

# **Erklärungsmodelle zur Wirkung von Bandagen**

**Eine schriftliche Arbeit  
im Rahmen der Bundesfachschule für Orthopädietechnik  
Dortmund**

eingereicht von

Andreas-Florian Muders  
und  
Adrian Frei, ORTHO-TEAM AG

betreut von

Herrn S. Bieringer

Dortmund, im Oktober 2007

# 1 Inhaltsverzeichnis

1 Inhaltsverzeichnis	2
2 Einleitung	3
3 Definition von Bandagen	4
Typen und Klassifizierung der Bandagen	4
Material und Herstellung	6
4 Biomechanische Wirkung von Bandagen	9
Definition der Biomechanik	9
Biomechanische Modelle der Wirkungsweise von Bandagen	9
Wirkungsweise von Bandagen auf den Körper	11
Innere und Äussere Kräfte	11
Veränderung der Statik	12
Kompressionsdruck bei Bandagen	12
Definition des Kompressionsdruckes	13
Stärke des Kompressionsdruckes bei Bandagen	13
Bedeutung der Kompression auf den menschlichen Körper	13
Wirkungsweise von Pelotten in Bandagen	14
Gliederung der Pelotten in Funktionsgruppen	14
Erklärungsmodell von Bandagen integriert mit einer Pelotte	14
Wirkung auf die Muskulatur	16
5 Sensomotorik bei Bandagen	17
Definition von Sensomotorik	17
Sensomotorisches System zwischen Mensch und Umwelt	17
Beeinflussung des sensomotorischen Systems durch Bandagen	18
6 Zusammenfassung	20
7 Quellenangaben	21

## 2 Einleitung

Im Alltag sind unsere Gelenke zahlreichen Belastungen und damit auch verbundenen Fehlbelastungen ausgesetzt.

Insbesondere bei sportlichen Aktivitäten oder im Beruf, werden oftmals die Hand-, Ellenbogen-, Sprunggelenk, sowie die Fuss- und Hüftgelenke stark beansprucht.

Für den Funktionserhalt des Bewegungsapparates ist die Bewegung sehr wichtig. Ein Mangel an Bewegung führt zum Verlust der Muskelkraft und kann Gelenkbeschwerden auslösen. Da unsere Gelenke für den heutigen modernen Alltag nicht geschaffen sind, kommt es oft zu Problemen des Bewegungsapparates. Schon beim normal gewichtigen Menschen haben uns alltäglich vertraute Bewegungsmuster wie Treppensteigen, Laufen und Gehen, Gelenkbelastungen zur Folge.

Mit zunehmendem Gewicht nimmt diese Krafteinwirkung auf die Gelenke logischerweise zu.

Als Beispiel sei hier zu erwähnen, dass schon zehn Kilogramm mehr Gewicht in einzelnen Gelenksregionen das drei- bis vierfache an Krafteinwirkung auf die Gelenke ausüben können.

Durch gezieltes und kontrolliertes Bewegungstraining, in Kombination mit Muskelaufbau, lassen sich Schwächen am Gelenk teilweise kompensieren.

Ein anderer Teil dieser Schwächen lassen sich durch den Einsatz von mechanischen Hilfsmitteln, zu welchen auch die Bandage zählt, mindern [1].

Die Arbeit ist in drei Kapitel unterteilt auf welche genauer eingegangen wird.

Als erstes Thema wird näher auf Bandagen, ihre Definition, Typen, Klassifizierung und Material sowie der Herstellung eingegangen.

Im zweiten Teil steht die Biomechanik im Vordergrund. Zum Schluss widmen wir uns noch näher der Sensomotorik.

### 3 Definition von Bandagen

Unter einer Bandage versteht man ein Orthopädisches Heil- und Hilfsmittel, welches ein Körperteil zirkulär eng umschliesst und durch verschiedenste Mechanismen das Gelenk schützt und stabilisiert. Die Grundelemente der Bandage haben entweder dynamische (elastisch) oder statische (starre) Merkmale. Durch den engen Kontakt der Bandage zum Körper, werden Hautrezeptoren gereizt. Über viele innere Mechanismen wird aktiv die Muskulatur zur Stabilität mit herangezogen [12].

Ebenfalls wird durch den Druck auch ein Massageeffekt erzielt, welcher eine bessere Durchblutung fördert. Nicht zu vergessen ist allerdings auch der psychologische Aspekt. Beim Tragen einer Bandage wird dem Betroffenen in jedem Augenblick signalisiert, dass er achtsam mit seinem Gelenk umgehen soll [1].

Bandagen weisen einige typische Konstruktionsmerkmale auf:

- Sie umschließen Körperteile- in der Regel ein oder mehrere Gelenke
- Sie liegen eng an und wirken direkt auf die Hautoberfläche
- Wesentliche Anteile der Bandage bestehen aus elastischen oder teilelastischen Materialien [10].

Bandagen werden entweder nach dem Anwendungsbereich oder nach ihrem Erfinder differenziert.

- 1.Nach dem Anwendungsbereich: z.B. Rippenbruch-oder Wärmebandage
- 2.Nach dem Erfinder: z.B. Tigges, Kallabis Bandage [13].

#### 3.1 Typen und Klassifizierung der Bandagen

Es gibt Bandagen für fast alle Gelenksregionen und in den unterschiedlichsten Materialien (vgl. 3.2).

Da im allgemeinen Sprachgebrauch Bandagen oft nicht von Orthesen unterschieden werden, wird hier nochmals kurz darauf eingegangen.

Während Orthesen vor allem eingesetzt werden um Körperfunktionen zu sichern, erzielen Bandagen ihre therapeutische Wirkung durch die Propriozeption (vgl. 5.1) und den Massageeffekt.

Durch Pelotten kann dieser Effekt noch verstärkt werden (vgl. 4.5).

Ziel einer Bandage ist es, durch das Erzeugen von Wärme und der Propriozeption, Schmerzen zu lindern und dadurch die Mobilität des Patienten zu verbessern [1].

Für Bandagen gibt es verschiedene Typen und Klassifizierungen, es wird unterschieden nach ihrem Anwendungsort, nach dem Einsatzbereich und nach dem Konstruktionsprinzip.

##### Einteilung nach dem Anwendungsort

In Deutschland werden Bandagen im Hilfsmittelverzeichnis in der Produktgruppe 5. Bandagen aufgeführt und nach ihrem Anwendungsort das heißt nach ihrer Lokalität eingeteilt z.B. Hand, Fuß, Knie usw.

Innerhalb der Anwendungsorte werden weitere Gruppen untergliedert. Mit Hilfe einer zehnstelligen Ziffernfolge wird jedem kassenärztlichen Hilfsmittel eine Positionsnummer für das Hilfsmittelverzeichnis zugewiesen. Das Hilfsmittelverzeichnis ist eine Art "Positionsliste" für den Hilfsmittelbereich.

Ein Beispiel zum Verständnis

05.14.01.0030

- 05. = Bandagen (Produktgruppe)
- 14. = Lendenwirbelsäule (Anwendungsort)
- 01. = LWS-Bandagen (Untergruppe)
- 0030. = Lombax. Fa. Thuasne (Einzelprodukt)

Diese Einteilung ist wichtig für die Rezeptabrechnung für Sanitätshäuser und Krankenkassen [10].

#### Einteilung nach Indikationen und therapeutischen Anwendungen

Bandagen können auch nach ihrem Haupteinsatzbereich in folgende Gruppen eingeteilt werden:

- prophylaktische Bandagen  
Dies sind Bandagen die zur Vorsorge und Schutz des Gelenkes oder der Gelenke eingesetzt werden
- funktionelle Bandagen (aktive Bandagen)  
Sie unterstützen die Gelenke in ihrer physiologischen Funktion und verhindern pathologische Bewegungsmuster
- postoperative und rehabilitative Bandagen  
Sie finden ihren Einsatzbereich zur Sicherung des OP-Ergebnisses und werden nach operativen Eingriffen angelegt oder als Rehamittel zur Rehabilitation verordnet [10].

#### Einteilung nach dem Konstruktionsprinzip

Geht man vom Konstruktions- und Wirkungsprinzip aus, lassen sich Bandagen in folgende Gruppen gliedern:

- Kompressionsbandagen mit Pelotten und ohne Pelotten
- Funktionssicherungsbandagen
- Stabilisierungsbandagen [10].

#### *Kompressionsbandagen mit Pelotten*

Kompressionsbandagen sind Bandagen die eine komprimierende Wirkung mit geringer externen mechanischen Stabilisierung haben. Ihre Mobilisation ist hoch und die Immobilisation gering, daraus ergibt sich ein großer Bewegungsumfang. Sie hat kaum direkte mechanische Stabilisation und Funktionseinschränkung. Die aktive muskuläre Gelenksicherung wird beeinflusst durch die indirekte Stabilisierung [10].

#### *Kompressionsbandagen ohne Pelotten*

Hierunter sind vor allem Kompressionsstrümpfe zu nennen sowie alle Bandagen, die einen großflächigen Druck auf die betroffene Körperregion ausüben [10].

#### *Funktionssicherungsbandagen*

Bei der Funktionssicherungsbandage wird durch mechanische Führungsgelenke die Sicherung der Gelenkfunktion verstärkt. Die Mobilität bleibt erhalten. Leichte

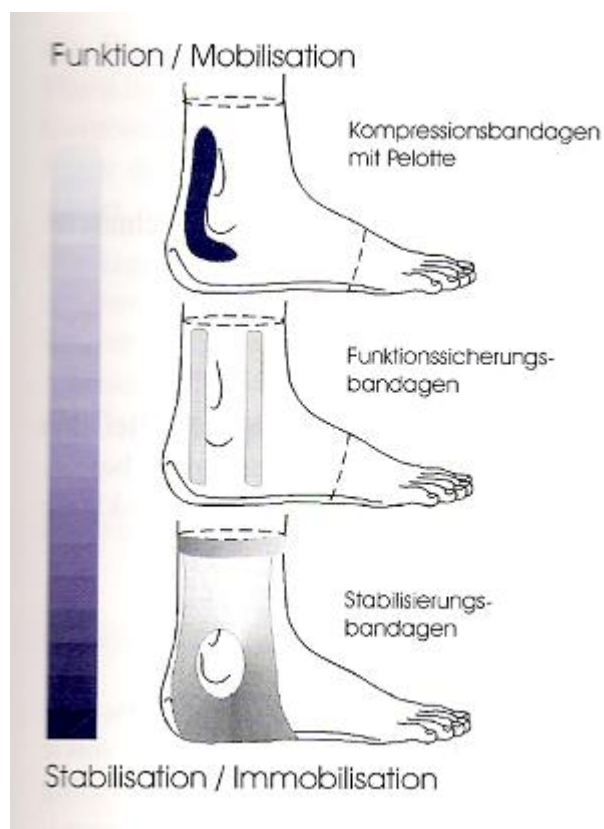
Immobilisation durch Blockierung oder Begrenzung von Bewegung durch die mechanischen Führungselemente ist möglich. Die Gelenkführung wird durch die mechanische Konstruktionen unterstützt [10]..

### *Stabilisierungsbandagen*

Durch mechanische Elemente, wie Federn, Stäbe, Gelenke oder auch feste Schalen wirken diese Bandagen stabilisierend, teilimmobilisierend oder versteifend auf das Gelenk. Die Einschränkung der Mobilität und Immobilisation ist oft sehr hoch. Dadurch wird eine mechanische Führung oder Überbrückung des Gelenkes vollzogen und eine passive Stabilisierung des Gelenkes erreicht [10]..

Durch die verschiedenen Konstruktionsprinzipien entstehen unterschiedliche Wirkungen auf das Gelenk. Dies hat zur Folge, dass entweder eine mobilisierende oder immobilisierende Auswirkung auftritt [10].

Abb.1 Einteilung nach Konstruktions- und Wirkprinzip am Beispiel der Sprunggelenksbandage [10].



## 3.2 Material und Herstellung

### Komprimierende Gewebe

Meistens werden Bandagen aus elastischen, aber auch aus unelastischen Materialien hergestellt. Die elastischen Materialien üben bei der Dehnung eine Kompressionswirkung aus. Die Stärke der Kompression hängt von drei Faktoren ab:

- von der Materialeigenschaft
- von dem Dehnungsgrad des elastischen Materials
- von der Form des darunter liegenden Körperteils

Je prominenter ein Körperteil hervorsticht und je kleiner der Radius der Vorwölbung, desto höher der Druck in diesen Bereich.

So erzeugen beispielsweise zu eng angemessene Bandagen einen hohen Kompressionsdruck und können zu Abschnürungen von Lymph- und Blutbahnen (Versorgungsgefäßen) führen (vgl. 4.4.2). Dadurch ist die Zirkulation der Körperflüssigkeiten nicht mehr gewährleistet und es können Stauungen entstehen.

Die Materialeigenschaften bestimmen wie sich die Stärke der Kompression bei zunehmender Dehnung des Materials verändert.

Die Materialien, die in der Orthopädie-Technik verwendet werden sind vor allem elastische Gestricke und Gewirke.

Gestrick: - Gestricke sind in der Regel zweizügig aufgebaut.  
Unter Zweizügigkeit versteht man die Dehnung in Längs- und Querrichtung des Materials.

- Die Gestricke können flach und rundgestrickt gefertigt werden

Zwischen flach- und rundgestrickt gibt es einige Unterschiede:

### Flachstricken

Ein besonders Merkmal der flachgestrickten Bandagen ist die Naht. Die das flächenhafte Material zu einem schlauchförmigen Gebilde zusammenfügt. Der elastische Faden, auch Schussfaden genannt, ist in das Gewirk eingelegt.

Dieser elastische Faden ist für die Kompressionseigenschaft des Materials maßgeblich bestimmt.

Die Merkmale der flachgestrickten Gestricke:

- Die Naht, die zum Verschließen der Bandage von Nöten ist
- Formgebung durch zu- und abnehmen des flachgestrickten Materials
- Unterschiedliche Anzahl von Maschen
- zick-zackförmiger Verlauf des elastischen Schussfadens [14].

Ein klarer Vorteil der flachgestrickten Gestricke ist die genaue Anpassung an komplizierte anatomische Verhältnisse wie es bei starken Narbenbildungen oder Hinterschneidungen durch Verbrennung, Unfälle oder Deformationen der Fall ist. Ein Nachteil dieser Bandagen ist die Naht, die den Tragekomfort beeinträchtigen kann. Der Schwachpunkt besteht darin, dass der Nahtfaden bei stetiger Reibung aufgehen kann. Um diese Bandagen herzustellen, bedarf es relativ aufwendige Prozesse [10].

Das Maschenbild ist in der Regel gröber. (ca. 12-15 Maschen pro Zoll)

### Rundgestrickt

Rundgestrickte Bandagen weisen keine Naht auf. Der Fadenverlauf des kompressionswirksamen elastischen Schussfadens verläuft spiralförmig im Gestrick.

Die Merkmale der rundgesrickten Gestricke:

- es ist an den Bandagen keine Naht vorhanden
- der Schussfaden läuft spiralförmig
- am Gesamten Gestrick der Bandage ist die gleiche Anzahl der Maschen vorhanden

Vorteile der rundgestrickten Gestricke sind das feine Maschenbild (ca. 24-28 Maschen pro Zoll), dadurch entsteht ein sehr großer Tragekomfort und die schnelle automatisierte Fertigung. Große Nachteile entstehen durch das Rundstricken. Da die Anzahl der Maschen sich nicht verändert lässt. Dies hat zur Folge, dass die Anpassungsmöglichkeit an spezielle anatomische Gegebenheiten begrenzt ist [10].

## 4 Biomechanische Wirkung von Bandagen

Im folgenden Abschnitt wird spezifisch auf die biomechanische Wirkung ausgehend von Bandagen eingegangen. Die Schwerpunkte sind, neben der Definition von Biomechanik auch die Frage, ob und wenn ja wie, sich der Körper in der Statik verändern könnte.

Ebenfalls wird der Kompressionsdruck als sehr wichtiges Thema näher erläutert und auf die Wirkung von Pelotten eingegangen.

### 4.1 Definition der Biomechanik

Biomechanik wird als Wissenschaft von der mechanischen Beschreibung und Erklärung der Erscheinungen und Ursachen der Bewegungen unter Berücksichtigung der biologischen Bedingungen des Organismus beschrieben.

(K. Willimczik, 1989; zit. nach [2]). Uhlig beschreibt die Definition wie folgt: Biomechanik in der Orthopädie-Technik ist die Lehre von der Einwirkung von technischen Heil- und Hilfsmittel auf lebende Gewebe und den Auswirkungen auf menschliche Haltungs- und Bewegungsfunktionen [12].

Das Wort Biomechanik ist aus zwei Teilen zusammengesetzt.

Bio = biologische Grundlagen in Anatomie, Biologie, Physiologie (Kraft) und Psychologie

Mechanik= mechanische Grundlagen in Physik und Mathematik [2].

Wichtige Aufgaben der Biomechanik sind:

- Mechanische Beschreibung von Bewegungsabläufen
- Analysen des Bewegungsapparates
- Analysen der Entwicklung nach z.B. einem Training [2]

### 4.2 Biomechanische Modelle der Wirkungsweise von Bandagen

In dem gesamten Bereich der Bandagenversorgung gibt es verschiedene biomechanische Modelle, die einzeln oder in Kombination genutzt werden können.

Eine Bandage kann folgende Wirkungen haben:

- Stabilisierung
- Beschwerdelinderung durch Kompression (vgl. 4.4)
- Erzeugung eines Wärmeeffektes
- Erzeugung eines Massageeffektes
- abschwellende Wirkung
- psychologische Wirkung
- Entlastung
- Korrektur und Redression [3]

## **Stabilisierung**

### Führung / Stabilisierung

Gelenkübergreifende Formteile dienen der Führung und Stabilisierung von Gelenken. Am Beispiel der Sprunggelenksbandage ist dies sehr gut zu erklären. Das obere Sprunggelenk wird durch eine Gelenksicherungsbandage geführt. Heben und Senken des Fußes (Dorsalextension, Plantarflexion) bleiben möglich. Die Seitenbänder werden aber mechanisch und durch das gesamte sensomotorische System gesichert.

### Immobilisation

Gelenkübergreifende Formteile sorgen dafür, dass eine Immobilisation, also eine Ruhigstellung des betroffenen Gelenkes vollzogen wird. Es findet nur eine Bewegungseinschränkung und keine Fixation statt.

### Propriozeptive Wirkung

Verbesserung und Förderung der aktiven muskulären Führung und Stabilisierung von Gelenken durch Beeinflussung der Haut- und Bewegungssensoren. Die Kompression des Kniegelenks durch eine Kniegelenksbandage führt zur reflektorischen Beeinflussung der gelenksichernden Muskulatur. Das verbessert die aktive Gelenksicherung und stärkt zugleich das subjektive Gefühl der Gelenkstabilität.

## **Erzeugung eines Wärmeeffektes**

### Rheologische Wirkung

Die Durchblutung von Problemzonen durch mechanische Stimulation und Wärmewirkung wird verbessert. Entscheidend dafür sind Pelotten die auch auf Vertiefungen Kompression ausüben zum Beispiel ein Silikonring bei der Kniebandage. Sie verbessern die Versorgung des Gewebes und die intermetrierende Kompression der peripatellaren Region.

## **Entlastung**

Hochbeanspruchte Teile des Bewegungsapparates werden mechanisch entlastet. Zum Beispiel durch das Unterlegen eines Fersenkeils wird der Achillessehnenansatz entlastet. Das Anheben der Ferse verursacht, dass Ursprung und Ansatz der Wadenmuskulatur einander näher gebracht werden. Dieses mindert den Zug der Sehne auf den Sehnenansatz. Wobei in diesem Fall auf die Balance zwischen Entlastung und Fehlhaltung zu achten ist, da eine zu starke Entlastung durch Anhebung der Ferse einen Spitzfuß mit erhöhten Druck auf den Vorfuß zur Folge hat.

## Korrektur / Redression

Fehlhaltungen die am Körper vorhanden sind werden in Richtung Normalform, Normalstellung zurückgeführt oder korrigiert. Ein wirksames Modell der Redression und Korrektur ist das Drei-Punkte-Prinzip. Zur Verdeutlichung hier an einer Rückenstützbandage dargestellt, durch Korrektur der Hyperlordose: die übermäßige Krümmung der Lendenwirbelsäule wird durch eine Thorakale und Sakrale Anlage (zwei Punkte) und dem Gegenspieler der abdominalen Druckes korrigiert. Es wird eine Entlordosierung der Lendenwirbelsäule angestrebt und versucht eine Schmerzlinderung einzuleiten.

## Psychologische Wirkung

Besonders nach Verletzungen können Bandagen einen beruhigenden Effekt auf den Träger ausüben. Schonhaltungen und gestörte Bewegungsmuster werden schneller überwunden, da ein Gefühl der zusätzlichen Sicherung entsteht [10].

## 4.3 Wirkungsweise von Bandagen auf den Körper

Es ist bekannt, dass Bandagen nützlich sein können um mehr Stabilität für die Gelenke zu erlangen. Ebenfalls können Bandagen vor Verletzungen schützen und dazu beitragen, bei bestehenden Verletzungen in einem gewissen Masse weiter zu trainieren.

Tabelle 1 soll Aufschluss über die Nutzung, Lokalisation und Gründe vom Tragen einer Bandage geben ( untersucht wurden 108 Personen, die eine sportliche Aktivität ausüben konnten).

<b>Bandagen</b>	<b>Insgesamt</b>
Bandagennutzung insgesamt	108
im Training	29
im Wettkampf	18
Sowohl als auch	11
nur bei Beschwerden	66
<b>Lokalisation</b>	
Fuss	17
Sprunggelenk	26
Unterschenkel	4
Knie	66
Oberschenkel	3
<b>Gründe der Bandagennutzung</b>	
Stabilisierung	35
Beschwerdelinderung	27
Ganglion	1
Wärmeeffekt	2
Abschwellende Wirkung	2

Tabelle 1: Nutzung von Bandagen, Lokalisation und Gründe [3].

Aus dieser Tabelle wird ersichtlich, dass eine Bandage im Wesentlichen vor allem bei Beschwerden genutzt wird und am Knie die häufigste Anwendung findet.

#### **4.3.1 Innere und äussere Kräfte**

Unter inneren Kräften werden alle Kräfte verstanden, welche im innern des Körpers auftreten. Als Beispiel sei hier zu erwähnen, die Muskelkraft und die inneren Organe. Unter äusseren Kräften werden all jene bezeichnet, welche von aussen auf den Betroffenen wirken. Beispiele hierfür sind: Gewichte, Strömung im Wasser, Schwerkraft usw. [2].

Das statische und dynamische Gleichgewicht wird aus den äusseren und inneren Kräften gebildet. Äussere Kräfte sind technisch erfassbar, weil sie auf die Schwerkraft und Trägheitskräfte des menschliche Skelettsystem und Gelenke einwirken. Innere Kräfte sind technisch nicht voll erfassbar, weil unter anderem biologische Ausfälle Gleichgewichtsveränderungen zur Folge haben [12].

#### **4.3.2 Veränderung der Statik**

An unterschiedlichen Körperbereichen unterliegen Bandagen ihren verschiedenen biomechanischen Wirkungsweisen. Nicht alle Bandagen haben redressierende, korrigierende und reponierende Elemente die für die Veränderung der Statik hilfreich sind.

Als Beispiel sei hier eine Bandage für den Lendenwirbelbereich genannt:

Bauch und Rücken werden zirkulär von der Bandage umfasst. Die Abstützung des Zwerchfells und des Beckenbodens auf die Bauchblase bewirkt, dass bei der Einatmung eine Ausweichbewegung nach cranial stattfindet und somit eine Entlastung der Wirbelsäule durch die statische Veränderung der Lordose erzwungen wird.

Die Verlagerung des Körperschwerpunktes ist ein weiterer Vorteil der zirkulären Umfassung bei Kreuzstützbandagen. Durch die Kompression der Bandage wird das Abdomen redressiert und somit eine Verkürzung des Hebels erzielt. Es entsteht ein Aufrichten des gesamten Bereiches und die Belastung der Wirbelsäule wird reduziert [11].

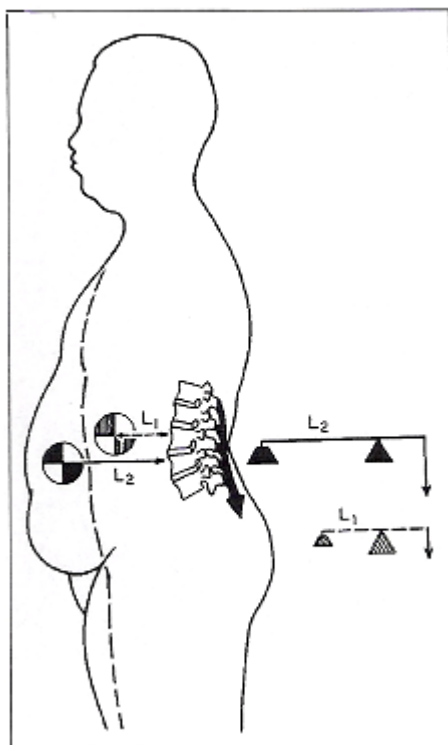


Abb.1 Zurückverlagerung des Körperschwerpunktes  
Durch Anheben des Abdomens und Unterstützung  
Der Bauchmuskulatur [16]

## 4.4 Kompressionsdruck bei Bandagen

Ein Hauptmerkmal von elastischen Bandagen ist die Wirkung der Kompression. In diesem Kapitel wird näher auf den Kompressionsdruck eingegangen. Kompression kann aktiv (Muskeln), oder passiv (Bandagen) aufgebaut werden. Damit eine Kompression aufgebaut werden kann ist es wichtig, dass die Bandage eng und zirkulär am Körper anliegt [4].

### 4.4.1 Definition des Kompressionsdruckes

Unter Kompression versteht man den ausgeübten Druck auf ein darunterliegendes Gewebe [4].

Man unterscheidet zwischen dem Arbeitsdruck und dem Ruhedruck. Der Arbeitsdruck einer Bandage ist der Druck den die Bandage bei der Arbeit der Muskulatur gegen die Extremität aufbringt, das heisst der Widerstand gegen die Ausdehnung gegen die Muskulatur. Der Ruhedruck ist der Druck den die Bandage auch dann noch leistet, wenn nach dem Arbeitstakt die Muskulatur ihren Umfang verliert. Das gleiche gilt auch für alle anderen Kompressionselemente [15].

#### **4.4.2 Stärke des Kompressionsdruckes bei Bandagen**

Die Stärke des Kompressionsdruckes kann wie folgt erklärt werden: ist die Muskulatur entspannt, setzt sich die Stärke des Kompressionsdruckes nur aus den elastischen Eigenschaften und der Dehnung des Materials zusammen.

In diesem Falle wird eine hohe Kompression durch eine starke Dehnung und eine grosse Rückstellkraft bewirkt.

Bei Kontraktion des Muskels ein Widerstand durch die Bandage entsteht, da diese zirkulär geschlossen ist. Der Druck ist umso grösser, je weniger nachgiebig die Bandage ist.

Die Kompression ist für folgende Indikationen besonders wichtig:

- beschleunigter Abbau von Ödemen und Hämatomen durch Erhöhung des Kompressionsdruckes
- vorbeugende Massnahme bei Gefahr von Ödembildung

Wenn von Kompressionsstärke gesprochen wird, ist der Druck auf die Hautoberfläche an einem bestimmten Anwendungsort gemeint. Bei Bandagen liegt die Kompressionsstärke normalerweise zwischen 20-30 mmHg (entspricht der Kompressionsklasse 1-2 bei Kompressionsstrümpfen).

Es ist allerdings zu erwähnen, dass Bandagen keine verbindliche Kompressionsstärke aufweisen im Vergleich zu medizinischen Kompressionsstrümpfen [4].

#### **4.4.3 Bedeutung der Kompression auf den menschlichen Körper**

In den folgenden Punkten ist die Bedeutung der Kompression beschrieben: Durch die Kompression wird ein hoher Druck auf das Gewebe ausgeübt. Dieser beschleunigt den Abbau der Ödeme und Hämatome (durch Druck auf die Lymph- und Blutbahnen). Tiefliegende Gewebeschichten werden durch die zirkuläre Kompression stimuliert. Dies fördert die Durchblutung der Haut und wirkt sich positiv auf das lymphatische System aus. Durchfluss und Abtransport der Lymphflüssigkeiten und Abfluss des Blutes in den Venen wird gefördert. Dies nennt man die Rehologische Wirkung.

Ein wichtiger Aspekt ist auch die Propriozeptive Wirkung. Durch die Kompression der Bandage entsteht ein intensiver Hautkontakt. Daraus folgt eine Stimulation von Haut und Bewegungsrezeptoren, die stark Motorik und Gelenksicherungsfunktion muskulär positiv beeinflussen.

Die Memo-Funktion bezeichnet man auch als die Erinnerungsfunktion. Sie soll den Träger der Bandage erinnern, bestimmte Haltungen und Bewegungsmuster einzuhalten. Der intensive Hautkontakt (Kompression) und die mechanischen Widerstände (Stäbe, Gelenke, Schalen usw.) ermöglichen dieses.

Elastische Materialien übernehmen bei der Kompression die Trägerfunktion. Durch ihre Flexibilität und Anschmiegsamkeit an den Körper ist eine ideale Voraussetzung für den Unterbau der Gelenkschienen, Verstärkungen und Pelotten gegeben. Die Elastizität hat noch einen Vorteil, sie ermöglicht einen gewissen Spielraum für individuelle anatomische Formen und Funktionen [10].

## 4.5 Wirkungsweise von Pelotten in Bandagen

Als Beispiel wird im folgenden Kapitel unter anderem eine Narbenbruchbandage mit einer Pelotte näher erläutert und auf die Druckfokussierung der Pelotte eingegangen.

### 4.5.1 Gliederung der Pelotten in Funktionsgruppen

Pelotten sind Erhöhungen bzw. Verstärkungen die als lokale Druckpolster für ganz bestimmte Regionen an der Bandage fungieren. Je nach Form und Wirkungsstelle am Körper werden Pelotten in verschiedene Gruppen eingeteilt:

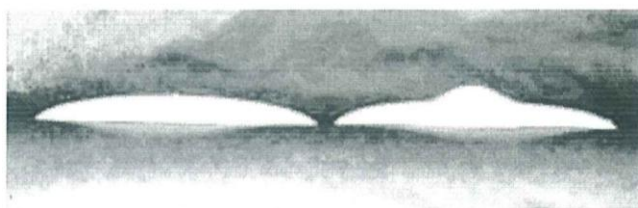
- Druckverstärkende Pelotten (Wirkung auf Vertiefungen)
- Druckmindernde Pelotten (Wirkung auf Knochenvorsprünge)
- Massierende und stimulierende Pelotten (Wirkung auf die Haut und tiefer liegende Gewebe)
- als Hilfsmittel für die gezielte Übertragung von Kräften

Pelotten können aus verschiedenen Materialien gefertigt werden. Bei Hernien in der Leistengegend werden die Pelotten der Bruchbandagen meist auf herkömmliche Weise aus Blockfilz oder gestopftem Molleskin hergestellt. Bandagen für Rumpf, untere und obere Extremität werden meist mit Silikonpelotten produziert (z. B. Genutrain, Lumbotrain, Epikondylitisbandage). Silikon ist nahe zu ermüdungsfrei, nicht komprimierbar und nicht porös. Es lässt sich in unterschiedlichen Härtegraden herstellen und kann durch Gießen geformt werden. Seine viskoelastischen Eigenschaften ermöglichen eine gute Übertragung von Kräften und eine gute Anpassung an die Körperform. Nachteilig ist, dass Silikon keine Feuchtigkeit aufnimmt und eine ölige Oberfläche aufweist [10]. .

### 4.5.2 Erklärungsmodell von Bandagen integriert mit einer Pelotte

Der Druck unter einer Bandage nicht rundherum gleich ist. Er hängt von einzelnen Faktoren wie den Körperoberflächenkrümmungen und Unebenheiten ab. Man kann sich vorstellen, dass der Druck bei expandierten Körperstellen, meist Knochenvorsprüngen wie die der Beckenkämme, grösser ist als an anderen Stellen.

Die Abbildung 2 soll dies nochmals verdeutlichen [5].



**Abb. 2** Pelotten einer Narbenbruchbandage (links) und einer Nabelbruchbandage (rechts) im Profil. Die Pelotte der Nabelbruchbandage ist in der Mitte konisch zugespitzt.

Abb. 2 (4/5 aus OT 9/02)

Im Zusammenhang mit einer Bruchbandage kann nur eine Druckerhöhung im Bereich der Bruchpforte erfolgen, wenn innen eine Wölbung durch die Pelotte vorhanden ist. Durch direkten Druck auf den Bruch kann ein Ilius entstehen. Ebenfalls ist die Festigkeit der Pelotten entscheidend für den Anpressdruck. Messungen haben ergeben, dass der Anpressdruck von Zugkraft- und Dehnungseigenschaften des Materials einer Bandage abhängen. Gewölbte Pelotten können im Gegensatz zu flachen Pelotten, einen dauerhaften Druck auf den Bruch ausüben [5].

#### ***4.5.3 Wirkung auf die Muskulatur***

Messungen einer Patellasehnenbandage haben ergeben, dass z.B. ein Druck, verursacht durch eine Pelotte, auf das Ligamentum patellae (Kniescheibenband) verstärkte muskuläre Aktivität zur Folge haben (Jerosch et al 1998; zit. nach [6]). Es werden vor allem diejenigen Muskeln aktiviert, welche dem Reiz stärker entgegenwirken (mehrheitlich die Kniebeugemuskulatur). Muskelfaserdehnungen im Quadriceps verstärken die Aktivität dieses Muskels. Durch die Modifikation einer Pelotte können die Aktivierung der Golgi- Sehnenorgane, welche in der Sehne verantwortlich für Spannungsänderungen im Muskel sind, am Patellaband und der Quadricepssehne zur Folge haben [6]. Eine Beeinflussung auf die Muskulatur kann durch die axiale Belastung der Golgi- Sehnenorgane hervorgerufen werden (Diez und Duysens 2000; zit. nach [6]).

## 5 Sensomotorik bei Bandagen

In diesem Kapitel wird uns die Sensomotorik bei Bandagen näher beschäftigen. Neben der Definition des Begriffs, muss die Frage gestellt werden, inwiefern das sensomotorische System durch Bandagen beeinflusst wird. Auch auf das sensomotorische System zwischen Mensch und Umwelt wird hier eingegangen.

### 5.1 Definition von Sensomotorik

Der Begriff Sensomotorik setzt sich zusammen aus den Begriffen Motorik und Sensorik. Unter Sensorik wird die Fähigkeit verstanden Wahrnehmung verschiedener Reize, die durch Rezeptoren, über affärente Nerven und Rückenbahnen zu den Sinneszentren gelangen, zu vermitteln.

Unter Motorik wird die Bewegung beschrieben, die an der Peripherie als Ortsänderung des menschlichen Körpers in Raum und Zeit wahrgenommen wird [7]. Es ist wichtig den Begriff Propriozeption im Zusammenhang mit der Sensomotorik zu erwähnen und zu definieren, da er uns an einigen Stellen in dieser Arbeit wieder begegnen wird.

Definition der Propriozeption: Man versteht darunter die bewusste und unbewusste Verarbeitung aller Informationen des Bewegungsapparates im zentralen Nervensystem [8].

### 5.2 Sensomotorisches System zwischen Mensch und Umwelt

Die wichtigste Art und Weise sinnlicher Verarbeitung geschieht durch die sensorische Integration.

Empfindungen werden verarbeitet bevor sie das Gehirn versorgen.

Die wichtigsten Sinnesorgane sind:

- das auditive System (hören)
- das vestibuläre System (Schwerkraft und Bewegungen)
- das propriozeptive System (Muskeln und Gelenke)
- das taktile System (Tastsinn)
- das visuelle System (sehen)

Werden diese Sinnesorgane entsprechend gereizt, kann dadurch die Umwelt wahrgenommen werden. Alle Impulse die wir über unsere Sinnesorgane aufnehmen, müssen verarbeitet und an Bedeutung gewinnen, bevor sie umgesetzt werden können.

Eine Entdeckung eines Gegenstandes ist oft ein Zusammenspiel verschiedener Sinnesorgane mit dadurch verbundenen Impulsen und Verarbeitungen im Gehirn.

Die Muskeln müssen ebenfalls durch vorherige Sinneswahrnehmungen so geführt werden, dass wir eine Bewegung angepasst ausführen können.

Um den Körper in der physiologischen Spannung und Körperhaltung zu halten, wird der Muskeltonus von Sinnesorganen gesteuert, welche vom vestibulären und

propriozeptiven System ausgehen. Menschen mit einer sensorischen Integrationsstörung haben oft einen niedrigen Muskeltonus, wodurch die Haltung geschwächt ist.

In einzelnen Fällen kann durch den Druck einer Bandage bessere propriozeptionale Wahrnehmung gewonnen werden und dadurch die Koordination verbessert werden [9].

### **5.3 Beeinflussung des sensomotorischen Systems durch Bandagen**

Nach Bruhin und Gollhofer (2002; zit. nach [6]) wurden zwei verschiedene Bandagen am Kniegelenk getestet, um die Bewegungskoordination zu kontrollieren.

Es wurden Gelenkstabilität und die Auswirkung auf das sensomotorische System untersucht (Baker et al. 1987 und Reer et al. 2001; zit. nach [6]). Das Tragen von Bandagen Veränderungen der Sensomotorik, durch stabilisierende Massnahmen am Gelenk, bewirken (Birmingham et al. 2000 zit. nach [6]).

Durch die verbesserte Propriozeption werden die Wahrnehmung, Bewegung und allfällige Bewegungsänderungen positiv beeinflusst. Somit wird auch die Sensomotorik optimiert und die Ansteuerung der Muskulatur erfolgt präziser (Kramer et al. 1997; Jerosch et al. 1998; zit. nach [6]).

Da die Wirkung einer Bandage auf einer Wechselwirkung des Betroffenen mit dem Hilfsmittel beruht, sieht man die Bandage als nicht rein passives Hilfsmittel an (Gollhofer et al. 2000; zit. nach [6]).

Die Messmethode über die Wirkung von orthopädischen Hilfsmitteln, die ursprünglich von einer Arbeitsgruppe für den Sprunggelenkskomplex erarbeitet wurde und die Wirkungsweise auf die sensomotorische Funktion und Stabilisation am Sprunggelenk erfasste (Alt et al. 1999; zit. nach [6]) wurde nun für das Kniegelenk angepasst.

Dadurch konnte man ebenfalls die Simulation von Verletzungsmechanismen und die damit verbundenen Reize testen. Es wurden zwei Simulationen durchgeführt: die anteriore Tibialverschiebung und die Translations- Rotationsbewegung auf einer Umknickplattform.

Es wurden unter Anderem neuromuskuläre Veränderungen am Gelenk durch das Tragen einer Bandage untersucht (Gollhofer und Bruhin, 2001,2002; zit. nach [6]).

Untersuchungen ergaben, dass mit der Stabilisierung eines Gelenkkomplexes sensorische Rückmeldungen in Form von Propriozeption auftreten, welche die motorische Ansteuerung der Muskulatur entscheidend beeinflussen (Johannson et al 1991; zit. nach [6]). Ebenso wurde festgestellt, dass nicht nur ein mechanischer Effekt, sondern auch die sensomotorische Funktion die Stabilisation gewährleistet und optimieren (Perleau et al 1995; Schaft et al 1995; Thorwesten 1998; zit. nach [6]).

Der Sinn einer Bandage und der damit verbundenen Gelenksstabilisierung ist es, die Muskulatur gezielt und koordiniert anzusteuern (Gollhofer et al 2000; zit. nach [6]).

Unklar ist jedoch nach wie vor, ob Veränderungen der Bewegungskoordination durch das Tragen von Bandagen auf die Propriozeption oder auf andere Prozesse der Sensomotorik zurückzuführen sind (Ashton- Miller et al 2001; zit. nach [6]).

Man hat untersucht, ob durch das Tragen einer Bandage neben einer mechanischen Wirkung auch eine sensomotorische Wirkung messbar ist und wenn ja, ob diese wirklich durch die Bandage verursacht werden.

Eine Kniebandage die untersucht wurde, war gewebt und gab eine leichte Kompression auf das Kniegelenk. Seitlich wurde das Gelenk durch zwei Metallstäbe verstärkt um besseren Halt zu geben (Perleau et al 1995; zit. nach [6]).

Überwiegend konnten mechanische Wirkungen nachgewiesen werden. In einzelnen Fällen war die muskuläre Aktivität gegenüber der Ausgangsbedingung ohne Bandage reduziert. Ebenfalls war bei der anterioren Tibialverschiebung die muskuläre Aktivität bei den Knieflexoren leicht erhöht.

Eine andere Bandage die getestet wurde, war mit einer Pelotte verbunden (vgl. 4.5.2), welche einen Druck auf das Ligamentum patellae (Kniescheibenband) ausübte. Während die mechanische Stabilität nicht weiter beeinflusst wurde, konnten verstärkte Aktivitäten im Bereich der Muskulatur festgestellt werden (Jerosch et al 1998; zit. nach [6]).

Resultierend geht man davon aus, dass bei der zweiten Bandage so die Wahrnehmung des Reizes verstärkt wird und der Muskel spezifischer arbeiten kann. So wird eine Verbesserung der Koordination der Stabilität erlangt. Es ist also durchaus möglich, dass die zweite beschriebene Bandage eine sensomotorische Wirksamkeit aufweist (Schaft et al 1995; Thorwesten 1998; zit. nach [6]).

## 6 Zusammenfassung

Wir haben uns in dieser Arbeit mit dem Thema Erklärungsmodelle zur Wirkung von Bandagen befasst.

Bandagen dienen dem menschlichen Körper als unterstützende Hilfsmittel, die im Alltag, Sport sowie auch im Beruf eine grosse Rolle spielen.

Die biomechanische Wirkung von Bandagen ermöglicht Menschen, starke Belastungen auf Gelenke abzufangen oder zu kompensieren. Sei es durch Entlastung, Führung, Korrektur oder Propriozeption.

Ausschlaggebend für die optimale Wirkung der Bandage ist die zirkuläre Fassung, welche gewährleistet sein muss. Durch diese ringförmige Fassung, wird meist durch elastische Gewebe ein Kompressionsdruck aufgebaut.

In Verbindungen mit Pelotten kann der Kompressionsdruck verstärkt werden und somit eine höhere Wirkung auf den Organismus erzielt werden.

Ein nicht zu vernachlässigender Punkt spielt auch die Sensomotorik. Durch das Tragen einer Bandage wird neben einem Massageeffekt, auch die Wahrnehmung gesteigert.

Somit wird auch die Sensomotorik verbessert und das Ansteuern der Muskeln erfolgt präziser.

Man sieht die Bandage nicht als rein passives Hilfsmittel an, weil sie auf einer Wechselwirkung des Betroffenen mit der Bandage beruht.

Abschließend ist noch zu sagen, dass Bandagen in der Orthopädie-Technik einen wichtigen Stellenwert einnehmen. Gerade wegen dieser vielen Wirkungsweisen scheint es uns wichtig, dass Bandagen im Sanitätshaus von einem qualifizierten Fachpersonal angepasst werden um ihre effektive diagnostische Wirkung widerzugeben.

## 7 Quellenangaben

- [1] Heindl: Anwendung von Sprunggelenkbandagen und Orthesen; Heindl Bandagist Info; Vierteljahresschrift, 2. Jahrgang, 1999; Seite 1-3.
- [2] [www.wikipedia.org/wiki/biomechanik](http://www.wikipedia.org/wiki/biomechanik) vom 18.7.07 Link zu Vorlesung Uni Greifenwald, Einführung in die Biomechanik
- [3] Kornelia Kreissler: Aus der Inagual Dissertation, 2006
- [4] [www.thuasne.de](http://www.thuasne.de) vom 18.7.07, Einsatzgebiete und Wirkungen Teil 1 und 2
- [5] R. Lampe; J. Mitternacht; R. Gradinger: Zugmessungen zur Ermittlung der Kompressionseigenschaften von Bandagen, Orthopädie-Technik 9/02, Seiten 706-713
- [6] Sven Bruhn; Aus der Habilitationsschrift, Sensomotorisches Training und Bewegungskoordination Universitätsklinik Freiburg, 2003
- [7] [www.bewegungswissenschaft.de](http://www.bewegungswissenschaft.de) vom 18.7.07, Jürgen Freiwald: Propriozeption und Sensomotorik, aus einem Vortrag 2006
- [8] Armin Hofmaier: Aus der Inagual Dissertation, 2005
- [9] [www.bleiberquellenkolleg.de](http://www.bleiberquellenkolleg.de) vom 18.7.07, Katharina Neufeld: Sensorische Integration, die wichtigste Art und Weise sinnlicher Verarbeitung
- [10] K.-Dieter Brzank; Bandagen, Handmaterial Govi- Verlag
- [11] B.Grage; S.Bieringer; A. Micke; Konstruktionsprinzipien der Kreuzstützmieder
- [12] Dietrich Hohmann, Rolf Uhlig; Orthopädische Technik, 9. Auflage Verlag Thieme
- [13] Silke Auler, Jens Wennecker; Rumpforthetik, BUFA Skript 2007
- [14] Bettina Grage-Rossmann; Werkstoffkunde Textil, BUFA Skript 2003
- [15] Andre´ - R. Bähler, Stefan Bieringer; Orthopädische Indikationen, 2. Auflage Verlag Huber

[16] White, A.,R. Panjabi: Clinical biomechanics of the spine, 1978