

**Aus der Stiftung Juliusspital,
Lehrkrankenhaus
der Universität Würzburg**

**Untersuchungen zum Einfluss von Kinesiotaping in der ersten
postoperativen Phase nach Implantation
einer Knieendoprothese**

**Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
vorgelegt von
Tanja Knoll
aus Stuttgart**

Würzburg, April 2017

Referentenblatt

Referent: Prof. Dr. med. A. Beck

Korreferent: Prof. Dr. med. Rudert

Dekan: Prof. Dr. med. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 18.12.2017

Die Promovendin ist Ärztin

Widmung

An alle die sich angesprochen fühlen...

„Die Lymphe, das ist das Allerfeinste, Intimste und Zarteste in dem ganzen Körperbetrieb...Man spricht von dem Blut und seinen Mysterien und nennt es einen besonderen Saft. Aber die Lymphe, die ist ja erst der Saft der Säfte, die Essenz...Blutmilch, eine ganz deliziose Tropfbarkeit.“¹

¹ *Thomas Mann, Der Zauberberg*

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	1
1. Einleitung: Was ist Kinesiotaping?.....	3
1.1 Entwicklung des Kinesiotaping.....	3
1.2 Physiologische Grundlagen.....	5
1.3 Rezeptoren.....	11
1.3.1 Klassifizierung von Mechanorezeptoren.....	11
1.3.2 Die Lage der Mechanorezeptoren.....	13
1.3.3 Die Morphologie der Mechanorezeptoren.....	15
1.4 Das Lymphsystem.....	17
1.5 Postoperative inflammatorische Phase.....	23
1.6 Farben des Tapes.....	26
1.7 Anlagetechniken des Kinesiotapes.....	27
1.8 Vergleich verschiedener Hersteller von Kinesiotape.....	31
1.9 Abgrenzung vom Kinesiotape zum Leukotape.....	32
1.10 Erfolgreich etablierte Anlagen eines Kinesiotapes.....	33
2 Material und Methoden.....	35
2.1 Praktische Umsetzung/Material.....	35
2.2 Ein- und Ausschlusskriterien der Patienten.....	37
2.2.1 Statistik.....	37
2.2.2 Patientenklientel.....	37
2.2.3 Operation/Prothese.....	40
2.2.4 Ablauf der Studie.....	41
2.3 Nachbehandlung.....	42
2.4 Wirkungen bei Anlage eines Lymph tapes.....	42
2.5 Punktesystem der Fragebogen.....	44
3 Ergebnisse.....	46
3.1 Vergleichbarkeit der Gruppen.....	46
3.1.1 Geschlechterverteilung.....	46
3.1.2 Oxford Knee Score.....	46
3.1.3 Altersverteilung.....	47
3.1.4 Physiotherapie.....	48
3.1.5 Schmerzmittelbedarf.....	49

3.2	Unterscheidung der Gruppen	50
3.2.1	Beweglichkeit.....	50
3.2.2	Umfangmessung.....	53
3.2.3	Schmerzentwicklung.....	56
4	Diskussion	61
4.1	Aktueller Bezug	61
4.2	Diskussion der Ergebnisse	63
4.3	Diskussion Plazeboeffekt	66
5	Zusammenfassung der Ergebnisse	68
6	Zukunftsperspektive.....	69
7	Literaturverzeichnis.....	70
	Abbildungsverzeichnis.....	73
	Tabellenverzeichnis.....	75
	Abkürzungsverzeichnis	76
	Anhang.....	77
	Danksagung	80

Vorwort

Das Juliusspital in Würzburg verfolgt seit jeher das Ziel, den Menschen in seiner Gesamtheit zu sehen und ihm medizinisch, pflegerisch und seelsorgerisch jede benötigte Hilfe zukommen zu lassen. Diese Überzeugung schlägt sich auch im Leitbild für das Krankenhaus nieder. Ein Ethikkomitee, das seit 2004 regelmäßig zusammentrifft soll dazu beitragen, dass auch in wirtschaftlich harten Zeiten das Wohl der Patienten nie aus den Augen verloren wird. Denn der Ton im Gesundheitssektor ist in den letzten Jahren merklich rauer geworden und viele Krankenhäuser kämpfen ums wirtschaftliche Überleben. In dieser Gesamtsituation müssen Maßnahmen, die in der Klinik umgesetzt werden sollen vorher getestet, untersucht und ausgewertet werden. Dieser Arbeit **„Untersuchung zum Einfluss von Kinesiotaping in der ersten postoperativen Phase nach Implantation einer Knieendoprothese“** soll dazu beitragen.

Die Knieendoprothetik gewann in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung. Dies kann man aus den Operationsdaten dieser Jahre ableiten. Die Knieendoprothetik wird allein im Juliusspital in Würzburg im Durchschnitt 100 Mal im Jahr durchgeführt. Es handelt sich dabei um eine standardisierte Operationsmethode, die eine gute Reproduzierbarkeit und Vergleichsmöglichkeiten der Ergebnisse bietet. Die Gonarthrose als Krankheitsbild wird gewählt, da es sich hier um eine Volkskrankheit handelt. Die Gonarthrose ist ein sehr häufig vorkommendes Krankheitsbild und wird altersabhängig sehr unterschiedlich in der Häufigkeit ihres Auftretens angegeben. Bis zu 16% der 50-54 jährigen zeigen radiologische Zeichen einer Gonarthrose und in der Gruppe der 70-74 jährigen sind es bereits 40%.²

Durch die Studie soll der Einfluss von Kinesiotape nach Knieendoprothetik untersucht werden. Schmerzintensität, Bewegungsumfang und die Umfangmessung des Kniegelenks sowie des Oberschenkels stellen die wichtigsten Vergleichsparameter dar. Anhand derer Entwicklung soll die Regeneration mög-

² van Saase, J. L.; van Romunde, L. K.; Cats, A.; Vandenbroucke, J. P.; Valkenburg, H. A. Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations. *Ann Rheum Dis.*, April 1989, 360.

lichst unter Ausschaltung anderer Einflussfaktoren gemessen und mit der Kontrollgruppe ohne Kinesiotape verglichen werden. Als Einflussfaktoren werden in dieser Studie das Geschlecht, Alter, Physiotherapie, Voraussetzungen der Patienten und Schmerzmittelbedarf miterfasst.

Bei positiven Ergebnissen soll dieses Therapieverfahren routinemäßig ein fester Bestandteil der postoperativen Behandlung im Juliusspital werden.

1. Einleitung: Was ist Kinesiotaping?

In vielen Ländern Europas ist Kinesiotape nach Kumbrink zum festen Bestandteil der Therapie und Rehabilitation geworden. Der große Vorteil des Kinesiotapes liegt darin, dass weder Medikamente noch Wirkstoffe notwendig sind. Grundlage für die gewünschte Wirkung stellt die korrekte Anlagetechnik in Zusammenspiel mit dem speziell für die Therapie entwickelten, elastischen Kinesiotape dar, welches mittlerweile weltweit zum festen Bestandteil der Therapie und Rehabilitation geworden ist.³

Kinesiotape ist auch regelrecht zur Modeerscheinung geworden. Die auffallenden Farben der Klebestreifen sieht man unter Sportlern, in Physiotherapiepraxen und auch beim Nachbarn auf der Straße. Kinesiotape ist laut Eder⁴ ein funktioneller Verband, der das physiologische Gleichgewicht zwischen Stabilität und Mobilität erhält.

Es handelt sich dabei um ein Tape als „zweite Haut“, das anlehnend an anatomische Strukturen, wie zum Beispiel dem Verlauf einzelner Muskeln oder Lymphbahnen, individuell auf die Probleme des Patienten abgestimmt werden kann. In dieser Studie soll mit Hilfe des Tapes hauptsächlich der Lymphabfluss und der Stoffwechsel unterstützt werden. Im Leistungssport hat sich Kinesiotape bereits einen hohen Stellenwert erarbeitet. Auch hier liegt das Hauptaugenmerk auf einer Unterstützung der Regeneration. Wenn man die physiologischen Prozesse einer Sportverletzung und einer Operationswunde vergleicht, kann man viele Parallelen entdecken, die man in der Therapie als Ansatzpunkt nutzen kann.

1.1 Entwicklung des Kinesiotaping

Die Idee des Kinesiotapes entstand in den 70er Jahren durch den japanischen Chiropraktiker Dr. Kenzo Kase. Nach Europa kam es unter anderem durch den

³ Kumbrink, B. *K-Taping - Grundlagen - Anlagetechniken - Indikationen*; Springer Medizin Verlag: Heidelberg, 2009; S. V.

⁴ Eder, K.; Mommsen, H. *Richtig Taped: funktionelle Verbände am Bewegungsapparat optional anlegen*; Spitta Verlag GmbH & Co. KG: Balingen, 2012; S. 6.

ehemaligen niederländischen Fußballprofi Alkfred Nijhuis, der in Deutschland bei MSV Duisburg und auch in Japan spielte. Grundgedanke des Kinesiotapes ist es, die physiologischen Heilungsprozesse des Körpers mit Hilfe von speziellen Anlagetechniken und ganz bestimmtem Material zu aktivieren und zu unterstützen. Die Entstehung des Namens stammt aus dem griechischen Wort Kinesis = Bewegung. Entwickelt wurde das Konzept auf kinesiologischer Grundlage und führte so zu seinem Namen: „Kinesiotaping“. Dieser Name steht heute für ein neuartiges farbiges und elastisches Material.

Das harmonische Zusammenspiel zwischen Muskeln, Knochen und Gelenken soll über eine Rezeptorstimulation durch Bewegung verbessert werden und dadurch zu einem schnelleren Heilerfolg beitragen: „propriozeptives sensomotorisches Taping“.⁵

Birgit Kumbrink beschreibt dies sehr bedeutungsvoll: „Kinesiotaping unterstützt ein außergewöhnlich breites Therapiespektrum, das für jeden Therapeuten und Arzt ein wirkvolles Werkzeug sein kann.“⁶

Die Kinesiotape-Methode ist in den letzten zehn Jahren - ausgehend von der K-Taping Academy in Deutschland - in vielen Ländern Europas und weltweit zum festen Bestandteil der Therapie und Rehabilitation geworden. Die K-Taping Academy ermöglicht ein qualitativ hochwertiges Ausbildungssystem, das sich inzwischen seit 1998 von Deutschland aus zu 50 Standorten weltweit vergrößert hat. Es werden Grundkurse und auch Weiterbildungskurse für spezielle Gebiete wie Lymphtherapie, Sportmedizin oder Gynäkologie angeboten. Im Grundkurs soll ein erstes Verständnis für die Grundlagen wie Verbesserung der Muskelfunktion, Beseitigung von Zirkulationseinschränkungen, Schmerzreduktion und Unterstützung der Gelenkfunktion berücksichtigen. Beispielhaft werden verschiedene Anlagetechniken gezeigt und geübt. Ähnliche Angebote gibt es von vielen Fortbildungsinstituten wie die der Fortbildungsakademie M. Pschick in Regensburg oder jene der Donauakademie, AMS - Die Akademie, medizini-

⁵ Pschick, M. *Propriozeptives Sensomotorisches Taping*; Fortbildungsakademie Markus Pschick GmbH: Regensburg, 2008; S. 4.

⁶ Kumbrink, B. *K-Taping - Grundlagen - Anlagetechniken - Indikationen*; Springer Medizin Verlag: Heidelberg, 2009; S. 5

sches Fortbildungszentrum Hannover, VPT-Akademie Fellbach und vielen mehr.

1.2 Physiologische Grundlagen

Im Moment gibt es in der Literatur noch keine fundierten Erklärungen für die Wirkung von Kinesiotape. Die Literatur zu diesem Thema ist sehr spärlich und diese Arbeit soll einen kleinen Baustein dazu beizutragen, auf den gegebenenfalls weiter aufgebaut werden kann. Man kann bisher lediglich interessante Erklärungsansätze finden.

Die Haut stellt das größte Organ des Menschen mit etwa 2 Quadratmetern dar. Ebenso ist sie eines der zuverlässigsten und hochleistungsfähigsten Sinnesorgane. Wird Tape auf die Haut aufgebracht, wirkt es direkt auf die Hautsensoren.

Die Epidermis stellt die äußere Schutzschicht gegenüber Umwelteinflüssen dar und enthält freie Nervenendigungen, die am Tastsinn beteiligt sind. Zudem kommen Rezeptoren wie Meissner Körperchen und Merkel Zellen in der unbehaarten Haut besonders dicht vor, in der behaarten Haut findet man mehr Haarfollikelrezeptoren. Die Oberhaut ist direkt der Zugwirkung des Tapes ausgesetzt und gibt die Spannung an das tiefer liegende Corium weiter. Hier befinden sich Thermo- und Schmerzrezeptoren. Ihre Dichte variiert je nach Körperregion bis zu 200/cm² Haut. Ebenso sind hier Dehnungsrezeptoren, die man Ruffini Körperchen nennt und bis zu 100/cm² Haut angelegt sind. In der Subcutis finden sich vor allem Rezeptoren, die auf Vibration und Berührung reagieren. Man nennt sie Vater Pacini Körperchen und ihre Dichte beträgt bis zu 100/cm². Kinesiotape ist elastisch und soll Bewegungen zulassen. Diese wird sogar benötigt, um ein Potenzial an der Sensorzelle, in unserem Fall an den Hautrezeptoren auszulösen. Zu ihnen zählen Proprio-, Mechano-, Thermo-, und Schmerzrezeptoren. Die an ihnen wahrgenommenen Empfindungen wie Druck und Berührung, sowie Temperatur und Schmerz, nennt man Oberflächensensibilität. Sie gehört zur Exterozeption, die man wiederum in einen protopathischen und einen epikritischen Teil differenzieren kann. Der protopathische Teil beinhaltet vor allem den Schmerz und die Temperatur und verläuft hauptsächlich zum Schutz

des Körpers sehr schnell. Der epikritische Part wiederum ist für die differenzierte Wahrnehmung und auch Berührungsreize zuständig.

Zu den Propriozeptoren der Tiefensensibilität gehören Meißner, Ruffini- und Pacinikörperchen. Sie spielen eine große Rolle bei der Koordination feinmotorischer Bewegungen durch die Muskulatur. Das ausgelöste Potenzial an unserem Hautrezeptor kann depolarisierend oder hyperpolarisierend sein. Das Sensorpotential ist von der Reizstärke abhängig. Und wenn es einen bestimmten Schwellenwert erreicht, löst es in der Nervenzelle ein Aktionspotential aus. Die Codierung der Reizstärke erfolgt in der AP Frequenz und es erfolgt eine Weiterleitung des Impulses über Synapsen bis zum Rückenmark. Unter Aktionspotential versteht man eine vorübergehende, charakteristische Abweichung des Membranpotentials einer Zelle von ihrem Ruhepotential. Zum Verlauf eines typischen APs gehören: elektrische Auslösbarkeit mit Schwellenpotential, Refraktärzeit, Hyperpolarisation und Fortleitung. Der molekulare Mechanismus eines APs besteht in der Wechselwirkung spannungsempfindlicher Ionenkanäle. Besonders gut sind Aktionspotentiale in Nervenzellen untersucht. Hier bewirken sie die schnelle Erregungsleitung auch über weite Strecken. Dort wird die Information umgeschaltet und es geht zur Feinabstimmung, die wiederum wichtige Informationen aus dem Gehirn bekommt und so letztendlich zu einer Verbesserung der Koordination führt. Dieses verbesserte sensomotorische Feedback unterstützt die Körperwahrnehmung und soll dem Körper bei der Wiederherstellung seiner physiologischen Bewegungsmöglichkeiten helfen.

Des Weiteren soll eine Unterstützung des Lymphsystems erreicht werden. Um diese Wirkung besser zu veranschaulichen kann man einen kleinen Versuch unternehmen, um sich vorzustellen, was sich unter der Haut abspielt, wenn diese getapet ist. Der Mediziner Dieter Sielmann beschreibt dies sehr anschaulich. Man soll die Hand ganz durchstrecken und die Finger spreizen. Betrachtet man nun die Handfläche, sieht man, dass die Haut stark gespannt ist. Lässt man nun jegliche Spannung entweichen, wirft die Haut „Falten“. Stellt, man sich jetzt vor, ein Klebeband wäre aufgebracht worden, als die Hand gespannt war, würde es nun ebenfalls Falten werfen. Durch seine eigenen Eigenschaften zieht das Band die Haut stärker, als es ohne Tape der Fall wäre. Das wirkt sich auf sämt-

liche Hautschichten und die Muskulatur aus. Die Haut wird nämlich in allen Schichten angehoben. Dadurch werden nach Sielmann Venen und Lymphgefäße geöffnet, was zur vermehrten Durchblutung des beklebten Gebietes führt.⁷

Nach einem Trauma oder einer Operation entsteht vermehrt Gewebeflüssigkeit, die über das Lymphsystem wieder in den Blutkreislauf zurückgeführt werden soll. Sie enthält hauptsächlich Eiweißmoleküle und geronnenes Blut, die zu groß sind, um lokal direkt wieder in die Blutbahn aufgenommen zu werden. Sichtbar ist die zeitweilige Überlastung des Lymphsystems an einer erheblichen Schwellung um und in dem betroffenen Gelenk. Dies führt fortlaufend zu einer Behinderung der Beweglichkeit, die jedoch wichtig wäre, um den Abtransport zu fördern. Auch das damit verbundene Spannungsgefühl und der Schmerz verschlechtern das Körpergefühl und die Bewegungsfreude des Patienten. Lymphkapillare beginnen blind im Gewebe und sind mit Ankerfilamenten zwischen den Zellen des Gewebes eingebettet. Sie nehmen die entstandene Gewebsflüssigkeit als Lymphe auf, vereinigen sich dann im Verlauf zu größeren Lymphgefäßen und münden in Lymphknoten. Dort wird die Lymphe gesammelt und gefiltert, um dann über Vasa efferentia den Lymphknoten wieder zu verlassen. Weiterführend vereinigen sie sich weiter in den Ductus thoracicus oder den Ductus lymphaticus dexter, um dann im Venenwinkel zwischen Vene jugularis interna und Vena subclavia in den Blutkreislauf zu münden.

Das Kinesiotape sorgt nun zusätzlich über eine Mikromassage für eine Verbesserung des Lymphflusses und damit einer besseren Beweglichkeit. Die Anhebung der Haut bewirkt gleichzeitig ein Öffnen der initialen Lymphklappen. Durch die Körperbewegungen im Alltag des Patienten gegen das selbstklebende Tape auf der Haut, kommt es zur Verschiebung von Bindegewebe gegen die Hautoberfläche. Dadurch wird das Bindegewebe gelockert und sorgt wiederum dafür, dass sich die Filamente zwischen den Endothelzellen der Lymphkapillaren und den elastischen Fasern des Bindegewebes besser bewegen können. Somit öffnen sich die Lymphgefäße leichter und die Lymphe fließt schneller ab. Ent-

⁷ Sielmann, D. *Medi-Taping im Sport*; Karl F. Haug Verlag, MVS Medizinverlage: Stuttgart, 2008; S. 20.

standene Eiweißbrücken werden besser gelöst und der fibrosklerotische Umbau kann verlangsamt bzw. verhindert werden.

Eine weitere Wirkung ist die Leitfunktion des Tapes. Flüssigkeiten haben die Eigenschaft, sich entlang vorgegebener Leitstrukturen und angeregt von Druckdifferenzen zu bewegen. Die aufgeklebten Tapeastreifen bewirken eine Druckdifferenz zum benachbarten Gewebe und regen so die gewünschte Flussrichtung an. Das Kinesiotape sorgt so für schnellere Weiterleitung der Lymphe entlang der aufgeklebten Leitbahnen in die gewünschte Richtung.

Diese drei Wirkprinzipien bilden also die Grundlage einer kontinuierlichen Lymphdrainage während der gesamten Tragedauer:

1. Raumschaffung durch Anheben der Haut,
2. Lockerung des Bindegewebes durch Körperbewegung gegen das Tape und
3. Leitfunktion des Tapes⁸

Kinesiotaping wirkt meistens sehr schnell. Es ist häufig eine deutliche Schmerzhinderung direkt nach dem Aufbringen des Tapes zu beobachten.

In mehreren Studien wurde bereits festgestellt, dass die Reizleitungsgeschwindigkeit der taktilen Afferenz höher ist, als die der Nozizeption. Im Rückenmark wird die Information von zwei Nerven auf einen umgeschaltet. Dies hat zur Folge, dass die Information, die über den Schmerznerv geleitet wird, nicht oder nur stark abgeschwächt zum Großhirn weitergeleitet wird. 1965 haben die beiden Schmerzforscher Roland Melzack und Patrick D. Wall die sogenannte Gate Control Theory, also Kontrollschrankentheorie, entwickelt. Sie konnten zeigen, dass die Weiterleitung der Schmerzimpulse im Rückenmark sowohl von peripheren als auch von absteigenden Bahnen aus dem Gehirn gehemmt werden kann. Der Organismus verfügt somit über ein körpereigenes Schmerzhemmsystem, das individuell und situationsabhängig mehr oder weniger stark aktiv ist. Äußere und innere Schmerzreize von Nozizeptoren der Haut, Gelenke, Muskeln und inneren Organe werden aufgenommen und dann im Hinterhorn

⁸ Kumbrink, B. *K-Taping - Grundlagen - Anlagetechniken - Indikationen*; Springer Medizin Verlag: Heidelberg, 2009; S. 31.

des Rückenmarks (Rexed Zone 1, 2 und 4) auf das zweite Neuron der Schmerzbahn verschaltet. Hierbei handelt es sich um ein *wide dynamic range* Neuron (WDR Neuron), da viele Neurone aus der Peripherie auf ein einziges Neuron konvergieren. Diese Verschaltung unterliegt einer sehr starken Modulation durch andere Neurone. A beta Fasern von sensorischen Afferenzen aus der Peripherie unterdrücken die Weiterleitung über Glutamat und metabotrope Glutamat Rezeptoren. Deszendierende Bahnen aus den Raphe Kernen und dem periaquäduktalem Grau der Formatio reticularis hemmen die Übertragung auf das WDR Neuron über den Transmitter Serotonin oder sie innervieren ein hemmendes Neuron innerhalb der grauen Substanz des Rückenmarkes. Hierbei werden dann endogene Opioidpeptide wie Endorphine, Enkephaline oder Dynorphine ausgeschüttet, die wiederum über Gamma-Rezeptoren die Signalweiterleitung auf das WDR Neuron hemmen. Eine klinische Umsetzung dieser Theorie wird durch den Einsatz von Opiodanalgetika wie Morphin, Fentanyl und vielen mehr Rechnung getragen.⁹

In der Gate-Control-Theorie wird damit der Einfluss des Gehirns auf die periphere Schmerz Wahrnehmung verdeutlicht. Vereinfacht kann man sagen, dass auf dem Weg vom Schmerzauslöser bis hin zum Großhirn, wo die Schmerz Wahrnehmung stattfindet, verschiedene Tore liegen. Der Reiz kann nur übertragen werden, wenn die entsprechenden Tore geöffnet sind. Wurden die Tore aber bereits durch das Vorliegen eines anderen Reizes geschlossen, kann der Schmerz nicht weiter fortgeleitet werden. So kommt es beispielsweise bei sehr starker emotionaler Erregung oder bei großen Verletzungen dazu, dass die betroffene Person über den Gate-Control-Mechanismus die Schmerzen zunächst nicht wahrnimmt, sondern ausblendet. Auch die analgetische Wirkung von Akupunktur oder Placebos können durch diese Theorie erklärt werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt der Theorie ist, dass sich damit erklären lässt, warum Patienten nach gleichen Eingriffen sehr unterschiedliche Schmerzintensitäten angeben. Zeigen lässt sich die Gate-Control-Theorie auch im Alltag, indem ein Druckreiz im nahe liegenden Gewebe einen Schmerzreiz überlagern kann. Mo-

⁹ Dosch, P. *Lehrbuch der Neuraltherapie*; Karl F. Haug Verlag: Stuttgart, 1995; S. 59.

torische Reize, also auch Muskelempfindungen, laufen in hohem Tempo durch die sogenannten A alpha und beta Fasern. Das sind besonders dicke Nervenfasern, die eine schnelle Weiterleitung sicherstellen. Einige andere Reize, zu denen der Schmerz gehört, werden in den wesentlich dünneren C Fasern weitergeleitet. veranschaulicht werden die verschiedenen Fasertypen in *Tabelle 1* dargestellt.

Tabelle 1: Klassifikation der Nervenfasern¹⁰

Fasertyp	Funktion	Durchmesser	Leitgeschw.
A alpha Fasern	Motorisch zu den Skelettmuskeln	15 µm	100 m/s
A beta Fasern	Hautafferenz für Druck und Berührung	8 µm	50 m/s
A gamma Fasern	Motorisch zu den Muskelspindeln	5 µm	20 m/s
A delta Fasern	Hautafferenzen für Schmerz und Temperatur	<3 µm	15 m/s
B Fasern	Sympathisch präganglionär	3 µm	7 m/s
C Fasern	Hautafferenz für Schmerz, sympathisch postganglionär	1 µm	1 m/s

Melzacks und Walls Theorie besagt nun, dass dicke Nervenfasern die erwähnten Tore schließen, dünne Fasern dagegen öffnen sie. Es handelt sich dabei noch um keine vollständige Erklärung, warum Kinesiotaping bei muskulären Erkrankungen eine Erfolgsquote von über 90% hat. Man kann sich aber vorstellen, dass der Muskel durch die von der Haut weitergeleitete Zugwirkung sofort so stimuliert wird, dass sich zum einen die Durchblutung verbessert, zum anderen aber eben auch ein deutlicher Reiz durch eine dicke A Faser zum Gehirn geleitet wird. Die Information ist schneller als der Schmerz, der ebenfalls vom Muskel gemeldet werden sollte und verschließt ihm sozusagen die Tür¹¹. Schmerz ist zwar ein unangenehmes, aber wichtiges Warnsignal des Körpers, das die Natur als komplexen Mechanismen für den Menschen vorgesehen hat. Dies stammt noch aus für den Menschen gefährlicheren Zeiten. Um sich zu schützen steht an oberster Priorität, sich von der Gefahrenquelle so schnell wie

¹⁰ Striebel, H. W.; Frank, G.; Philippi, W.; Fischer, A.; Böhm, U.; Schwagmeier, R. *Therapie chronischer Schmerzen. Ein praktischer Leitfadens*. Schattauer GmbH: Stuttgart, 2002; S. 5.

¹¹ Sielmann, D. *Medi-Taping im Sport*; Karl F. Haug Verlag, MVS Medizinverlage: Stuttgart, 2008; S. 22.

möglich zu entfernen, also wegzulaufen und hierzu ist das motorisch koordinierte System von Bedeutung. Erst in Sicherheit wird dann auf die Schmerzen geachtet und in Bedarfsfall auf sie eingegangen. Jede Bewegung führt in dem Gebiet des aufgeklebten Kinesiotape zu Verschiebungen der Haut und wirken damit auf die Mechanorezeptoren, die wiederum zur Schmerzdämpfung beitragen. Wenn die Schmerzen weniger wahrgenommen werden, ist es einfacher die angeleiteten Bewegungen durch den Physiotherapeuten auszuführen und eventuell sogar schneller zur Mobilisation überzugehen.

1.3 Rezeptoren

1.3.1 Klassifizierung von Mechanorezeptoren

Mechanorezeptoren sind Sinneszellen, die mechanische Kräfte in Nervenerregung umwandeln. Vorhanden sind sie in verschiedenen Sinnesorganen wie den Ohren, der Haut und den Arterien. Demzufolge gibt es viele verschiedene Mechanorezeptoren, die in Aufbau und Funktion variieren.

Schmidt und Thews konnten für die cutanen Mechanorezeptoren in neurophysiologischen Experimenten in der unbehaarten Haut des Menschen unterschiedliche Typen von Mechanorezeptoren nachweisen. Sie trafen eine neurophysiologische Einteilung der Rezeptoren anhand ihres charakteristischen Reiz-Antwort-Verhaltens und der Eigenschaften ihrer rezeptiven Felder. So konnten vier unterschiedliche Typen von Mechanorezeptoren klassifiziert werden. Neben den langsam adaptierenden („slowly adapting) Mechanorezeptoren Typ I und II konnten weiterhin die schnell adaptierenden Mechanorezeptoren („rapidly adapting“) und das „Pacini Korpuskel“ unterschieden werden. Diese Mechanorezeptoren können den physikalischen Qualitäten Druck, Berührung und Vibration zugeordnet werden.¹²

Die histomorphologische Einteilung der Mechanorezeptoren basiert auf den Ergebnissen von licht- und elektronenmikroskopischen Untersuchungen.

¹² Schmidt, R. F.; Thews, G. *Physiologie des Menschen*; Springer Verlag GmbH: Berlin-Heidelberg-New York, 1997; S. 298.

Bei der Merkel-Nervenendigung (SA I) handelt es sich um eine korpuskuläre, jedoch nicht enkapsulierte Nervenendigung.¹³ Eine Merkel-Nervenendigung wird von einer spezialisierten Epidermiszelle (Merkel-Zelle) und einem Nerven-diskus (afferente Nervenfasern) gebildet¹⁴.

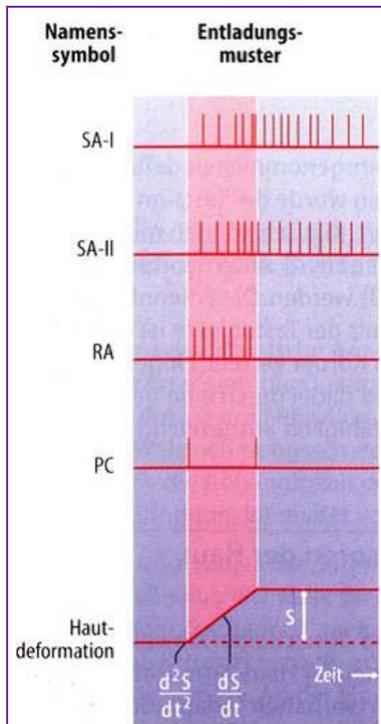


Abbildung 1: Reizantwort der cutanen Mechanorezeptoren¹⁵

Bei den SA-Rezeptoren handelt es sich physiologisch gesehen um Intensitätsrezeptoren. Das bedeutet, dass eine Kodierung der Reizamplitude erfolgt: mit zunehmendem Maß der Hautdeformation steigt die Entladungsfrequenz dieser Mechanorezeptoren an und die Entladungsdauer übersteigt die Dauer des erfolgten Hautreizes.

Die Meissner Rezeptoren (RA) kodieren die Reizgeschwindigkeit und stellen somit Geschwindigkeitsrezeptoren dar. Die Entladungsfrequenz dieser Mechanorezeptoren erhöht sich in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Reizbewegung.

Die Entladungsdauer der RA-Rezeptoren entspricht dem Zeitraum, in welchem der Hautreiz mit einer konstanten Geschwindigkeit auf die Hautoberfläche einwirkt.

Eine Kodierung der Reizbeschleunigung erfolgt durch die PC-Rezeptoren, so dass die Vater Pacini Körper auch als Beschleunigungsrezeptoren bezeichnet werden können. Diese Mechanorezeptoren zeigen nur dann eine Entladung, wenn bei erfolgtem Hautreiz eine Beschleunigungskomponente vorhanden ist.

Bei einem genormten und rampenförmigen Hautreiz ist dies zu Beginn und Ende des einwirkenden Reizes der Fall.¹⁶ Siehe dazu *Abbildung 1*.

¹³ Iggo, A. Cutaneous and subcutaneous sense organs. *Br Med Bull*, 1977, 97-102.

¹⁴ Benninghoff, A.; Drenckhahn, D. *Anatomie - makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen*; Elsevier GmbH - Urban & Fischer Verlag: München, 2004; S. 557.

¹⁵ Schmidt, R. F.; Thews, G. *Physiologie des Menschen*; Springer Verlag GmbH: Berlin-Heidelberg-New York, 1997; S. 95.

¹⁶ Schmidt, R. F.; Thews, G. *Physiologie des Menschen*; Springer Verlag GmbH: Berlin-Heidelberg-New York, 1997; S. 95.

Die cutanen Mechanorezeptoren werden hauptsächlich über afferenten Nervenfasern des A alpha und des A beta-Fasertyps versorgt. Die Afferenzen des A alpha- und des A beta-Typs sind myelinisiert und weisen einen durchschnittlichen Durchmesser von 15 bzw. 8µm auf, wodurch eine Leitungsgeschwindigkeit von 30-120 m/s ermöglicht wird.¹⁷

1.3.2 Die Lage der Mechanorezeptoren

Zu den Mechanorezeptoren gehören Merkel Nervenendigungen, Ruffinikörper, Meissnerkörper und Vater Pacini Körper. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht.

Tabelle 2: Überblick der Mechanorezeptoren, modifiziert¹⁸

Histologische Einteilung der Rezeptoren	Physiologische Klassifikation	Lage der Rezeptoren	Qualität des Reizes
Merkel Nervenendigung	SA1 (slow adapting) Rezeptor	Stratum basale der Epidermis	Intensität der Hautdeformation (<i>Druck senkrecht zur Hautoberfläche</i>)
Ruffinikörper	SA2 Rezeptor	Stratum reticulare der Dermis	Intensität der Hautdeformation (Dehnung der Haut)
Meissnerkörper	RA (rapidly adapting) Rezeptor	Stratum papillare der Dermis	Geschwindigkeit der Hautdeformation
Vater Pacini Körper	PC Rezeptor	Tiefe Dermissschichten und Tela subcutanea	Beschleunigung Der Hautdeformation

Die Hautdecke setzt sich zusammen aus der Cutis, die wiederum unterteilbar ist in Epidermis (Oberhaut) und Dermis (Lederhaut), sowie Tela subcutanea (Unterhaut).

Die einzelnen Hautschichten der unbehaarten menschlichen Haut weisen einen charakteristischen Aufbau auf. Übersichtlich lässt sich dies in Abbildung 2 nachvollziehen.

¹⁷ Klinker, R.; Pape, H. .; Silbernagel, S. *Physiologie*; Georg Thieme Verlag KG: Stuttgart-New York, 2005; S. 631.

¹⁸ Friedrich, O.; Priewe, J.; Tümmers, D. *Physiologie, Das Erste - kompakt - GK1*; Springer-Verlag GmbH: Berlin, 2007; S. 302.

Die Epidermis setzt sich aus einer Basalmembran, dem ihr aufsitzenden Stratum basale, dem Stratum spinosum, dem Stratum granulosum, dem Stratum lucidum und dem Stratum corneum zusammen. In der Literatur werden das Stratum basale und spinosum häufig zusammen als Stratum germinativum bezeichnet. Funktionell dient das Stratum germinativum der Zellregeneration. Dieser Regenerationsschicht schließt sich die Hornbildungsschicht, bestehend aus dem Stratum granulosum und dem Stratum lucidum, an. Das Stratum lucidum ist

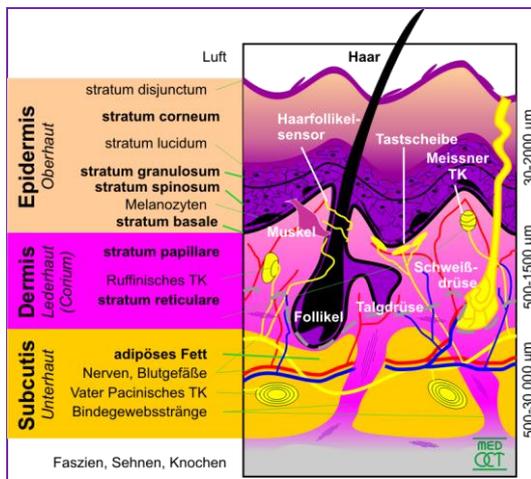


Abbildung 2: Aufbau der Haut¹⁹

nur in Bereichen mit einer sehr dicken Epidermis (Fußsohle, Handfläche) vorhanden. Das Stratum corneum bildet mit seiner Hornschicht den Abschluss zur Hautoberfläche.

Der Basalmembran schließt sich unmittelbar die Dermis, bestehend aus dem Stratum papillare (Papillarschicht) und dem Stratum reticulare (Geflechschicht), an. Die Papillarschicht hat in erster Linie die Ernährung der Epidermis zur Aufgabe, während die Geflechschicht mit ihren kräftigen Kollagenfaserbündeln für die hohe Zerreißfestigkeit der Haut verantwortlich ist.

Die lockere Bindegewebsschicht der Tela subcutanea verbindet die Cutis durch Retinacula verschieblich mit den unter ihr liegenden Strukturen.

Beim Golgi-Sehnenorgan handelt es sich um ein Sinnesorgan der Tiefensensibilität. Es ist eine Art Nervengeflecht, das der Messung und Regelung der Muskelspannung dient. Es befindet sich am Übergang zwischen Muskel und Sehne und ist zusammen mit den Muskelspindeln für die Propriozeption der Muskulatur zuständig.²⁰ Die Golgi-Sehnenorgane leiten über Nervenfasern der Klasse Ib dem Zentralnervensystem Informationen über den Spannungszustand der je-

¹⁹ Speckmann, E.-J.; Wittowski, W. *Handbuch Anatomie. Bau und Funktion des menschlichen Körpers*; h.f.ullmann publishing GmbH: Potsdam, 2012; S. 98.

²⁰ Hüter-Becker, A.; Dölken, M. *Biomechanik, Bewegungslehre, Leistungsphysiologie, Trainingslehre*; Thieme Verlag GmbH, 2005; S. 104.

weiligen Muskeln zu. Hier spielen auch Haut- und Gelenkafferenzen eine Rolle, sowie Ia und II Afferenzen der Muskelspindeln. Die Wirkung ist vor allem hemmend auf das Motoneuron des eigenen Muskels (autogene Hemmung). Außerdem wird über erregende Interneurone der Muskelantagonist aktiviert.

1.3.3 Die Morphologie der Mechanorezeptoren

Morphologie der Merkel Nervenendigung

Die Merkelzellen in der basalen Epidermis weisen Zytoplasmafortsätze, auf, die tief in die interzellulären Räume zwischen die Keratinozyten eindringen, mit denen sie durch multiple echte Desmosomen verbunden sind. In ihrem hellen Zytoplasma findet sich die charakteristische neuroendokrine Granula. Merkel Nervenendigungen sind membranumgeben, haben ein elektronendichtes Zentrum, einen typischen hellen Hof und ihr Durchmesser liegt zwischen 80 und 120nm.²¹

Morphologie der Ruffinikörperchen

Das zylinder- bis kugelförmige Ruffini Korpuskel liegt im Stratum reticulare der Dermis der unbehaarten Haut. Es ist von einer perineuralen Kapsel umgeben und hat eine Größe von 0,5-2mm.²² An den Schmalseiten befindet sich ein geöffneter Zylinder, durch den Bündel kollagener Fasern in den Mechanorezeptor ein- und auf der Gegenseite wieder austreten. Die Faserbündel sind eng mit dem umgebenden Gewebe verflochten.²³ Meist bilden mehrere dieser Zylinder eine Einheit, welche von einem gemeinsamen afferenten myelinisierten Hauptaxon versorgt wird. Nach Eintritt in den Rezeptor endet die Myelinscheide und das Axon bildet spiralförmige, von Schwann Zellen umgebene Verzweigungen zwischen den Kollagenfaserbündeln.

²¹ Plewig, G.; Przybilla, B. *Fortschritte der praktischen Dermatologie und Venerologie*; Springer Verlag GmbH: Berlin-Heidelberg, 1997; S. 8.

²² Schiebler TH (Junqueira L.C.; Carneiro J.) *Histologie - Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen*; Springer Verlag GmbH: Berlin-Heidelberg-New York, 1996; S. 647.

²³ Zimny, M. L. Mechanoreceptors in articular tissues. *Am J Anat.*, 1988, 16-32.

Morphologie der Meissner Körperchen

Die Meissner Körperchen liegen im Stratum papillare der unbehaarten Haut und sind von einer unvollständigen perineuralen Kapsel umgeben. Sie weisen im Durchschnitt eine Größe von 20-60µm Breite und 30-140µm Länge auf und ihre Längsachse zeigt eine vertikale Ausrichtung. Ein Meissner Korpuskel besteht aus bis zu zehn keilförmig übereinander liegenden Zellen, die von den Schwann Zellen abgeleitet werden können. Zwischen diesen Zellen verlaufen unmyelinisierte Nervenendigungen der afferenten Axone. An diese Rezeptoren können bis zu sieben afferente Axone konvergieren.²⁴

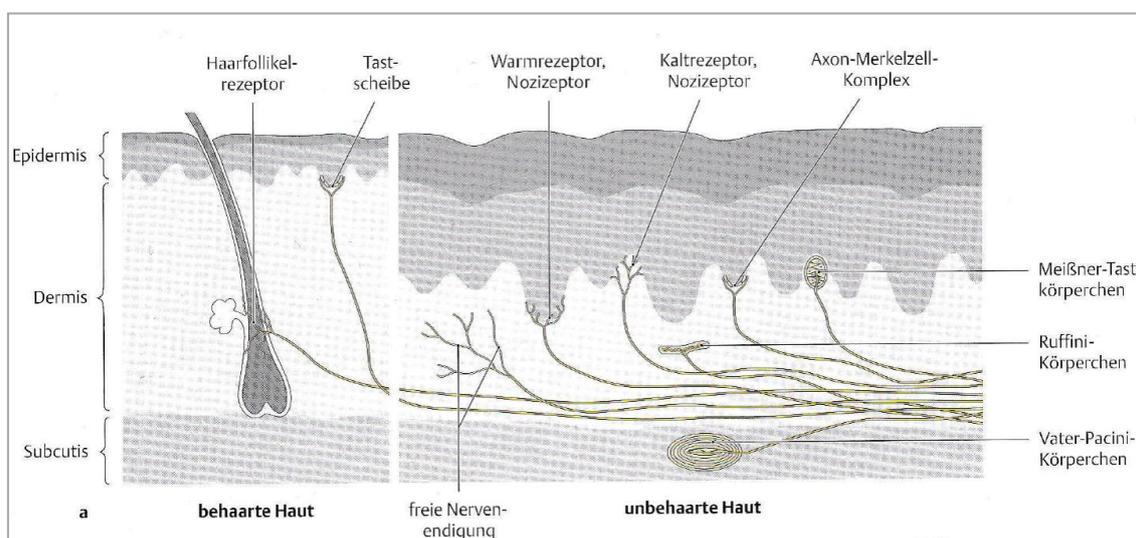


Abbildung 3: Mechanorezeptoren²⁵

Morphologie der Vater Pacini Körperchen

Die cutanen Vater Pacini Körperchen liegen überwiegend im Stratum reticulare der Dermis und in der Tela subcutanea. Sie weisen eine längsovale Form auf und erreichen eine Größe bis zu 2mm Breite und 4mm Länge. Das myelinisierte afferente Axon verliert seine Myelinscheide beim Eintritt in den Mechanorezeptor (Abbildung 3), bleibt aber weiterhin von Schwann Zellen umgeben.²⁶ Daneben existieren auch periarticuläre paciniforme Korpuskeln, die einfach einge-

²⁴ Schiebler TH (Junqueira L.C.; Carneiro J.) *Histologie - Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen*; Springer Verlag GmbH: Berlin-Heidelberg-New York, 1996; S. 647, 648.

²⁵ Schünke, M.; Schulte, E.; Schumacher, U. *Prometheus - Allgemeine Anatomie und Bewegungssysteme*; Georg Thieme Verlag KG: Stuttgart, 2006; S. 328.

²⁶ Zimny, M. L. Mechanoreceptors in articular tissues. *Am J Anat.*, 1988, 16-32.

kapselte Rezeptoren darstellen. Sie liegen in tieferen Schichten des Stratum fibrosum der Gelenkkapsel sowie in den artikulären Fettpolstern und sind mit einer maximalen Länge von 500µm und einem Durchmesser von 10-200µm deutlich kleiner als die klassischen cutanen Vater Pacini Körperchen.²⁷

1.4 Das Lymphsystem

Das Lymphsystem besteht aus den Lymphgefäßen und den lymphatischen Organen. Die lymphatischen Organe lassen sich wiederum in primäre und sekundäre lymphatische Organe unterteilen. Zu den primär lymphatischen Organen gehören das rote blutbildende Knochenmark und der Thymus. Milz, Lymphknoten und mukosa assoziiertes lymphatisches Gewebe (MALT) wie Peyer Plaques, Tonsillen und Bronchus assoziiertes lymphatisches Gewebe zählen zu den sekundär lymphatischen Organen. Sie sind Bestandteil des Abwehrsystems des Körpers gegen Krankheitserreger, körperfremde oder maligne entartete Zellen. Die Lymphozyten stellen die funktionell wichtigsten zellulären Bestandteile der lymphatischen Organe dar. Sie entstehen durch Differenzierung und Reifung aus proliferierenden Stammzellen, die sich im roten Knochenmark befinden. Unterscheiden kann man B- und T-Lymphozyten. Die T-Lymphozyten verlassen bald das Knochenmark und reifen dann im Thymus heran. Die B-Lymphozyten entwickeln sich vorerst direkt im Knochenmark weiter und können sich auch noch in den sekundär lymphatischen Organen ausdifferenzieren, wohingegen die T-Lymphozyten dies im Thymus tun. Erst ausdifferenzierte Lymphozyten haben nun die Fähigkeit mit Antigenen zu reagieren und körpereigene von fremden zu unterscheiden.

Die Lymphgefäße sind an der Bildung der Lymphe aus interstitieller Flüssigkeit beteiligt und sorgen für deren Ableitung über das venöse System. Es stellt ein dem venösen System parallel geschaltetes Drainagesystem dar. Der Beginn des Lymphgefäßsystems liegt in der Peripherie und wird von initialen Lymphgefäßen gebildet. Weiterführend findet man Kollektoren, die von Lymphknoten unterbrochen sind. Schließlich führen die Lymphstämme in das Venensystem,

²⁷ Benninghoff, A.; Drenckhahn, D. *Anatomie - makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen*; Elsevier GmbH - Urban & Fischer Verlag: München, 2004; S. 557.

sie münden am rechten und linken Venenwinkel. M. Földi beschreibt die Einteilung des Lymphgefäßsystems anhand der histologischen Wandstrukturen in Lymphkapillaren (initiale Lymphgefäße), Präkollektoren, Kollektoren und Lymphstämme. Topographisch können das subcutane, das subfasziale System mit Perforansgefäßen und das System der Organlymphgefäße unterschieden werden.²⁸

Das im interstitiellen Bindegewebe liegende Lymphkapillarnetz zeigt fingerförmige Ausbuchtungen mit unregelmäßigem Lumen, das sich weiter darstellt, als das der Blutkapillaren. M. Földi beschreibt eine Ausweitung je nach Füllungszustand von bis zu 100µm. Ausgekleidet ist das Lymphsystem wie die Blutgefäße mit Endothel. Bei den Kapillaren folgen eine unvollständige Basalmembran und ein subendothelialer Faserfilz. Die eichenblattförmigen Endothelzellen der Lymphkapillare können direkt aneinander liegen, verzahnt oder dachziegelartig angeordnet sein. Diese überlappenden Ränder werden als „schwingende Zipfel“ bezeichnet und stellen die Eintrittspforte für die interstitielle Flüssigkeit dar. Außenständig sitzen Ankerfilamente, die wiederum mit dem Interstitium in Verbindung stehen. Kapillaren besitzen keine Klappen.

Die Kapillarnetze liegen in umschriebenen Arealen und leiten die gesammelte Lymphe an die 150µm breiten Präkollektoren und von diesen weiter zu den Kollektoren. Die Präkollektoren besitzen bereits paarige Semilunarklappen, bestehend aus Endothelduplikaturen. Außerdem hat ein Gefäß unterschiedlich aufgebaute Wandschichten. Es gibt Wandanteile, die von der Membrana accessoria aus kollagenem Bindegewebe und Muskelzellen aufgebaut sind und auch Teile mit kapillarem Charakter, die die Möglichkeit zur Resorption haben. Kollektoren zeigen eine Dreischichtung mit Tunica intima, media und externa mit einem Durchmesser von 100-600µm. Das Sammelgebiet eines Kollektors wird Drainagegebiet genannt und benachbarte Kollektoren sind durch Anastomosen verbunden.

²⁸ Földi, M.; Földi, E.; Stefan Kubik, S. *Lehrbuch der Lymphologie*; Elsevier GmbH: München, 2005; S. 14.

Nach Herpertz gibt es zwei Lymphstämme, den Ductus thoracicus und den Ductus lymphaticus dexter.²⁹ Die Lymphe wird aus drei Körperquadranten in den linken Venenwinkel, aus dem rechten oberen Quadranten über den Ductus lymphaticus dexter in den rechten Venenwinkel geleitet. Die Venenwinkel liegen zwischen Vene jugularis interna und Vena subclavia. Hier gelangt die Lymphe wieder in den Blutkreislauf. Der Ductus thoracicus stellt den größten Lymphstamm dar und drainiert die Lymphe aus der unteren Körperhälfte, den tieferen Schichten des Rückens, den paravertebralen Pleuraabschnitten und dem hinteren Mediastinum. Die Wurzeln des Ductus thoracicus bilden die Trunci lumbales, sowie gastrointestinales. Die efferenten Kollektoren der Nll. mesenterici superiores und oft auch des Truncus gastricus, hepaticus und pancreaticolienalis bilden den Truncus gastrointestinalis, der dann in die Cisterna chyli oder den Truncus lumbalis mündet. Die Regionen in der Nähe der Einmündungsstelle sind durch kurze Einzelstämme versorgt.

In der Tunica media der Lymphsammelgefäßen und Lymphstämme befinden sich glatte Muskelzellen, die die Lymphe aktiv durch Pulsation der Lymphangione vorantreiben. Die Klappen verhindern einen Rückfluss, so dass eine „Lymphpumpe“ entsteht. Zusätzlich kommt auch hier vergleichbar wie am Herzen der Frank Starling Mechanismus zum Einsatz: Dehnung der Muskelfasern durch vermehrte Füllung führt zu einem erhöhten Schlagvolumen. Unterstützt wird der Rückfluss durch das autonome Nervensystem und humorale Faktoren, wie Endothelin, NO, Eikosanoide, Serotonin, Bradykinin und Histamin. Interessant sind in diesem Zusammenhang Untersuchungen über die Rolle des Lymphsystems bei Blutungen. So ist es das Lymphsystem, das bei Blutungen mit Blutverlust bis zu 25% des zirkulierenden Blutvolumens einen hypovolämischen Schock verhindern kann. Dies wird durch den autoregulatorischen Mechanismus des Lymphangions bewerkstelligt. Dieser ist mit dem Frank Starlingschen Herzgesetz vergleichbar. Wenn sich die Nettoultrafiltration, also die Vorlast erhöht, gelangt mehr Lymphe in das Lymphangion und dessen Wand wird gedehnt. Dies führt wiederum zu einer erhöhten Frequenz der Lymphangi-

²⁹ Herpertz, U. *Ödeme und Lymphdrainage - Diagnose und Therapie von Ödemkrankheiten*; Schattauer GmbH: Stuttgart, 2010; S. 10.

onpulsation sowie zum Anstieg des Schlagvolumens. Dadurch wird das Lymphzeitvolumen grösser.³⁰

Es gibt zwei Arten von lymphpflichtigen Stoffen, die die Vorlast darstellen und hauptsächlich aus Eiweiß bestehen. Das sind zum einen den ganzen Körper betreffende allgemeine Lasten und zum anderen spezielle Lasten, die aus Organen, in denen sie entstehen, zusätzlich einen lymphvaskulären Abtransport benötigen. Nachlast sind der Strömungswiderstand im Bereich der Lymphknoten sowie der venöse Druck in den Venenwinkeln.

Für die Lymphdrainage der unteren Extremität sind ein oberflächiges und ein tiefes System verantwortlich. Die regionalen Lymphknoten sind die Nll. inguinales und die Nll. poplitei superficiales und profundi. Die oberflächlichen Nll. inguinales superficiales liegen gemeinsam mit der V. saphena magna in das subcutane Fettgewebe eingelagert. Die Aufteilung der Nll. inguinales superior erfolgt nach M. Földi in superolaterale, superomediale, inferiormediale, inferiorlaterale und zentrale Zonen. Die meisten Lymphknoten befinden sich im Trigonum femorale, begrenzt durch das Lig. inguinale, und die Muskeln M. sartorius und M. adductor longus. Die auf dem Weg der afferenten inguinalen Kollektoren liegenden Nll. nennt man aberrante Inguinalknoten. Dazu gehören Nll. abdominales superficiales, Nll. prepubici und Nll. penis. Zum Drainagegebiet der oberflächlichen inguinalen Lymphknoten zählen Haut, Subcutis der unteren Körperhälfte, die äußeren Genitalien, die Gesäßregion und das Perineum. Kollateralverbindungen findet man zwischen den beidseitigen Inguinalknoten, und zwischen den ipsilateralen Inguinal- und Axillarknoten. Die Nll. inguinales profundi sind unter der Fascia lata in der Fossa ileopectinea eingebettet. Sie sind entlang der A. und V. femoralis angeordnet und setzen sich nach kranial in die mediale Kette der Nll. iliaci externi fort, distal können sie bis zum Adduktorenkanal führen.

Drainagegebiet hier sind die tiefen Schichten der unteren Extremität, wie Muskeln, Gelenke, Faszien und Periost. Sie nehmen ebenso die Lymphe der Nll.

³⁰ Földi, M.; Földi, E.; Stefan Kubik, S. *Lehrbuch der Lymphologie*; Elsevier GmbH: München, 2005; S. 204.

inguinales superiores auf. Die efferenten Lymphbahnen der Nll. inguinales profundi führen durch den Anulus femoralis zum Nl. lacunaris lymphatica.

Um zu verstehen, wie das Lymphgefäßsystem arbeitet sind Kenntnisse physiologischer Grundlagen unabdingbar. Von großer Bedeutung ist die Diffusion, die abhängig ist von der Größe der Teilchen, dem Konzentrationsunterschied, der Entfernung, die zurückgelegt werden muss, sowie dem Querschnittsareal und der Temperatur. Weiterhin spielt die Osmose eine wichtige Rolle. Sie ist eine durch eine semipermeable Membran hergestellte Bewegung des Wassers, die durch den Konzentrationsunterschied von Wassermolekülen ausgelöst wird. Auch der kolloidosmotische Druck, der in engem Zusammenhang mit der Plasmaproteinkonzentration steht, beeinflusst die Drainage.

M. Földi hält folgende vier Tatsachen für die Lymphologie von großer Bedeutung:

- die elastische Rückstellkraft, welche elastische Strukturen nach Verformung wieder in ihre ursprüngliche Form zurückbringt,
- dass ein Drittel der Hyaluronsäure des Körpers täglich in der Leber und den regionären Lymphknoten abgebaut und ersetzt wird,
- dass eine Anhäufung von Hyaluronsäure ein extrazelluläres Ödem verursacht und
- dass Integrine die kollagenen Fasern des Interstitiums miteinander und mit den kollagenen Fasern des Interstitiums verketteten.

Fibroblasten steuern aktiv den Gewebedruck, der für die Entstehung der interstitiellen Flüssigkeit und der Lymphbildung verantwortlich ist.³¹

M. Földi beschreibt die Hauptbedeutung des Lymphsystems in der Homöostase des Körpers. Es sorgt für die Konstanz des Volumens des extrazellulären Flüssigkeitsraums und für die Eiweißkonzentrationen der interstitiellen Flüssigkeit.

Der Körper besitzt ödemprotektive Mechanismen, wie die passive Maßnahme der Erhöhung der Lymphbildung bei Anstieg des Flüssigkeitsgehaltes des Interstitiums und der aktiven Vasomotion, des venoarteriolen Reflexes und der Sicherheitsventilfunktion. Die Sicherheitsventilfunktion bedeutet den Anstieg

³¹ Földi, M.; Földi, E.; Stefan Kubik, S. *Lehrbuch der Lymphologie*; Elsevier GmbH: München, 2005; S. 207.

des Lymphzeitvolumens als Reaktion auf einen Anstieg der lymphpflichtigen Wasserlast. Die Hauptaufgabe des Lymphgefäßsystems stellt die Bewältigung der Eiweißlast dar.

Die Fibrinablagerung im Interstitium steht bei der Wundheilung an erster Stelle. In blutenden Wunden wird Fibrinogen in Fibrin umgewandelt. Das Exsudat der akuten Entzündungsreaktion gerinnt aufgrund des hohen Fibrinogengehalts und das nicht abtransportierte Lymphödem staut sich im Interstitium zurück. Hier wandern Makrophagen ein, produzieren Interleukin 1 und aktivieren damit Fibroblasten. Außerdem sezernieren aktivierte Makrophagen Metalloelastase, die wiederum zur Degeneration von elastischen Fasern und deren Ersetzen durch kollagene Fasern fördert. Daraufhin entsteht eine Fibrose. In diesen Prozess gilt es durch die spezielle Anlageform des Lymph tapes einzugreifen.

Ödeme haben vielfältige Ursachen. Sie werden unterteilt in Hochvolumen-, Niedrigvolumen- und Sicherheitsventilinsuffizienz. Bei der Hochvolumeninsuffizienz liegen gesunde Lymphgefäße und eine normale Transportkapazität vor. Die lymphpflichtige Last ist vorübergehend größer, als die Kapazität des Körpers für den Abtransport. Deshalb staut sich die Flüssigkeit im Gewebe und es entsteht ein extrazelluläres Ödem wie nach einer Operation, Traumen oder organischen Erkrankungen wie Herz oder Niere. Bei der Niedrigvolumeninsuffizienz liegt aufgrund einer Erkrankung, Beschädigung oder angeborenen Entwicklungsstörung der Lymphgefäße eine eingeschränkte Transportkapazität des Lymphsystems vor. Die Bildung der lymphpflichtigen Lasten ist normal, so dass ein behandlungsbedürftiges Lymphödem vorliegt. Sekundäre Lymphödeme nach OP oder Tumorthapie stellen die häufigsten Indikationen für die Anwendung von Kinesiotape dar. Bei der Sicherheitsventilinsuffizienz liegen erkrankte Lymphgefäße vor. Es entsteht eine verminderte Transportkapazität bei einer erhöhten Menge lymphpflichtiger Lasten mit der Folge von Wand- und Klap peninsuffizienz, Lymphangiosklerose und einem Absterben der Zellen im betroffenen Gebiet. Hier ist es sinnvoll die Kinesiotapeanlage durch manuelle Lymphdrainage und Kompressionsbehandlungen zu unterstützen.

Der vermehrte Lymphabfluss verbessert die Gelenkbeweglichkeit durch die reduzierte Schwellung im Gewebe und führt zu einem reduzierten Schmerzempfinden. Die Patienten wurden angewiesen besonders viel zu trinken, weil der Stoffwechsel von der permanenten Massage stark angeregt wird und die Schlackenstoffe, die in der Muskulatur festgehalten wurden, werden gelöst. Mit viel Wasser hilft man dem Körper, die Schlacken auszuscheiden. Aufgrund der Schlackenlösung kann es übrigens zum Phänomen der Erstverschlechterung kommen. Sollte es unter dem Tape jucken, ist es meistens ein Zeichen dafür, dass man zu wenig getrunken hat.³² Dieses Phänomen der Erstverschlechterung wurde in der aktuellen Studie lediglich von drei Patienten beschrieben, wobei zwei Patienten von Ihnen Schmerzen vor allem nach Anlegen und Durchführung der Bewegungsschiene angaben. Im Ergebnisteil wird die Erstverschlechterung nicht berücksichtigt, da sie sich am zweiten Messzeitpunkt nach 10-12 Tagen relativiert hat.

1.5 Postoperative inflammatorische Phase

Physiologisch entsteht postoperativ eine akute abakterielle Entzündungsreaktion, die die Aufgabe der Isolation von zellschädigenden Faktoren und die gemeinsame Elimination von abgestorbenem Gewebe hat. Die Entstauung und der Stoffwechsel spielen eine entscheidende Rolle und sollen unterstützt werden. Das Kniegelenk ist überwärmt und die Muskulatur reflektorisch angespannt.

Unversorgt wird eine Wunde vorerst durch die Gerinnung des vorhandenen Blutes geschlossen. Die verletzten Blut- und Lymphgefäße reagieren anfangs mit einer Vasokonstriktion, die jedoch lediglich wenige Minuten anhält. Nun folgt die Aggregation der Thrombozyten, die parallel Entzündungsmediatoren abgeben oder aktivieren.

Damit beginnt die eigentliche Blutgerinnung. Am Ende der Kaskade aktiviert das Enzym Thrombin die Synthese von Fibrinpolymeren, diese weben die Thrombozyten in ein dreidimensionales Netz, in das nach Wild und Auböck

³² Sielmann, D. *Medi-Taping im Sport*; Karl F. Haug Verlag, MVS Medizinverlage: Stuttgart, 2008; S. 58.

auch Erythrozyten, Makrophagen, Monozyten und Neutrophile aufgenommen werden.³³

Der Entzündungsprozess kann nach Voggenreiter und Dold in folgende Phasen unterteilt werden: eine katabole Phase mit Inflammation und Wundreinigung, sowie eine anabole Phase mit Proliferation und Reparatur.³⁴ Weiterhin beschreiben sie eine klinische Aufteilung der Wundheilung in Inflammation (akute Entzündungsphase), Proliferation und Regeneration. In der inflammatorischen, auch exsudativen Phase genannt, führt nach etwa 20 Minuten eine vasomotorische Reaktion zu einer gesteigerten Gefäßpermeabilität. Der Hauptmediator scheint hierbei Histamin zu sein. Außerdem lösen spezifische chemotaktische Faktoren in der Wunde eine Leukozyteninfiltration aus.

In der Proliferationsphase ist die Entzündung abgeschlossen. Die Monozyten, Lymphozyten, Makrophagen und Leukozyten werden abgebaut und das Gewebe durch Fibroblasten und Myofibroblasten neu aufgebaut. Die Myofibroblasten leiten eine Wundkontraktion ein, um wieder für größere Belastung ausgelegt zu sein (nach List, 2009).

Die reparative Phase beginnt nach 2-3 Wochen und kann bis zu einem Jahr andauern.

Bei den Studienpatienten liegen frisch operierte Knieendoprothesen vor. Unser Augenmerk liegt demzufolge auf dem akuten Trauma und dem dadurch entstandenen Gelenkerguss mit Schwellung.

Physiologisch entsteht auch postoperativ eine akute Entzündungsreaktion, die die Aufgabe der Isolation von zellschädigenden Faktoren und die gemeinsame Elimination von abgestorbenem Gewebe hat. In der Wundheilung wird die Latenzphase, die auch Entzündungsphase genannt wird mit 0-5 Tagen angegeben. Dann folgt nach *Abbildung 4* die Kollagensynthese in der Proliferations- und Reparaturphase vom 5.-21. Tag. Nach List schließt sich daran die Konsoli-

³³ Wild, T.; Auböck, J. *Manual der Wundheilung. Chirurgisch-dermatologischer Leitfaden der modernen Wundbehandlung*; Springer Verlag GmbH: Wien, 2007; S. 2.

³⁴ Voggenreiter, G.; Dold, C. *Wundtherapie. Wunden professionell beurteilen und erfolgreich behandeln*; Georg Thieme Verlag KG: Stuttgart, 2004; S. 7.

dierungsphase mit dem 21.-60. Tag und zuletzt die Organisations- und Umbauphase vom 60-360. Tag.³⁵

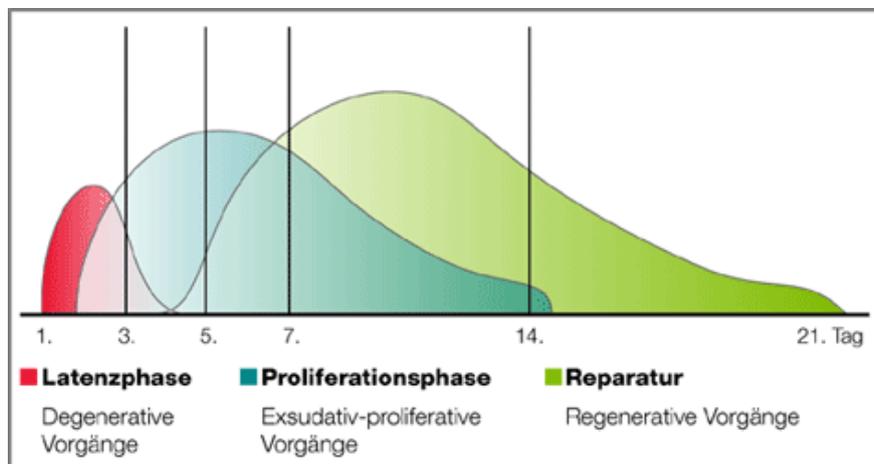


Abbildung 4: Wundheilungsphasen³⁶

Ortsständige Zellen wie Makrophagen und Fibroblasten setzen Entzündungsmediatoren frei. Zu diesen zählen sowohl niedermolekulare Verbindungen wie Histamin, Serotonin, Prostaglandine und Leukotriene als auch höhermolekulare peptische Substanzen oder Proteine, wie Bradykinin, Substanz P, Calcitonin Gene-Related Peptide, Komplementfaktoren und Zytokine. Die von Entzündungsmediatoren vermittelten Effekte sind hauptsächlich Wirkungen auf Zellen des Immunsystems, wie chemotaktische Rekrutierung von Leukozyten, Zellproliferation und Degranulation von Mastzellen und basophilen Granulozyten.³⁷ Zusätzlich können sie Wirkungen auf Blutgefäße wie Dilatation und Permeabilitätserhöhung entfalten. Eiweißreiche Flüssigkeit tritt in das Gewebe, wodurch die lymphpflichtige Vorlast steigt und damit die Sicherheitsventilfunktion aktiviert wird. Wird die Kapazität des Lymphsystems überlastet, entsteht ein Ödem. Der Erguss im Gelenk bewirkt eine Behinderung der freien Beweglichkeit und soll somit bei der Tapeanlage eine entscheidende Rolle spielen.

³⁵ List, M. *Physiotherapie in der Traumatologie*, 5th ed.; Springer-Verlag GmbH: Heidelberg, 2009; S. 8.

³⁶ *Phasen der Wundheilung*; Universitätsklinikum Mannheim, Veröffentlichung Kinderchirurgische Klinik, 2010.

³⁷ Kittler, H.; Riedl, E.; Böhler, K.; Valencak, J. *Dermatologie und Venerologie im Überblick*; Facultas Verlags- und Buchhandels AG: Wien, 2009; S. 30.

Außerdem kommt es zu einer Kompression zwischen Haut und Muskulatur, was den Lymphabfluss zusätzlich behindert. Beide Phänomene reizen die Schmerzrezeptoren in der Haut und führen lokal zur Schmerzentstehung.

Hier kann man die Parallele zu Sportverletzungen ziehen. Im Gewebe finden dieselben physiologischen Prozesse nach einer Verletzung statt wie nach einer Operation. Dies stellt die Grundlage der Überlegung dar, Kinesiotape, das sich im Sportbereich bereits fest etabliert hat, auch in die postoperative Rehabilitation einzuführen. Der menschliche Körper besteht aus komplexen Funktionsketten, so dass jedes Glied vergleichbar mit dem Zahnradmodell weiterlaufende Auswirkungen auf die umgebenden Strukturen hat. Voraussetzung für eine Beschwerdefreiheit ist ein Gleichgewicht zwischen Muskelkräften, Hebelarmen und Bänder um ein Gelenk. Viele Schmerzen resultieren aus einem gestörten Zusammenspiel, das oft durch ein Ungleichgewicht zwischen Agonist und Antagonist ausgelöst wird. Zusätzlich findet man bei Verletzungen oder auch nach Operationen, dass schützende Kontraktionsreflexe nur unzureichend ausgeführt werden. Genauso stören Ödeme, Schwellungen und Wundverhältnisse den physiologischen Bewegungsablauf und verstärken somit die Schmerzproblematik.

1.6 Farben des Tapes

Vor Beginn einer Tapeanlage steht die Auswahl des richtigen Tapes. NASARA Kinesiology Tape wird in den klassischen Farben der asiatischen Farbenlehre angeboten: Pink (vergleichbar mit dem Rot anderer Hersteller) wirkt aktivierend, Türkis (vergleichbar mit dem blauen Tape) wirkt beruhigend und kühlend, Schwarz ist meditativ und Beige neutral. Das hautfarbene Tape ist vor allem für Lymphanlagen in der Gesichtsregion gedacht. Lymphanlagen an den Extremitäten werden vorrangig mit blauem Kinesiotape versorgt. Beige und Schwarz gelten aber eigentlich als neutral. Die Bedeutung der Farben ist in den unterschiedlichen Lehrmeinungen, die sich inzwischen entwickelt haben, auch teilweise umstritten. Die Anwendungsmöglichkeiten und auch die Hautverträglichkeit sind nach unserer Erfahrung vergleichbar.

1.7 Anlagetechniken des Kinesiotapes



Abbildung 5: Muskelanlage des Erektor spinae: blaues Tape

Kinesiotape wird im anatomischen Verlauf von Muskeln, Lymphgefäßen oder Nerven je nach Zielsetzung aufgeklebt und schränkt dabei die Bewegungsfreiheiten des Patienten in keinsten Weise ein. Dies ist nach Kinesiotapeanlage von entscheidender Bedeutung für den Stoffwechsel und die Erhaltung und Verbesserung der Mobilität des betroffenen Gelenkes.

Bei der *Muskeltechnik* wie in *Abbildung 5*, kann man nach Birgit Kumbrink durch die Art des Klebens darauf Einfluss nehmen, ob die Wirkung auf den Muskel detonisierend oder anregend sein soll.

Die Bewegung des Patienten führt hierzu über Hautrezeptoren zu einer Verschaltung auf Rückenmarksebene zu einem Einfluss auf die Muskulatur. Über die Stimulation der Propriozeption soll ein besseres Bewegungsgefühl entstehen. Anwendung finden Muskelanlagen bei erhöhter oder verminderter Ruhespannung (Hypertonus, Hypotonus) oder bei Verletzungen der Muskulatur. Die Anlage soll eine Normalisierung des Ruhetonus, Schmerzminderung und Verbesserung der Belastbarkeit bewirken und damit zu einer schnelleren Heilung beitragen. Anlageform ist die I-Form. Möglich ist es auch Reflexzonen mit einzubeziehen und so Wirkungen auf innere Organe wie Magen, Darm oder Herz zu erzielen. Tonisierende Anlagen werden vom Punktum fixum zum Punktum mobile geklebt und detonisierende Anlagen genau umgekehrt. Ursprung und Ansatz eines Muskels sind definiert, die Bezeichnung Punktum fixum und Punktum mobile wird entsprechend des beweglichen und des fixierten Teils festgelegt. Das kann sich je nach Körperbewegung ändern. Veranschaulichen kann man sich das anhand des M. quadriceps femoris: er streckt das Bein im Kniegelenk.

Strecken wir im Sitzen den Unterschenkel, so ist der Ansatz an der Tibia punctum mobile, stehen wir aus dem Sitzen auf, so ist die Tibia fix (Tibiaansatz ist nun punctum fixum) und die Streckung im Knie bewegt den Femur.

Bei einer Tapeanlage ist es wichtig, auf eine spannungsfreie Basis zu achten und die Anlage mit 10% Tapedehnung durchzuführen. Dabei sollte auch noch auf die notwendige Vordehnung des zu beklebenden Muskels geachtet werden. In der Regel werden I oder Y Tapes verwendet.³⁸ Dies bezeichnet die Anlageform als I förmigen Streifen oder als Y oder V Form, wie in *Abbildung 5* dargestellt. I Tapes werden für Ligamentanlagen verwendet und als Spacetapes, eine raumschaffende Anlage für Schmerz- und Triggerpunkte. Y Tapes werden zur funktionellen Korrektur oder zur Faszienkorrektur angewendet. Dies wird auch im folgenden Text noch ausführlich erläutert.

Eine weitere Technik wäre die *Lymphanlage*, die bei Störungen des Lymphabflusses wie in *Abbildung 6* Anwendung findet.



Abbildung 6: Entstauung Bauch: blaues Tape

Grundsätzlich werden die zwei Lymphanlagen unterschieden, je nachdem ob eine intakte Lymphknotenkette vorliegt oder nicht. Bei der intakten Lymphknotenkette werden nach Birgit Kumbrink Tapes mit gemeinsamer Basis verwendet, die ein druckniedriges Gebiet schaffen und der Lymphe somit eine klar definierte Abflussrichtung vorgeben. Wichtig ist eine Beachtung der anatomischen Wasserscheiden. Dabei handelt es sich um lymphgefäßarme Zonen, die die einzelnen Drainagegebiete der Lymphknotengruppen voneinander trennen. Sie sind aber keine strikte Trennung, da ein klappenloses Lymphkapillarnetz den gesamten Körper überzieht und es sehr viele Anastomosen gibt.

Bei defekten Lymphknotenketten hingegen kommen in schmale Streifen geschnittene Einzeltapes zum Einsatz. An den Extremitäten werden sie radial um

³⁸ Kumbrink, B. *K-Taping - Grundlagen - Anlagetechniken - Indikationen*; Springer Medizin Verlag: Heidelberg, 2009; S. 5.

das zu drainierende Gebiet angelegt, um über einen flächigen Abtransport eine Gewebeverschraubung herbeizuführen und damit eine Fibrosierung des Gewebes zu verhindern. Hier kommt es über ein Zusammenziehen des Kinesiotape zu einem Anheben der Haut mitsamt des darunter befindlichen Gewebes und bewirkt so im verletzten oder entzündeten Gewebe eine Entlastung, Schmerzhreduktion und zusätzlich einen verbesserten Lymphabfluss.³⁹ Diese Anlagetechnik wird in dieser Doktorarbeit näher beleuchtet und daher unter 2.4. Wirkungen bei Anlage eines Lymph tapes genauer dargestellt.

Die Haut wird durch das Anheben in Kombination mit der Körperbewegung gedehnt. Das Bindegewebe wird dadurch gelockert und bewirkt, dass sich die Filamente zwischen den Endothelzellen der initialen Lymphgefäße und den elastischen Fasern des Bindegewebes besser bewegen, so dass es zur verbesserten Lymph- und Blutzirkulation kommt. Anlageform ist die Fächerform. Der Patient befindet sich in Vordehnung und auch das Tape wird zu 25% gedehnt. Eine weitere Möglichkeit wäre die Durchführung einer Lymphanlage mit gedrittelten oder geviertelten I Tapestreifen ohne Tapedehnung und der Patient befindet sich in Ruhe. Diese zweite Möglichkeit fand auch hier in dieser Studie Verwendung. Ebenso wie die von Pohlmann⁴⁰ in der praktischen Umsetzung angewandten Möglichkeit einer Kombinationsbehandlung von Lymph taping und Krankengymnastik.

Außerdem kann man über eine Stimulation bestimmter Druckpunkte ein besseres Bewegungsgefühl erreichen und es kommt zu einer deutlichen Verbesserung der propriozeptiven Koordination.

Zudem gibt es die *Korrekturtechnik*, die in funktionelle Korrektur und Fascienkorrektur unterschieden werden kann. Die funktionelle Korrektur wird bei knöchernen Fehlstellungen verwendet und soll eine Korrektur der Muskulatur durch leichte mechanische Wirkung und über die Rezeptoren bewirken. Fascienkorrekturen dagegen werden bei Verklebungen von Muskelfascien angewendet

³⁹ Kumbrink, B. *K-Taping - Grundlagen - Anlagetechniken - Indikationen*; Springer Medizin Verlag: Heidelberg, 2009; S. 28.

⁴⁰ Pohlmann, E. *Physio-Taping. Kinesiologisches Taping in der Manual- und Physiotherapie*; Spitta Verlag GmbH & Co. KG: Balingen, 2011; S. 9.

und bewirken eine bessere Verschiebbarkeit der Fascien und somit auch eine Schmerzreduktion. Als Anlageform wird die Y verwendet.

Die passive Stabilität des Gelenks kann durch Anwendung der *Ligamenttechnik* und damit verbesserter Gelenkführung unterstützt werden, wie in *Abbildung 7* dargestellt.



Abbildung 7: Anteriore Schulterinstabilität:
rotes Tape



Abbildung 8: Stabilisierung Kollateralbänder
des Knies: blaues Tape

Zusätzlich wird über die Reizung der Druckrezeptoren das Schmerzdämpfungssystem aktiviert und bewirkt eine Überlagerung der Schmerzpotentiale durch die Potentiale der Druckrezeptoren. Diese Anlagetechnik wird in maximaler Hautspannung und Tapedehnung geklebt, wobei die Enden des Tapes ungedehnt auslaufen. Ligamentanlagen wie in *Abbildung 8* können bei Verletzungen und Überlastungen von Sehnen und Bändern angewendet werden und bewirken vor allem Entlastung, Schmerzreduktion und eine Verbesserung der Belastbarkeit durch Beeinflussung der Propriozeption und nozizeptiven Afferenzen. Es werden nur I Tapes geklebt. Diese Technik kann für Bänder und Sehnen durchgeführt werden.

Spacetape ist eine raumschaffende Anlage für Schmerz- und Triggerpunkte. Hierbei werden gleichlange I förmige Tapeastreifen gekreuzt oder sternförmig aufgeklebt. Der Effekt ist vergleichbar mit dem beliebten Schröpfen: die verklebten Hautschichten werden gelöst und schaffen Schmerzlinderung. Anlegen des Tapes findet in Vordehnung unter maximalem Zug mit I Tapes statt, wie in *Abbildung 9* erkennbar ist.



Abbildung 9: Spaceanlage LWS:
blaues Tape

Ziel des Kinesiotapes ist es, durch die Ermöglichung von physiologischen Bewegungen körpereigene Steuerungs- und Heilungsprozesse zu aktivieren und zu unterstützen. Im Mittelpunkt steht dabei die Ganzheitlichkeit des menschlichen Körpers mit seinen komplexen Zusammenhängen über Fascien, Muskeln, Meridianen und die gegenseitige Beeinflussung des Systems. Von grundlegender Bedeutung sind anatomische Kenntnisse, die möglichen Wirkungen und eine individuelle Beurteilung des Patienten.

Die wichtigsten Indikationen sind nach Birgit Kumbrink⁴¹ zusammenfassend:

1. Schmerzreduktion,
2. Beweglichkeitsverbesserung,
3. Aktivierung des Lymphsystems,
4. Verbesserung der Muskelfunktion und
5. die Unterstützung der Gelenke.

1.8 Vergleich verschiedener Hersteller von Kinesiotape

Leukotape K ist in 3 Größen, also verschiedenen Breiten zwischen 2,5 und 7,5cm und 6 verschiedenen Farben erhältlich: Rot, Hautfarbe, Blau, Schwarz, Pink und Hellblau. Die Hersteller werben mit Pain Relief Technik - ein neues Therapieprinzip, mit dem viele Schmerzzustände und Funktionsstörungen erfolgreich behandelt werden können. Dazu gehört der wellenförmige Massestrich, den der Kleb auf der Rückseite des Tapes bildet und der den therapeutischen Effekt und die Dehnbarkeit unterstützen kann, so dass sich das Tape den Elastizitätseigenschaften der Haut optimal anpasst. Außerdem unterstützt die Technik das Anlegen, was das Zuschneiden erleichtert. Zwei weitere Vorteile sind die Polyacrylmasse, die zuverlässig klebt und nicht zuletzt das Trägerma-

⁴¹ Kumbrink, B. *K-Taping - Grundlagen - Anlagetechniken - Indikationen*; Springer Medizin Verlag: Heidelberg, 2009; S. 6.

terial aus Baumwolle, das robust und hautfreundlich ist. Hauptanwendungsbereiche sind Kopf-, Rücken- und Muskelschmerzen, sowie Lymphödeme. Patientengerecht und -freundlich sind der hohe Tragekomfort, die lange Tragezeit bis zu 2 Wochen, Sport und duschen sind problemlos möglich und es ist auch wieder leicht zu entfernen.

Heutzutage findet man im Internet circa 80 verschiedenen Kinesiotapemarken, so dass es sehr schwierig ist, einen Überblick zu behalten. Allerdings gibt es deutlich weniger Hersteller, so dass die Vermutung nahe liegt, dass viele Firmen auch Billigprodukte unter anderem Namen herstellen. Da die Qualität des Tapes für den Erfolg jedoch eine große Rolle spielt, sollte man es genau prüfen. In der Studie wurde Leukotape K ausgewählt, da die Julius-Spital-Apotheke jahrelange gute Erfahrungen mit der Firma Leukotape zu verzeichnen hat und sie es deshalb in ihrem Bestand vorrätig hat. Auch die ersten Anlageversuche an freiwilligen Probanden, die nicht in die Studie mit einbezogen wurden, zeigten sehr gute Ergebnisse, was die Hautverträglichkeit und die Qualität des Tapes betraf.

1.9 Abgrenzung vom Kinesiotape zum Leukotape

Leukotape ist das ursprüngliche Tape der Firma Leukotape. Es ist weiß und wird auch hauptsächlich im Sportbereich und als Muskelanlage angewendet. Es hat jedoch als Hauptfunktion die Stabilisation und die Ruhigstellung eines Gelenkes.

Ganz im Vordergrund steht die Rehabilitation und Wiedereingliederung in eine Sportart, zum Beispiel nach einem Supinationstrauma des oberen Sprunggelenkes. Das Tape soll das Gelenk stützen, eine Verletzungswiederholung verhindern und vor allem auch helfen, die aufgetretene Unsicherheit zu überwinden. Es stellt vor allem auch eine große Unterstützung der Psyche dar und stellt das Zutrauen zum eigenen Körper und der Leistungsfähigkeit wieder her, indem es das vorhandene Defizit kaschiert. Ziel ist eine mechanische Stabilisation: maximale Stabilität bei gezielter funktioneller Mobilität. Auch beim Leukotape soll über die Hautrezeptoren Einfluss auf die Propriozeptoren genommen werden. Allerdings können nur kleine Körperareale in die Therapie mit einbezogen

werden. Die Muskelbewegungen und Hautverschiebungen, die beim Kinesiotape eine bedeutende Rolle spielen, arbeiten hier nur gegen das starre Leukotape an. Der Tragekomfort ist wesentlich schlechter, vor allem durch die eingeschränkte Beweglichkeit. Außerdem ist so nur eine kurze Tragedauer möglich. Das Tape lässt sich auch sehr viel schwieriger von der Haut lösen.

Die Entwicklung des Kinesiotapes stellt also eine Weiterentwicklung des Leukotape dar und überlässt dem Leukotape als Aufgaben hauptsächlich die Tapeanlage nach Supinationstrauma oder Kapselverletzungen an den Fingern zur Ruhigstellung und Stabilisierung.

1.10 Erfolgreich etablierte Anlagen eines Kinesiotapes

In den letzten Jahren hat Kinesiotaping immer mehr Anhänger gefunden. In Deutschland werden die Technik und das Hintergrundwissen hauptsächlich in Fortbildungen für Physiotherapeuten oder Sportmediziner weitergegeben.

Es hat sich vor allem im Leistungssport etabliert und seinen Stand in der Rehabilitation nach Sportunfällen erarbeitet.

Nach einer korrekten Tapeanlage lässt sich immer wieder beobachten, dass der Schmerz deutlich nachlässt oder sogar verschwindet. Die wichtigste Rolle bei diesem Phänomen spielt das Anheben der Haut, wodurch Stoffwechsel und Durchblutung gesteigert werden. Dadurch können die Schlackenstoffe und vor allem Schmerz hormone schneller abgebaut werden. Der Schmerz wird jedoch nicht nur für die kurze Tragezeit des Tapes unterdrückt, sondern es entsteht eine Langzeitwirkung. Dazu sollte das Tape natürlich mindestens 5 Tage getragen werden, besser sind 10 Tage. Um die Wirkung zu optimieren wird der entsprechende Muskel bestmöglich vorgedehnt und dann das Tape glatt aufgeklebt nach Langendoen⁴². Wenn der Patient nun den Muskel entspannt, bildet das Tape kleine Wellen und hebt damit die Haut, sowie tiefer liegende Strukturen an. Dadurch öffnen sich die kleinen Kapillaren, die für den Stoffwechsel zuständig sind. Schlacken, Schmerz hormone und aufgestaute Flüssigkeit können schneller abtransportiert werden und frisches Blut strömt leichter ein, um den

⁴² Langendoen, J.; Sertel, K. *Das Taping-Selbsthilfe-Buch*; TRIAS Verlag: Stuttgart, 2013; S. 43.

verletzten Bereich mit frischen Nährstoffen zu versorgen. Eine entscheidende Bedeutung im Heilungsprozess hat der verstärkte Stoffwechsel, der entscheidend von der Durchblutung beeinflusst wird. Die Durchblutung kann durch die Tapeanlage um gut 30% verstärkt werden.⁴³

Eine Kinesiotapeanlage verbessert also die Blut- und Lymphzirkulation, trägt zur Reduktion von Ödemen bei und bewirkt auch eine Normalisierung der Muskelfunktion, sowie eine Unterstützung der Bänder und Sehnen über Propriozeption. Aus diesen Gründen sollen sich eine schnellere Schmerzreduktion und eine Verbesserung der Gelenk- und Muskelfunktion einstellen.

In der Physiotherapiepraxis werden einige Krankheitsbilder mit großem Erfolg behandelt. Zu Ihnen gehören die Achillodynie, Epicondylitis, unspezifische LWS Schmerzen, Knieschmerzen nach Kreuzbandersatz oder bei Arthrose, Impingementsyndrom der Schulter oder auch Haltungstapes zur Aufrichtung des Oberkörpers und dem damit verbundenen Training der Rumpfmuskulatur. In den folgenden Abbildungen (*Abbildung 10, Abbildung 11, Abbildung 12, Abbildung 13*) sind beispielhaft Anlagetechniken gezeigt:



Abbildung 10: Impingementsyndrom



Abbildung 11: Haltungstape

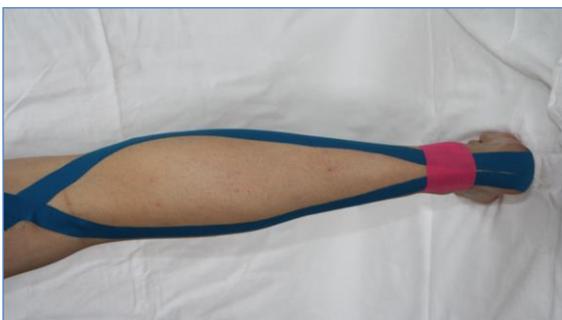


Abbildung 12: Achillodynie



Abbildung 13: Tapeanlage bei Z.n. Anriss des Lig. cruziforme anterior

⁴³ Kumbrink, B. *K-Taping - Grundlagen - Anlagetechniken - Indikationen*; Springer Medizin Verlag: Heidelberg, 2009; S. 2.

2 Material und Methoden

2.1 Praktische Umsetzung/Material

Kinesiotape besteht zu 100% aus Baumwolle und ist wasserbeständig. Voraussetzung für eine komfortable und längere Tragezeit sind fett- und haarfreie Hautpartien. Zusätzlich sollte vier Stunden nach Aufkleben des Tapes stärkeres Schwitzen oder Duschen vermieden werden. Durch Reibung und Körperwärme wird die Klebeeigenschaft aktiviert und die Acrylbeschichtung sorgt für optimale Haftung. Sie ist in Wellenform aufgetragen und unterstützt die mechanische Wirkung des Tapes. So kann das Tape für mindestens eine Woche am Körper belassen werden. Außerdem kann man durch Abrundung der Ecken und Abtupfen nach Wasserkontakt ein frühzeitiges Lösen verhindern.

Das atmungsaktive und luftdurchlässige Material ist angenehm zu tragen und sehr gut verträglich, da es keinen Kleber enthält. Die Dehnfähigkeit entspricht in etwa der menschlichen Haut, um in das harmonische physiologische Zusammenspiel der Bewegung zu passen. Aus diesen Gründen führt es weder zu Bewegungseinschränkungen noch zu Beeinträchtigungen medikamentöser oder homöopathischer Behandlungen. Es besteht die Möglichkeit, mit anderen Therapiemethoden zu kombinieren und es ist eine Eigetherapie möglich. Zur Entfernung des Tapes wird den Patienten angeraten, dies unter der Dusche, wenn es richtig mit Wasser getränkt ist, zu tun. Dann lässt es sich langsam ohne Probleme ablösen. Selten können rötliche Hautirritationen auftreten, diese wurden jedoch in der aktuellen Studie bei keinem Patienten beobachtet. Bei Patienten mit Pflasterallergie wurde drei Tage vor der eigentlichen Tapeanlage ein kleines Probetape auf den Unterarm geklebt. Es wurde jedoch bei keinem der fünf betroffenen Patienten Hautreaktionen beobachtet.

Außerdem gibt es noch äußerliche Unterscheidungsmerkmale: wie bereits erläutert gibt es je nach Hersteller verschiedene Farben des Kinesiotapes auf dem Markt. In dieser Studie haben wir uns für die Farbe Blau entschieden, da es beruhigend und kühlend wirkt und als Lymphanlage geeignet ist.

Die spezifischen Eigenschaften des Tapes sind über die komplette Tragezeit und auch bei Belastung gegeben. Deshalb ist die Qualität des Tapes von entscheidender Bedeutung. Birgit Kumbrink beschreibt die Richtlinien der Verarbeitung des Baumwollgewebes: es muss rechtwinklig gewebt sein und der eingearbeitete Längsfaden muss seine Elastizität über die ganze Tragezeit des Tapes erhalten ohne zu ermüden. Dadurch kann das Baumwollgewebe dann nur in Längsrichtung um 30-40% gedehnt werden, vergleichbar mit der Eigendehnung eines Muskels. Das Kinesiotape ist bereits mit einer Vordehnung von 10% auf der Trägerfolie aufgebracht. In Querrichtung kann man das Tape nicht dehnen. Durch die Webetechnik und Acrylbeschichtung wird der gewünschte Effekt erzielt. Die Rückstellkräfte aus der Längsdehnung zusammen mit der Querkraft ermöglichen das erwünschte Anheben der Haut, das zur Grundlage des Therapieerfolges zählt.⁴⁴

Inzwischen gibt es sehr viele unterschiedliche Marken und Hersteller für Kinesiotape im Internet zu finden. Die Preise und dadurch in der Regel auch die Qualität unterscheiden sich deutlich. Da der Erfolg einer Tapeanlage und auch der Tragekomfort für den Patienten davon natürlich mit abhängen, sollte das Material genau geprüft werden.

Die Apotheke des Juliusspitals führt seit Jahren Leukotape K führen und hat damit bisher gute Erfahrungen gemacht. So haben wir für diese Studie Leukotape K eingesetzt. Das gute Material führte zu keinen Hautreizungen und auch die Entfernung des Tapes gestaltete sich völlig problemlos. Die Firma Leukotape führt selbstverständlich auch klassisches Leukotape, auf das längerfristige Erfahrungsberichte basieren und auf dessen Grundlage und positive Eigenschaften das Kinesiotape weiterentwickelt wurde.

Es gibt natürlich auch Kontraindikationen, die unbedingt beachtet werden müssen. Dazu gehören offene Wunden oder Narben, die noch nicht vollständig verheilt sind, pergamentartige Haut bei Neurodermitis oder Kortisontherapie. Auch bei bekannter Allergie gegen Acryl sollte auf ein Tape verzichtet werden oder in

⁴⁴ Kumbrink, B. *K-Taping - Grundlagen - Anlagetechniken - Indikationen*; Springer Medizin Verlag: Heidelberg, 2009; S. 3.

den ersten 3 Monaten einer Schwangerschaft kein Tape in der Bindegewebsmassagezone Kreuzbein.

2.2 Ein- und Ausschlusskriterien der Patienten

2.2.1 Statistik

In dieser Arbeit wurde eine klinische Studie an Patienten des Juliusspitals bei Z.n. Knie TEP durchgeführt. Die Patientenauswahl geschah randomisiert. Die Patienten wurden je nach Operationsdatum (gerader oder ungerader Tag) zufällig in die beiden Gruppen: Kontroll- oder Kinesiotapegruppe unterteilt.

Die erhobenen Daten aufgrund der verschiedenen im Anhang beigefügten Fragebogen und der gemessenen Parameter wurden in eine Excel Tabelle eingetragen, um sie vergleichen zu können. Vergleichsparameter stellten die Beweglichkeit des Kniegelenks, die Schmerzentwicklung, sowie Oberschenkel- und Knieumfang dar.

Auf Grundlage dieser gesammelten Daten von insgesamt 50 Patienten konnten auch die Grafiken erstellt werden, um die Ergebnisse zu veranschaulichen. Für die Berechnung der Statistik wurde SPSS Statistics Version 19.0.0 verwendet.

Als Einflussfaktoren wurden Geschlecht, Alter, Voraussetzungen der Patienten, Schmerzmittelbedarf und physiotherapeutische Maßnahmen mit einbezogen.

Dies wird im Ergebnisteil unter 3 ausführlich erklärt und durch die entstandenen Schaubilder verdeutlicht.

2.2.2 Patientenklintel

Alle Patienten waren anfangs in der Ambulanz des Juliusspitals vorstellig und es wurde aufgrund der subjektiven Schmerzproblematik, der Röntgenbilder und der klinischen Untersuchungsbefunde die Indikation zur Knieendoprothese gestellt. In den Röntgenbildern wie in *Abbildung 14* zeigten sich typische Befunde einer Gonarthrose. Dazu zählen nach Martin Reifferscheidt Zystenbildung in den knöchernen Gelenkanteilen, die Ausbildung von Osteophyten und evtl. freien Gelenkkörpern, sowie Verschmälerung des Gelenkspaltes und die sub-

chondrale Sklerosierung.⁴⁵ Ein weiteres Indiz zeigte sich in den schmerzhaften Bewegungseinschränkungen mit hartem Anschlag am Ende des Bewegungsausmaßes bei der manuellen Untersuchung. Untersucht wurden Patienten nach Implantation einer Knie-TEP, also einem künstlichen Kniegelenksersatz. Hauptindikation für eine Operation stellte die verschleißbedingte primäre Gonarthrose des Kniegelenkes im höheren Alter dar.



Abbildung 14: Röntgenbild Kniegelenk präoperativ: Valgus-Gonarthrose

Die Verbesserung der Operationsmethode und die stetige Weiterentwicklung von Prothesenmodellen und Verbesserung des operativen Vorgehens ermöglichen sehr gute Ergebnisse in Bezug auf Prothesenhaltbarkeit, Schmerz und Gelenkbeweglichkeit.

Insgesamt 50 Patienten und Patientinnen, die alle über 45 Jahre sind, wurden nach Implantation der Knie TEP (Innex Knie) der Firma Zimmer (*Abbildung 15*) untersucht. Indikationsstellung und Operation wurden im Juliusspital durchgeführt. Die Indikation zur operativen Versorgung war durch die im Röntgenbefund sichtbare Arthrose und die subjektiven Schmerzangaben bzw. Einschränkungen in der Bewältigung des Alltags gestellt worden. Die Hälfte der Probanden be-

⁴⁵ Reifferscheidt, M.; Weller, S. *Chirurgie*; Georg Thieme Verlag KG: Stuttgart, 1986; S. 298.

kamen am 2./3.Tag postoperativ ein Kinesiotape und die beiliegenden Fragebogen wurden erarbeitet. Die andere Hälfte der Probanden bekam kein Tape, nur den entsprechenden Fragebogen, und diente als Kontrollgruppe (Fragebogen siehe Anhang). Weitere Fragebogen folgten dann für beide Probandengruppen am 10. Tag postoperativ. Die Einteilung in die jeweilige Probandengruppe verlief randomisiert: Patienten, die an geraden Tagen operiert wurden kamen in die Gruppe mit Tape, Patienten die an ungeraden Tagen operiert wurden bekamen kein Tape und gehörten zur Kontrollgruppe.

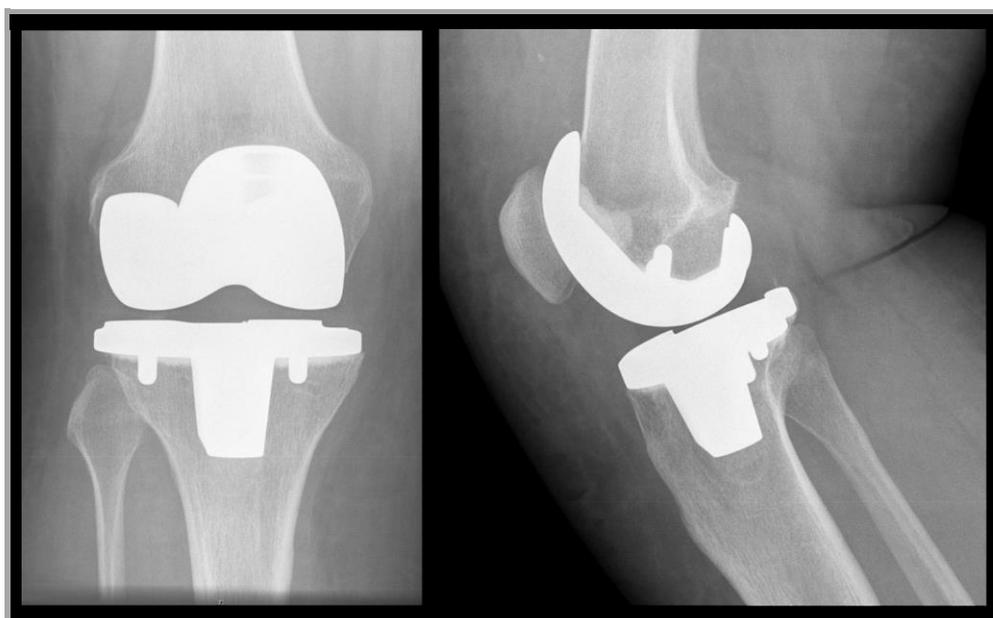


Abbildung 15: Röntgenbild Kniegelenk postoperativ: Knie TEP⁴⁶

Ausschlusskriterien waren komorbide Patienten, die nach Ihrer Operation auf der Intensivstation lagen und deshalb auch später erst mobilisiert werden konnten, sowie Patienten, die es ablehnten an der Studie teilzunehmen, oder bei denen eine Kontraindikation gegen das Tape vorlag. Einschlusskriterien stellten Patienten nach Knieendoprothetik dar, die ihre Volljährigkeit erreicht hatten und selbst einwilligungsfähig waren. Abbruchkriterien waren Hautreizung und Patientenwunsch. Um die unterschiedlichen Voraussetzungen der Patienten vergleichen zu können, wurde der Oxford Knee Score abgefragt. Hierbei wurde vor allem auf die Einschränkungen im Alltag, die durch die Schmerzen und Bewegungseinschränkungen des Kniegelenks entstanden waren eingegangen. Wie

⁴⁶ 1 Woche postoperative Röntgenkontrolle aus dem Juliusspital

im Anhang ersichtlich, besteht dieser Test aus 12 Fragen, die jeweils fünf Antwortmöglichkeiten vorgeben. Um diesen Test möglichst objektiv bewerten zu können, wurden die Patienten einzeln durch die Verfasserin der Arbeit befragt und die Fragen bei Bedarf genau erklärt.

2.2.3 Operation/Prothese

Die Implantation einer Knieendoprothese hat inzwischen einen fest etablierten standardisierten Ablauf. Im Juliusospital steht ein fester Pool an Operateuren zur Verfügung und es wird operativ der mediale parapatellare Zugang gewählt. Dabei handelt es sich um einen erprobten Standardzugang mit vergleichsweise geringem Weichteilstress und postoperativ guten Wundheilungsergebnissen.

Die verwendete Knieprothese der Firma Zimmer, das Innex Knie ist eine Oberflächenersatzprothese. Es besteht aus einer femoralen und einer tibialen Komponente. Ein Polyethylen Inlay gewährleistet reibungsarme Bewegungen. Voraussetzung für die Verwendung von Innex Inlays ist die Erhaltung der Kollateralbänder, was bei den Patienten dieser Studie auch gewährleistet war. Ohne Kollateralbänder bliebe nur die Möglichkeit einer achsgeführten Prothese.

Die Firma Zimmer führt Innex CR (cruciate retaining) und Innex UC (ultra congruent) Inlays. Bei diesem Prothesentyp wird das Ligamentum cruciatum anterior immer entfernt. Wenn das Ligamentum cruciatum posterior erhalten werden kann, wird die Innex CR Inlay verwendet, bei bedarfsweiser Entfernung des Ligamentum cruciatum posterior wird die Innex UC Inlay von Nöten.

Retropatellar stehen auch zwei verschiedenen Möglichkeiten zur Verfügung. Abhängig vom intraoperativen Befund, bei dysplastischen Patellaformen und retropatellaren Beschwerden ist ein Retropatellarersatz aus Polyethylen empfehlenswert oder die Patellarrückfläche wird keilförmig reserziert. Zusätzlich wird immer eine zirkuläre Denervierung vorgenommen, um die Schmerzfasern auszuschalten.

In dieser Studie wurden bei allen Patienten die einzelnen Komponenten der Knieendoprothese mit Palacos Zement, der Gentamycin als antimikrobielle Prophylaxe enthält, fixiert.

Bei ausgewählten Patienten kann ein computergestütztes Navigationsgerät zum Einsatz kommen. Es gibt die Möglichkeit der intraoperativen Überprüfung der geplanten Schnittführung durch Visualisierung im Computer zur Unterstützung eines optimalen OP Ergebnisses.

Für die anatomischen Verhältnisse von Frauen stehen von der Firma Zimmer speziell entwickelte Prothesen: „Gender Solutions“ zur Verfügung. Die Operation wird an das Patientenalter, den Befund und die individuellen Voraussetzungen des Patienten angepasst. Postoperativ werden Kontrollröntgenbilder angefertigt, wie auf *Abbildung 15*⁴⁷ zu sehen.

2.2.4 Ablauf der Studie

In der klinisch randomisierten Studie wurden zwei Gruppen berücksichtigt. Die Einteilung der Patienten in die jeweilige Gruppe erfolgte über das Datum der Operation und sollte so zufällig geschehen, um die Ergebnisse vergleichbar zu machen. Die Gruppe 1 stellte die Kontrollgruppe dar, die Patienten der Gruppe 2 bekamen ein Kinesiotape. Im Aufklärungsgespräch wurden die Probanden über den Ablauf der Untersuchung aufgeklärt und hatten ausführlich Zeit, um Fragen zu stellen. Dies erfolgte am 2./3. Tag postoperativ. Zusätzlich erfolgte die schriftliche Patientenaufklärung (siehe Anhang). Anschließend hat der Patient den Fragebogen und den Oxford Knee Score (siehe Anhang) ausgefüllt und wurde bei auftretenden Problemen selbstverständlich vom Untersucher unterstützt. Hier wurden Einschränkungen im alltäglichen Leben abgefragt. Die entsprechenden Messungen, zu denen Kniegelenks- und Oberschenkelumfang, sowie Beweglichkeit des Kniegelenks gehörten, wurden immer von ein und demselben Untersucher durchgeführt und auch die Fragen nach Schmerzintensität, sowie physiotherapeutische Behandlung. Alle Ergebnisse wurden anschließend auf den entsprechenden Bögen notiert. Die Schmerzmedikation war aus der jeweiligen Patientenkurve ersichtlich. Je nach Einteilung in die jeweilige Gruppe bekamen die Probanden ein Tape oder gehören zur Kontrollgruppe. Die Patientendaten wurden anonymisiert erfasst.

⁴⁷ 1 Woche postoperative Röntgenkontrolle aus dem Juliusospital

Die Tapeanlage erfolgte von den Leistenlymphknoten ausgehend entlang der anatomisch verlaufenden Lymphgefäße bis zum medialen Kniegelenksspalt (vgl. Abbildung 16). Verwendet wurde in dieser Studie das vom Juliusspital zur Verfügung gestellte Leukotape K in der Farbe Blau. Alle zwei Tage wurde der Sitz der Tapeanlage bei den Probanden kontrolliert. Auch das medizinische Personal wie Pflegepersonal und Stationsärzte waren unterwiesen im Umgang mit dem Tape und standen für Rückmeldung gerne zur Verfügung. Am 10.-12.Tag erfolgten erneut die entsprechenden Messungen und wurden dokumentiert, um als Vergleichswerte zu dienen. Das Tape konnte auf Wunsch entfernt werden oder bei der nächsten Gelegenheit unter der Dusche völlig problemlos abgelöst werden.

2.3 Nachbehandlung

Die Knieprothesen waren bei allen Studienteilnehmern zementiert und so war prinzipiell eine Vollbelastung möglich. Zur Sicherheit der Patienten und Schmerzreduktion wurde aber die ersten Tage nach der Operation ein Gehwagen oder Unterarmstützen verwendet. Die Voraussetzungen der Patienten, wie Muskelmasse, Kreislaufstabilität und psychischer Einstellung zum Heilungsprozess spielten eine große Rolle hinsichtlich der Mobilisation und Regeneration der Patienten. Um den Heilungsvorgang und die schnellere Regeneration zu unterstützen, wurde den Patienten eine Bewegungsschiene ab dem 2.Tag postoperativ und tägliche physiotherapeutische Übungsbehandlung unter fachmännischer Anleitung angeboten. An den stationären Klinikaufenthalt schloss sich nach etwa 10-14 Tagen eine stationäre Rehabilitationsbehandlung in einer speziellen Einrichtung in der Umgebung an. Als Ziel zur stationären Entlassung wurde eine Beweglichkeit des Kniegelenks von Ext/ Flex 0-0-90° angesehen.

2.4 Wirkungen bei Anlage eines Lymptapes

Bei dieser Studie wurde konkret die in Abbildung 16 gezeigte Lymphanlage durch die Untersucherin dieser Studie, eine ausgebildete Physiotherapeutin mit Erfahrung des Kinesiotapings im Volleyballbereichs und der Physiotherapiepraxis, angelegt.



Abbildung 16: Exemplarisches Lymptape nach Kniegelenksendoprothese

Grundlage der Vorüberlegungen stellte das Patientenklintel mit dem frisch operierten Kniegelenk dar. An erster Stelle standen die durch die Operation verursachten Veränderungen wie Schädigung der Venen und Lymphgefäße und der postoperativ entstandene Gelenkerguss mit Schwellung.

Aus diesen Gründen fiel die Entscheidung zugunsten eines blauen, detonisierend wirkenden und entspannenden Kinesiotape. Die Anlage erfolgte mit der Basis an der wichtigsten Lymphknotenstation an der Leiste und verlief unter Berücksichtigung der anatomischen Lage der Lymphgefäße zur Kniekehle, also von den Nll. inguinales zu den Nll. poplitei superficiales und profundi auf Grundlage des Verlaufs der Lymphgefäße von Roth⁴⁸.

Aufgrund der operativen Schnittführung ventral über die Patella bot sich die mediale Anlage des Kinesiotape an. Das Tape lief also entlang der anatomischen Lymphgefäße.

Zusätzlich zu Unterstützung des Lymphabflusses hat das Tape über die Aktivierung von Rezeptoren eine verminderte Schmerzwahrnehmung zur Folge und damit kann ein frühes Bewegen in größerem Umfang möglich werden. Dies wiederum verbessert die Stoffwechselsituation und sorgt ebenso für einen

⁴⁸ Roth, R. *Bildatlas Senso-Taping® – Untere Extremität*; KVM Verlag: Berlin, 2013; S. 238.

schnelleren Abtransport des lymphpflichtigen Materials. Ziel war es die Regenerationszeit effektiv zu verkürzen, wobei verschiedene Kriterien wie Beweglichkeit, subjektives Schmerzempfinden und Umfang der Schwellung in die Bewertung mit eingehen.

Gewünschter Erfolg dieser Studie war die Verbesserung und Unterstützung des Heilungserfolges durch Unterstützung des Lymphabflusses nach Knieendoprothetik. Bei positiven Ergebnissen in Bezug auf Beweglichkeit, Umfang- und Schmerzreduktion, wird dieses Therapieverfahren routinemäßige ein fester Bestandteil der postoperativen Behandlung im Juliusspital werden.

2.5 Punktesystem der Fragebogen

In den Fragebogen vor und nach Tapeanlage wurde als erstes die Höhe des Schmerzes anhand einer Schmerzskala festgestellt und die visuelle Analogskala von 0-10 abgefragt. 0 bedeutete keine Schmerzen, 10 extreme Schmerzen. Die Mittelwerte in den beiden Gruppen wurden in dieser Studie verglichen. Dann folgte die Messung der Kniegelenksbeweglichkeit nach der Neutral Null Methode und die Umfangmessung in cm in Höhe des medialen Gelenkspaltes in Extension und 15cm oberhalb des Gelenkspaltes. Auch hierbei wurden die beiden Gruppen verglichen. Außerdem gab es eine Einteilung von 4 Stufen der Schmerzmedikation: angefangen bei 1 Punkt bei keiner Medikation über ein peripher wirksames Analgetikum über einen Schmerztropf bzw. Opiat oder den Schmerzkatheter mit maximal 4 Punkten. Die Einteilung der Physiotherapie war auch 4 stufig von Bettruhe über Mobilisation im Zimmer, auf dem Flur bis hin zum Treppensteigen. Das bedeutete eine Punkteverteilung wiederum von maximal 4 erreichbaren Punkten für die Mobilisation auf der Treppe wie in *Tabelle 3* dargestellt.

Tabelle 3: Punktesystem Physiotherapie

Physiotherapie Maßnahmen	Bettruhe	Mobilisation im Zimmer	Mobilisation auf dem Flur	Mobilisation auf der Treppe
Gewertete Punkte	1	2	3	4

Die Bewegungsschiene wurde nicht, einmal oder zweimal täglich angewendet, also waren maximal 3 Punkte bei 2 Mal täglicher Anwendung der CPM möglich.

Das bedeutet für die unterstützenden physiotherapeutischen Maßnahmen waren maximal 7 Punkte erreichbar.

Beim Oxford Knee Score (siehe Anlage) waren jeweils 5 Antwortmöglichkeiten vorgegeben, die eine Aussage über die alltäglichen Einschränkungen durch die Gonarthrose vor der Operation geben sollte. Damit wurde eine Einschätzung über die präoperativen Voraussetzungen getroffen. Die maximal erreichbare Punktezahl von 60 Punkten bedeutete eine extreme Einschränkung in den Anforderungen des täglichen Lebens.

3 Ergebnisse

3.1 Vergleichbarkeit der Gruppen

3.1.1 Geschlechterverteilung

In der Gruppe 1, der Kontrollgruppe befanden sich nach Randomisierung 16 Frauen und 9 Männer. Gruppe 2 mit Kinesiotape beinhaltete 14 Frauen und 11 Männer. Insgesamt wurden 50 Patienten in die Studie mit einbezogen.

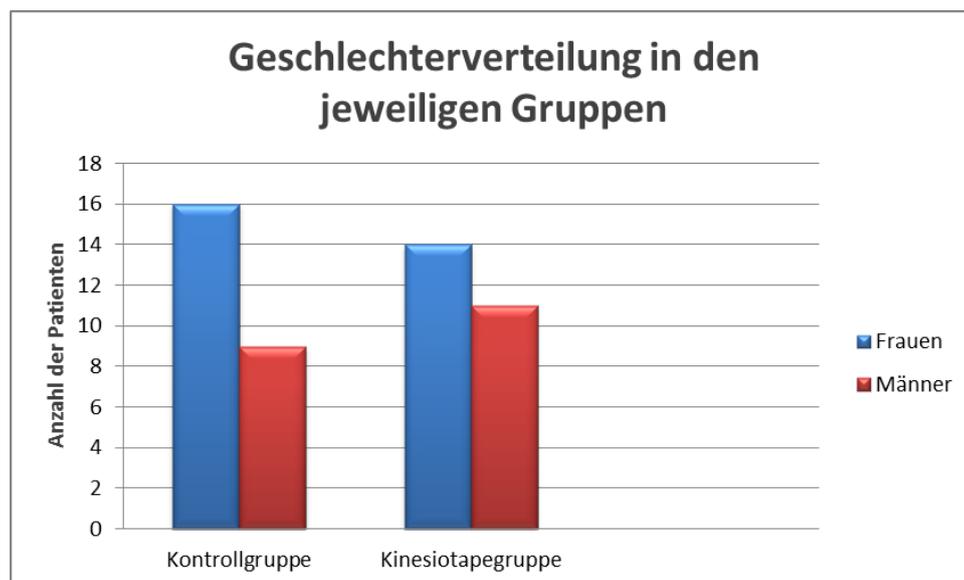


Abbildung 17: Geschlechterverteilung in den beiden Gruppen

Wie *Abbildung 17* veranschaulicht, war in beiden Gruppen der Frauenanteil deutlich grösser als der Männeranteil und die Verteilung innerhalb der Gruppe vergleichbar. So können geschlechtsspezifische Einflüsse auf die Studienergebnisse außen vor bleiben.

3.1.2 Oxford Knee Score

Nach der Auswertung des Oxford Knee Scores, der die präoperativen Einschränkungen der Patienten im Alltag verdeutlichen sollte, stellte sich heraus, dass die Kontrollgruppe eine durchschnittliche Punktezahl von 42, die Kinesiotapegruppe eine Punktezahl von 44,2 von maximal 60 Punkten aufwies (*Abbildung 18*). 60 Punkte im Oxford Knee Score würden eine maximale Einschränkung in der Bewältigung des Alltages darstellen. Die Kontrollgruppe gibt

vor der Operation eine Einschränkung von 70% an, die Kinesiotapegruppe von 73%. Die Voraussetzungen in den beiden Gruppen sind somit vergleichbar.

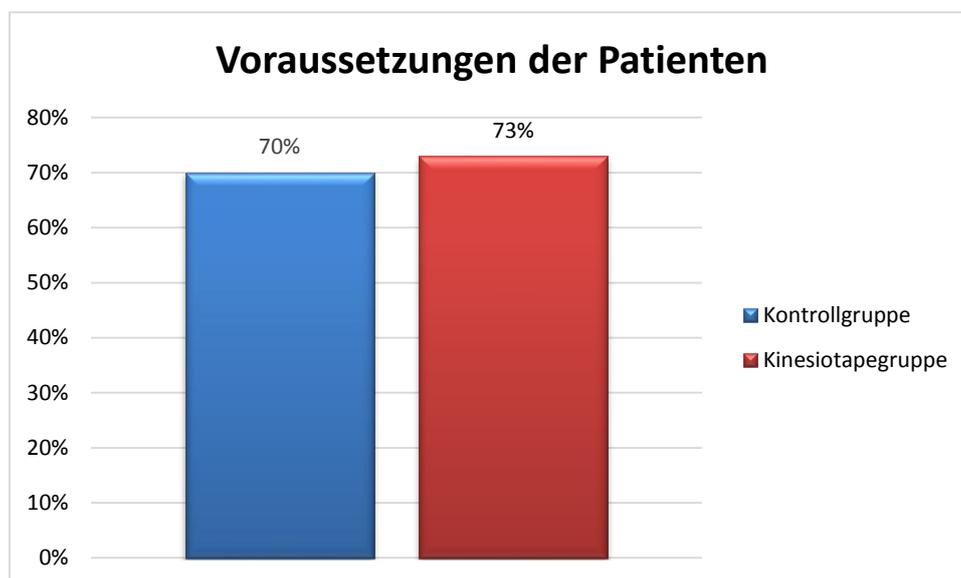


Abbildung 18: Oxford Knee Score präoperativ mit max. 60 Punkten

Bei der Ansicht der Standardabweichung stellte man fest, dass zwei Drittel der Kontrollgruppe zwischen 35,9 und 48,1 Punkten im Oxford Knee Score lag und bei der Kinesiotapegruppe zwischen 38,6 und 49,8 Punkten. Das bedeutet, dass die Gruppe 2, also die Gruppe die das Kinesiotape erhalten hatte, subjektiv leicht größere Probleme vor der Operation angab. Der Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant und kann somit bei der weiteren vergleichenden Betrachtung der beiden Gruppen vernachlässigt werden.

3.1.3 Altersverteilung

Beim Vergleich des Alters der Patienten ergab sich Folgendes: In der Kontrollgruppe betrug das Durchschnittsalter 72,7 Jahre, in der Kinesiotapegruppe war es 69 Jahre (Abbildung 19).

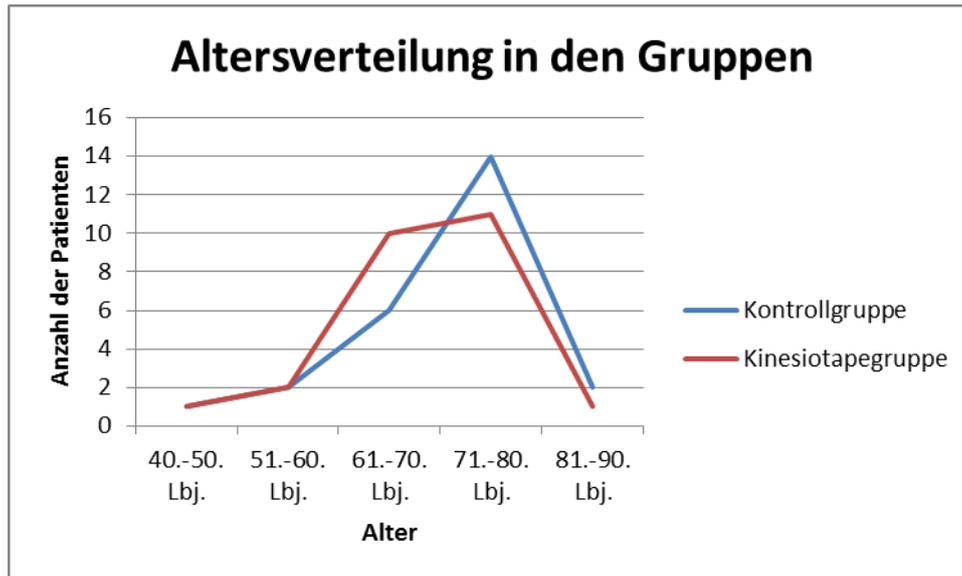


Abbildung 19: Altersverteilung

Wenn man die Standardabweichungen verglichen hat, hat man in der Kontrollgruppe zwei Drittel im Alter von 63,3 bis 82,1 Jahren. Bei der Kinesiotapegruppe befanden sich zwei Drittel im Alter von 60,5 bis 77,5 Jahren. Weiterhin ließ sich sagen, dass die Kontrollgruppe den ältesten Patient/in mit 87 Jahren und den jüngsten Patienten/in mit 47 Jahren beinhaltete. Bei der Kinesiotapegruppe war der älteste Patient/ in 81 Jahre und der jüngste 45 Jahre alt. Das bedeutete, dass die Kinesiotapegruppe im Schnitt ein wenig jünger war, es aber keinen wesentlichen Einfluss auf das Untersuchungsergebnis hatte, da es statistisch nicht signifikant war.

3.1.4 Physiotherapie

Es bestanden große Unterschiede in der Motivation, Ängstlichkeit, aber auch dem Annehmen der Herausforderungen, die in der Regenerationsphase folgten. So gestaltete sich die physiotherapeutische Nachbehandlung sehr individuell. Zum einen gehörte dazu die Mobilisation der Patienten ab dem 1.Tag postoperativ. Hier schwankte das Spektrum zwischen Bettruhe, Zurücklegen von wenigen Schritten im Zimmer, bis hin zum Gehen im Flur. Zum anderen kam eine Bewegungsschiene ab dem Zug der Drainagen zum Einsatz. Es gab Patienten, die an den ersten Tagen postoperativ die Schiene auf ärztliche Anweisung noch nicht durchführen durften, z.B. weil die Wunde noch zu viel Flüssigkeit förderte und es gab Patienten, die bereits am 3.Tag postoperativ ein oder zweimal täg-

lich für etwa eine halbe Stunde die Motorschiene nutzen. Die Motorschiene, auch CPM Schiene genannt (continuous passive motion) erlaubt verschiedene Gradeinstellungen für die passive Bewegung von Ext./ Flex. im Kniegelenk. Um diese zusätzlichen Einflüsse auf die Verbesserung der Beweglichkeit und des Lymphabflusses einschätzen zu können, wurde ein Punktesystem, das im Material und Methodenteil unter 2.5 genauer erläutert wird, entwickelt. Die Kontrollgruppe bekam im Durchschnitt am 2.-3.Tag postoperativ 3 Punkte für die unterstützenden Maßnahmen und steigerte sich bis zum 10.-12.Tag postoperativ bis auf 5,4 Punkte. Hier wurde zusätzlich Treppe steigen mit in die Wertung einbezogen. Die Kinesiotapegruppe arbeitete sich von 3,4 auf 6,2 Punkte nach oben.

Unterstützende Maßnahmen, unterteilt in 0-7 Punkte (vgl. Abbildung 20)

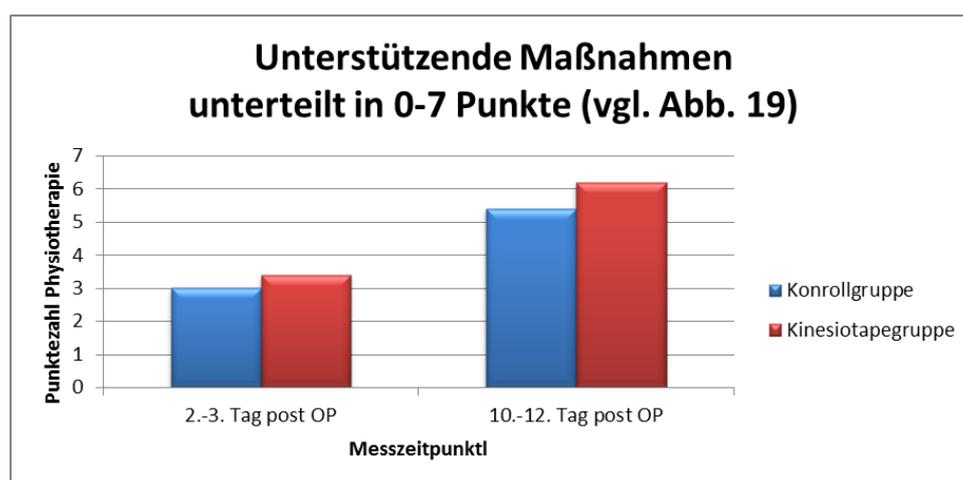


Abbildung 20: Physiotherapiemaßnahmen zum jeweiligen Messzeitpunkt

Das bedeutet, dass die physiotherapeutische Behandlung postoperativ in den beiden Gruppen zu den jeweiligen Messzeitpunkten vergleichbar war. Im Durchschnitt konnten in beiden Gruppen eine vergleichbare Anzahl von Patienten die gleichen unterstützenden physiotherapeutischen Maßnahmen durchführen.

3.1.5 Schmerzmittelbedarf

Der Bedarf an Schmerzmitteln verhielt sich in den beiden Vergleichsgruppen fast identisch. Bei der Einteilung wurde unterschieden zwischen keiner Analgesie, Schmerztabletten bei Bedarf, einer Schmerzinfusion oder einem Schmerz-

katheter, gegebenenfalls auch einer Kombination mehrerer Analgetika. Beide Gruppen hatten einen durchschnittlichen Schmerzmittelverbrauch nach der Operation von 3,1 von maximal möglichen 4 Punkten. Am 10.-12.Tag postoperativ hatte die Kontrollgruppe 2,1 Punkte angegeben und die Kinesiotapegruppe einen Mittelwert von 2,0. Also gestaltete sich der Schmerzmittelbedarf der beiden Gruppen gleich und kann bei der Ergebnisbeurteilung vernachlässigt werden. Veranschaulicht werden diese Zusammenhänge in *Abbildung 21*.

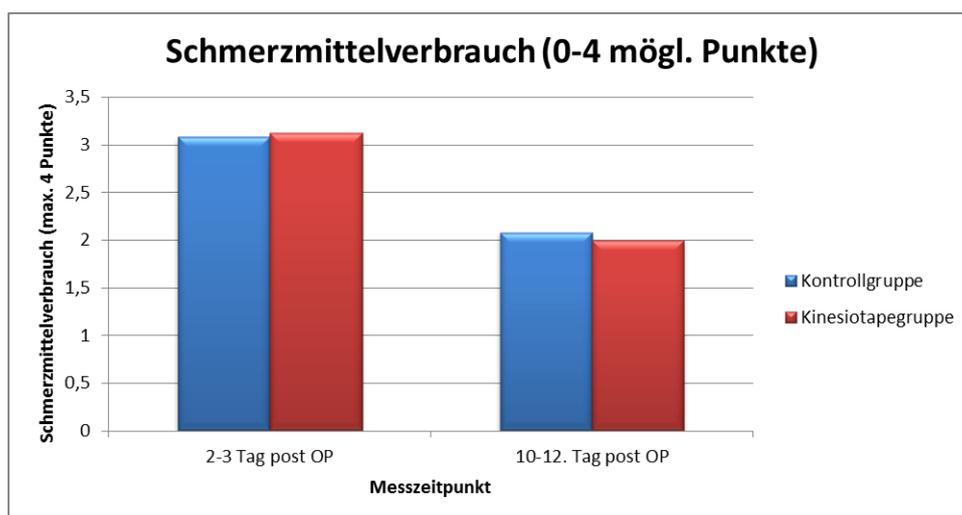


Abbildung 21: Schmerzmittelbedarf

Bei der Durchsicht des Datensatzes kann man für Physiotherapiemaßnahmen, Medikation und Anwendung der Bewegungsschiene eine Messung am 2./3. Tag postoperativ und am 10.Tag postoperativ erkennen. Man kann es als abhängige Variable (also als ein Ergebnis) auswerten und testen, ob eine Veränderung innerhalb der Gruppen eingetreten ist, z.B. dass Gruppe 1, die Kontrollgruppe am Ende noch stärker auf Schmerzmittel angewiesen ist, als Gruppe 2 mit Kinesiotape.

3.2 Unterscheidung der Gruppen

3.2.1 Beweglichkeit

Ebenso wurde die Beweglichkeit, also der Bewegungsumfang der Kniegelenke nach der Neutral Null Methode gemessen. Am 2.-3. Tag postoperativ zeigte sich bei der Kontrollgruppe eine durchschnittliche Flexions-Beweglichkeit von 30,8 Grad und am 10.-12 Tag postoperativ von 65,6 Grad. Bei der Kinesiotape-

gruppe wurden Bewegungsumfänge von 24,6 Grad vor Tapeanlage und 71,4 Grad 10 Tage postoperativ gemessen. Hier kann man sehen, dass die Kinesiotapeanlage trotz schlechterer Voraussetzungen nach 10-12 Tagen einen durchschnittlich besseren Bewegungsumfang erreichte. Die Kinesiotapegruppe erreichte innerhalb der 10 Tage eine Verbesserung des Bewegungsumfanges von durchschnittlich 46,8 Grad, wobei die Kontrollgruppe nur eine Verbesserung von 34,8 Grad aufwies.

Sichtbar wird dies in *Abbildung 22*: die Flexionsbewegung im Kniegelenk von 0-80 Grad im Vergleich der beiden Gruppen zu den jeweiligen Messzeitpunkten:

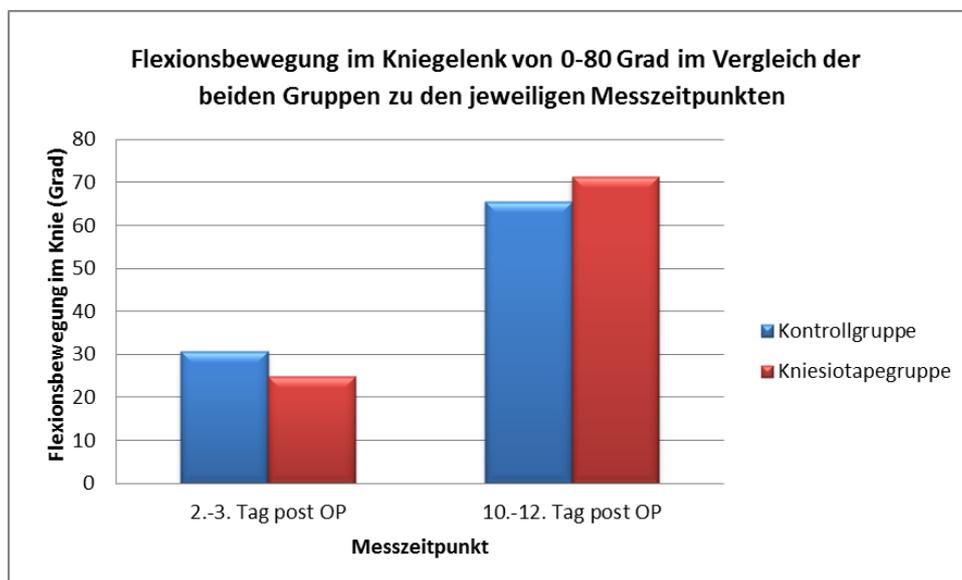


Abbildung 22: Beweglichkeitsentwicklung

Die Gruppen unterscheiden sich in Hinsicht auf die Beweglichkeit signifikant voneinander. ($p = .003$). Hier ist allerdings nur der Mittelwert der Beweglichkeit in der jeweiligen Gruppe angegeben.

Abbildung 23 hingegen zeigt den relativen Zugewinn der Beweglichkeit im Vergleich der beiden Gruppen:

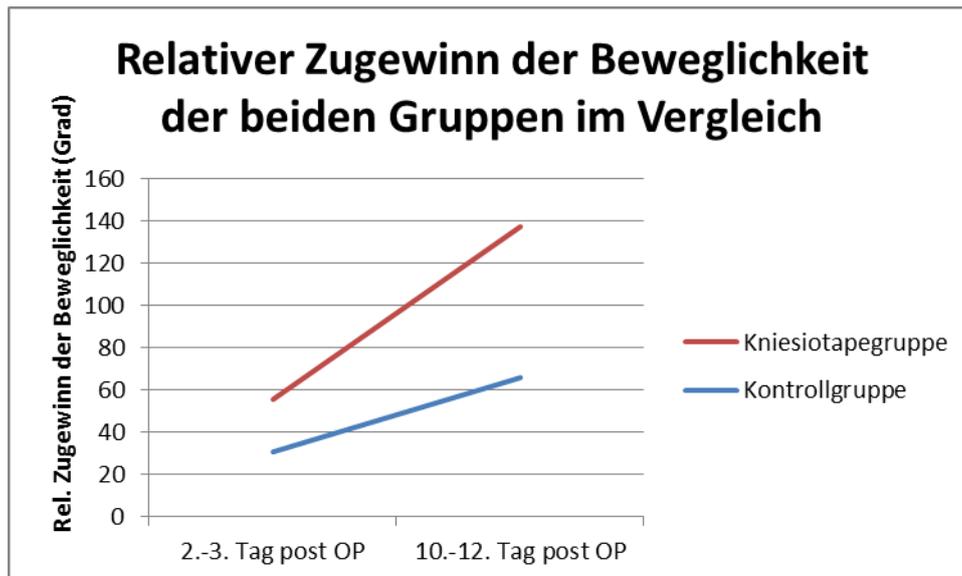


Abbildung 23: Relativer Zugewinn der Beweglichkeit

Die relative Verbesserung der Beweglichkeit wird in Prozent angegeben. Bei der Kontrollgruppe handelte es sich um eine Veränderung der Beweglichkeit zwischen den beiden Messpunkten von 2,13%, bei der Kinesiotapegruppe waren es jedoch 2,9%. Die Steigung der linearen Darstellung lässt mit bloßem Auge den deutlich steileren Anstieg der Beweglichkeit in der Kinesiotapegruppe erkennen.

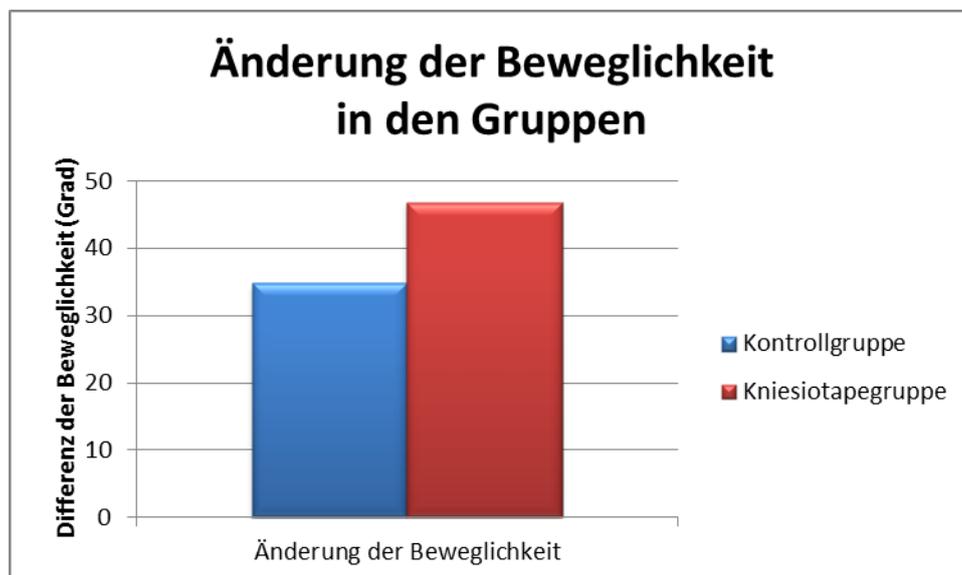


Abbildung 24: Absoluter Zugewinn der Beweglichkeit

Der absolute Zugewinn der Beweglichkeit (*Abbildung 24*) wird definiert durch die Differenz der Beweglichkeit an den jeweiligen Messzeitpunkten. In der Kon-

trollgruppe beträgt die absolute Änderung der Beweglichkeit 34,8 Grad, in der Kinesiotapegruppe 46,8 Grad. Auch hier erkennt man den deutlich höheren Zugewinn an Beweglichkeit des Kniegelenks in der Kinesiotapegruppe.

3.2.2 Umfangmessung

Auch Umfangmessungen des Knies auf Höhe des medialen Gelenkspaltes und des Oberschenkels, 15 cm höher als der Gelenkspalt wurden durchgeführt. Um eine möglichst objektiv vergleichbare Werte zu erhalten, wurden die Messungen immer von einer Person durchgeführt. Eine minimale Gradabweichung lässt sich allerdings nicht ausschließen. Durchschnittliche Werte der Oberschenkelumfänge der Kontrollgruppe waren 51,4 cm am 2.-3.Tag nach der Operation und 50 cm am 10.-12.Tag postoperativ. Die Kinesiotapegruppe zeigte durchschnittliche Veränderung des Oberschenkelumfangs von 53,1 auf 50,9 cm. Die Kinesiotapegruppe zeigte somit eine deutlichere, bzw. schnellere Abnahme des Oberschenkelumfangs (*Abbildung 25*).

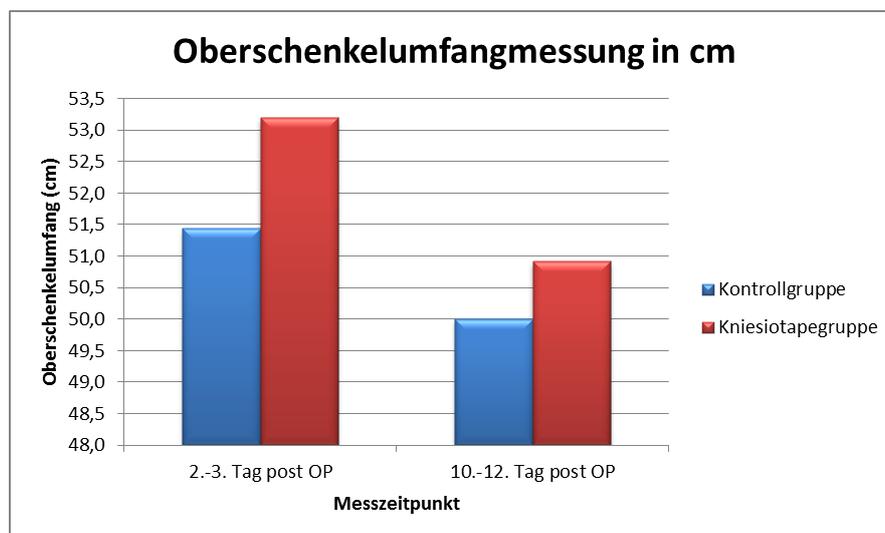


Abbildung 25: Oberschenkelumfang

Der Oberschenkelumfang nimmt in beiden Gruppen deutlich ab, der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist jedoch vernachlässigbar gering.

Die Abnahme des Oberschenkelumfangs wird in beiden Gruppen deutlich sichtbar, die Kinesiotapegruppe zeigt gering bessere Fortschritte im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die relative Abnahme des Oberschenkelumfangs in der

Kontrollgruppe beträgt 1,03%, in der Kinesiotapegruppe 1,04%. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant (Abbildung 26).

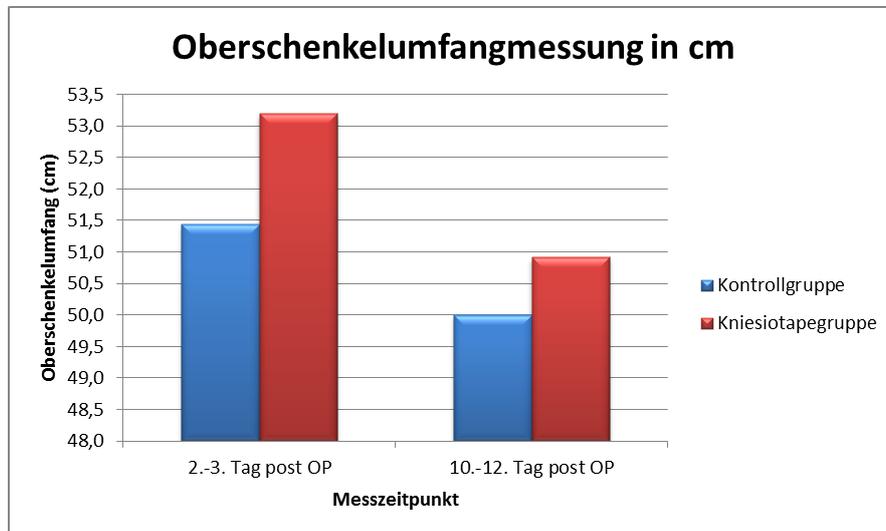


Abbildung 26: Relative Abnahme des Oberschenkelumfangs

Die absolute Änderung des Oberschenkelumfangs kann durch die Differenz der beiden Messwerte zu den jeweiligen Zeitpunkten 2.-3. Tag bzw. 10.-12. Tag postoperativ berechnet werden. In der Kontrollgruppe beträgt die absolute Änderung des Oberschenkelumfangs eine Reduktion von 1,4 cm gegenüber der Kinesiotapegruppe mit einer Änderung von 2,2 cm (Abbildung 27).

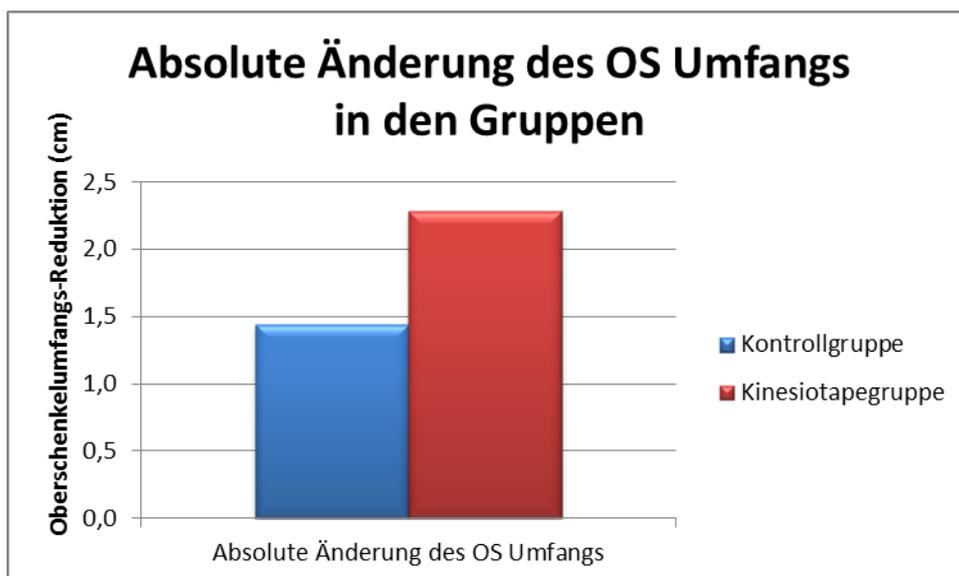


Abbildung 27: Absolute Änderung des Oberschenkelumfangs

Beim Kniegelenk verhielt es sich ähnlich: die Kontrollgruppe zeigte durchschnittliche Veränderungen des Umfangs von 44,1 cm auf 43 cm und die Kinesiotapegruppe deutlich bessere Umfangsreduktion von durchschnittlich 45,8 cm auf 43,7 cm innerhalb von 10 Tagen. Die nachfolgenden Darstellungen (verdeutlichen diesen Unterschied zwischen der Tape- und der Kontrollgruppe.

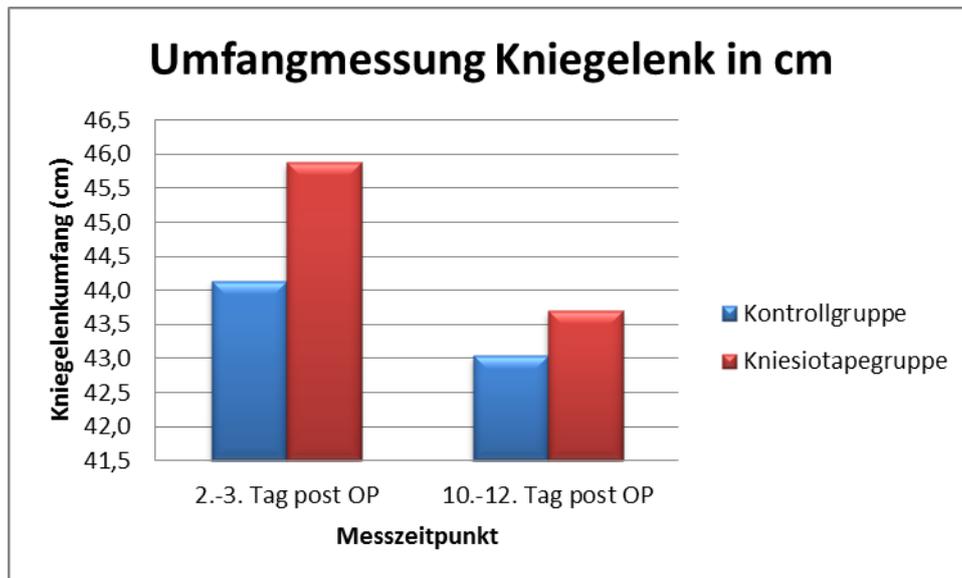


Abbildung 28: Kniegelenksumfang

Die Gruppen unterscheiden sich hinsichtlich des Kniegelenkumfangs an den beiden Messpunkten 2.-3. Tag bzw. 10.-12. Tag postoperativ signifikant voneinander ($p = .008$) (Abbildung 28).

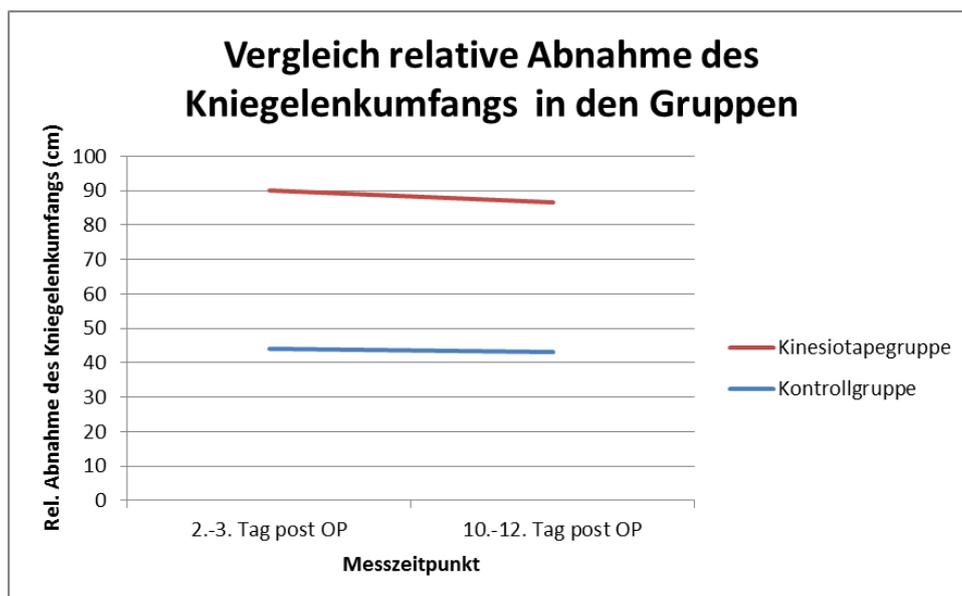


Abbildung 29: Relative Abnahme des Kniegelenksumfangs

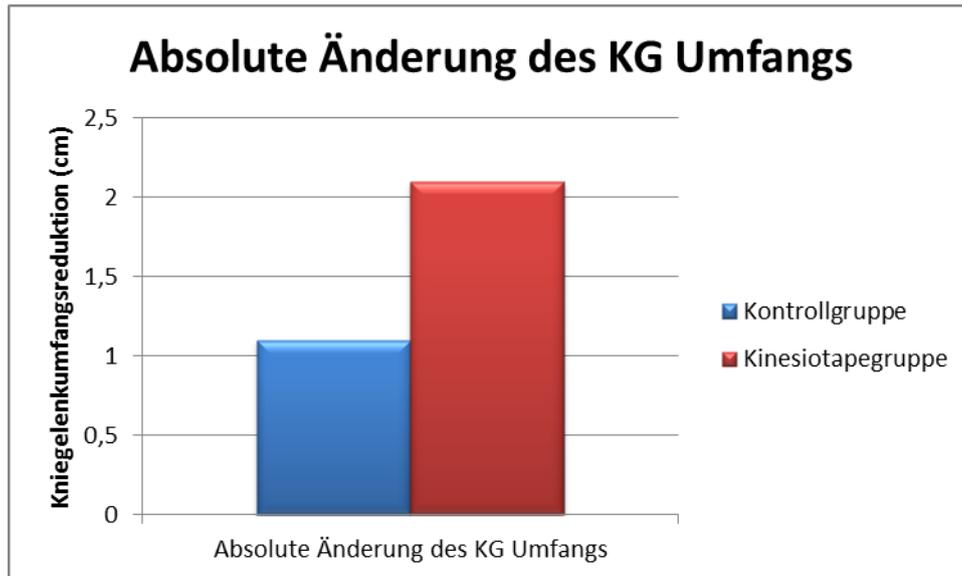


Abbildung 30: Absolute Abnahme des Kniegelenkumfangs

Die absolute Abnahme des Kniegelenksumfangs, die sich durch die Berechnung der jeweils erarbeiteten Messwerte zu den unterschiedlichen Zeitpunkten ergibt zeigt eine absolute Abnahme in der Kontrollgruppe von 1,1 cm, in der Kinesiotapegruppe sogar von 2,1 cm (*Abbildung 30*). Dieser Unterschied ist auch laut Berechnung des SPSS signifikant.

3.2.3 Schmerzentwicklung

Die Schmerzentwicklung zeigte deutliche Unterschiede und wurde in *Abbildung 31* veranschaulicht. Schmerz ist eine subjektive Empfindung und wurde auf den Fragebogen durch eine Nominalskala im Bereich von 0-10 abgefragt (vgl. visuelle Analogskala). Keine Schmerzen bedeuteten 0 und maximal vorstellbar starke Schmerzen wurden durch die 10 dargestellt. Die Kontrollgruppe gab am 2.-3. Tag postoperativ eine Schmerzintensität von durchschnittlich 6 an, die Kinesiotapegruppe von 5,6. Das heißt die Voraussetzungen der Kinesiotapegruppe vor Tapeanlage waren minimal besser. Am 10.-12. Tag postoperativ gab die Kontrollgruppe eine Schmerzintensität von 3,4 und die Gruppe 2 nach Anlage eines Kinesiotapes eine Schmerzintensität von 2,3 an. Dies zeigte einen deutlichen Unterschied, war statistisch aber nicht signifikant. Vor allem die subjektiv empfundene Spannung im Kniegelenksbereich hatte in der Kinesiotapegruppe deutlich mehr abgenommen.

Schmerzangaben von 0 (keine Schmerzen) bis 10 (max. vorstellbare Schmerzen):

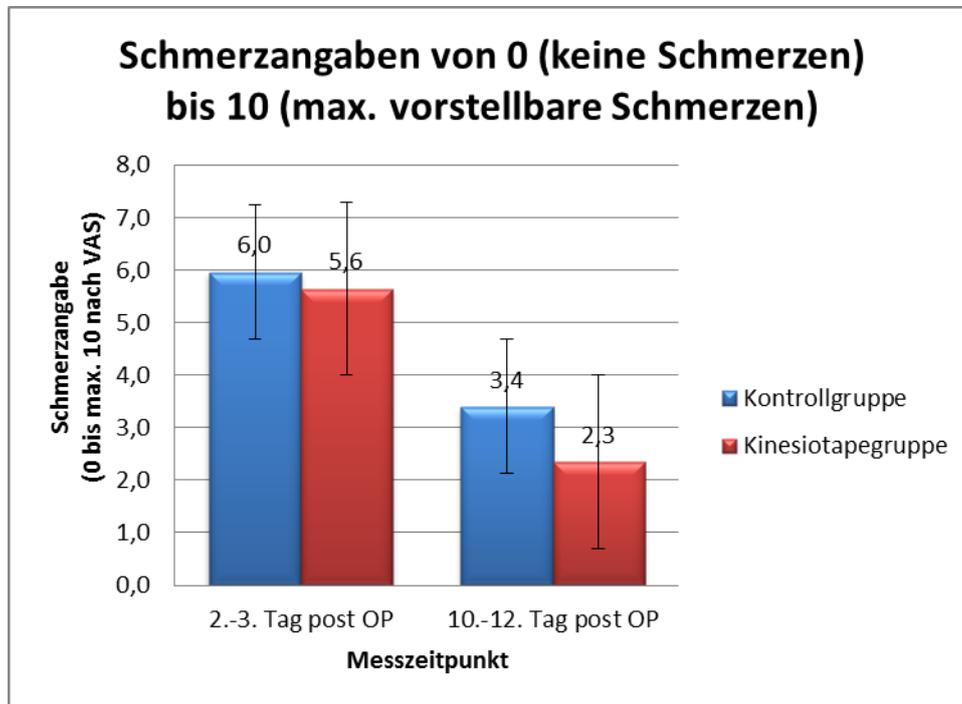


Abbildung 31: Schmerzentwicklung

In *Abbildung 32* kann man die relative Schmerzabnahme in den beiden Gruppen in der Steigung der linearen Kurven vergleichen. In der Kontrollgruppe beträgt diese 1,76% und in der Kinesiotapegruppe sogar 2,38%.

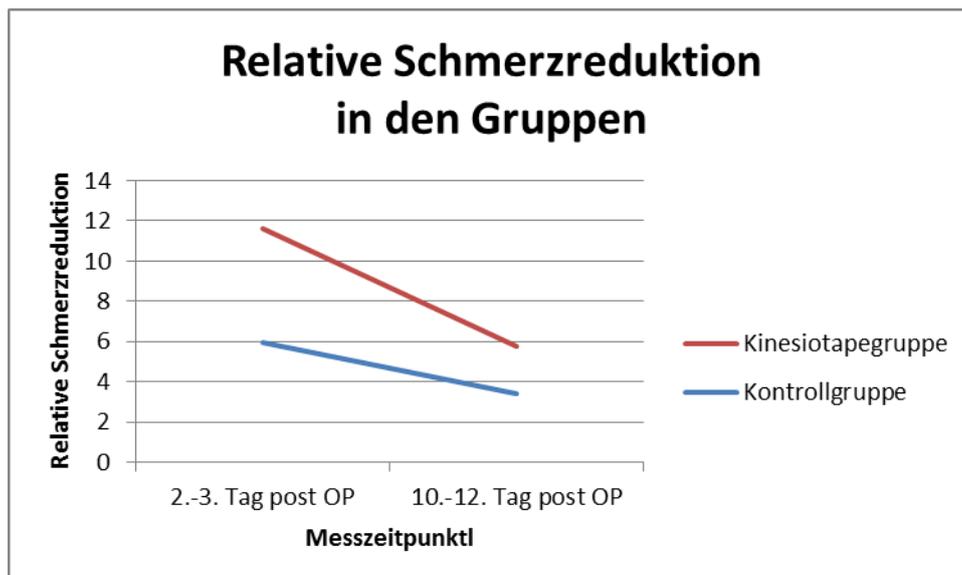


Abbildung 32: Relative Schmerzabnahme

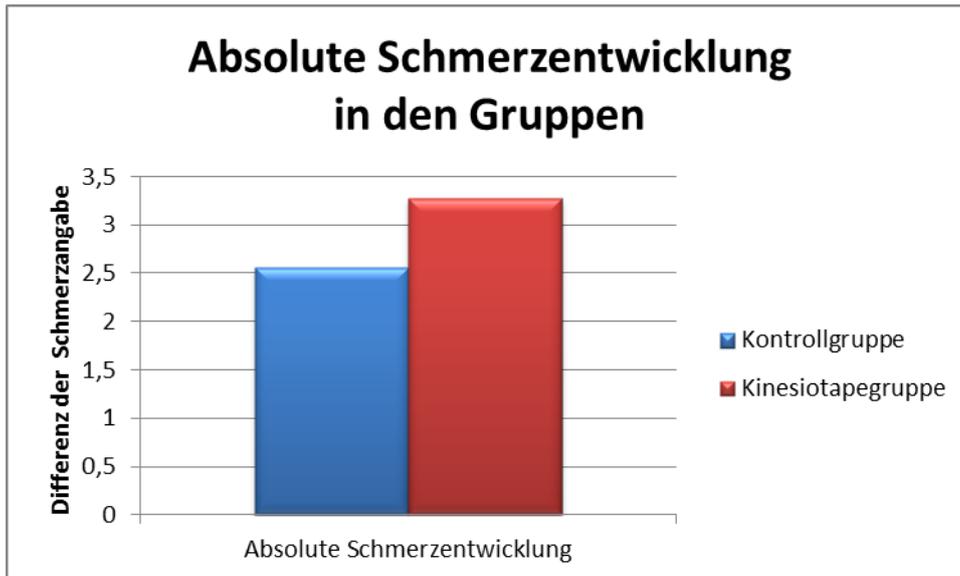


Abbildung 33: Absolute Reduktion der Schmerzen

Die Schmerzreduktion ist in der Kinesiotapegruppe deutlich höher. In der Kontrollgruppe vermindern sich die Schmerzen zwischen den beiden Messzeitpunkten um 2,6 Punkte, in der Kinesiotapegruppe hingegen um 3,3 Punkte (Abbildung 33).

Anzahl der Patienten (25 in jeder Gruppe) in den jeweiligen Schmerzintensitätsbereichen (0-10):

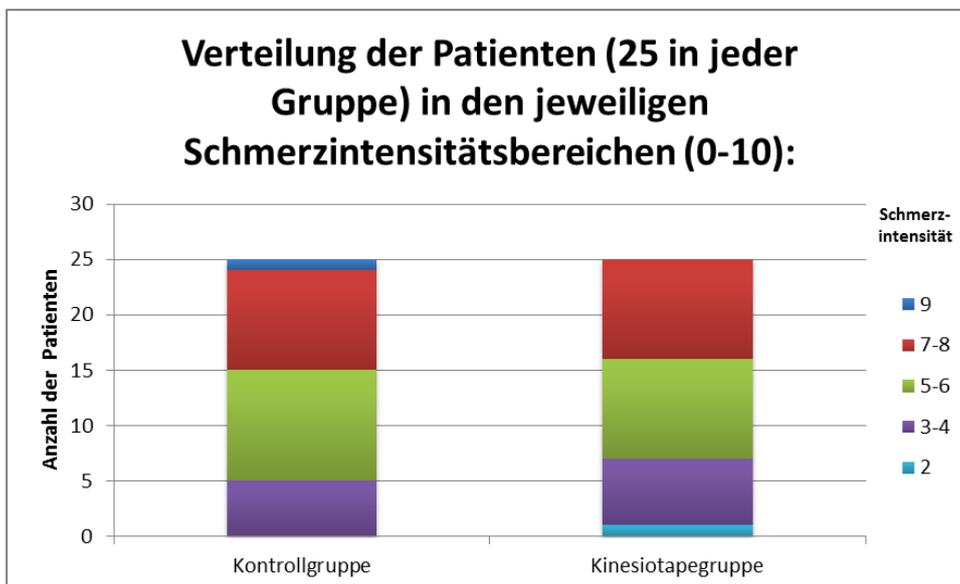


Abbildung 34: Schmerzintensität 2.-3. Tag postoperativ

19 Patienten der Kontrollgruppe, also 76% gaben zu Behandlungsbeginn eine Schmerzintensität von 5-8 an. Vor Tapeanlage gaben 18 Patienten der Gruppe 2, was 72% entspricht, eine Intensität von 5-8 an (*Abbildung 34*).

Anzahl der Patienten (25 in jeder Gruppe) in den jeweiligen Schmerzintensitätsbereichen (0-10):

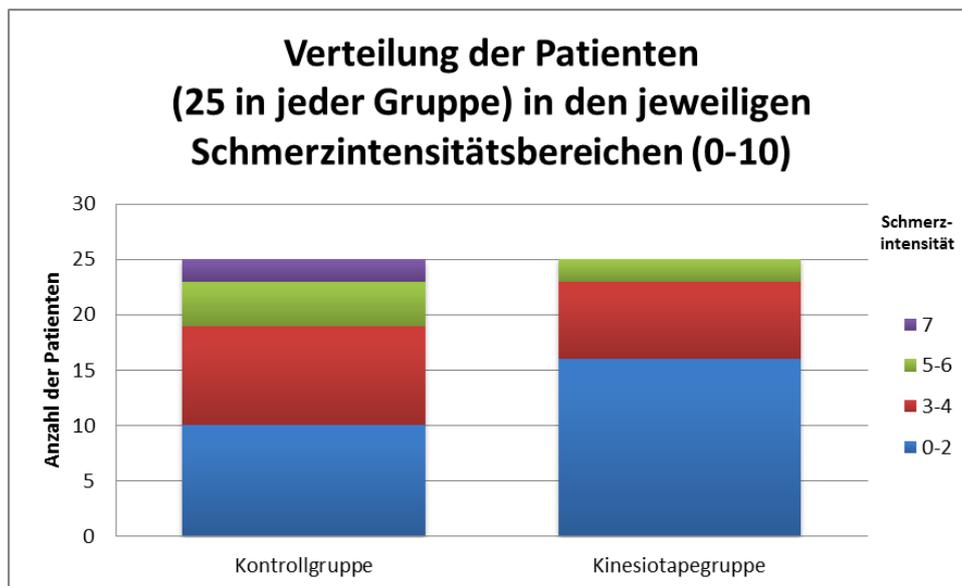


Abbildung 35: Schmerzintensität 10.-12. Tag postoperativ

Am 10.-12. Tag postoperativ lagen 19 Patienten der Kontrollgruppe bei einer Schmerzintensität von 0-4. Ein deutlicher Rückgang der Schmerzen war zu verzeichnen. Nach Tapeanlage liegen 23 Patienten der Kinesiotapegruppe, also 92% bei 0-4 (*Abbildung 35*).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Angabe der Schmerzintensität zu Beginn der Untersuchung vergleichbar war. In der Kontrollgruppe gaben 19 Patienten eine Schmerzintensität zwischen 5 und 8 an, genauso wie 18 Patienten der Kinesiotapegruppe. Am Ende der Untersuchungszeit zeigte sich bei 19 Patienten der Kontrollgruppe eine Schmerzintensität von 0-4 an. Bei der Kinesiotapegruppe nach Tapeanlage waren es sogar 23 Patienten.

Insgesamt lässt sich sagen, dass für die Auswertung für Schmerz, Beweglichkeit, Oberschenkel- und Kniegelenksumfang jeweils der Differenzwert (2.-3. Tag postoperativ und 10.-12. Tag postoperativ) berechnet und dann eine multiple Regression für jede dieser Variablen mit Hilfe von SPSS gerechnet wurden.

Dabei wird analysiert, wie gut sich die Werte (die Differenzwerte, also der Verbesserungseffekt durch die Behandlung) aus den Prädiktorvariablen (Alter, Gruppe, Anfangswert Medikation, Anfangswert CPM-Schiene, Anfangswert Physiotherapie, Anfangswert Medikation) vorhersagen oder schätzen lassen. Die Werte der ersten Messung werden verwendet. Es zeigen sich 2 signifikante Ergebnisse: die Zugehörigkeit zur Gruppe hat einen Einfluss auf A) Beweglichkeit und B) Knieumfang. Bei Patienten der Kinesiotapegruppe ist die Differenz zwischen erster und zweiter Messung der Beweglichkeit größer als bei Patienten der Kontrollgruppe. Das bedeutet, der zweite Wert ist dann noch höher.

Bei Patienten der Kinesiotapegruppe ist die Differenz zwischen erster und zweiter Messung des Knieumfangs größer als bei Patienten der Kontrollgruppe. Der Knieumfang nimmt also mit Tape stärker ab. Jetzt kann man die überflüssigen Prädiktoren entfernen und die Gruppen einbeziehen.

Es wird nun eine multiple Regression mit den Unabhängigen Variablen: Alter, Gruppe, Physiotherapiemaßnahmen und Schmerzmedikation gerechnet, in der sich nur ein Einfluss der Gruppe auf den Knieumfang und die Beweglichkeit zeigt. Daraufhin werden 2 t-Tests für unabhängige Stichproben gerechnet:

Beweglichkeit: Die Gruppen unterscheiden sich signifikant voneinander -34,8 versus -46,6, $t(48) = 3,15$, $p = .003$.

Knieumfang: Die Gruppen unterscheiden sich signifikant voneinander $r = 1,10$ versus $2,18$, $t(48) = -2,77$, $p = .008$.

4 Diskussion

4.1 Aktueller Bezug

Klaus Eder, Chef-Physiotherapeut der deutschen Olympiamannschaften schätzte, dass bei den Olympischen Spielen 2012 in London etwa 30-40 Prozent aller Athleten Kinesiotape trugen. Sichtbar war es z.B. bei der Doppeleuropameisterin im Beachvolleyball Laura Ludwig, die mit dem Tape die Therapie ihrer Rückenprobleme wirksam unterstützte. Auch bei der Auswahl des DFB und im Tennisprofibereich stellte Kinesiotape inzwischen eine etablierte Behandlungsmethode dar.

Wenn man aufmerksam Zeitungsberichte zu diesem Thema liest oder Fernsehbeiträge sieht, findet man immer wieder Berichte über Kinesiotape. Damit wird es bekannter und wird weitere Anwendungen auch außerhalb des Leistungssportes finden. Beispielsweise werden Rückenschmerzen bei der Gartenarbeit genannt oder sogar eine „viscerale“ Anwendung, z.B. bei Verstopfung.

Dr. Raymond Best, Facharzt für Chirurgie, Orthopädie und Unfallchirurgie an der Stuttgarter Sportklinik und Chefarzt beim Fußballbundesligisten VfB Stuttgart zeigte sich in einem Artikel der Stuttgarter Zeitung auch sehr überzeugt von der Wirkungsweise des Kinesiotapes. Sie sei zwar nach streng wissenschaftlichen Kriterien nicht zweifelsfrei erwiesen. Eine Doppelblindstudie würde einen Beleg erbringen, ist aber leider praktisch nicht durchführbar. Es dürften weder Testpersonen noch Tester wissen, ob sie es mit dem zu prüfenden Stoff oder einem Placebo zu tun haben. Man kann jedoch das Tape niemanden aufkleben, ohne dass er weiß, dass es aufgeklebt wird.

Kinesiotape wird so auf eine Stufe mit Akkupunktur und Chirotherapie gestellt, die auch nicht zweifelsfrei bewiesen sind, aber sehr hilfreich sein können. Ein anschaulicher Bildversuch zeigte einen deutlichen Rückgang eines Hämatoms unter einem geklebten Kinesiotape im Gegensatz zur nicht geklebten Umgebung. Hier wurde der verbesserte Flüssigkeitstransport durch die Spannungsveränderung der Haut deutlich.

Im Journal of sports sciences vom Oktober 2012 wurde eine Studie über Kinesiotape veröffentlicht. Hierin wurden die Auswirkungen der Anwendung von Kinesiotape auf plantarflexore Muskelleistung untersucht. Die Hypothese lautete, dass das Taping des M. triceps surae Muskelkraft und Ausdauer verbessern und somit zu einem signifikanten Effekt der Sprungleistung führen sollte. Die Untersuchung wurde an 24 Freiwilligen jeweils mit und ohne Tape durchgeführt. Die Taping-Intervention zeigte eine Erhöhung der elektromyographischen Aktivität der Wadenmuskulatur. Die Ergebnisse zeigten jedoch, dass die Effekte abhängig waren vom jeweiligen Gelenkwinkel und auch von der Muskelkraft der Personen. Das Tape verbesserte weder die Sprungleistung noch die Muskelausdauer.⁴⁹

Des Weiteren werden verschiedene weitere Studien wie K-Taping Lymphtherapie im Rahmen der Brustkrebsnachbehandlung, K-Taping Therapie bei Blasenfunktionsstörungen, K-Taping Therapie bei Phantomschmerz, K-Taping affects the electrical activity of muscle and strength athletes (Brazil), K-Taping therapy by genu valgus with football players (Brazil) durchgeführt. Momentan liegen jedoch noch keine aktuellen Ergebnisse vor.

In der Öko Test Zeitschrift vom Mai 2013 wurde an Mario Balotelli erinnert, der nach dem 2:0 gegen Deutschland sein Trikot hob und drei Tapestreifen auf seinem Rücken sichtbar machte. Millionen von Fernsehzuschauer und auch Leser der darauf folgenden Zeitungsartikel wurden auf Kinesiotape aufmerksam gemacht. Ein Beispiel ist der Artikel von Cinthia Briseño und Dennis Ballwieser in Spiegel online.⁵⁰

Oder ein Interview mit Katrin Holtwick, Beachvolleyball-Nationalspielerin wird abgedruckt. Sie belegte mit Ilka Semmler bei den Olympischen Spielen 2012 in London den 9. Platz. Sie beschrieb Kinesiotape als wertvolle Unterstützung für sie vor allem gegen Schulterschmerzen. Dieselbe Ansicht teilte Dr. Ingo Tusk,

⁴⁹ Csapo, R.; Herceg, M.; Alegre, L. M.; Crevenna, R.; Pieber, K. Do kinaesthetic tapes affect plantarflexor muscle performance? *Journal of sports science*, Oktober 2012, 1513-1519.

⁵⁰ Briseño, C.; Ballwieser, D. Kinesio-Tapes: Der blau gestreifte Super Mario. <http://www.spiegel.de/gesundheit/ernaehrung/kinesio-tape-wie-die-klebestreifen-auf-dem-ruecken-von-balotelli-wirken-a-841763.html>.

Chefarzt der Orthopädie an der Klinik Rotes Kreuz in Frankfurt am Main in einem Interview.

Auf die dünne Studienlage über Kinesiotape wurde in dieser Zeitschrift auch hingewiesen. Es mangelte an hochwertigen Studien, ungenügend um die Anwendung von Kinesiotape evidenzbasiert zu rechtfertigen. Aber ein subjektiv von den Behandelten empfundener Nutzen konnte nicht wegdiskutiert werden.⁵¹

In der Zeitschrift Ergotherapie und Rehabilitation fand man ebenso eine Abhandlung zum Thema K-Taping in der Ergotherapie mit Patientendarstellungen.⁵²

Auch die Zeitschrift Physiotherapie bringt immer wieder Studien über Kinesiotape, wie z. B. die von Adelaida Castro-Sanchez an der Universität Almeria in Spanien an 60 Patienten mit chronischen Rückenschmerzen. Sie verglichen kinesiologicalische Tapes mit Scheintapes. Im Hinblick auf Schmerzlinderung erwies sich das kinesiologicalische Tape als eindeutig überlegen.⁵³

Bewegung ist das eigentliche Ziel der Therapie. Taping kann nicht heilen, aber viel im positiven Sinne beeinflussen.⁵⁴ Dies beschrieb ein Artikel sehr zutreffend in der Stuttgarter Zeitung. Körperliche Aktivität hat in der heutigen Gesellschaft mit Diabetes-, Herz-Kreislauf- und Bluthochdruckerkrankungen an immenser Bedeutung gewonnen. Prävention ist das Stichwort. Wer Sport treibt, muss jedoch auch das Risiko von Verletzungen in Kauf nehmen. So sieht man häufig auch im Breitensport Tapeanlagen, die zeigen, dass viele Sportler vom Nutzen der Tapes überzeugt sind.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

Mit dieser Arbeit soll die Wirksamkeit von Kinesiotape nach Knieendoprothetik untersucht werden. Schmerzintensität, Bewegungsumfang und die Umfang-

⁵¹ Steinert, J. Kinesiologicalische Tapes. *Öko Test*, Mai 2013, 66-71.

⁵² *Zeitschrift Ergotherapie und Rehabilitation*, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, Januar 2014.

⁵³ Castro-Sanchez, A.; Lara-Palomo, I.; Matarán-Peñarrocha, G. A.; Fernández-Sánchez, M.; Sánchez-Labraca, N.; Arroyo-Morales, M. Kinesio Taping reduces disability and pain slightly in chronic non-specific low back pain: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, 2012, 89-95.

⁵⁴ Pander, C. Hilfreich auch ohne Beweis. *Stuttgarter Zeitung*, 1. Februar 2014.

messung des Kniegelenks sowie des Oberschenkels stellen die wichtigsten Vergleichsparameter dar.

Dazu wurde versucht alle möglichen Einflussfaktoren zu beleuchten, um ein möglichst objektives Bild über die Wirkung von Kinesiotape zu erhalten. Wie bereits in der Auswertung näher erläutert, zeigte die Ausgangssituation der beiden Gruppen vernachlässigbare Unterschiede.

Der Oxford Knee Score zeigte sehr ähnliche Einschränkungen hinsichtlich der Alltagsgestaltung in den beiden Vergleichsgruppen und damit vergleichbare Ausgangssituationen.

Die Alters- und Geschlechterverteilung war in den beiden Gruppen sehr ähnlich. Dies könnte sich bei deutlichen Differenzen auf die Geschwindigkeit des Heilungsprozesses und damit die Messergebnisse bezüglich Umfang- und Bewegungsmessung auswirken, da Regenerationszeiten mit zunehmendem Alter ansteigen und somit auch der Lymphabfluss verzögert sein kann.

Die physiotherapeutischen Maßnahmen haben dasselbe Ziel wie die Anlage eines Kinesiotape und unterstützen ebenso den Lymphabfluss, verbessern die Beweglichkeit und motivieren den Patienten zu eigenständigen Übungen. Zu Beginn der Messreihen am 2.-3. Tag postoperativ waren beide Gruppen auf demselben Stand und konnten die physiotherapeutischen Angebote sehr ähnlich wahrnehmen. Nach 10 Tagen war die Gruppe 2 deutlich im Vorteil, da sie in Durchschnitt weniger Schmerzen hatte, das Kniegelenk besser bewegen konnte und so auch mehr von den Übungsbehandlungen profitieren konnte.

Der Schmerzmittelbedarf der beiden Gruppen zeigte keinen signifikanten Unterschied.

Um das Ziel der Arbeit, die Wirksamkeit der Unterstützung des Heilungsprozesses von Kinesiotape nach Knieendoprothetik zu verdeutlichen, sind folgende Parameter von großer Bedeutung: Schmerzintensität, Bewegungsausmaß und Gelenksumfang.

Die Schmerzintensität ist ein subjektiver, für die Motivation und das Wohlbefinden des Patienten jedoch außerordentlich wichtiger Faktor. Wie sich in der

Auswertung der Studie herausgestellt hat, war die Schmerzintensität der beiden Gruppen postoperativ sehr ähnlich. Das Patientenkollektiv mit einer Kinesiotapeanlage für 10 Tage zeigte im Anschluss ein deutlich reduziertes Schmerzempfinden im Vergleich zur Patientengruppe ohne Tape.

Ein weiteres Indiz für die Wirksamkeit des Kinesiotape zeigte sich in der postoperativen Entwicklung des Bewegungsumfangs des Kniegelenks. Obwohl die Gruppe 2 mit Tape mit schlechteren Voraussetzungen postoperativ startete, zeigte sie nach 10-12 Tagen einen durchschnittlich besseren Bewegungsumfang als die Gruppe 1 ohne Tape. Dieser Unterschied war signifikant. ($p = .003$)

Auch die Messung des Oberschenkel- bzw. Knieumfangs deutete auf die Wirksamkeit des Kinesiotape hin. Die Gruppe 2 zeigte in den 10 Tagen eine deutlichere, bzw. schnellere Abnahme des Oberschenkelumfangs und zwar von 2,2 cm durchschnittlich, Gruppe 1 hat lediglich eine Verbesserung von 1,4 cm. Ebenso verhielt es sich mit dem Umfang des Kniegelenks. Gruppe 2 verbesserte sich durchschnittlich um 2,1 cm, Gruppe 1 lediglich um 1,1 cm. Dies war ebenso ein signifikanter Unterschied. ($p = .008$)

Die Kosten für eine Tapeanlage waren sehr gering im Gesamtaufenthalt eines Patienten in der Klinik. Sie betragen etwa 5 Euro pro Patient, da eine Rolle Tape weiterverwendet werden konnte. Die komplette Rolle mit 5m Tape kostete 14 Euro und um einem Patienten ein Lymphtape nach Knieendoprothetik anzulegen wurden im Durchschnitt 1,50 m Tape benötigt. Auch die Kosten des Therapeuten hatten sich in Grenzen gehalten, da es von einem erfahrenen Therapeuten sehr schnell und auch im Rahmen der physiotherapeutischen Behandlung angelegt werden konnte.

Im Laufe dieser Untersuchung wurde deutlich, dass viele Patienten, hier betraf es ja die Altersgruppe von 45 bis 87 Jahren, noch nie etwas von Kinesiotape gehört hatten. Es bedarf einer ausführlichen Aufklärung, nach der jedoch das Interesse aller Patienten geweckt wurde. Kinesiotape ist also eine Methode, die im klinischen Alltag erst noch bekannter gemacht werden muss, um sich dann möglicherweise einen festen Stellenwert zu erarbeiten. Nach dieser Studie zeigten die Patienten mit Kinesiotapeanlage deutlichere Fortschritte. Patienten wa-

ren einerseits sehr erfreut über ungewohnte Zuwendung, außerdem beschrieben sie subjektiv ein angenehmes Gefühl beim Tragen des Tapes, da sie auch keine Einschränkung bei den alltäglichen Bewegungen oder der Körperpflege feststellten. Für einige spielte es auch eine große Rolle, dass es hinterher wieder leicht zu entfernen war. Weiterhin traten während dem Verlauf der Studie keine allergischen oder unerwünschten Nebenwirkungen auf.

Patienten mit Kinesiotape standen ihrem Heilungsprozess positiver gegenüber, waren motivierter und machten subjektiv den Eindruck, sich bei der physiotherapeutischen Nachbehandlung mehr zuzutrauen. Durch die zusätzliche Rückmeldung über die Propriozeption war das Zutrauen zu ihrem „neuen Knie“ besser. Grundlage war es, den Selbstheilungsprozess des Körpers zu unterstützen. Die Anlage des Tapes war mit etwas Übung sehr schnell möglich und die Patienten konnten es selbständig ohne Probleme entfernen. Zusammenfassend kann man also nur Vorteile beschreiben. Das Ziel ist es, Kinesiotape so weiterzuverbreiten, dass möglichst viele Patienten mit unterschiedlichen Krankheitsbildern die unterstützende Wirkung der Kinesiotapeanlage erfahren. Patienten sollten gut informiert werden und das Angebot einer Tapeanlage postoperativ erhalten. Die Entscheidung liegt dann selbstverständlich beim Patienten.

Eine große Schwierigkeit bei der Verfassung der Arbeit stellte die geringe Literatur zum Thema Kinesiotape dar. Daraus ergeben sich auch kleiner Schwächen der Arbeit. Sie soll lediglich ein erster Schritt für weitere Untersuchungen darstellen. Um die Wirksamkeit von Kinesiotape tatsächlich nachzuweisen, ist ein größeres Patientenkontingent als die hier 50 Patienten notwendig und auch am Studiendesign sind sicherlich noch Ausbaumöglichkeiten vorhanden.

4.3 Diskussion Placeboeffekt

Wie bereits an mehreren Stellen angedeutet, spielt besonders im Bereich der Krankheitsbewältigung und der Regenerationsphase die Psyche des Patienten eine entscheidende Rolle. Gerhard Böhme beschreibt nach der klassischen Definition eine Tablette oder ein anderes Präparat, das sich in einer für Medikamente üblichen Darreichungsform hergestellt wird, jedoch keine wirksamen pharmazeutischen Inhaltsstoffe enthält als Placebo. Allerdings dürfen nicht alle

„Plazeboeffekte“ als Wirkung einer medikamentösen oder nichtmedizinischen Indikation bezeichnet werden. Dazu zählen: Spontanverlauf, Regression zur Mitte, Parallelinterventionen, Befragungseffekt und soziale Erwünschtheit.⁵⁵ Kinesiotape ist natürlich allein durch die Farbe sehr auffällig und bei den Patienten ständig präsent. Es enthält keine Wirkstoffe, sondern erzielt seine Effekte alleine durch die Anlagetechnik, die Beeinflussung der Rezeptoren und der Verbesserung des Lymphabflusses in diesem Fall. Die Wirkung wird durch die aktive Bewegung des Patienten verbessert. Hermann Faller stellt fest, dass ältere kleinere Studien bereits über große Plazeboeffekte berichtet hatten. Dies lag jedoch an methodischen Fehlern. Diese Studien waren meist einfache Prä-Post-Studien. Verbesserungen im Zeitverlauf können dann nicht allein auf das Placebo zurückgeführt werden.⁵⁶ Eine objektive Beurteilung ist äußerst schwierig, da es bei jedem Patienten individuell und nicht beeinflussbare Faktoren gibt, die im Heilungsprozess eine Rolle spielen. In dieser Studie wurden die bedeutenden Einflussfaktoren wie Physiotherapie, Patientenalter und Schmerzmittelbedarf erkannt und weitestgehend eliminiert.

⁵⁵ Böhme, G. *Komplementäre Verfahren bei Kommunikationsstörungen*; Georg Thieme Verlag KG: Stuttgart, 2010; S. 5.

⁵⁶ Faller, H.; Lang, H. *Medizinische Psychologie und Soziologie*; Springer-Verlag GmbH: Heidelberg, 2010; S. 29, 225.

5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Ausgangspunkt der Studie war ein Patientenkollektiv von 50 Personen, denen eine Knieendoprothese im Julius-Spital in Würzburg implantiert wurde. Sie wurden in zwei Gruppen eingeteilt. Die Einteilung erfolgte aufgrund des Operationsdatums: die Patienten, die an geraden Tagen operiert wurden, bekamen ein Kinesiotape; die an ungeraden Tagen operiert wurden dienten als Kontrollgruppe. Bei der Unterstützung der Nachbehandlung mit Hilfe des Kinesiotapes handelte es sich um eine Lymphanlage zur Förderung des Heilungsprozesses durch Unterstützung des Lymphabflusses und Reduktion des postoperativen Wundschmerzes.

Die Verteilung der Probanden in den beiden Gruppen hinsichtlich physischer Voraussetzung und Alter war sehr ausgeglichen gelungen. Zudem lässt sich sagen, dass die möglichen Einflussfaktoren wie Schmerzmedikation, physiotherapeutische Maßnahmen und die Anwendung der Bewegungsschiene weitestgehend vergleichbar waren. Daraus lassen sich deutliche Rückschlüsse auf die Wirkung des Kinesiotapes ableiten.

Schmerzintensität, Bewegungsumfang und die Umfangmessung des Kniegelenks sowie des Oberschenkels stellten die wichtigsten Vergleichsparameter dar und zeigten deutlich bessere Ergebnisse in der Gruppe 2 mit Tapeanlage im Vergleich zur Kontrollgruppe 1. Beweglichkeit und Kniegelenksumfang zeigten sogar signifikante Unterschiede.

Kinesiotape war eine unterstützende Therapiemaßnahme, die während der Tragezeit anhielt und so auch weiterführend zu Hause und in der Rehabilitation genutzt werden konnte, während viele andere Therapiemaßnahmen mit der stationären Behandlungszeit zu Ende sind. Ein großer Vorteil gegenüber rein schulmedizinischen Behandlungsmethoden, besteht auch darin, dass die Kinesiotape-Therapie wirkstofffrei und damit nebenwirkungsarm ist. Die praktische Umsetzbarkeit der Therapie war problemlos und auch gut in den Klinikalltag zu integrieren. Auch die durchweg positiven Rückmeldungen der Patienten sind ein weiterer Pluspunkt für die Durchführung von Kinesiotaping nach Implantation von Knieendoprothesen.

6 Zukunftsperspektive

Bei der Anlage des Kinesiotapes stand bei den positiven Ergebnissen dieser Studie der Patientenkomfort an erster Stelle. Tendenziell konnte eine deutlich schnellere Regeneration festgestellt werden, was das subjektive Wohlbefinden der Patienten erstaunlich positiv beeinflusst hat. Als Ausblick kann man die vielfältigen möglichen Anwendungsgebiete vor allem in der Chirurgie betrachten. Zu Ihnen gehören zum Beispiel Knie- und Hüft TEP oder Arthroskopien an Knie und Schulter.

Kinesiotape kann ein Qualitätsmerkmal einer Klinik darstellen. Es ist sehr auffällig und wird auch im Rahmen einer positiven Verstärkung im Gespräch über die Klinik Raum finden. Die wertvollen Eigenschaften des Tapes wie Wasserresistenz und Atmungsaktivität ermöglichen eine lange Tragedauer und Komfort. Es sind keine Einschränkungen bei Sport, Duschen, Arbeit oder im täglichen Leben zu verzeichnen und auch sonst gab es keinen Anhalt für Beschwerden von Seiten der Patienten. Außerdem werden neue wissenschaftlich erwiesene Rehabilitationsmaßnahmen beachtet und unterstützt wie frühe Mobilisation und Anregung des Stoffwechsels.

Jede Klinik lebt von der Anzahl Ihrer Patienten und da die Menschen heute weitestgehend mobil sind und eigenverantwortlich entscheiden, in welcher Klinik sie sich operieren lassen, wird es immer wichtiger, sich als Klinik in ein positives Licht in der Bevölkerung zu rücken. Die Patienten sind mündig, informieren sich auf jede mögliche Art über verschiedene Therapieoptionen und auch die Erfahrungsberichte von Freunden und Bekannten aus verschiedenen Kliniken spielen eine entscheidende Bedeutung bei der Wahl ihrer Klinik. Auf diesem Weg kann auch Kinesiotape einen bedeutenden Stellenwert einnehmen.

7 Literaturverzeichnis

- Benninghoff, A.; Drenckhahn, D. *Anatomie - makroskopische Anatomie, Embryologie und Histologie des Menschen*; Elsevier GmbH - Urban & Fischer Verlag: München, 2004; S. 557.
- Böhme, G. *Komplementäre Verfahren bei Kommunikationsstörungen*; Georg Thieme Verlag KG: Stuttgart, 2010; S. 5.
- Briseño, C.; Ballwieser, D. Kinesio-Tapes: Der blau gestreifte Super Mario. <http://www.spiegel.de/gesundheit/ernaehrung/kinesio-tape-wie-die-klebestreifen-auf-dem-ruecken-von-balotelli-wirken-a-841763.html>.
- Castro-Sanchez, A.; Lara-Palomo, I.; Matarán-Peñarrocha, G. A.; Fernández-Sánchez, M.; Sánchez-Labraca, N.; Arroyo-Morales, M. Kinesio Taping reduces disability and pain slightly in chronic non-specific low back pain: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*, 2012, 89-95.
- Csapo, R.; Herceg, M.; Alegre, L. M.; Crevenna, R.; Pieber, K. Do kinaesthetic tapes affect plantarflexor muscle performance? *Journal of sports science*, Oktober 2012, 1513-1519.
- Dosch, P. *Lehrbuch der Neuraltherapie*; Karl F. Haug Verlag: Stuttgart, 1995; p 59.
- Eder, K.; Mommsen, H. *Richtig Taped: funktionelle Verbände am Bewegungsapparat optional anlegen*; Spitta Verlag GmbH & Co. KG: Balingen, 2012; S. 6.
- Faller, H.; Lang, H. *Medizinische Psychologie und Soziologie*; Springer-Verlag GmbH: Heidelberg, 2010; S. 29, 225.
- Földi, M.; Földi, E.; Stefan Kubik, S. *Lehrbuch der Lymphologie*; Elsevier GmbH: München, 2005; S. 14, 191, 204, 207.
- Friedrich, O.; Priewe, J.; Tümmers, D. *Physiologie, Das Erste - kompakt - GK1*; Springer-Verlag GmbH: Berlin, 2007; S. 302.
- Herpertz, U. *Ödeme und Lymphdrainage - Diagnose und Therapie von Ödemkrankheiten*; Schattauer GmbH: Stuttgart, 2010; S. 10.
- Hüter-Becker, A.; Dölken, M. *Biomechanik, Bewegungslehre, Leistungsphysiologie, Trainingslehre*; Thieme Verlag GmbH, 2005; S. 104.
- Iggo, A. Cutaneous and subcutaneous sense organs. *Br Med Bull*, 1977, 97-102.
- Kittler, H.; Riedl, E.; Böhler, K.; Valencak, J. *Dermatologie und Venerologie im Überblick*; Facultas Verlags- und Buchhandels AG: Wien, 2009; S. 30.
- Klinke, R.; Pape, H. .; Silbernagel, S. *Physiologie*; Georg Thieme Verlag KG:

- Stuttgart-New York, 2005; S. 631.
- Kumbrink, B. *K-Taping - Grundlagen - Anlagetechniken - Indikationen*; Springer Medizin Verlag: Heidelberg, 2009; S. V, 2, 3, 5, 6, 14, 28, 31.
- Langendoen, J.; Sertel, K. *Das Taping-Selbsthilfe-Buch*; TRIAS Verlag: Stuttgart, 2013; S. 43.
- List, M. *Physiotherapie in der Traumatologie*, 5th ed.; Springer-Verlag GmbH: Heidelberg, 2009; S. 8.
- Mann, T. *Der Zauberberg*.
- Pander, C. Hilfreich auch ohne Beweis. *Stuttgarter Zeitung*, 1. Februar 2014.
- Phasen der Wundheilung*; Universitätsklinikum Mannheim, Veröffentlichung Kinderchirurgische Klinik, 2010.
- Plewig, G.; Przybilla, B. *Fortschritte der praktischen Dermatologie und Venerologie*; Springer Verlag GmbH: Berlin-Heidelberg, 1997; S. 8, 15.
- Pohlmann, E. *Physio-Taping. Kinesiologisches Taping in der Manual- und Physiotherapie*; Spitta Verlag GmbH & Co. KG: Balingen, 2011; S. 9.
- Pschick, M. *Propriozeptives Sensomotorisches Taping*; Fortbildungsakademie Markus Pschick GmbH: Regensburg, 2008; S. 4.
- Reifferscheidt, M.; Weller, S. *Chirurgie*; Georg Thieme Verlag KG: Stuttgart, 1986; S. 298.
- Roth, R. *Bildatlas Senso-Taping® – Untere Extremität*; KVM Verlag: Berlin, 2013; S. 238.
- Schiebler TH, (. L. C. J. *Histologie - Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen*; Springer Verlag GmbH: Berlin-Heidelberg-New York, 1996; S. 647, 648.
- Schmidt, R. F.; Thews, G. *Physiologie des Menschen*; Springer Verlag GmbH: Berlin-Heidelberg-New York, 1997; S. 95, 298.
- Schünke, M.; Schulte, E.; Schumacher, U. *Prometheus - Allgemeine Anatomie und Bewegungssysteme*; Georg Thieme Verlag KG: Stuttgart, 2006; S. 328.
- Sielmann, D. *Medi-Taping im Sport*; Karl F. Haug Verlag, MVS Medizinverlage: Stuttgart, 2008; S. 20, 22, 23, 58.
- Speckmann, E.-J.; Wittowski, W. *Handbuch Anatomie. Bau und Funktion des menschlichen Körpers*; h.f.ullmann publishing GmbH: Potsdam, 2012; S. 98.
- Steinert, J. Kinesiologische Tapes. *Öko Test*, Mai 2013, 66-71.
- Striebel, H. W.; Frank, G.; Philippi, W.; Fischer, A.; Böhm, U.; Schwagmeier,

- R. Therapie chronischer Schmerzen. Ein praktischer Leitfaden. Schattauer GmbH: Stuttgart, 2002; S. 5.
- van Saase, J. L.; van Romunde, L. K.; Cats, A.; Vandenbroucke, J. P.; Valkenburg, H. A. Epidemiology of osteoarthritis: Zoetermeer survey. Comparison of radiological osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 other populations. *Ann Rheum Dis.*, April 1989, 360.
- Voggenreiter, G.; Dold, C. *Wundtherapie. Wunden professionell beurteilen und erfolgreich behandeln*; Georg Thieme Verlag KG: Stuttgart, 2004; S. 7.
- Wild, T.; Auböck, J. *Manual der Wundheilung. Chirurgisch-dermatologischer Leitfaden der modernen Wundbehandlung*; Springer Verlag GmbH: Wien, 2007; S. 2.
- Zeitschrift Ergotherapie und Rehabilitation*, Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart, Januar 2014.
- Zimny, M. L. Mechanoreceptors in articular tissues. *Am J Anat.*, 1988, 16-32.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Reizantwort der cutanen Mechanorezeptoren.....	12
Abbildung 2: Aufbau der Haut	14
Abbildung 3: Mechanorezeptoren.....	16
Abbildung 4: Wundheilungsphasen	25
Abbildung 5: Muskelanlage des Erektor spinae: blaues Tape	27
Abbildung 6: Entstauung Bauch: blaues Tape	28
Abbildung 7: Anteriore Schulterinstabilität: rotes Tape	30
Abbildung 8: Stabilisierung Kollateralbänder des Knies: blaues Tape.....	30
Abbildung 9: Spaceanlage LWS: blaues Tape	31
Abbildung 10: Impingementsyndrom	34
Abbildung 11: Haltungstape	34
Abbildung 12: Achillodynie	34
Abbildung 13: Tapolage bei Z.n. Anriss des Lig. cruziforme anterior	34
Abbildung 14: Röntgenbild Kniegelenk präoperativ: Valgus-Gonarthrose.....	38
Abbildung 15: Röntgenbild Kniegelenk postoperativ: Knie TEP	39
Abbildung 16: Exemplarisches Lymphtape nach Kniegelenksendoprothese ...	43
Abbildung 17: Geschlechterverteilung in den beiden Gruppen.....	46
Abbildung 18: Oxford Knee Score präoperativ mit max. 60 Punkten.....	47
Abbildung 19: Altersverteilung.....	48
Abbildung 20: Physiotherapiemaßnahmen zum jeweiligen Messzeitpunkt	49
Abbildung 21: Schmerzmittelbedarf.....	50
Abbildung 22: Beweglichkeitsentwicklung	51
Abbildung 23: Relativer Zugewinn der Beweglichkeit.....	52
Abbildung 24: Absoluter Zugewinn der Beweglichkeit.....	52
Abbildung 25: Oberschenkelumfang	53
Abbildung 26: Relative Abnahme des Oberschenkelumfangs.....	54
Abbildung 27: Absolute Änderung des Oberschenkelumfangs.....	54
Abbildung 28: Kniegelenksumfang	55
Abbildung 29: Relative Abnahme des Kniegelenksumfangs	55
Abbildung 30: Absolute Abnahme des Kniegelenksumfangs	56

Abbildung 31: Schmerzentwicklung.....	57
Abbildung 32: Relative Schmerzabnahme	57
Abbildung 33: Absolute Reduktion der Schmerzen	58
Abbildung 34: Schmerzintensität 2.-3. Tag postoperativ	58
Abbildung 35: Schmerzintensität 10.-12. Tag postoperativ	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klassifikation der Nervenfasern	10
Tabelle 2: Überblick der Mechanorezeptoren, modifiziert	13
Tabelle 3: Punktesystem Physiotherapie	44

Abkürzungsverzeichnis

A.:	Arterie
Abb.:	Abbildung
Abeta Fasern:	hemmende Schmerzfasern
aMW Phy.:	angewendete Physiotherapie (Mittelwert)
BGM:	Bindegewebsmassage
CPM:	continuous passive motion
Ext./ Flex.:	Extension/ Flexion
Knie-TEP:	Knie-Totalendoprothese
Lig.:	Ligamentum
m/s:	zurückgelegte Meter in 1 Sekunde
Med:	Medikament
NII.:	Nodulus lymphaticus
RA:	rapidly adapting
SA:	slowly adapting
µm:	Mikrometer
V.:	Vene
WDR Neuron:	(Wide-dynamic-range-Neurone) sind Neurone, die mit geringer Entladungsfrequenz auf nicht-noxische Reize (beispielsweise Druck) reagieren
Z.n.:	Zustand nach

Anhang

1.Fragenbogen

Oxford Knie Score

Bitte beantworten Sie die folgenden 12 Fragen, indem Sie bei jeder Frage die zutreffende Zahl ankreuzen. Wählen Sie nur eine Antwort pro Frage.

Während der letzten 4 Wochen ...

- 1 Wie würden Sie die Schmerzen beschreiben, die Sie üblicherweise in Ihrem Knie hatten?
 1. Keine
 2. Sehr Gering
 3. Gering
 4. Mässig
 5. Stark

- 2 Hatten Sie wegen Ihrem Knie Schwierigkeiten, sich selbst zu waschen und abzutrocknen (am ganzen Körper)?
 1. Überhaupt keine Schwierigkeiten
 2. Sehr geringe Schwierigkeiten
 3. Mässige Schwierigkeiten
 4. Extreme Schwierigkeit
 5. Unmöglich zu tun

- 3 Hatten Sie wegen Ihrem Knie Schwierigkeiten, in ein, bzw. Aus einem Auto zu steigen oder öffentliche Verkehrsmittel zu benutzen? (welches Sie eher benutzen)
 1. Überhaupt keine Schwierigkeiten
 2. Sehr geringe Schwierigkeiten
 3. Mässige Schwierigkeiten
 4. Extreme Schwierigkeit
 5. Unmöglich zu tun

- 4 Wie lange konnten Sie gehen, bevor Sie starke Schmerzen in ihrem Knie bekamen (mit oder ohne Stock)?
 1. Keine Schmerzen / > 30 Minuten
 2. 16 bis 30 Minuten
 3. 5 bis 15 Minuten
 4. Nur zu Hause
 5. Gar nicht

- 5 Wie schmerzhaft war es für Sie wegen Ihrem Knie, nach einer Mahlzeit wieder vom Tisch aufzustehen?
 1. Gar nicht schmerzhaft
 2. Ein wenig schmerzhaft
 3. Mässig schmerzhaft
 4. Sehr schmerzhaft
 5. Unerträglich

- 6 Haben Sie wegen Ihrem Knie beim Gehen gehinkt?
 1. Selten / nie
 2. Manchmal oder nur am Anfang
 3. Oft, nicht nur am Anfang
 4. Die meiste Zeit
 5. Die ganze Zeit

2.Fragebogen: 2.-3. Tag post OP

Name:

Alter:

Voraussetzungen prä- OP.: vgl. oxford knee score

1.1 Schmerzskala: **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**

0 = keine Schmerzen

10 = extrem starke Schmerzen

1.2 Beweglichkeit: -Flexion:

-Extension:

1.3 Umfangmessung: - Oberschenkel (20cm über inn. KG Spalt):

- Kniescheibenmitte:

1.4 Bluterguß:

Weichteilschwellung:

Hautwärme:

Druckempfindlichkeit:

1.5 Schmerzmedikation:

Infektion:

Komplikationen:

Blutverdünnung:

Kompressionsstrümpfe:

1.6 Ärztliche Vorgaben:

Röntgenbefund:

Physiotherapie:

Bewegungsschiene:

1.6 Eigene Einschätzung über Heilungsverlauf:

3.Fragebogen: 10.-12. Tag post OP mit Tapeanlage

Name:

Alter:

1.1 Schmerzskala: **0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10**

0 = keine Schmerzen

10 = extrem starke Schmerzen

1.2 Beweglichkeit: -Flexion:

-Extension:

1.3 Umfangmessung: - Oberschenkel (20cm über inn. KG Spalt):

- Kniescheibenmitte:

1.4 Bluterguß:

Weichteilschwellung:

Hautwärme:

Druckempfindlichkeit:

1.5 Schmerzmedikation:

Infektion:

Komplikationen:

Blutverdünnung:

Kompressionsstrümpfe:

1.6 Ärztliche Vorgaben:

Röntgenbefund:

Physiotherapie:

Bewegungsschiene:

1.6 Eigene Einschätzung über Heilungsverlauf:

Danksagung

Es ist mir ein Anliegen, Herrn Prof. Dr. med. A. Beck für die Themenstellung, die Übernahme des Referates und die Betreuung der Dissertationsarbeit zu danken.

Herzlich danken möchte ich auch FOA Dr. med. Schneider für die Übernahme des Korrekturlesens. Des Weiteren möchte ich Herrn Dr. Barthel danken, da er mir sehr kompetent und freundlich bei auftretenden Fragen und Schwierigkeiten mit seinem Rat zur Seite stand.

Nicht zuletzt gebührt meinen Eltern und Silke ganz besonderer Dank, da sie durch ihre mentale Unterstützung wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.