/ Erbrechen unmittelbar nach operativen Eingriffen in Vollnarkose
- Schmerzen nach operativen Eingriffen an der Schulter
- Schmerzen nach operativen Eingriffen an der Hüfte

Darüber hinaus benötigen wir als Kontrollgruppe Patienten, die sich einem operativen Eingriff unterziehen, der weder an der Schulter, noch der Hüfte stattfindet und die danach nicht unter Übelkeit/ Erbrechen leiden.

Auf den folgenden Seiten sind alle Informationen zu dieser Studie dargestellt. **Bitte lesen Sie diese sorgfältig durch, bevor Sie sich entschließen an unserer Studie teilzunehmen.** Gerne stehen wir Ihnen für Rückfragen zur Verfügung.

Allgemeine Informationen zum Messsystem:

Das Messgerät besteht aus einem leitfähigen Stab, den Sie in einer Hand halten werden. Das Messfeld (8cm²) besteht aus 64 Elektroden die in eine Folie eingeschweißt sind und mit einer Blutdruckmanschette an Ihrem Arm oder Bein befestigt wird. Zwischen dem Stab und diesem Messfeld wird dann ein sehr geringer Strom (max. 20 µA) fließen, je nach Widerstand an Ihrer Haut können wir unterschiedliche Werte messen. Die Ströme sind so gering, dass Sie von ihnen nichts spüren und dauern nur wenige Millisekunden. Nach dem jetzigen Stand der Wissenschaft ist keine schädigende Wirkung auf Ihren Körper zu erwarten. Das Gerät ist TÜV-geprüft und kann aus dem Strom, den über seinen Computeranschluß erhält keine schädigenden Ströme generieren.

Wie läuft diese Studie ab?

Zunächst wird ein Arzt unseres Teams prüfen, ob Sie für diese Studie geeignet sind (siehe auch nächste Seite). Wenn dies zutrifft, werden Sie ausführlich mündlich und in dieser Form auch schriftlich über die Studie aufgeklärt. Hier haben Sie die Möglichkeit alle Fragen zu stellen und mit unserer Hilfe zu einer Entscheidung zu finden. Bei einer Teilnahme wird ihr Gesundheitszustand, soweit dies für diese Untersuchung nötig ist, erfasst. Bei Ihnen wird an zwei (Kontrollgruppe: sechs) Akupunkturpunkten mit Hilfe der Messelektroden wiederholt der Hautwiderstand gemessen. Jede Messung dauert mit Anlage des Messsensors ca. 5 Minuten. Bitte rasieren Sie die Messorte am Vortag (Dabei sind wir Ihnen gerne behilflich). Weitere Vorbereitungen von Ihnen sind nicht nötig. Bitte vermeiden Sie jedoch das Anbringen von Kosmetika und Cremes am Versuchstag. Es bestehen keinerlei weitere Einschränkungen für Sie.

Eine Kontrollmessung an den gleichen Punkten wird nach 7 Tagen durchgeführt, um zu kontrollieren, ob sich etwaige Veränderungen des Hautwiderstandes zu diesem Zeitpunkt „zurückgebildet“ haben.

Selbstverständlich können Sie die Teilnahme an der Studie jederzeit ohne Angabe von Gründen abbrechen, ohne dass dadurch für Sie irgendwelche Nachteile daraus entstehen werden.

Verschlüsselungscode (reiner Zahlencode) zugeteilt, der keine Rückschlüsse auf Ihre persönlichen Daten zulässt. Alle danach von uns erhobenen Studien-Daten werden diesem Code zugeordnet. Eine Rückverfolgung von diesem Code auf Ihre persönlichen Daten findet nur in Ausnahmefällen (z.B. im Falle des Auftretens unerwünschter Wirkungen) statt.

Die von Ihnen erhobenen Personenangaben werden strikt getrennt von den auszuwertenden Studien-Daten aufbewahrt. Nur die zuständigen Wissenschaftler und autorisierte Personen der Gesundheitsbehörden haben im Rahmen der gesetzlichen Vorschriften Zugang zu den gesammelten Daten. Diese Personen unterliegen der Schweigepflicht und sind zur Beachtung des Datenschutzes verpflichtet. Die Bearbeitung der Daten erfolgt ausschließlich zu wissenschaftlichen Zwecken. Die Weitergabe der Daten erfolgt ausschließlich zu statistischen Zwecken und sie werden ausnahmslos darin nicht namentlich genannt. Auch in etwaigen Veröffentlichungen der Daten der klinischen Prüfung werden Sie nicht namentlich genannt. Sowohl in elektronischer Form als auch in Papierform werden diese Daten für 10 Jahre nach Abschluss der Studie aufbewahrt und anschließend gelöscht. Der Datenschutz bleibt in jedem Fall gewahrt.

Eine Wegeunfallversicherung besteht nicht.

PD Dr. Dominik Irnich
Verantwortlicher Prüfarzt
Klinik für Anaesthesiologie

Sybille Grasmüller
Prüfärztin
Klinik für Anaesthesiologie

Sie erreichen uns unter der Telefonnummer 089-5160-7508 oder über die Pforte der chirurgischen Klinik, Nussbaumstraße 20, 089-5160-2511 (bitte anfunken lassen).

Diese Blätter bitte zu Ihrer Information aufbewahren!

Bin ich geeignet für die Studie?

Patienten die folgende Teilnahmebedingungen erfüllen, können an der Studie teilnehmen:

- Alter zwischen 18 und 80 Jahren
- Keine schweren Herz-/Lungen-/Nerven- oder Nierenerkrankungen
- Keine andere Operationen in den letzten 3 Monaten
- Keine schweren neurologischen Erkrankungen
- Keine schwere Veränderungen der Haut wie Verbrennungen
- Keine Akupunktur innerhalb der letzten 4 Wochen
- Kein TENS (transkutane elektrische Nervenstimulation = Reizstromtherapie gegen Schmerzen) innerhalb der letzten 4 Wochen
- Keine implantierten elektrischen Geräte (Herzschrittmacher, Medikamentenpumpen etc.)

Wie groß ist der Aufwand?

Ihr Aufwand ist gering: Zeitlich benötigen wir Sie jeweils für rund 20 min zur Durchführung der Messungen. Das Bearbeiten kurzer Fragebögen wird nur wenige Minuten in Anspruch nehmen.

Wer ist verantwortlich für die Studie?

Verantwortlich für diese Studie ist Dr. D. Irnich (Studienleiter), Klinik für Anaesthesiologie und Schmerzambulanz der Ludwig-Maximilians-Universität München, Innenstadt.

Unterstützt wird diese Studie durch Drittmittel der Deutschen Ärztegesellschaft für Akupunktur e.V. (DÄGfA), wobei die Auswertung und Veröffentlichung der Ergebnisse unabhängig von dieser Kooperation erfolgt.

Information zu Datenschutz und Versicherung

Ihre im Rahmen dieser klinischen Studie erhobenen personenbezogenen Daten und Gesundheits- bzw. Krankheitsdaten sowie die Ergebnisse der im Rahmen der Versuchsteilnahme erfolgten Untersuchungen und Behandlungen werden im Falle Ihrer Studienteilnahme wie folgt verarbeitet:

Ihre persönlichen Daten (Name, Vorname, Adresse, und Telefonnummer, ggf. Faxnummer) werden durch Ihren behandelnden Arzt erhoben und vermerkt. Zum Zweck ggf. telefonischer Rückfragen werden diese Angaben in der Schmerzambulanz Innenstadt hinterlegt. Sofort nach Ihrer Einverständniserklärung zu der Teilnahme an dieser Studie, wird Ihnen ein

Klinikum der Universität München

Klinik für Anaesthesiologie

Direktor: Prof. Dr. Dr. h.c. Klaus Peter

Klinik für Physikalische
Medizin und Rehabilitation

Direktor: Prof. Dr. G. Stucki

Interdisziplinäre Schmerzambulanz
Innenstadt

Leitung: PD Dr. D. Irnich - Dr. A. Winkelmann

Ludwig_____
Maximilians-
Universität_____
München_____



Klinikum der Universität München • Klinik für Anaesthesiologie – Innenstadt
Nußbaumstr. 20 • D-80336 München

Einverständniserklärung zur Studie **„ Elektrische Potentialveränderungen an** **der Hautoberfläche im Bereich von** **Akupunkturpunkten bei spezifischer** **Symptomatik “**

PD Dr. D. Irnich
Tel: ++49 (0) 89 / 5160-7508
Fax: ++49 (0) 89 / 5160-7507

Einverständniserklärung

Die Probandin/ der Proband _____ (Name) wurde von mir auf der Basis der obigen Ausführungen über Wesen, Bedeutung und Tragweite der beabsichtigten experimentellen Untersuchung aufgeklärt, hat deren Inhalt verstanden und hat Ihre/seine Einwilligung zur Teilnahme gegeben.

Datum, Ort

Name/Unterschrift des Arztes

Ich bin über den Studienablauf informiert und meine Fragen sind ausreichend beantwortet worden.

Mit einer Teilnahme an der beschriebenen Untersuchung bin ich einverstanden.

Datum, Name und Unterschrift des/der Proband/-in

Mit der pseudonymen, statistischen Auswertung meiner Untersuchungsdaten, d.h. ohne Nennung meines Namens bin ich einverstanden. Die Informationen zum Datenschutz habe ich verstanden.

Datum, Name und Unterschrift des/der Proband/-in



10 Danksagung

Meinem Doktorvater Herrn Privatdozent Dr. Dominik Irnich möchte ich für die Überlassung des Themenbereiches zur Anfertigung meiner Dissertation, Sein beständiges Interesse und Engagement, sowie die freundschaftliche Betreuung bei der Durchführung danken. Mein besonderer Dank gilt Ihm auch für die Einführung in die wissenschaftliche Tätigkeit, insbesondere im Hinblick auf die Verfassung wissenschaftlicher Arbeiten, sowie deren Präsentation im Rahmen der verschiedenen Kongresse.

Frau Dr. Sybille Kramer danke ich für die beispielhafte Betreuung. Sie stand mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite, zudem ermöglichte auch Sie mir mein Spektrum in Bezug auf wissenschaftliche Arbeiten und Präsentationen zu erweitern.

Ein besonderes Dankeschön richtet sich an Privatdozent Dr. Philip Lang, Dr. Johannes Fleckenstein und Lukas Lehmeier für Ihre ständige Hilfsbereitschaft, Ihre kompetente Unterstützung und die beflügelnde Zusammenarbeit.

Auch allen übrigen Mitarbeitern der Schmerzambulanz, besonders Frau Erika Weber, danke ich für die stets angenehme und freundliche Arbeitsatmosphäre.

Des Weiteren möchte ich Christian R. Wiester danken, der mir die Tür in die Schmerzambulanz öffnete.

Meinen Eltern möchte ich diese Arbeit widmen und danke Ihnen von ganzem Herzen für Ihre ständige, bedingungslose Unterstützung.

11 Curriculum Vitae

Persönliches

Name: **Daniela** Sabine **Zaps**

Geburtsort: Konstanz

Geburtsdatum: 16.12.1983

Nationalität: deutsch

Familienstand: ledig

Ausbildung

1990-1994 Gemeinschaftsgrundschule Forsbach
1994-2003 Kurt Huber Gymnasium Gräfelfing
Schule Schloss Stein Gymnasium, Stein a. d. Traun
Chiemgaugymnasium Traunstein
Bundesgymnasium Feldkirch, Österreich

06/2003 Erwerb der allgemeinen Hochschulreife, **Matura**

09/ 2003 **Studium der Humanmedizin an der Ludwig Maximilians Universität, München**

09/ 2005 **1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung**

Praktisches Jahr:

08/2008-
12/ 2008 Chirurgie in USA und Australien

12/2008-
03/2009 HNO an der Klinik für HNO der Universität München

03/2009- Innere Medizin am Klinikum Traunstein

11/2009 **2. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung**

12/2009 **Approbation zur Ärztin**

Berufliche Tätigkeit

Seit 01.02.2010 wissenschaftliche Hochschulassistentin an der Orthopädischen Klinik und Poliklinik, Universitätsklinikum der Heinrich Heine Universität Düsseldorf

Publikationen

- Vorträge: Spezifische Hautwiderstandsveränderungen an Akupunkturpunkten?
Zaps D., Grasmüller S., Flatz R., Wiegele B., Becker U., Irnich D.
Deutscher Akupunktur Kongress, 17.-19.05.2007 Bad Nauheim
- Electrical Skin Resistance at Gallbladder 34 (GB 34)
Zaps D., Kramer S., Wiegele B., Irnich D.
4th Symposium on Acupuncture and Meridian Studies, Association of Korean Oriental
Medicine, 04.-05.10.2008 Deajeon, Korea
- Poster: Spezifische Hautwiderstandsveränderungen an Akupunkturpunkten
Zaps D., Grasmüller S., Flatz R., Wiegele B., Lehmeier L., Fleckenstein J.,
Irnich D.
Deutscher Schmerzkongress, 24.-27.10.2007 Berlin
- Changes in electric skin resistance at defined acupuncture points
Lehmeier L., **Zaps D.**, Kramer S., Flatz R., Wiegele B., Fleckenstein J., Irnich D.,
World Congress on Pain, 17.-22.08.08 Glasgow, Scotland
- A Survey of physicians to assess therapeutic options for the treatment of myofascial
pain
Fleckenstein J, Lehmeier L., Rueger L.J., **Zaps D.**, Lang P.M., Irnich D.
World Congress on Pain, 17.-22.08.08 Glasgow, Scotland
- Originalarbeiten:
- Electrical Skin Resistance at Gallbladder 34 (GB 34)
Kramer S., **Zaps D.**, Wiegele B., Irnich D.
Journal of Acupuncture and Meridian Studies, 1 (2): 91 – 96, 2008.
- Differences in Electrical Skin Resistance at Acupuncture Points
Kramer S., Winterhalter K., Schober G., Becker U., Wiegele B.; Kutz DF., Kolb FP.,
Zaps D., Lang PM, Irnich D.
J Altern Complement Med. 2009 May; 15(5):495-500
- Discrepancy between prevalence and perceived effectiveness of treatment methods in
myofascial pain syndrome: results of a cross-sectional, nationwide survey.
Fleckenstein J, **Zaps D.**, Rüger LJ, Lehmeier L, Freiberg F, Lang PM, Irnich D.
BMC Musculoskelet Disord. 2010 Feb 11;11:32.
- Im Review- Prozess:
The impact of surgical intervention and post-operative pain on electrical skin
resistance at acupuncture points
Kramer S., **Zaps D.**, Kutz D.F., Wiegele B., Kolb F.P., Zimmer K., Lehmeier L.,
Fleckenstein J., Becker U., Lang P.M., Irnich D.,
- Preis: Je-Ma Award
Association of Korean Oriental Medicine, Deajeon, Korea
Electrical Skin Resistance at Gallbladder 34 (GB 34)
Kramer S., **Zaps D.**, Wiegele B., Irnich D.
4th Symposium on Acupuncture and Meridian Studies, Association of Korean Oriental
Medicine, 04.-05.10.2008 Deajeon, Korea