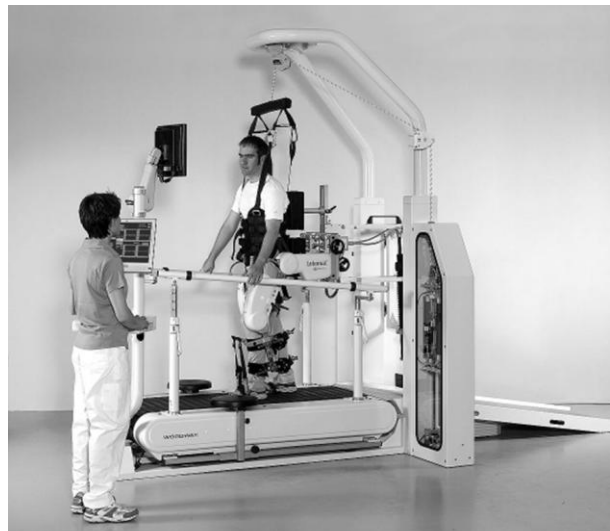


**Bachelorarbeit**

**Laufbandtherapie bei Personen  
mit chronischer, inkompletter Para- und Tetraplegie**

Darstellung der Datenlage bezüglich des optimalen Therapievolumens



---

**Adresse:** **Martina Hächler**  
**Dorfstrasse 37**  
**8415 Berg am Irchel**  
**Matrikelnummer: S07-164-734**

**Departement:** **Gesundheit**  
**Institut:** **Institut für Physiotherapie**  
**Studienjahr:** **2007**  
**Eingereicht am:** **21. Mai 2010**  
**Betreuende Lehrperson:** **Herr André Meichtry**

## 1. Inhaltsverzeichnis

---

1. Inhaltsverzeichnis .....	2
2. Abstract.....	4
3. Einleitung .....	6
3.1. Einführung in die Thematik der Bachelorarbeit.....	6
3.2. Begründung der Wahl: Motivation und bisheriger Forschungsstand .....	6
3.3. Zielsetzung und Fragestellung .....	7
4. Hauptteil.....	9
4.1. Herleitung der Theorie und Abgrenzung.....	9
4.1.1. Geschichte und Epidemiologie.....	9
4.1.2. Anatomie.....	10
4.1.3. Terminologie .....	12
4.1.4. Pathologische Konsequenzen einer spinalen Läsion.....	13
4.1.5. Laufband: Lokomotionstraining bei Patienten mit Querschnittlähmung .....	13
4.2. Methodik.....	18
4.2.1. Suchmethodik .....	18
4.2.2. Auswahlverfahren (Eingrenzung).....	18
4.2.3. Studienbewertung .....	20
4.2.4. Analysemethode .....	21
4.3. Ergebnisse .....	23
4.3.1. Suchergebnisse .....	23
4.3.2. Qualität der Studien .....	23
4.3.3. Ergebnisse zur Gehgeschwindigkeit und Ausdauer.....	28
6. Diskussion.....	35
6.1. Zusammenfassung der Ergebnisse .....	35
6.2. Herstellung des Bezuges zur Fragestellung .....	35
6.3. Kritische Diskussion und Beurteilung der Ergebnisse .....	36
6.3.1. Alltagsrelevanz der Ergebnisse:.....	36
6.3.2. Unterschiedliche Therapievoraussetzungen in den Studien .....	38
6.3.3. Limitationen dieser Arbeit .....	39
6.4. Theorie-Praxis-Transfer.....	41
7. Schlussteil.....	42
7.1. Abschliessendes Statement .....	42

7.2. Offene Fragen und Ausblick .....	42
8. Verzeichnisse.....	43
8.1. Literaturverzeichnis .....	43
8.2. Abkürzungsverzeichnis.....	47
8.3. Abbildungsverzeichnis.....	48
8.4. Tabellenverzeichnis.....	48
9. Danksagung.....	50
10. Eigenständigkeitserklärung.....	51
11. Anhänge.....	52
11.1. Übersicht der Literaturrecherche.....	52
11.2. Neurologische ASIA-Klassifikation .....	53
11.3. Bewertung der Studien.....	54
11.3.1. Hicks et al., 2005. ....	54
11.3.2. Musselmann et al., 2009.....	58
11.3.3. Field-Fote et al., 2005.....	61
11.3.4. Field-Fote, 2001.....	64
11.3.5. Protas et al., 2001.....	67
11.3.6. Wirz et al., 2005.....	70
11.4. Zusammenstellung der sechs Studien .....	74
11.5. Berechnungen.....	76

## 2. Abstract

---

**Hintergrund:** In der Rehabilitation von Patienten mit inkompletter Querschnittlähmung werden verschiedene Lokomotionstherapien wie unter anderem die Laufbandtherapie angewendet. Bisherige Studien wiesen bei Patienten mit akuter und chronischer Querschnittlähmung nach, dass die funktionelle Gehfähigkeit durch die gewichtsentlastete Laufbandtherapie verbessert werden kann. Ob das totale Trainingsvolumen für die Effektivität der Laufbandtherapie entscheidend ist, wurde aber noch nicht abschliessend erforscht.

**Zielsetzung:** Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, eine Darstellung der Datenlage bezüglich des optimalen Therapievolumens der Laufbandtherapie vorzulegen. Es soll analysiert werden, ob bei Patienten mit chronischer, inkompletter Para- und Tetraplegie der Effekt vom Therapievolumen abhängig ist.

**Methodik:** In den Datenbanken Medline, CINAHL, AMED, PEDro und the Cochrane Library wurde nach Studien und systematischen Reviews recherchiert. Die Studien, welche bei Personen mit chronischer, inkompletter Querschnittlähmung eine Laufbandtherapiemethode anwendeten, wurden in die Bachelorarbeit eingeschlossen und anhand der Kriterien von Law et al. auf ihre methodologische Qualität überprüft. Verschiedene Therapievolumen einer Laufbandtherapie wurden anhand der Outcomes Gehgeschwindigkeit und Ausdauer auf ihre Effektivität hin untersucht.

**Ergebnisse:** Anhand von sechs Studien kam die Autorin zum Schluss, dass bezüglich der Frage, welches Therapievolumen effektvoller ist, keine allgemeingültige Antwort möglich ist. Ein dreimonatiges respektive neun- bis zwölfmonatiges Volumen zieht nicht generell höhere oder niedrigere Gewinne der Gehfähigkeit, d.h. Gehgeschwindigkeit und Ausdauer, nach sich. Aufgrund der berechneten Werte konnten aber gewisse Hinweise dafür gefunden werden, dass der Effekt der Gehgeschwindigkeit vom Volumen abhängig ist. Der Effekt der Ausdauer ist eher vom Volumen unabhängig. Auch konnten anhand der Bachelorarbeit weitere Hinweise gefunden werden, die insbesondere die Effektivität des grossen Volumens bei Personen mit chronischer, inkompletter Querschnittlähmung betonen.

**Schlussfolgerung:** Der Effekt ist zumindest teilweise vom Volumen abhängig, aber aufgrund der dürftigen Datenlage kann keine eindeutige Antwort auf die Fragestellung der Bachelorarbeit gegeben werden. Durch die Bachelorarbeit konnten aber Hinweise dafür gefunden werden, dass es effektiv sein kann, das Therapievolumen der Lauf-

bandtherapie bei Patienten mit inkompletter Querschnittlähmung im chronischen Stadium über die herkömmlichen drei Monate hinaus zu verlängern. In Zukunft wären weitere Studien zur Laufbandtherapie bei Personen mit Querschnittlähmung wünschenswert, um die Schlussfolgerung der Bachelorarbeit zu untermauern.

### 3. Einleitung

---

#### 3.1. Einführung in die Thematik der Bachelorarbeit

Für Personen mit inkompletter Para- oder Tetraplegie ist es das oberste Ziel, wieder selbstständig zu Hause und im Aussenbereich gehen zu können, betonen Musselmann, Fouad, Misiaszek und Yang (2009). Mehrholz, Kugler und Pohl (2008) fügen an, dass einer der wichtigsten Rehabilitationsbestandteile die Physiotherapie ist. Sie spielt eine entscheidende Rolle beim Wiedererlangen der Lokomotion<sup>1</sup> nach einer spinalen Läsion. In der Rehabilitation von Patienten<sup>2</sup> mit inkompletter Querschnittlähmung werden verschiedene Formen des Lokomotionstrainings angewendet, um nach einer spinalen Läsion das Gehen wieder zu erlernen (Fouad und Pearson, 2004). Diese Bachelorarbeit setzt sich mit einer spezifischen Therapieform für das Wiedererlernen des Gehens, der sogenannten Laufbandtherapie, bei Personen mit chronischer, inkompletter Para- und Tetraplegie auseinander. Den Fokus legt die Autorin allerdings auf die Therapievolumen<sup>3</sup> der Laufbandtherapie, indem sie deren Effekte auf das Gehen analysiert.

#### 3.2. Begründung der Wahl: Motivation und bisheriger Forschungsstand

Die Autorin interessiert sich schon seit der Kindheit für jegliche Themen im Fachbereich der Paraplegiologie. Personen mit Querschnittlähmungen im Bekanntenkreis sowie das Schicksal von Silvano Beltrametti, der bei einem Skiunfall eine spinale Läsion erlitten hat, weckten weiteres Interesse für den Fachbereich der Querschnittlähmungen. Die Autorin dieser Bachelorarbeit besuchte deshalb mehrmals schweizerische Rehabilitationszentren und kann sich gut vorstellen, später beruflich mit solchen Patienten zu arbeiten.

Im Berufsalltag wird ein Physiotherapeut oft mit der Frage nach der Effektivität einer Therapiemethode konfrontiert. So stellen sich auch bei der Gangschulung von Personen mit Querschnittlähmung, dem sogenannten Lokomotionstraining, die folgenden Fragen: Macht es Sinn, eine Laufbandtherapie anzuwenden? Welches Therapievolumen zeigt die grössten Erfolge? Diesen Problemstellungen möchte die Autorin nachge-

---

<sup>1</sup> Lokomotion: Fortbewegung(sfähigkeit), Bewegung, Ortsveränderung (Reuter, 2005).

<sup>2</sup> Anmerkung: Um den Lesefluss dieser Arbeit zu verbessern, wird ausschliesslich die männliche Schreibweise verwendet. Die Angaben beziehen sich jeweils auf beide Geschlechter.

<sup>3</sup> Volumen: (Pl. Volumen oder Volumina) hier gemeint im Sinne von Umfang / Gesamtmenge von etwas (Drosdowski, Müller, Scholze-Stubenrecht und Wermke, 1996).

hen, damit die Laufbandtherapie in Zukunft noch gezielter zum Einsatz kommen kann. Zusätzlich könnten Gesundheitskosten durch unnötig lange Laufbandtherapien eingespart werden.

Von Mehrholz et al. (2008) existiert bereits eine Review unter dem Titel „*Locomotor training for walking after spinal cord injury*“ („Fortbewegungstraining nach einer spinalen Läsion“). Diese Review hatte vier randomisierte kontrollierte Studien (RCT) zur Evaluation eingeschlossen, mit der Absicht, die Effektivität des Laufbandtrainings auf die Gehfähigkeit von Personen mit Para- und Tetraplegie nachzuweisen. Die Probanden der Studien hatten eine traumatische Läsion erlitten und waren entweder im akuten oder bereits im chronischen Stadium. Die Review konnte aber beim Vergleich der verschiedenen Laufbandtherapien, d.h. des gewichtsentlasteten, des robotergestützten und des Laufbandtrainings kombiniert mit funktioneller Elektrostimulation, keinen statistisch signifikanten Unterschied nachweisen. Somit ist bis anhin ungenügend Evidenz vorhanden, dass eine bestimmte Laufbandtherapie die Gehfähigkeit von Personen mit inkompletter Querschnittlähmung signifikant stärker verbessert als eine andere.

Nach Hicks, Adams, Martin Ginis, Giangregorio, Latimer, Philipps und McCartney (2005) haben bisherige Studien sowohl bei Personen mit akuter als auch mit chronischer Para- und Tetraplegie nachgewiesen, dass die funktionelle Gehfähigkeit bei Patienten mit inkompletter Para- oder Tetraplegie durch das gewichtsentlastete Laufbandtraining verbessert werden kann. Es wäre jedoch wichtig in Zukunft zu wissen, ob die Trainingshäufigkeit oder das Therapievolumen des Laufbandtrainings der Schlüssel zum Erfolg ist. Bis zum jetzigen Zeitpunkt fehlen Studien, die gezielt das Volumen des Laufbandtrainings untersuchen. Des Weiteren behaupten Hicks et al. (2005), dass sich die Laufbandtherapie nur durch diese Erkenntnisse als Standardanwendung nach einer spinalen Läsion etablieren könne.

### **3.3. Zielsetzung und Fragestellung**

Das Ziel der Bachelorarbeit ist es, eine Darstellung der Datenlage bezüglich des optimalen Therapievolumens der Laufbandtherapie bei Patienten mit chronischer, inkompletter Para- und Tetraplegie vorzulegen. So soll bei Personen mit chronischer, inkompletter Para- und Tetraplegie evaluiert werden, welches Therapievolumen hinsichtlich Gehgeschwindigkeit und Ausdauer effektiv ist.

Daraus ergibt sich die folgende Fragestellung:

„Laufbandtherapie bei Patienten mit chronischer, inkompletter Para- und Tetraplegie: Ist der Effekt vom Therapievolumen abhängig?“



## 4. Hauptteil

---

Der Hauptteil gliedert sich in drei Teile. Im ersten Teil wird das Basiswissen zum Thema „Para- und Tetraplegie sowie Laufbandtraining“ aufgezeigt. Anschliessend werden die Methodik und die Ergebnisse der Arbeit erläutert.

### 4.1. Herleitung der Theorie und Abgrenzung

#### 4.1.1. Geschichte und Epidemiologie

Die Querschnittlähmung wurde vor 5000 Jahren das erste Mal als „ein nicht zu behandelndes Gebrechen“ von einem unbekanntem ägyptischen Physiker erwähnt. Die Lebenserwartung von querschnittgelähmten Personen war vor dem Zweiten Weltkrieg selten höher als zwei Jahre. Häufig starben die Betroffenen an septischen Infektionen, Nierenversagen und Dekubitus. Seither konnten durch das Aufkommen der Antibiotika und verbesserte therapeutische Leistungen hinsichtlich der Vermeidung von medizinischen Komplikationen grosse Fortschritte erzielt werden. Durch eine kompetentere Versorgung in der Akutphase und Rehabilitationsprogramme verbesserten sich zusätzlich die Selbstständigkeit und Fortbewegungsmöglichkeiten von Personen mit Querschnittlähmung. Dies trägt zur Wiedereingliederung in die Gesellschaft, beziehungsweise zur Verbesserung der Partizipation und Aktivität, bei (Sisto, Druin und Macht Sliwinski, 2009).

Auch nehmen heute die operativen Wirbelsäulenstabilisierungen eine grosse Rolle in der erfolgreichen Behandlung der querschnittgelähmten Patienten ein. Früher erfolgte die Behandlung der Wirbelsäulenverletzungen konservativ. Die Physiotherapie wird erst seit der Erstellung der gültigen Richtlinien im Jahre 1945 durch Sir Ludwig Guttmann „Zur Behandlung und Rehabilitation von Querschnittlähmung“ in den interdisziplinären Rehabilitationsprozess jedes Betroffenen miteinbezogen (Hüter-Becker und Dölken, 2004).

Die Inzidenz der Personen mit Querschnittlähmung beträgt weltweit 10-59 Millionen pro Jahr (Wyndaele und Wyndaele, 2006). In der Schweiz soll sie 27 auf 1 Million Einwohner pro Jahr betragen (Buchardi, Larsen, Kuhlen, Jauch und Schölmerich, 2008). So vermeldet die Sammelstelle der Statistik der Unfallversicherung (UVG) in der Schweiz jährlich 22 komplette Paraplegie- und 15 komplette Tetraplegiefälle sowie 100 inkomplette Paraplegie- und 44 inkomplette Tetraplegiefälle, was einem Total von 181

Betroffenen entspricht (Gut, mdl. Mitt.). Der Anteil an Personen mit Paraplegie ist mit 60 % deutlich höher als der Anteil an Personen mit Tetraplegie (40 %). Mehr als die Hälfte aller Betroffenen erleidet eine inkomplette Läsion (Wirz, Zemon, Rupp, Scheel, Colombo, Dietz und Hornby, 2005).

Zu den Ursachen einer spinalen Läsion zählen Verkehrsunfälle, Stürze, Gewaltakte, Sportunfälle und diverse Rückenmarkserkrankungen. Die traumatisch bedingten Arbeits- und Verkehrsunfälle haben aber in den letzten Jahren abgenommen, während die krankheitsbedingten, die sogenannten nicht traumatischen spinalen Läsionen, zugenommen haben (Hüter-Becker et al., 2004). Männer sind prozentual öfter davon betroffen (Sisto et al., 2009).

#### **4.1.2. Anatomie**

Die Autorin geht anhand von Hüter-Becker et al. (2004), Beckmann und Klein-Neuhold (2001) sowie Zäch und Koch (2006) kurz auf den Aufbau und die Funktionen der Wirbelsäule, der Spinalnerven und des Rückenmarks ein.

- **Aufbau: Wirbelsäule, Spinalnerven und Rückenmark**

Die Wirbelsäule erstreckt sich vom Os occipitale bis zum Os coccygis. Der Canalis spinalis seinerseits wird durch die posteriore Fläche der übereinander angeordneten Corpora vertebrae sowie die Arcus vertebrae gebildet. Der Canalis spinalis setzt sich somit aus den Foramina vertebrae der sieben Hals-, zwölf Brust-, fünf Lenden- und fünf Sakralwirbeln zusammen.

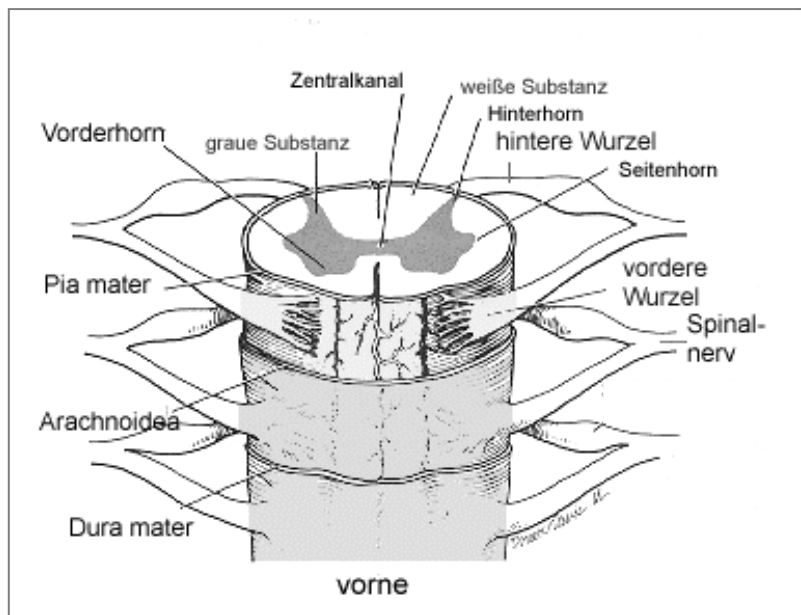
Einbuchtungen kranial und kaudal seitlich des Arcus vertebrae bilden zusammen das Foramen intervertebrale. 31 Spinalnerven treten seitlich durch die Foramina intervertebrale aus. Diese Nervi spinales treten segmental beidseits vorne und hinten des Rückenmarks als vordere und hintere Wurzeln aus und vereinigen sich wieder zu einem Spinalnerven (siehe Abb. 2). Während die Nervenwurzeln C1-C7 oberhalb des jeweiligen Wirbels den Canalis spinalis verlassen, treten ab Th1 alle Nervenwurzeln unterhalb des Wirbels aus. Aufgrund dieser Nomenklatur gibt es acht sogenannte Cervicalnerven aber nur sieben Cervicalwirbelkörper.

Im knöchernen Canalis spinalis verläuft das Rückenmark, die sogenannte Medulla spinalis, als Teil des zentralen Nervensystems. Die Medulla spinalis ist von drei Häuten, der Pia mater, der Arachnoidea und der Dura mater, umgeben und erstreckt sich vom Os occipitale nach kaudal. Das Ende des Rückenmarks, der sogenannte Conus, befin-

det sich ungefähr in der Höhe des 1. - 2. Lendenwirbels, abhängig vom Alter. Anschliessend geht der Conus in den Epiconus über, den Bereich der Segmente L4-S2, wo es als Conus medullaris weiter verläuft. Dieser besteht aus den Sakralsegmenten S3-S5 und dem Coccygealsegment und endet als dünner nervenzellfreier Strang, Filum terminale genannt. Der Canalis spinalis wird ab dem Conus medullaris als Cauda equina benannt, die aus einem Bündel von Nervenfasern besteht. Somit ist keine Medulla spinalis mehr vorhanden.

Die Medulla spinalis, das eigentliche Rückenmark, wird in eine graue und weisse Substanz, sogenannte Substantia grisea und Substantia alba, unterteilt. Die Substantia grisea enthält die Nervenwurzeln und ist im Zentrum der Medulla spinalis. Die Substantia alba befindet sich peripher um die Substantia grisea (siehe Abb. 2). Die

**Abb. 2:** Medulla spinalis



Substantia grisea wird nochmals in ein Hinterhorn (Cornu posterior), Seitenhorn (Cornu lateralis) und Vorderhorn (Cornu anterior) unterteilt, die Substantia alba in einen Hinterstrang (Funiculus posterior), Seitenstrang (Funiculus lateralis) und Vorderstrang (Funiculus anterior).

▪ Funktionen: Spinalnerven und Rückenmark

Die Substantia grisea, hauptsächlich Nervenzellkörper, und Substantia alba, die Nervenfasern, haben verschiedene Funktionen:

In der Substantia grisea ist der Cornu posterior afferent für die Sensibilität, der Cornu lateralis für vegetative Funktionen und der Cornu anterior efferent für die Motorik zuständig. Die Nervi spinales der Substantia grisea leiten somit sensible afferente Informationen aus umschriebenen Gebieten, z.B. von der Haut, den Knochen oder bestimmten inneren Organen. Zusätzlich versorgen sie efferent bestimmte muskuläre Körpergebiete. In der Substantia alba verlaufen dann die afferenten und efferenten Bahnen. Diese sogenannten Axone stellen die Verbindung zwischen Zentralnervensys-

tem und den Nervenzellkörpern in der Substantia grisea sicher. Afferent sind diese Bahnen für die Übermittlung grober Berührungs-, Tast- und Druckempfindungen, die Übermittlung von Schmerz- und Temperaturempfindungen, die Propriozeption und die epikritische Sensibilität zuständig. Die Efferenzen verfügen über Bahnen für bewusste, willkürliche Bewegungen, die Tonusregulation, die Motorik sowie die Koordination.

#### **4.1.3. Terminologie**

Heute wird empfohlen, statt "Querschnittgelähmter" oder "Paraplegiker bzw. Tetraplegiker" die Formulierung "Patient oder Person mit Querschnittlähmung", "Querschnittgelähmte Person" sowie "Patient oder Person mit Paraplegie bzw. Tetraplegie" zu verwenden ("Archives of Physical Medicine and Rehabilitation", 2010). Während sich der Fachbegriff "Querschnittlähmung" auf die Funktionsstörung bezieht, bezeichnet der Fachausdruck "Spinale Läsion" den strukturellen Schaden und somit die Verletzung des Rückenmarks (Wirz, mdl. Mitt.).

Die internationale Vereinigung der Paraplegiologen hat vor einigen Jahren auf der Basis der ASIA-Klassifikation (siehe Anhang S. 53) Bezeichnungen für bestimmte Typen von Querschnittlähmungen als internationale Standards definiert (Hüter-Becker et al., 2004).

##### ▪ Paraplegie versus Tetraplegie

Die Krankheitsbilder Paraplegie und Tetraplegie werden wie folgt unterschieden (Hüter-Becker et al., 2004):

Paraplegie: motorisch-sensible Lähmung an den beiden unteren Extremitäten, am Abdomen und – je nach Verletzungshöhe – Thorax, durch Schädigung der thorakalen oder lumbalen Rückenmarkssegmente, vegetative Lähmung; meist spastische Lähmung.

Tetraplegie: motorisch-sensible Lähmung an allen vier Gliedmassen, Thorax und Abdomen durch Schädigung des Halsmarkes, vegetative Lähmung; meist spastische Lähmung. (S. 269)

- **Komplett versus inkomplett**

Die Unterscheidung der kompletten von den inkompletten Querschnittlähmung lautet folgendermassen (Hüter-Becker et al., 2004):

Inkomplett ist eine Lähmung nach der geltenden Definition der ISCoS (Vereinigung der Paraplegiologen) dann, wenn unterhalb des Lähmungsniveaus noch motorische und / oder sensible Restfunktionen abrufbar sind und die tiefsten sakralen Segmente ebenfalls Restfunktionen haben.

Komplett heisst eine Lähmung dann, wenn die tiefsten sakralen Segmente keine sensiblen oder motorischen Funktionen mehr haben. (S. 269)

#### **4.1.4. Pathologische Konsequenzen einer spinalen Läsion**

Jede spinale Läsion führt zu Ausfällen der Motorik, der Sensorik und des Vegetativums. Je nach Läsionshöhe und Beschaffenheit der Rückenmarksbahnen sind diese Ausprägungen jedoch unterschiedlich stark (Hüter-Becker et al., 2004).

In der akuten Phase einer Querschnittlähmung können kardiozirkulatorische, pulmonale oder gastrointestinale Probleme, Komplikationen des urogenitalen Systems sowie Infektionen auftreten (Zäch et al., 2006).

Im späteren Stadium einer Querschnittlähmung können weitere Komplikationen, wie eine Spastikentwicklung, Schmerzen, Kontrakturen, Dekubitus, vegetative Probleme (z.B. Kreislaufdysregulation oder Thermoregulationsstörung), Osteoporose oder Wirbelsäulenverkrümmungen hinzukommen. Diese Komplikationen können zahlreich sein und je nach Typ der Läsion sehr verschieden ausfallen (Hüter-Becker et al., 2004).

#### **4.1.5. Laufband: Lokomotionstraining bei Patienten mit Querschnittlähmung**

In den vergangenen Jahrzehnten wurden in der Therapie von Patienten mit Querschnittlähmung beachtliche Fortschritte gemacht, die darauf abzielen, das Gehen wiederzuerlernen. Effiziente Behandlungsmethoden wurden entwickelt (Fouad et al., 2004). Vor allem Personen mit inkompletter Läsion können vom Lokomotionstraining auf dem Laufband profitieren und ihre Gehfähigkeit teilweise oder vollständig wiedererlangen (Dietz, 2008).

Im Folgenden wird auf die Rolle neuronaler Netzwerke, die Methodenvielfalt sowie die Ziele und Grundvoraussetzungen des Laufbandtrainings näher eingegangen.

- Neuronale Netzwerke und deren Einfluss auf das Gehen bei Tieren

Basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen wird davon ausgegangen, dass die Aktivierung von CPGs (zentrale Mustergeneratoren) beim Wiedererlangen der Gehfähigkeit eine entscheidende Rolle spielt (Bleckert, Greb, Felder und Grüneberg, 2006). CPGs sind neuronale Netzwerke (Kuo, 2002), die von Interneuronen gebildet werden, welche in der Medulla spinalis beheimatet sind. Spontan, oder wenn äussere Reize eintreffen, sollen sie eine komplexe Muskelaktivierung auslösen (Dietz, 1998).

CPGs funktionieren auch dann, wenn sie vom Gehirn oder den motorischen und sensorischen Zentren abgekoppelt sind. Dies konnte in Tierversuchen, bei welchen die Medulla spinalis experimentell durchtrennt wurde, aufgezeigt werden (Shik, 1966, zit. nach Kuo et al., 2002).

Einerseits konnte noch nicht eindeutig nachgewiesen werden, ob die CPGs bei der Steuerung eines harmonischen und effizienten Gehens tatsächlich entscheidend beteiligt sind (Dietz, 1998). Andererseits konnte bei paretischen Tieren (Katzen und Ratten) das Gehen nach intensiven Laufbandtrainings ermöglicht werden, was die Autoren mit der Aktivierung der CPGs begründen (Bleckert et al., 2006).

- Neuronale Netzwerke und deren Einfluss auf das Gehen beim Menschen

Es wird vermutet, dass die CPGs bei der Generierung zyklischer Bewegungen auch beim Menschen eine entscheidende Rolle spielen könnten. Es wird deshalb versucht, die Erkenntnisse aus Tierexperimenten auch auf den Menschen zu übertragen. Dies hat dazu geführt, dass in der Rehabilitation von Personen mit Gangstörungen das Laufband mit Gewichtsentlastung eingesetzt wird (Bleckert et al., 2006).

Forscher haben festgestellt, dass die Medulla spinalis bei querschnittgelähmten Patienten unterhalb der Läsionshöhe Informationen aus der Peripherie adäquat verarbeiten und mit einer funktionellen und sinnvollen Muskelaktivierung reagieren kann (Dietz, 1998). Für ein erfolgreiches Training von Personen mit inkompletter Querschnittlähmung sind somit geeignete afferente Inputs zur Aktivierung neuronaler Netzwerke notwendig (Dietz, 2008). Diese afferenten Inputs über den Bodenkontakt, die Hüftgelenkstellung und Gewichtsentlastung scheinen für den Ablauf des Gehens von entscheidender Bedeutung zu sein (Dietz, 2000, zit. nach Dietz et al., 2008). Es wird versucht, diese afferenten Inputs repetitiv zu erzeugen, indem Gehmuster der Beine faziilitiert und das Körpergewicht beim Gehen auf dem Laufband entlastet werden (Fouad et al., 2004). Momentan wird vermutet, dass die propriozeptiven Inputs von extenso-

rischen Muskeln und Mechanorezeptoren in den Fußsohlen Informationen zum Körpergewicht geben (Dietz, 2008).

Aufgrund all dieser spezifischen Reizmöglichkeiten und deren Einfluss auf die CPGs können bei querschnittgelähmten Personen auf einem Laufband, wo ihr Körper durch ein Gurtsystem unterstützt wird, koordinierte Schreitbewegungen provoziert und ein Gangmuster antrainiert werden. Auch sollen die rhythmischen und geschwindigkeits-spezifischen Reize, die auf dem Laufband erzeugt werden können, die Tätigkeit der CPGs zusätzlich günstig beeinflussen (Dietz, 2008).

Weiter wird vermutet, dass durch spezifische Aktivierung der CPGs das normale Fortbewegungsmuster auf einer automatischen Ebene erfolgen und ein Transfer in den Alltag stattfinden kann (Dietz, 1998). So sollten insbesondere die inkomplett querschnittgelähmten Personen die auf dem Laufband erlernten Gehfähigkeiten auch im Alltag ohne Gewichtsentlastung und auf ebener Strecke umsetzen können.

#### ▪ Methodenvielfalt der Laufbandtherapie

Die Fortschritte im Wissen um die neuronale Kontrolle des Gehens führten zur Entwicklung vielversprechender Therapieansätze bei querschnittgelähmten Patienten; so auch zur Entwicklung der Laufbandtherapie mit Gewichtsentlastung. Momentan wird der Fokus in der Entwicklung darauf gelegt, noch effizientere Therapiemethoden zu entwickeln und die Trainings zu automatisieren, um den physischen Aufwand der Therapeuten zu reduzieren. So werden heute vor allem drei Laufbandtherapiemethoden angewendet (Fouad et al., 2004):

- Das konventionelle Laufband mit Gewichtsentlastung
- Das Laufband mit Gewichtsentlastung und funktioneller Elektrostimulation (FES)
- Der Lokomat

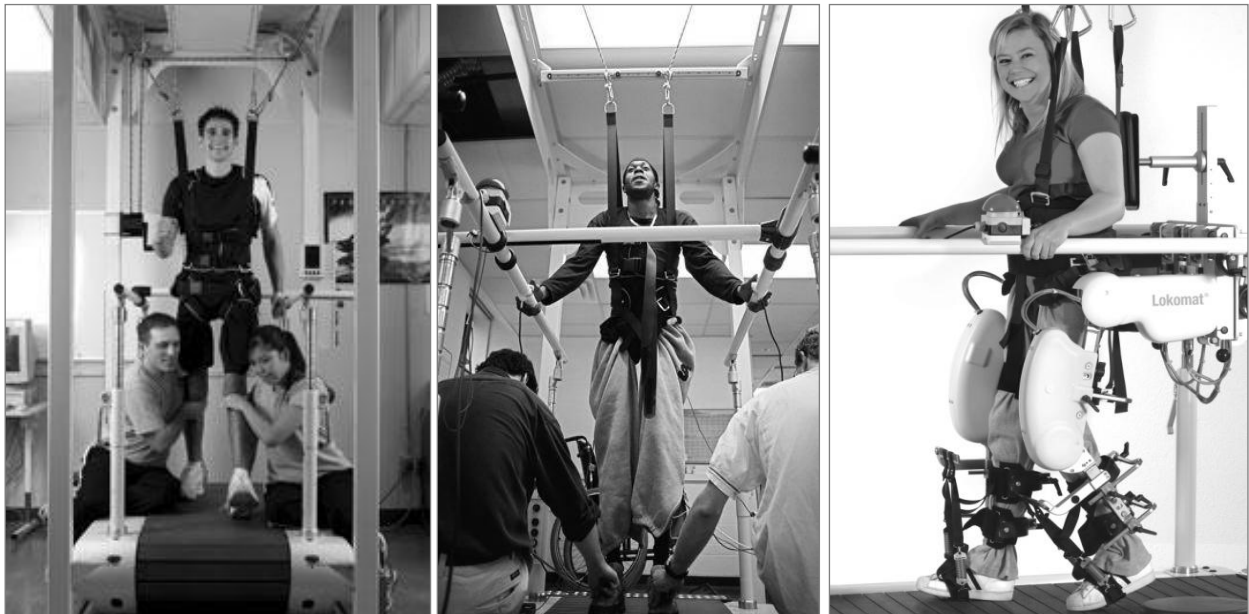
Während bei den zwei erstgenannten Lokomotionstherapien ein bis zwei Therapeuten notwendig sind, setzt sich das Lokomat-System aus dem Gewichtsentlastungssystem, einem Laufband und dem Gehroboter zusammen (Wirz et al., 2005); der Lokomat ist folglich ein automatisiertes Laufbandtraining (Fouad et al., 2004).

Der Ablauf der Laufbandtherapie ist grundsätzlich bei allen drei Methoden identisch: Die Patienten mit ausgeprägter spinaler Läsion werden vom Körpergewicht durch ein Gurtsystem teilweise oder sogar vollständig entlastet (Beckmann et al., 2001). Während beim Laufbandtraining mit Gewichtsentlastung die Beine des Patienten durch zwei The-

rapeuten geführt werden, übernimmt beim Lokomat eine Steuerungssoftware das präzise Führen der Beine ("Hocoma", 2010).

Bis anhin besteht noch kein eindeutiger Konsens darüber, welche der drei Laufbandtherapiemethoden bei querschnittgelähmten Patienten als Standardverfahren eingesetzt werden soll (Fouad et al., 2004; Field-Fote, Lindley und Sherman, 2005).

**Abb. 3-5:** Die drei verschiedenen Laufbandtherapiemethoden



v. links n. rechts: das konventionelle Laufband mit Gewichtsentlastung, das Laufband mit zusätzlicher funktioneller Elektrostimulation (FES) und der Lokomat.

#### ▪ Ziele und Grundvoraussetzungen der Laufbandtherapie

Die Ziele der Laufbandtherapie sind das Initiieren physiologischer Bewegungsmuster, das Erzielen einer Muskelaktivierung, die Steigerung der eigenen Gewichtsübernahme, das Ausdauertraining, der Einsatz des Armpendels und zum Schluss das freie Gehen (Beckmann et al., 2001). Eine allgemeine Mobilität, Koordination und Kräftigung zählen, unabhängig vom Gehen, zu den Zielen der Rehabilitation (Zäch et al., 2006).

Verschiedene Voraussetzungen sollten für das Laufbandtraining gegeben sein, bevor mit einer Gangschulung bei Patienten mit Querschnittlähmung begonnen werden kann. Auf dem gewichtsentlasteten Laufband sind ein relativ stabiler Rumpf, eine Stützfunktion der Arme, eine schwach aktive Becken- und Beinmuskulatur sowie eine aktive Schrittauslösung von Vorteil (Beckmann et al., 2001).

Für ein Training mit dem Lokomat braucht es lediglich motorische respektive sensible Restfunktionen unterhalb des Läsionsniveaus, damit Erfolgsaussichten bei der jeweiligen Anwendung bestehen (Wirz, mdl. Mitt.).



Um letztlich ein freies Gehen zu ermöglichen, ist es nötig dies auf dem Laufband mit den dazugehörigen Gangparametern zu erlernen. Dazu gehören eine aufrechte Körperhaltung, eine Hüftextension von mehr als null Grad als Reiz für die reflektorische Hüftbeugung und die Belastung des extendierten Beins zur Verstärkung des Extensorentonus in der Standbeinphase (Zäch et al., 2006).

## 4.2. Methodik

### 4.2.1. Suchmethodik

Die Literaturrecherche dieser Arbeit fand von September 2009 bis Januar 2010 statt. Unter Verwendung von Schlagwörtern (*MeSH*-Begriffen) und ergänzenden Stichwörtern wurde in den Datenbanken Medline, CINAHL, AMED, PEDro und the Cochrane Library nach Studien und systematischen Reviews gesucht. Es wurden Schlagwörter verwendet wie *“spinal cord injuries”, “treadmills”, “exercise test”, “locomotion”, “robotics”, “body weight”, “electrical stimulation, functional”, “paraplegia”, “rehabilitation“* und *“walking”*, die untereinander und ergänzend mit weiteren Stichwörtern kombiniert wurden. In einem weiteren Schritt recherchierte die Autorin in den Referenzlisten von bereits gefundenen Studien und fragte bei Autoren nach weiterer Primärliteratur. Auf Seite 52 (siehe Anhang Kapitel 11.1.) ist die detaillierte Übersicht zur Recherche mit der jeweiligen Schlag- und Stichwortsuche dargestellt.

Die verwendete Sekundärliteratur stammt aus dem Bestand der Hochschulbibliothek der ZHAW in Winterthur des Departements Gesundheit.

### 4.2.2. Auswahlverfahren (Eingrenzung)

Nach der Eingrenzung in der Suchmethodik durch die Schlag- und Stichwörter wurde die Liste mit den erhaltenen Ergebnissen zuerst durch das Lesen der Titel und Abstracts aussortiert. Mehrere Studien wurden anfangs zur Analyse eingeschlossen. Wenn im Abstract ersichtlich war, dass bei querschnittgelähmten Personen eine spezifische Laufbandtherapiemethode angewendet wurde, das Therapievolumen sowie mehrere *Outcomes* ersichtlich waren und es sich um eine aktuelle Studie (1990-2010) handelte, wurde die ganze Studie angefordert und anhand folgender Einschlusskriterien weiter selektioniert:

- *Studientypen*: Da die bereits vorhandene Review von Mehrholz et al. (2008) nur RCTs eingeschlossen hat und es auf dem Gebiet der Laufbandtherapie bei querschnittgelähmten Personen einige Studien mit anderen Studiendesigns gibt, hat sich die Autorin dazu entschieden, andere Studientypen wie Kohorten- und Fallstudien, Vorher-Nachher-Studien, nicht kontrollierte Studien, nicht randomisierte Studien und auch RCTs einzuschliessen. Die Autorin wurde von Experten im Bereich der Querschnittlähmung darauf hingewiesen, dass sie ihre Recherche anfangs noch sehr offen halten sol-

le, da es bei Patienten mit Para- und Tetraplegie nur eine begrenzte Anzahl an Laufbandtherapiestudien gebe.

- *Probanden:* Grundsätzlich wurden Probanden beider Geschlechter mit traumatisch bedingter oder krankheitsbedingter Para- und Tetraplegie eingeschlossen. Die Autorin hat sich dazu entschieden, beide Ursachen miteinzubeziehen, da in vielen Studien das Krankheitsbild nicht klar unterschieden wird.

Die meisten Laufbandtherapien schliessen keine Probanden mit ASIA A ein. Die Prognosen zur Genesung sind umso schlechter, je kompletter die Lähmung ist. Aus diesen zwei Gründen hat die Autorin entschieden, nur Studien mit querschnittgelähmten Personen mit ASIA B bis D einzuschliessen.

Es wurden nur Studien, die Personen mit chronischer Querschnittlähmung untersuchten, zugelassen, und somit diese mit akuten Probanden und mit gemischten Probanden ausgeschlossen. Die Autorin stützte sich bei dieser Entscheidung auf eine Aussage von Mehrholz et al. (2008). Diese rieten dazu, dass zukünftige wissenschaftliche Arbeiten insbesondere Untergruppen von Probanden wie z.B. nur Personen mit chronischer oder nur Personen mit akuter Querschnittlähmung untersuchen sollten, um noch gezielter nachweisen zu können, welche Patienten von welchem Trainingsvolumen am meisten profitieren.

- *Typen von Outcomes:* Die Autorin nahm bei der Auswahl der *Outcomes* eine wissenschaftliche Studie von Jackson et al. (2008), die Review von Mehrholz et al. (2008) sowie Aussagen von Field-Fote (2001) und Götz-Neumann (2006) zu Hilfe. Im Anschluss an das Lesen dieser Literatur hat die Autorin folgende *Outcomes* definiert:

- Die Gehgeschwindigkeit<sup>4</sup>
- Die Ausdauer<sup>5</sup>

Quantifiziert wird die Gehfähigkeit der Probanden also anhand der Gehgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde und der Ausdauer in Metern.

Studien, die keine Gehgeschwindigkeits- und Ausdauer-*Outcomes* enthielten, wurden von der Bachelorarbeit ausgeschlossen.

---

<sup>4</sup> Gehgeschwindigkeit: Bei der Ganganalyse in der Physiotherapie spricht man von Gehgeschwindigkeit anstatt Geschwindigkeit (Götz-Neumann, 2006). Geschwindigkeit: Unter der Geschwindigkeit eines Körpers versteht man die von ihm zurückgelegte Wegstrecke  $s$  pro Zeiteinheit  $t$  (Wikipedia, 2010).

<sup>5</sup> Ausdauer: Eine allgemein gültige Definition des Begriffs Ausdauer gibt es nicht. Hier wird die Ausdauer definiert als die Fähigkeit, eine vorgegebene Leistung über einen möglichst langen Zeitraum bzw. eine möglichst lange Gehstrecke durchzuhalten (Hollmann, 1990, zit. nach Gerber und Imhof, 2003).

- *Interventionen*: Da sich während der Recherche herausstellte, dass die verschiedenen Laufbandtherapiemethoden oft in Kombination verwendet werden und die Autorin zu wenige Studien zu einer isolierten Laufbandtherapiemethode fand, entschied sie sich, jegliche Formen der Laufbandtherapie zuzulassen. Beim Lesen der Studien war insbesondere das angewendete Therapievolumen der Laufbandtherapie von Interesse, damit aufgrund der definierten *Outcomes* eine Darstellung der Datenlage bezüglich des optimalen Therapievolumens möglich werden konnte.
- *Zeitraum*: Die Verfasserin schloss Studien, die vor 1995 veröffentlicht wurden, aus.

#### **4.2.3. Studienbewertung**

Die Bewertung von Studien mit den PEDro-Kriterien, mit welchen die methodologische Qualität einer Studie beurteilt werden kann, wird vor allem bei RCTs angewendet. Da die Autorin hauptsächlich Studien mit anderen Designs einschliessen konnte, entschied sie sich gegen die Beurteilung mit den PEDro-Kriterien. Stattdessen wird in der Bachelorarbeit eine Bewertung der Studien mit dem Formular nach Law, Stewart, Pollock, Letts, Bosch und Westmorland (1998) durchgeführt. Hierbei handelt es sich um ein Formular, welches sich für die kritische Besprechung quantitativer Studien eignet. Die Beurteilung richtet sich nicht so strikt nach RCTs. Die Bewertung der Studien wird durch die folgenden Kriterien vorgenommen: Quellenangabe, Zweck der Studie, Literatur, Design, Teilnehmer, *Outcomes*, Interventionen, Resultate sowie Schlussfolgerung und Diskussion. Die Vorlage dieses Bewertungsbogens stammt von der Mc Master University und wurde 1998 erstellt.

Die Autorin stellt eine Schlussergebnisauswertung in Anlehnung an die einzelnen Kriterien nach Law et al. (1998) in einer Tabelle zusammen, um aussagen zu können, welche Studien eine bessere methodologische Qualität aufweisen als andere. Die Autorin wählte für die Tabelle eine Nominalskala. Ein Kriterium kann entweder als "positiv", "negativ" oder "unklar" bewertet werden. Positiv bedeutet, dass das Kriterium erfüllt worden ist, negativ, dass es nicht erfüllt worden ist, und unklar, dass es sich um einen Grenzfall handelt zwischen erfüllt und nicht erfüllt. Das Punktemaximum wurde auf 16/0/0, d.h. 16 positive zu 0 unklaren und 0 negative Kriterien, festgelegt.

#### 4.2.4. Analysemethode

Als erstes gibt die Autorin die Ergebnisse zur Gehgeschwindigkeit und Ausdauer für jede der sechs Studien einzeln wieder. Anschliessend wird eine Übersichtstabelle der Studienresultate präsentiert. Im Diskussionsteil geht die Autorin kritisch auf die Ergebniswerte ein und interpretiert inwiefern die Werte für Patienten und Physiotherapeuten relevant sind.

- Erklärungen zu den Berechnungen:

Da gewisse Werte in den Studien nicht berechnet wurden, führte die Autorin diese Berechnungen durch. Sie berechnete die Werte der Gehgeschwindigkeit und Ausdauer in Musselmann et al. (2009) und Hicks et al. (2005) sowie den Mittelwert der Geschwindigkeitsverbesserungen für das kleine als auch das grosse Therapievolumen. Auch berechnete sie für die Vorher-Nachher-Studien die standardisierten Effektstärken, die Standardfehler und gewichtete die Studien anhand der Stichprobengrösse. Diese Berechnungen waren aber nur bei den Studien von Field-Fote et al. (2005), Field-Fote (2001) und Hicks et al. (2005) möglich. Die Effektstärke beschreibt die Grösse des Therapieeffekts im Vorher-Nachher-Vergleich. Die standardisierte Effektstärke wurde folgendermassen bewertet: Kein Effekt ( $ES < 0.2$ ), kleiner Effekt ( $0.2 \leq ES < 0.5$ ), mittlerer Effekt ( $0.5 \leq ES < 0.8$ ) und grosser Effekt ( $ES \geq 0.8$ ).

Formel 1: Mittelwert ( $\bar{x}$ )

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Formel 2: Effektstärke (ES)

$$ES = \frac{\text{Mittelwert (nachher)} - \text{Mittelwert (vorher)}}{SD(\text{vorher})}$$

Formel 3: Standardfehler (SE) von ES

$$SE = \sqrt{\frac{1}{n}}$$

( $n$  = Stichprobengrösse,  $SD$  = Standardabweichung)

- Kritische Diskussion der Ergebniswerte:

Die Autorin möchte im Voraus darauf hinweisen, dass in dieser Arbeit nicht auf sämtliche Werte eingegangen werden kann. Anhand der aussagekräftigsten Daten wird die Evidenz für respektive gegen das grosse bzw. kleine Therapievolumen dargelegt. Die

Frage nach dem optimalen Therapievolumen kann somit nicht abschliessend beantwortet werden. Es werden mögliche Tendenzen, die aus den Ergebnissen der kleinen und grossen Therapievolumen evaluiert werden können, aufgezeigt und kritisch betrachtet. Wenn Messungen der *Outcomes* auf ebenem Untergrund vorhanden sind, werden diese gegenüber von *Outcome*-Messungen auf dem Laufband immer bevorzugt. Die Darstellung der Ergebnisse und deren Diskussion wird stärker auf die Werte der Gehgeschwindigkeit gestützt, da dazu mehr Daten verfügbar sind. Neben den Effektstärken bezieht sich die Autorin auf einzelne spezifische Werte (Punktverbesserungen) und berücksichtigt die methodologische Qualität.

### 4.3. Ergebnisse

#### 4.3.1. Suchergebnisse

Für die Beantwortung der Fragestellung werden sechs Studien verwendet. Zwei der Studien untersuchten ein grosses Therapievolumen der Laufbandtherapie von neun bis zwölf Monaten und vier ein kleines Volumen von drei Monaten. Letztere sind im folgenden Abschnitt dargestellt.

**Tabelle 1:** Suchergebnisse

Datenbank	Schlag-/Stichwörter	Studien
PEDro	"treadmill" AND "incomplete SCI"	Field-Fote et al., 2005
Medline	("locomotion" (Mesh) OR "walking" (Mesh)) AND "spinal cord injuries" (Mesh) AND "exercise test" (Mesh)	Hicks et al., 2005
CINAHL	"electrical stimulation, functional" (Mesh) AND "treadmills" (Mesh) AND "spinal cord injuries" (Mesh)	Field-Fote et al., 2001
AMED	"spinal cord injuries" (Mesh) AND "treadmill" AND "incomplete"	Musselmann et al., 2009 Protas et al., 2001
	"exercise therapy" (Mesh) AND "spinal cord injuries" (Mesh) AND "incomplete"	Wirz et al., 2005

In der ersten Spalte (v. links) findet sich der Name der jeweiligen Datenbank und in der zweiten Spalte die Schlag- beziehungsweise Stichwörter durch AND und OR verknüpft. In der dritten Spalte findet sich der Name der Studie, die durch die Wortkombination gefunden werden konnte. Falls ein Wort mit "Mesh" vermerkt ist, handelt es sich um ein Schlagwort. Wenn nichts vermerkt ist, wurde mit einem Stichwort recherchiert.

Die wichtigsten Inhalte aller sechs eingeschlossenen Studien sind auf Seite 74-75 (siehe Anhang) in einer Tabelle dargestellt. Deshalb verzichtet die Autorin darauf, jede Studie einzeln zu beschreiben.

#### 4.3.2. Qualität der Studien

Die Autorin geht vor allem auf die nach ihrer Ansicht wichtigsten und aussagekräftigsten Kritikpunkte und die Unterschiede der Studien ein. Eine ausführliche Aufstellung der sechs Studienbewertungen (Tabelle 2) kann auf Seite 27 eingesehen werden.

### **Kriterien nach Law et al. (1998):**

- *Quellenangabe und Zweck der Studie:* Die Quellenangabe und der Zweck sind in allen sechs Studien klar identifizierbar.
- *Literatur:* In Hicks et al. (2005), Musselmann et al. (2009) sowie Wirz et al. (2005) wird die verwendete Hintergrundliteratur mit Bezug auf den Zweck klar gerechtfertigt, während in Field-Fote et al. (2005), Field-Fote (2001) sowie Protas, Holmes, Qureshy, Johnson, Lee und Sherwood (2001) der Bezug der Literatur zur Absicht der Studie mangelhaft bleibt.
- *Design:* Bei allen sechs Studien wurde ein prospektives Studiendesign und Vorher-Nachher-Design gewählt. Die Studie mit der höchsten Evidenz ist die Studie von Field-Fote et al. (2005), da es sich dabei um eine RCT handelt. In dieser Studie wurden die Probanden zufällig einer Gruppe zugeteilt und die Durchführung kontrolliert. Die drei Kohortenstudien (Hicks et al., 2005; Field-Fote, 2001; Wirz et al., 2005) haben eine geringere Evidenz. Die zwei Fallstudien (Musselmann et al., 2009; Protas et al., 2001) schneiden bezüglich Evidenz noch schlechter ab, wobei die Studie von Musselmann et al. (2009) aufgrund der zufälligen Zuteilung der Probanden durch einen verblindeten Untersucher noch etwas höher eingestuft werden darf. Keine Studie hat die Laufbandtherapie gegenüber einer Kontrollgruppe ohne Laufbandintervention untersucht. Field-Fote et al. (2005) verwenden als Kontrollgruppe Untersuchungen mit anderen Laufbandtherapiemethoden.

Die *Bias* bringt die Autorin im Diskussionsteil zur Sprache.

- *Stichprobe:* Die Grösse der Stichproben ist in allen Studien klein, was die Autorin negativ bewertet. In der RCT von Field-Fote et al. (2005) wurden mit 27 Probanden am meisten Probanden untersucht, gefolgt von 14-20 Probanden (Hicks et al., 2005; Field-Fote, 2001; Wirz et al., 2005). Die geringste Stichprobengrösse beträgt vier (Musselmann et al., 2009) und sogar nur drei Probanden (Protas et al., 2001).

Die Probanden sind durch die Einschlusskriterien insofern vergleichbar, als dass in allen Studien Personen mit chronischer, inkompletter Querschnittlähmung untersucht wurden. Diese zwei Charakteristika wurden aber zum Nachteil dieser Studien in den Einschlusskriterien von Field-Fote et al. (2005), Field-Fote (2001) und Protas et al. (2001) nicht explizit erwähnt, sondern sind nur durch andere Einschlusskriterien wie die Kraft, die Gehfähigkeit und den Hilfsmittelgebrauch zu eruieren. Hicks et al. (2005), Field-Fote et al. (2005) und Wirz et al. (2005) erwähnen sehr genaue Ausschlusskrite-



rien. Musselmann et al. (2009), Field-Fote (2001) und Protas et al. (2001) verzichten ungünstigerweise darauf, die Kriterien zu nennen.

Abgesehen von Protas et al. (2001) werden in den Studien leider keine Begründungen für die Stichproben gegeben.

Während in Field-Fote (2001) die Gründe für die *Drop-outs* beschrieben werden, ist in Hicks et al. (2005) und Musselmann et al. (2009) von *Drop-outs* die Rede, der Grund dafür wird aber nicht erklärt. In Field-Fote et al. (2005), Protas et al. (2001) sowie Wirz et al. (2005) werden keine *Drop-outs* erwähnt, wobei unklar bleibt, ob es eventuell doch welche gab.

- *Outcomes*: Die gewählten *Outcomes* werden in allen Studien genau definiert. Die Autorin geht nicht darauf ein, welche *Outcomes* relevanter sind, da dies nicht Gegenstand der Arbeit ist. Da in Field-Fote et al. (2005) keine Ausdauermessung durchgeführt wurde, erhält diese Studie im internen Vergleich einen Minuspunkt. Angaben zu Reliabilität und Validität der *Outcomes* fehlen in Hicks et al. (2005), Musselmann et al. (2009), Field-Fote et al. (2005) und Protas et al. (2001), in Field-Fote (2001) sind sie teilweise vermerkt, während sie in Wirz et al. (2005) ausgezeichnet wiedergegeben werden.

- *Massnahmen*: Alle Studien beschreiben ihre Therapiemethoden sehr genau, Musselmann et al. (2009), Field-Fote (2001) sowie Wirz et al. (2005) sogar exzellent. Da in Musselmann et al. (2009) zur herkömmlichen, gewichtsentlasteten Laufbandtherapie ein aufgabenorientiertes Training hinzukam, ist diese Interventionsform nur schwer mit den Interventionsformen der anderen Studien zu vergleichen. Alle anderen Studien wenden das Lokomat-Training, die gewichtsentlastete Laufbandtherapie oder das Laufbandtraining mit funktioneller Elektrostimulation an.

Das Therapievolumen wird in allen Studien genau deklariert. Einzig in Musselmann et al. (2009) fehlen die Angaben zu den Minuten.

- *Resultate*: In Musselmann et al. (2009) fehlen die Werte für die Signifikanz der Ergebnisse komplett. In Hicks et al. (2005), Field-Fote et al. (2005), Field-Fote (2001) und Protas et al. (2001) werden die Werte der Signifikanz erwähnt, in Wirz et al. (2005) werden sie sogar ausgezeichnet aufgezeigt.

- *Schlussfolgerung / Diskussion*: In allen sechs Studien werden sehr genaue Schlussfolgerungen gezogen und auf die Absicht der Studie abgestimmt.

Es zeigt sich, dass die Qualität der sechs Studien unterschiedlich ist. Teilweise wird eine nicht zufriedenstellende Qualität der Studien festgestellt, da die Studien mehrere

Negativpunkte aufweisen (z.B. Musselmann et al. (2009) mit 8/1/7 Punkten oder Field-Fote et al. (2005) mit 8/2/6 Punkten). Die Studie von Wirz et al. (2005) kommt mit 12/0/4 Punkten dem Punktemaximum von 16/0/0 Punkten am nächsten. Diese Studie ist bezüglich den Kriterien der methodologischen Qualität sehr überzeugend. Sie schneidet nur beim Kriterium des Designs und der Stichprobe weniger befriedigend ab (siehe Tabelle 2 auf S.27).

**Tabelle 2:** Beurteilung der methodologischen Qualität

	Hicks et al., 2005	Musselmann et al., 2009	Field-Fote et al., 2005	Field-Fote, 2001	Protas et al., 2001	Wirz et al., 2005
<b>Quellenangabe &amp; Zweck</b>	positiv	positiv	positiv	positiv	positiv	positiv
<b>Literatur</b>	positiv	positiv	unklar	unklar	unklar	positiv
<b>Design</b>	negativ	positiv	positiv	negativ	negativ	negativ
<b>Stichprobe</b>						
Anzahl	negativ	negativ	unklar	negativ	negativ	negativ
Einschlusskriterien	positiv	positiv	negativ	negativ	negativ	positiv
Ausschlusskriterien	positiv	negativ	positiv	negativ	negativ	positiv
Stichprobenbegründung	negativ	negativ	negativ	negativ	positiv	negativ
Drop-outs	unklar	unklar	negativ	positiv	negativ	negativ
<b>Outcomes</b>						
Gehgeschwindigkeit	positiv	positiv	positiv	positiv	positiv	positiv
Ausdauer	positiv	positiv	negativ	positiv	positiv	positiv
Reliabilität & Validität	negativ	negativ	negativ	positiv	negativ	positiv
<b>Massnahmen</b>						
Therapieform	positiv	negativ	positiv	positiv	positiv	positiv
Beschreibung	positiv	positiv	positiv	positiv	positiv	positiv
<b>Resultate</b>						
Signifikanz: Gehgeschwindigkeit	positiv	negativ	positiv	positiv	positiv	positiv
Signifikanz: Ausdauer	positiv	negativ	negativ	positiv	positiv	positiv
<b>Schlussfolgerungen</b>	positiv	positiv	positiv	positiv	positiv	positiv
<b>Total</b>	11 positiv 1 unklar 4 negativ <b>11/1/4</b>	8 positiv 1 unklar 7 negativ <b>8/1/7</b>	8 positiv 2 unklar 6 negativ <b>8/2/6</b>	10 positiv 1 unklar 5 negativ <b>10/1/5</b>	9 positiv 1 unklar 6 negativ <b>9/1/6</b>	12 positiv 0 unklar 4 negativ <b>12/0/4</b>
(Max. 16/0, Min. 0/16)						

In der ersten Spalte (v. links) sind die bewerteten Kriterien aufgeführt in Anlehnung an Law et al. (1998). Nachfolgend ist in jeder Spalte eine Studie mit dazugehöriger Bewertung aufgelistet. Die Skala der Bewertung ist nominalskaliert (positiv/unklar/negativ): Punktemaximum = 16/0/0, Punkteminimum = 0/0/16.

### 4.3.3. Ergebnisse zur Gehgeschwindigkeit und Ausdauer

#### a) ohne Berechnungen

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Gehgeschwindigkeit und Ausdauer einzeln aufgelistet.

**Tabelle 3:** Ergebnisse ohne Berechnungen

<b>Grosses Therapievolumen</b>	
<i>Hicks et al., 2005:</i>	
Gehgeschwindigkeit	Während des zwölfmonatigen Laufbandtrainings konnten alle Probanden ihre Gehgeschwindigkeit auf dem Laufband verbessern. Es kam zu einem Anstieg der durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit von anfänglich 0.5 km/h (SD 0.3 km/h) auf 1.4 km/h (SD 0.8 km/h) nach 12 Monaten, was einem p-Wert von $p < 0.01$ entspricht.
Ausdauer	Alle Probanden konnten ihre Ausdauer auf dem Laufband während des zwölfmonatigen Trainings steigern. Die durchschnittlich zurückgelegte Distanz pro Sitzung stieg von anfänglich 221.4 m (SD 186.8 m) auf 961.7 m (SD 463.8 m), was wiederum einem p-Wert von $p < 0.01$ gleichkommt. Ein Proband konnte seine Ausdauer soweit verbessern, dass er nach der Therapie ohne Hilfsmittel mehr als fünf Schritte gehen konnte.
<i>Musselmann et al., 2009:</i>	
Gehgeschwindigkeit	Die Veränderungen in der angenehmen Gehgeschwindigkeit waren ähnlich zu denen in der schnellen Gehgeschwindigkeit nach einem neunmonatigen Laufbandtraining. Der vierte Proband zeigte die geringsten Verbesserungen während des ganzen Therapievolumens. Hauptsächlich der erste und dritte Proband zeigten Verbesserungen während der Laufbandtherapie.
Ausdauer	Die Änderungen bei den 6-Minuten-Gehtests waren ähnlich zur angenehmen Gehgeschwindigkeit. Während sich der erste Proband um 75 m und der zweite Proband um 47 m verbesserten, machte der dritte Proband sogar einen Fortschritt von 85 m. Der vierte Proband zeigte aber nur eine Verbesserung von 8 m in der Ausdauer.
<b>Kleines Therapievolumen</b>	
<i>Field-Fote et al., 2005:</i>	
Gehgeschwindigkeit	Nach zwölf Wochen Laufbandtherapie stieg die Gehgeschwindigkeit (kurze Zeitdauer) bei Durchführung des 6-Meter-Gehtests von 0.11 m/s (SD 0.09 m/s) auf 0.14 m/s (SD 0.12 m/s). Die Gehgeschwindigkeit (lange Zeitdauer) stieg bei Durchführung des 2-Minuten-Gehtests von 0.11 m/s (SD 0.08 m/s) auf 0.14 m/s (SD 0.11 m/s). Die Gehgeschwindigkeit (lange Zeitdauer) ist signifikant bei einem p-Wert von $p = 0.001$ . Die gepoolten Daten aller Gruppen zeigen einen signifikanten Effekt bei der Gehgeschwindigkeit. Die Unterschiede zwischen den Gruppen sind allerdings nicht signifikant. Während sich die Probanden mit anfänglich langsamer Gehgeschwindigkeit um 85 % steigern konnten, steigerten sich die schnellen Probanden nur um 9 %.
Ausdauer	Keine Angaben.
<i>Field-Fote, 2001:</i>	
Gehgeschwindigkeit	Die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund stieg von 0.12 m/s (SD 0.8 m/s) auf 0.21 m/s (SD 0.15 m/s), während die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit auf dem Laufband von 0.23 m/s

	(SD 0.12 m/s) auf 0.49 m/s (SD 0.2 m/s) stieg. Diese Zunahmen finden sich bei allen Probanden. Die Veränderungen in der Gehgeschwindigkeit sind sowohl auf ebenem Untergrund bei einem p-Wert von $p = 0.0008$ als auch auf dem Laufband bei einem p-Wert von $p = 0.00003$ signifikant.
Ausdauer	Die durchschnittliche Distanz auf dem Laufband nahm während des dreimonatigen Laufbandtrainings pro 90 Minuten von 93 m (SD 84 m) auf 243 m (SD 139 m) signifikant zu, bei einem p-Wert von $p = 0.000001$ . Die meisten Probanden zeigten eine Zunahme, aber nicht alle.
<i>Protas et al., 2001:</i>	
Gehgeschwindigkeit	Die Gehgeschwindigkeit nahm nach jedem Trainingsmonat zu. Die durchschnittliche Steigerung der Gehgeschwindigkeit von 0.118 m/s auf 0.318 m/s nach 12 Wochen Therapie ist signifikant, mit einem p-Wert von $p < 0.05$ .
Ausdauer	Die Ausdauer nahm nach jedem Trainingsmonat zu, abgesehen von einer kleinen Abnahme in der Ausdauer nach dem ersten Monat beim dritten Patienten. Die durchschnittliche Ausdauer stieg während des 5-Minuten-Gehtests von anfänglich 20.3 m auf 63.5 m.
<i>Wirz et al., 2005:</i>	
Gehgeschwindigkeit	Bei fast allen Probanden konnten nach dem acht Wochen dauernden Lokomat-Training deutliche Verbesserungen in der Gehgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund festgestellt werden. Der 10-Meter-Gehtest zeigte eine signifikante Zunahme in der durchschnittlichen Gehgeschwindigkeit von 0.11 m/s (SD 0.10 m/s) bei einem p-Wert von $p < 0.001$ . Diese Verbesserung entspricht einer Steigerung von 56 % (SD 60 %) zur anfänglichen Gehgeschwindigkeit.
Ausdauer	Nach der Lokomat-Therapie konnten bei fast allen Probanden Verbesserungen in der Ausdauer auf ebenem Untergrund beobachtet werden. 15 von 16 Probanden konnten ihre Ausdauer im 6-Minuten-Gehtest verbessern. Die durchschnittlich verbesserte zurückgelegte Distanz war für alle Probanden 32.5 m (SD 37.5 m), was einer relativen Verbesserung von 53 % (SD 50 %) entspricht. Die Zunahme in der Ausdauer ist signifikant, bei einem p-Wert von $p < 0.001$ .

Zuerst werden die Ergebnisse zum grossen Therapievolumen (gelb hinterlegt) wiedergegeben. Darauf folgend sind die Ergebnisse zum kleinen Therapievolumen (blau hinterlegt) ersichtlich. In der linken Spalte ist das jeweilige Outcome erwähnt.

Abkürzungen: SD = Standardabweichung, p-Wert = Signifikanzwert.

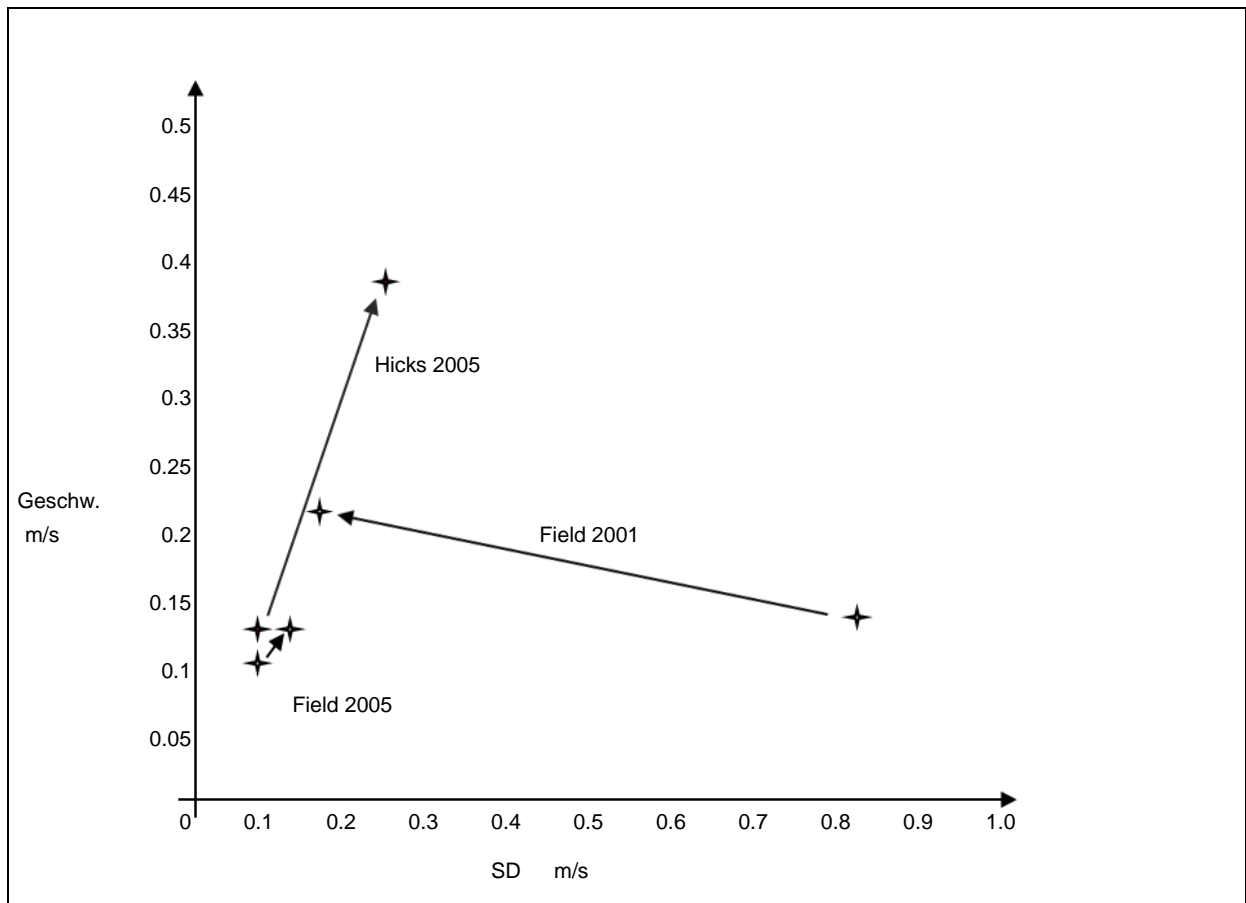
## b) mit Berechnungen

Im Folgenden wird auf die berechneten Werte Bezug genommen. Auf Seite 34 sind die Werte der sechs Studien (Tabelle 4) beigelegt.

Anhand der drei Studien von Field-Fote et al. (2005), Field-Fote (2001) und Hicks et al. (2005) lässt sich aufzeigen, dass die Probanden beim grossen Therapievolumen nicht nur eine deutlich höhere Gehgeschwindigkeit von 0.39 m/s (Hicks et al., 2005), sondern auch eine grössere absolute Verbesserung in der Gehgeschwindigkeit erreicht haben (siehe Abb. 6 auf S.30). Daraus lässt sich eine Tendenz dafür ableiten, dass das grosse Therapievolumen für Gehgeschwindigkeitsverbesserungen effektvoller ist. Diese Evi-

denz konnte durch die Werte der standardisierten Effektstärke bei der Gehgeschwindigkeit bestätigt werden. Der standardisierte Effekt fällt beim grossen Therapievolumen (Hicks et al., 2005) mit  $ES = 3.13$  am grössten aus; verglichen mit dem kleinen standardisierten Effekt des kleinen Volumens ( $ES = 0.33$ ) (Field-Fote et al., 2005) zeigt sich die Grösse dieses Werts. Das kleine Volumen in Field-Fote (2001) zeigt mit  $ES = 0.11$  sogar keinen Effekt.

Abb. 6: Gehgeschwindigkeiten von drei Studien



Auf der y-Achse wird die absolute Verbesserung der Gehgeschwindigkeit in m/s gemessen. Die x-Achse zeigt den Unterschied der Standardabweichungen (SD(vorher) und SD(nachher)) in m/s auf. Der Pfeil zeigt immer von Gehgeschwindigkeit (vorher) zu Gehgeschwindigkeit (nachher). Die Richtung des Pfeils gibt an, dass sich die Standardabweichung verkleinert (Pfeil n. links) oder vergrössert (Pfeil n. rechts). Hicks et al., 2005: grosses Volumen (auf Laufband); Field-Fote, 2001: kleines Volumen (auf ebener Unterlage); Field-Fote et al., 2005: kleines Volumen (auf ebener Unterlage).

Bei der Betrachtung der standardisierten Effekte der Ausdauer sind keine eindeutigen Hinweise ersichtlich darauf, welches der beiden Therapievolumen effektvoller ist. Denn der Wert ist sowohl beim grossen Therapievolumen ( $ES = 3.96$ ) als auch beim kleinen Volumen ( $ES = 1.79$ ) sehr gross. Die Probanden erreichen beim grossen und beim kleinen Volumen hohe Ausdauerwerte.

Die Autorin möchte auf eine weitere Auffälligkeit der berechneten Standardabweichungen eingehen. Dazu werden die Werte (Mittelwerte der Gehgeschwindigkeiten (vorher, nachher) und SD (vorher, nachher)) durch eine Kurve, unter Annahme der Normalverteilung der Werte, dargestellt. Während die Streuung der Werte beim grossen Volumen von SD (vorher) = 0.08 m/s zu SD (nachher) = 0.22 m/s (Hicks et al., 2005) deutlich zunimmt, bleibt sie beim kleinen Volumen annähernd identisch (Field-Fote et al., 2005) oder nimmt von 0.80 m/s auf 0.15 m/s deutlich ab (Field-Fote, 2001) (siehe Abb. 7 auf S.33).

Werden alle sechs Studien berücksichtigt, fällt auf, dass in den Studien zum kleinen Volumen die Werte der absoluten Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit von 0.03 m/s (Field-Fote et al., 2005) bis maximal 0.26 m/s (Field-Fote, 2001) reichen. In den Studien zum grossen Volumen kann hingegen eine geringere Spannbreite der Gehgeschwindigkeitsverbesserungen von 0.15 m/s (Musselmann et al., 2009) bis 0.25 m/s (Hicks et al., 2005) nachgewiesen werden. Auch bei der Betrachtung der Mittelwerte der verbesserten Gehgeschwindigkeiten zeigt sich höhere Evidenz für das grosse Volumen. Die Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) der Gehgeschwindigkeiten von 0.11 m/s beim kleinen Therapievolumen und 0.20 m/s beim grossen Therapievolumen zeigen diesen Unterschied. Es gibt dadurch weitere Hinweise, dass die Patienten beim längeren Volumen durchschnittlich einen grösseren Geschwindigkeitsgewinn erzielen können.

Konzentriert man sich auf die Ausdauerwerte, zeigen drei Studien mit kleinem Therapievolumen (Field-Fote, 2001; Protas et al., 2001; Wirz et al., 2005) signifikante und hoch signifikante Verbesserungen der Ausdauer auf. In den Studien mit längerer Anwendungsdauer der Laufbandtherapie konnte nur bei Hicks et al. (2005) eine mittel signifikante Verbesserung der Ausdauer nachgewiesen werden. Diese Signifikanzunterschiede könnten als Hinweise für die Effizienz des kleinen Volumens gewertet werden. Die Werte der Verbesserungen zeigen bei der Ausdauer aber extreme Unterschiede auf. Denn während bei den Probanden in Protas et al. (2001) schon nach fünf Minuten eine Verbesserung um 43.5 m festzustellen ist, verbessern sich die Probanden bei Field-Fote (2001) nur um 150 m innerhalb von 90 Minuten.

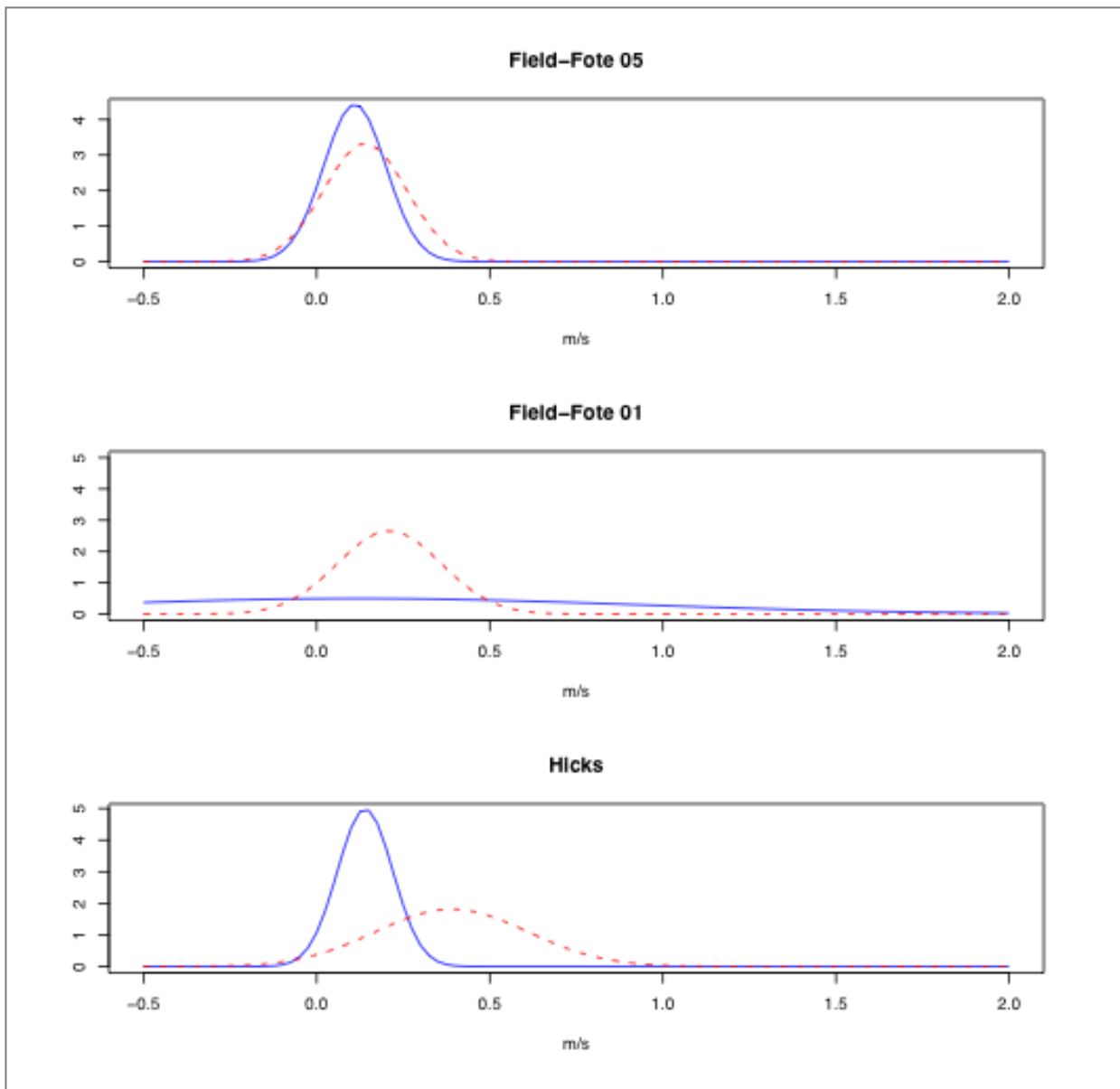
Werden die Werte von Field-Fote et al. (2005) betrachtet, die aufgrund der stärksten Stichprobe von 27 Probanden und des kleinsten Standardfehlers der Messung (SE = 0.19) am höchsten gewichtet werden sollten, zeigt das kleine Volumen sehr geringe Evidenz auf. Beim kleinen Volumen von drei Monaten Laufbandtherapie werden in

dieser Studie die deutlich geringsten Geschwindigkeitsverbesserungen von nur 0.03 m/s erzielt. Der standardisierte Effekt ist bei dieser Studie auch klein, weshalb die Effektivität des kleinen Volumens hinterfragt werden sollte. Es gibt also erneut Hinweise darauf, dass das kleine Therapievolumen nicht ideal ist.

Bei der Betrachtung der Ergebniswerte der methodologischen Qualität werden die aufgezeigten Evidenzen für das grosse Volumen jedoch relativiert. In der Studienqualität schneidet nämlich eine der zwei Studien zum grossen Volumen (Musselmann et al., 2009) keineswegs überzeugend ab. Andererseits zeigt die Studie von Hicks et al. (2005) mit der besten methodologischen Qualität auch keine eindeutigen Hinweise bezüglich Effektivität.



**Abb. 7:** Darstellung der Kurven



Die Normalverteilungen der Daten sind untereinander aufgeführt (Kurve vor Laufbandtherapie = blau gefärbt, Kurve nach Laufbandtherapie = rot gefärbt). Bei den ersten zwei handelt es sich um Daten zum kleinen Volumen. Die dritte Kurve steht für das grosse Volumen.

V. oben n. unten: Field-Fote et al. (2005), Field-Fote (2001) und Hicks et al. (2005). Während z.B. bei Field-Fote (2001) die Streuung der Daten nach der Therapie abnimmt, nimmt die Streuung bei Hicks et al. (2005) zu.

**Tabelle 4:** Studienergebnisse der sechs Studien mit Berechnungen

			Gehgeschwindigkeit											Methodologische Qualität
Therapie-volumen	Autoren, Jahr	Gehfähigkeit (vorher)	Assessment	Absolute Verbesserung	Geschw. Mittelwert (vorher)	Geschw. Mittelwert (nachher)	SD (vorher)	SD (nachher)	Geschw. Mittelwert Volumen $\bar{x}$	SE	p-Wert	ES	Gewichtung der Daten	
3 Monate	Wirz et al., 2005	Gehen	10 Meter Gehetest	0.11 m/s***	--	--	--	--		0.22	p < 0.001	--	20	12/0/4
	Protas et al., 2001	Rollstuhlmobil	5 Meter Gehetest	0.2 m/s*	0.12 m/s	0.32 m/s	--	--		0.58	p < 0.05	--	3	9/1/6
	Field-Fote et al., 2005	Gehen	6 Meter Gehetest	0.03 m/s***	0.11 m/s	0.14 m/s	0.09 m/s	0.12 m/s		0.19	p = 0.001	0.33	27	8/2/6
	Field-Fote, 2001	Gehen	2 Minuten Gehetest	0.09 m/s*** 0.26 m/s***	0.12 m/s 0.23 m/s	0.21 m/s 0.49 m/s	0.8 m/s 0.12 m/s	0.15 m/s 0.2 m/s		0.23	p < 0.001 (p < 0.001)	0.11	19	10/1/5
									0.11 m/s					
9-12 Monate	Hicks et al., 2005	Rollstuhlmobil	--	0.25 m/s** (0.9 km/h)	0.14 m/s (0.5 km/h)	0.39 m/s (1.4 km/h)	0.08 m/s (0.3 km/h)	0.22 m/s (0.8 km/h)		0.27	p < 0.01	3.13	14	11/1/4
	Musselmann et al., 2009	Gehen	10 Meter Gehetest	0.15 m/s	0.24 m/s	0.39 m/s	--	--		0.50	--	--	4	8/1/7
									0.20 m/s					

			Ausdauer											Methodologische Qualität
Therapie-volumen	Autoren, Jahr	Gehfähigkeit (vorher)	Assessment	Absolute Verbesserung	Ausdauer Mittelwert (vorher)	Ausdauer Mittelwert (nachher)	SD (vorher)	SD (nachher)	Ausdauer Mittelwert Volumen $\bar{x}$	SE	p-Wert	ES	Gewichtung der Daten	
3 Monate	Wirz et al., 2005	Gehen	6 Minuten Gehetest	32.5 m***	--	--	--	--		0.22	p < 0.001	--	20	12/0/4
	Protas et al., 2001	Rollstuhlmobil	5 Minuten Gehetest	43.2 m*	--	--	20.3 m	63.5 m		0.58	--	--	3	9/1/6
	Field-Fote et al., 2005	Gehen	--	--	--	--	--	--		0.19	--	--	27	8/2/6
	Field-Fote, 2001	Gehen	-- 90Min	150 m***	93 m	243 m	84 m	139 m		0.23	p < 0.001	1.79	19	10/1/5
									--					
9-12 Monate	Hicks et al., 2005	Rollstuhlmobil	-- 60 Min	740.3 m**	221.4 m	961.7 m	186.8 m	463.8 m		0.27	p < 0.01	3.96	14	11/1/4
	Musselmann et al., 2009	Gehen	6 Min Gehetest	58.7 m	--	--	71.3m	130m		0.50	--	--	4	8/1/7
									--					

Die Tabelle zeigt die absoluten Gehgeschwindigkeits- und Ausdauerverbesserungen, die Gehgeschwindigkeiten und Ausdauerwerte (vorher und nachher), die Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) der Verbesserungen für beide Volumina, die Standardabweichungen (SD vorher und SD nachher), die Standardfehler (SE), die Effektstärken (ES), die statistische Signifikanz der Resultate (p-Wert), die Gewichtung der Studiendaten sowie die Werte der methodologischen Qualität auf. blau (markiert): Outcome-Messung auf Laufband, schwarz (markiert): Outcome-Messung auf ebenem Untergrund.

\*\*\* hoch statistisch signifikantes Resultat p ≤ 0.001, \*\* mittel statistisch signifikantes Resultat p ≤ 0.01, \* gering statistisch signifikantes Resultat p ≤ 0.05.

## 6. Diskussion

---

### 6.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die verschiedenen beschriebenen Evidenzen für, respektive gegen eines der Therapievolumen (Pro und Kontra), die bei den Ergebnissen aufgezeigt werden konnten, interpretiert die Autorin dieser Arbeit nun kritisch.

Anhand der Evidenzen, wie z.B. hohen standardisierten Effektstärken der Gehgeschwindigkeit beim grossen Therapievolumen, höheren absoluten Gehgeschwindigkeitsverbesserungen und hohen Mittelwerten der Gehgeschwindigkeit beim grossen Volumen, kann aufgezeigt werden, dass der Effekt der Gehgeschwindigkeit vom Volumen abhängig ist. Der Effekt der Ausdauer ist dagegen eher vom Volumen unabhängig. Somit könnte die Zielsetzung einer Laufbandtherapie definieren, welches Trainingsvolumen am besten eingesetzt werden sollte. Soll durch das Laufbandtraining eine hohe Gehgeschwindigkeit erreicht werden, scheint es sinnvoll, das grosse Therapievolumen anzuwenden. In Bezug auf die Ausdauer lassen sich beide Volumen äusserst effektiv anwenden.

Durch die Bachelorarbeit konnten einerseits insbesondere Hinweise dafür gefunden werden, dass es effektiv sein kann, das Therapievolumen der Laufbandtherapie bei Patienten mit inkompletter Querschnittlähmung im chronischen Stadium über die herkömmlichen drei Monate zu verlängern. Unter Berücksichtigung der Streuung der Werte drängt es sich allerdings in der Laufbandtherapie mit querschnittgelähmten Patienten eher auf, das kleine Volumen anzuwenden.

### 6.2. Herstellung des Bezuges zur Fragestellung

Das Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, eine Darstellung der Datenlage bezüglich des optimalen Therapievolumens der Laufbandtherapie bei Patienten mit chronischer, inkompletter Para- und Tetraplegie vorzulegen. Es wurde anhand von Studien bei Personen mit chronischer, inkompletter Querschnittlähmung evaluiert, welches Therapievolumen bezüglich Gehgeschwindigkeit und Ausdauer effektiv ist, um folgende Frage zu beantworten: „Laufbandtherapie bei Patienten mit chronischer, inkompletter Para- und Tetraplegie: Ist der Effekt vom Therapievolumen abhängig?“

Dazu hat die Autorin sechs Studien untersucht, von welchen vier das kleine Therapievolumen von drei Monaten und zwei das grosse Volumen von neun bis zwölf Monaten

anwendeten. Anhand der sechs Studien kam die Autorin zum Schluss, dass bezüglich der Frage, welches Therapievolumen effektvoller ist, keine allgemeingültige Antwort möglich ist. Die Laufbandtherapie verbessert mit beiden Volumina die Gehgeschwindigkeit klar wie auch die Ausdauer von Personen mit chronischer, inkompletter Querschnittslähmung. Eine dreimonatige respektive neun- bis zwölfmonatige Laufbandtherapie zieht aber nicht generell grössere oder kleinere Gewinne der Gehfähigkeit, d.h. Gehgeschwindigkeit und Ausdauer, nach sich. Aufgrund der berechneten Werte konnten aber gewisse Hinweise dafür gefunden werden, dass der Effekt der Gehgeschwindigkeit vom Volumen abhängig ist; das grosse Volumen scheint effektvoller für Gehgeschwindigkeitsverbesserungen. Der Effekt der Ausdauer ist dagegen vom Volumen eher unabhängig; sowohl das kleine als auch das grosse Therapievolumen der Laufbandtherapie führen zu bedeutenden Ausdauerverbesserungen.

Die Frage nach dem Grenznutzwert des Therapievolumens bleibt bei der Laufbandtherapie schwierig zu beantworten. Es konnten in der Bachelorarbeit jedoch weitere Hinweise gefunden werden, welche insbesondere die Effektivität des grossen Therapievolumens betonen. Durch die Interpretation der Studienwerte konnte die Autorin dieser Arbeit somit Hinweise für die Vorteile eines grossen Volumens aufzeigen. Die Autorin stimmt somit mit Musselmann et al. (2009) sowie Hicks et al. (2005) überein, dass es sinnvoll sein kann, das Therapievolumen über die herkömmliche Dauer von drei Monaten zu verlängern.

Der Effekt ist somit zumindest teilweise vom Volumen abhängig, aber aufgrund der dürftigen Datenlage kann keine eindeutige Antwort auf die Frage gegeben werden.

Eine Darstellung der Datenlage bezüglich des optimalen Therapievolumens der Laufbandtherapie konnte in begrenztem Ausmass gegeben und die Fragestellung beantwortet werden.

### **6.3. Kritische Diskussion und Beurteilung der Ergebnisse**

#### **6.3.1. Alltagsrelevanz der Ergebnisse:**

Entscheidend scheint der Autorin nicht nur, wie effektiv die verschiedenen Therapievolumina der Laufbandtherapie sind, sondern auch, ob und inwiefern die erzielten Therapieeffekte für Patienten und Physiotherapeuten relevant sind. Deshalb vertieft die Autorin die Frage nach der Alltagsrelevanz der Werte kritisch.

Gemäss Cerny et al. (1980; zit. nach Field-Fote et al., 2005) sollte man eine Gehgeschwindigkeit von 0.9 m/s erreichen und eine Gehstrecke von 500 Metern absolvieren können, um im Alltag uneingeschränkt gehen zu können. Die durchschnittlichen Gehgeschwindigkeiten reichen in den sechs Studien von 0.14m/s (Field-Fote et al., 2005) bis 0.32 m/s (Field-Fote, 2001) und die Ausdauerwerte liegen bei 32.5 m (Wirz et al., 2005) bis 750 m (Hicks et al., 2005). Die Autorin kommt zum Ergebnis, dass die wenigsten Patienten mit chronischer, inkompletter Querschnittlähmung im Alltag nach einer Laufbandtherapie über eine längere Strecke weder beim kleinen noch beim grossen Therapievolumen der Laufbandtherapie gehfähig werden. Field-Fote (2001) stellen zu Recht fest, dass die Probanden innerhalb eines Trainings nicht die normale Gehfähigkeit erlangen. Field-Fote (2001) und Field-Fote et al. (2005) zeigen sogar auf, dass in den Studien kein Proband die notwendige Gehgeschwindigkeit erreichen konnte, um auf den Rollstuhl verzichten zu können. Desweiteren merken Hicks et al. (2005) an, dass nur einer von vierzehn Probanden, der vorher an den Rollstuhl gebunden war, ohne Hilfsmittel für kurze Strecken zu gehen lernte. Wie Field-Fote (2001) und Field-Fote et al. (2005) überzeugend herausgearbeitet haben, kommt somit auch die Autorin der vorliegenden Bachelorarbeit zum Schluss, dass die Patienten mit chronischer, inkompletter Querschnittlähmung sowohl beim kleinen als auch bei der grossen Volumen der Laufbandtherapie nicht die Gehfähigkeit erlangen, um im Alltag ohne Hilfsmittel über längere Strecken gehen zu können.

Nach Field-Fote et al. (2005) soll die Laufbandtherapie den querschnittgelähmten Patienten aber doch entscheidende Vorteile für die täglichen Aufgaben im Haushalt oder das Gehen kurzer Strecken (z.B. wenige Schritte zur Toilette) bringen. Dies bewertet die Autorin dieser Bachelorarbeit als relevanten Teilerfolg der Laufbandtherapie. Die Funktionsgewinne können für querschnittgelähmte Personen für das Bewältigen des Alltags bedeutend und motivierend sein sowie ihre Unabhängigkeit etwas erhöhen. So zeigen sowohl das kleine als auch das grosse Therapievolumen ihre Effektivität für den Alltag auf.

Für Physiotherapeuten ist es entscheidend zu wissen, welche Auswirkungen die Laufbandtherapien unterschiedlichen Volumens für den Alltag des Patienten haben. Sie können den Patienten mit den vorhandenen Daten so motivieren, dass er regelmässig zur Therapiesitzung erscheint.

### 6.3.2. Unterschiedliche Therapie Voraussetzungen in den Studien

Die Werte zur Gehgeschwindigkeit und Ausdauer wurden in der Bachelorarbeit interpretiert, obwohl in den einzelnen Studien unterschiedliche Voraussetzungen bezüglich der Assessments, Messbedingungen, Stichproben und Laufbandtherapiemethoden gegeben sind. Dies sollte bei der Betrachtung der Ergebnisse entsprechend berücksichtigt werden. Die Autorin ist sich bewusst, dass es umstritten ist, inwiefern die Werte überhaupt vergleichbar sind. Sie weist bei dieser Gelegenheit nochmals auf einige solcher Unterschiede hin, welche die Aussagekraft der Schlussfolgerung schwächen.

- *Unterschiedliche Assessments*

Zur Verlaufsmessung der Gehgeschwindigkeit und Ausdauer wurden verschiedene Assessments verwendet, da es noch keinen Goldstandard zu geben scheint. Durch die Berechnung der ES konnten die Werte teilweise standardisiert werden. Die Verwendung des 5-Minuten-Gehtests (Wirz et al., 2005) oder die Messung der zurückgelegten Distanz während einer Therapiesitzung (Field-Fote, 2001) ergeben aber jeweils eine andere Aussage über die Ausdauer. Die Ausdauer verhält sich während der Dauer der Messung nicht linear.

- *Unterschiedliche Messbedingungen*

Die einen Messungen wurden auf dem Laufband, die anderen auf ebenem Untergrund durchgeführt. Field-Fote (2001) zeigt in seiner Studie auf, dass die Korrelation zwischen Laufbandgeschwindigkeit und Gehgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund fraglich bleibt. Die Autorin der Bachelorarbeit stellt die These auf, dass es einen Unterschied macht, ob die Gehgeschwindigkeit während dem Gehen auf dem gewichtsentslasteten Laufband (siehe Field-Fote, 2001) oder während des Gehens ohne Gewichtsentslastung (siehe Field-Fote et al., 2005) gemessen wurde. Der Unterschied in der Unterlagenbeschaffenheit vom ebenen Untergrund zum Laufband könnte auch einen Einfluss haben. Wenn die Laufbandwerte der Gehgeschwindigkeit von Field-Fote (2001) von 0.26 m/s im Vergleich zum Wert auf ebenem Untergrund von 0.09 m/s betrachtet werden, fällt auf, dass sich die Gehgeschwindigkeit der Probanden bei den Messungen auf dem Laufband anders verhalten. Die Aussage, dass das kleine Volumen weniger effektiv ist in Bezug auf die durchschnittlichen Gehgeschwindigkeitsverbesserungen, stimmt somit nicht vollumfänglich. Vielleicht hätten die Probanden auch beim kleinen Therapievolumen bezüglich den Gehgeschwindigkeitsverbesserungen viel besser abgeschnitten, wenn die Laufbandwerte gemessen worden wären.

- *Unterschiedliche Stichproben*

Die Autorin hinterfragt die breite Streuung der Standardabweichungen kritisch. Verantwortlich könnte der unterschiedliche gesundheitliche Zustand der Probanden zu Beginn der Tests sein. Die Probanden in Hicks et al. (2005) waren nur im Rollstuhl mobil, die Probanden in Field-Fote (2001) hingegen konnten bei Studienbeginn bereits gehen. Diese unterschiedlichen Voraussetzungen könnten auf die Verbesserungen der Gehfähigkeit bei den Verlaufsmessungen einen Einfluss gehabt haben. Es könnte aber auch ein Ausreisser, d.h. ein extremer Wert eines Probanden zu Studienbeginn für die grosse Standardabweichung verantwortlich sein. Die Stichprobengrösse von 14 Probanden in Hicks et al. (2005) und 19 Probanden in Field-Fote (2001) sollte bezüglich der Standardabweichung keinen bedeutenden Unterschied machen.

- *Unterschiedliche Laufbandtherapiemethoden*

Das Einschlusskriterium bezüglich der Interventionsform war, dass Studien mit jeglichen Laufbandtherapiemethoden zugelassen waren. Die Autorin hinterfragt die jeweilige Methode nachträglich kritisch, denn die Geschwindigkeitsvorgaben waren auf dem gewichtsentlasteten Laufband mit manueller Unterstützung anders als beim Lokomat. Während beim Lokomat (Wirz et al., 2005) die Geschwindigkeit kontinuierlich angepasst werden kann, ist dies bei den manuellen Laufbandtrainings zwar auch das Ziel, wie in den Studien erwähnt, aber schwierig umzusetzen. Umso erstaunlicher scheint, dass die Probanden bei Wirz et al. (2005) keine grösseren Gehgeschwindigkeitsfortschritte erzielen konnten. Ob hier die Geschwindigkeitslimite des Lokomat ein entscheidender Faktor war, bleibt unklar.

### **6.3.3. Limitationen dieser Arbeit**

- *Limitationen der Studien (methodologische Qualität)*

Obwohl durch die Einschlusskriterien der Bachelorarbeit eine grundsätzliche Homogenität der Probanden bestand, waren die Probanden vor Studienbeginn bezüglich Gehfähigkeit heterogen. Grundsätzlich sind in den sechs Studien sehr kleine Stichproben (*Selection Bias*) untersucht worden, v.a. in Musselmann et al. (2009) und Protas et al. (2001). Die Frage bleibt somit bestehen, wie die Ergebnisse ausgefallen wären, wenn grössere Probandengruppen untersucht worden wären.

Weiter wurden in keiner der Studien Kontrollgruppen ohne Laufbandintervention untersucht. Die Autorin hält der Aussage von Hicks et al. (2005), dass eine Kontrollgruppe

aus ethischen Bedenken nicht verantwortbar sei, entgegen, dass es durchaus noch andere Lokomotionstherapien mit erfolgsversprechenden Ergebnissen gibt.

Bei der Methodik der Studien ist zu kritisieren, dass die Anpassungen der Gehgeschwindigkeit und Gewichtsentlastung auf dem Laufband nicht nach einer standardisierten Methode abliefen. Die Gangparameter wurden nicht einheitlich erhöht. Zusätzlich wurden die Prüfer während der Durchführung der Assessments nicht verblindet (*Detection Bias*) und die Messungen nicht repetitiv durchgeführt (*Detection Bias*). Da in der Studie von Musselmann et al. (2009) ein Patient die Erlaubnis erhielt, die Therapie zu Hause fortzuführen, bleibt fraglich, ob seine Interventionsform allen anderen Laufbandtherapieinterventionen gleichwertig ist (*Performance Bias*).

Bei den Ergebnissen der Studien fehlen wichtige statistische Werte. In keiner der Studien wurden vorgängig ein Signifikanzlevel sowie ein Konfidenzintervall für die Studienergebnisse festgelegt. Auch mangelt es an Angaben zu Standardabweichungen oder Standardfehlern.

Diese Schwachstellen könnten die Effektivität der Interventionen und die Schlussfolgerungen der Autorin minimieren.

- *Limitationen der Bachelorarbeit*

Im Nachhinein würde die Autorin die Studie von Musselmann et al. (2009) nicht mehr einschliessen, da der Anteil an aufgabenorientierter Therapie die Effektivität der Laufbandtherapie verfälscht. Die Autorin kritisiert auch die eigene Auswahl der *Outcome*-Assessments: Im Nachhinein würde sie zusätzliche Tests wählen, die andere Funktionen, wie z.B. die Lebensqualität oder den Einfluss auf das kardiovaskuläre System, messen. Diese können für querschnittgelähmte Personen im chronischen Stadium der Erkrankung ebenfalls aussagekräftig sein. Die Autorin hätte zudem die kritische Diskussion gerne ausgeweitet, was aber aufgrund der Vorgaben für die Bachelorarbeit (Wortbeschränkung) nicht möglich war.

Die Literaturrecherche war auf die deutsche und englische Sprache beschränkt. Es ist möglich, dass wichtige anderssprachige Quellen nicht gefunden und berücksichtigt werden konnten. Trotz gründlicher Recherche können wichtige Studien oder andere Quellen nicht gefunden worden sein. Diese Arbeit erhebt somit keinen Anspruch auf Vollständigkeit.



#### **6.4. Theorie-Praxis-Transfer**

Die Darlegung der Datenlage bezüglich des optimalen Therapievolumens der Laufbandtherapie kann in der Praxis bei der Wahl helfen, welches Therapievolumen je nach Ziel der Intervention und je nach Patient angewendet werden sollte. Die Autorin empfiehlt, in der Praxis tendenziell eher das grosse Therapievolumen anzuwenden. Doch es könnte sich weiterhin schwierig gestalten, die Krankenkassen von einem grossen Therapievolumen der Laufbandtherapie zu überzeugen, da eindeutige Evidenzen fehlen. Die Laufbandtherapie sollte aber weiterhin für Patienten mit Querschnittlähmung angewendet werden, da sie effektiv ist.

Die Bachelorarbeit hat bei der Autorin zu einem Umdenken im Umgang mit wissenschaftlichen Publikationen geführt. Sie betrachtet die Methoden, *Outcome-Assessments* oder den wissenschaftlichen Wert von Studien mit mehr Skepsis, d.h. sie zeigt sich kritischer gegenüber gewissen Assessments und hinterfragt vermehrt die aufgeführten Studienergebnisse. Der Autorin wurde bewusst, dass nicht alle Studienergebnisse aussagekräftig sind, wenn man die methodologische Qualität der Studien oder die Relevanz der dargelegten Werte kritisch hinterfragt. Es war zum einen eine grosse Herausforderung, in einen bis anhin für die Autorin fremden Themenbereich wie die Paraplegiologie einzusteigen, zum anderen war es aber auch von Vorteil, dass die Autorin unvoreingenommen an das Thema herangehen konnte. Anhand der gemachten Erfahrungen schöpft die Autorin Mut für weitere berufliche Projekte, bei welchen ohne grosses Vorwissen eine Arbeit angepackt werden muss.

## **7. Schlussteil**

---

### **7.1. Abschliessendes Statement**

Die Wissenschaft findet in der Physiotherapie immer mehr Platz. Die Physiotherapie baut vermehrt auf evidenzbasiertem Wissen auf, was für den Beruf des Physiotherapeuten und seinen Stellenwert in der Medizin auch zukünftig entscheidend sein wird.

Aus diesen Gründen und auch, damit die in dieser Bachelorarbeit beschriebenen Evidenzen für, respektive gegen die Therapievolumen durch mehr Studienwerte untermauert werden können, ist weitere Forschung im Bereich der Laufbandtherapie bei Personen mit chronischer, inkompletter Querschnittlähmung notwendig.

### **7.2. Offene Fragen und Ausblick**

Es bleibt fraglich, wie die verschiedenen Laufbandtherapievolumen bei Personen mit chronischer, inkompletter Querschnittlähmung abschneiden würden, wenn grössere Stichproben untersucht werden. Wie in Protas et al. (2001) erwähnt wird, wären bei der Laufbandtherapie mit querschnittgelähmten Personen grössere Stichproben wünschenswert. Vielleicht wären spitalübergreifende Studien mit grösseren Stichproben möglich. Ebenfalls ungeklärt bleibt, wie effektiv die Laufbandtherapie gegenüber Therapien ohne Laufband abschneidet. Es sind klar zu wenige RCTs bei Patienten mit chronischer, inkompletter Querschnittlähmung vorhanden.

Offen bleibt auch die Frage nach dem optimalen Assessment, anhand welches die Effekte der Therapievolumen noch besser untersucht werden könnten. Wie Musselmann et al. (2009) anmerken, ist der Bedarf an besseren Assessments noch sehr gross, um Aspekte des Gehens noch genauer zu erforschen.

## 8. Verzeichnisse

---

### 8.1. Literaturverzeichnis

- Aaslund, M. K. & Moe-Nilssen, R. (2008). Treadmill walking with body weight support: Effect of treadmill, harness and body weight support systems. *Gait & Posture*, 28, 303-308.
- Archives of Physical Medicine and Rehabilitation (N.N.) (2010). *Terminology* [On-Line]. Available: <http://www.archives-pmr.org/authorinfo#ita> (20.04.2010).
- Beckmann, C. & Klein-Neuhold, M. (2001). *Physiotherapie bei Querschnittlähmung*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Behrman, A. L. & Harkema, S. J. (2000). Locomotor training after human spinal cord injury: A series of case studies. *Physical Therapy*, 80, 688-700.
- Behrman, A. L., Lawless-Dixon, A. R., Davis, S. B., Bowden, M. G., Nair, P., Phadke, C., Hannold, E. M., Plummer, P. & Harkema, S. J. (2005). *Physical Therapy*, 85, 1356-1371.
- Bleckert, M., Greb, A., Felder, H. & Grüneberg, Ch. (2006). Laufbandtherapie in der akuten Rehabilitationsphase bei Patienten mit Hemiparese. Pilotstudie zum Vergleich langsamer und schneller Ganggeschwindigkeiten. *Physioscience*, 2, 1-6.
- Buchardi, H., Larsen, R., Kuhlen, R., Jauch, K. W. & Schölmerich, J. (2008). *Die Intensivmedizin*. Heidelberg, 10. Auflage: Springer Verlag.
- Cikajlo, I., Matjacic, Z., Bajd, T. & Futami, R. (2005). Sensory supported FES control in gait training of incomplete spinal cord injury persons. *Artificial Organs*, 29, 459-461.
- Colombo, G., Wirz, M. & Dietz, V. (1998). Effect of locomotor training related to clinical and electrophysiological examinations in spinal cord injured humans. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 16, 536-538.
- Colombo, G., Wirz, M. & Dietz, V. (2001). Driven gait orthosis for improvement of locomotor training in paraplegic patients. *Spinal Cord*, 39, 252-255.
- Dietz, V. (1998). "Gehen" mit dem Rückenmark?. Neurowissenschaften, Nerven, Neuronen, Netzwerke. *Magazin der Universität Zürich*, 271, 57-59.
- Dietz, V. (2008). Body-weight supported gait training: From laboratory to clinical setting. *Brain Research Bulletin*, 76, 459-463.
- Dietz, V., Wirz, M. & Jensen, L. (1997). Locomotion in patients with spinal cord injuries. *Physical Therapy*, 77, 508-516.

- Dobkin, B., Apple, D., Barbeau, H., Basso, M., Behrman, A., Deforge, D., Ditunno, J., Dudley, G., Elashoff, R., Fugate, L., Harkema, S., Saulino, M. & Scott, M. (2003). Methods for a randomized trial of weight-supported treadmill training versus conventional training for walking during inpatient rehabilitation after incomplete traumatic spinal cord injury. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 17, 153-167.
- Dobkin, B., Apple, D., Barbeau, H., Basso, M., Behrman, A., Deforge, D., Ditunno, J., Dudley, G., Elashoff, R., Fugate, L., Harkema, S., Saulino, M. & Scott, M. (2006). Weight-supported treadmill vs over-ground training for walking after acute incomplete SCI. *Neurology*, 66, 484-493.
- Dobkin, B., Barbeau, H., Deforge, D., Ditunno, J., Elashoff, R., Apple, D., Basso, M., Behrman, A., Fugate, L., Harkema, S., Saulino, M. & Scott, M. (2007). The evolution of walking-related outcomes over the first 12 weeks of rehabilitation for incomplete traumatic spinal cord injury: The multicenter spinal cord injury locomotor trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 21, 25-35.
- Drosdowski, G., Müller, W., Scholze-Stubenrecht, W. & Wermke, M. (1996). *Duden. Die deutsche Rechtschreibung*. Mannheim, 21. Auflage: Dudenverlag.
- Effing, T. W., van Meeteren, N. L. U., van Asbeck, F. W. A. & Prevo, A. J. H. (2006). Body weight-supported treadmill training in chronic incomplete spinal cord injury: A pilot study evaluating functional health status and quality of life. *Spinal Cord*, 44, 287-296.
- Field-Fote, E. C. (2001). Combined use of body weight supported, functional electric stimulation and treadmill training to improve walking ability in individuals with chronic incomplete spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82, 818-824.
- Field-Fote, E. C., Lindley, S. D. & Sherman, A. L. (2005). Locomotor training approaches for individuals with spinal cord injury: A preliminary report of walking-related outcomes. *Journal of neurological Physical Therapy*, 29, 127-137.
- Field-Fote, E. C. & Tepavac, D. (2002). Improved intralimb coordination in people with incomplete spinal cord injury following training with body weight support and electrical stimulation. *Physical Therapy*, 82, 707-715.
- Fouad, K. & Pearson, K. (2004). Restoring walking after spinal cord injury. *Progress in Neurobiology*, 73, 107-126.
- Geisler, F. H., Coleman, W. P., Grieco, G. & Poonian, D. (2001). The sygen multicenter acute spinal cord injury study. *Spine*, 26, 87-98.

- Gerber, M. & Imhof, U. (2003). Training von Ausdauer und Kraftausdauer bei Menschen mit ZNS-Läsionen im Rahmen des heutigen Bobath-Konzepts. *Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 55, 602-608.
- Götz-Neumann, K. (2006). *Gehen verstehen. Ganganalyse in der Physiotherapie*. Stuttgart, 2. Auflage: Georg Thieme Verlag.
- Granat, M., Keating, J. F., Smith, A. C. B., Delargy, M. & Andrews, B. J. (1992). The use of functional electrical stimulation to assist gait in patients with incomplete spinal cord injury. *Disability & Rehabilitation*, 14, 93-97.
- Gut, A. (2010, mdl. Mitt.). Sammelstelle für die Statistik der Unfallversicherung UVG. Luzern. (31.03.2010).
- Hicks, A., Adams, M., Martin Ginis, K., Giangregorio, L., Latimer, A., Philipps, S. & McCartney, N. (2005). Long-term body-weight-supported treadmill training and subsequent follow-up in persons with chronic SCI: effects on functional walking ability and measures of subjective well being. *Spinal Cord*, 43, 291-298.
- Hocoma (N.N.) (2010). *Lokomat®* [On-Line]. Available: <http://www.hocoma.ch/produkte/lokomat/funktionen/> (03.03.2010).
- Hornby, T. G., Zemon, D. H. & Campbell, D. (2005). Robotic-assisted, body-weight-supported treadmill training in individuals following motor incomplete spinal cord injury. *Physical Therapy*, 85, 52-66.
- Hüter-Becker, A. & Dölken, M. (2004). *Physiotherapie in der Neurologie*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Israel, J. F., Campbell, D. D., Kahn, J. H. & Hornby, T. G. (2006). Metabolic costs and muscle activity patterns during robotic-and therapist-assisted treadmill walking in individuals with incomplete spinal cord injury. *Physical Therapy*, 86, 1466-1478.
- Jackson, A. B., Carnel, C. T., Ditunno, J. F., Schmidt Read, M., Boninger, M. L., Schmeler, M. R., Williams, St. R. & Donovan, W. H. (2008). Outcome measures for gait and ambulation in the spinal cord injury population. *Journal of Spinal Cord Medicine*, 31, 487-499.
- Kuo, A.D. (2002). The relative roles of feedforward and feedback in the control of rhythmic movements. *Motor Control*, 6, 129-145.
- Ladouceur, M. & Barbeau, H. (2000). Functional electrical stimulation-assisted walking for persons with incomplete spinal injuries: longitudinal changes in maximal over-ground walking speed. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 32, 28-36.

- Lam T., Eng, J. J., Wolfe, D. L., Hsieh, J. T. C. & Whittaker, M. (2007). A systematic review of the efficacy of gait rehabilitation strategies for spinal cord injury. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 13, 32-57.
- Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L., Bosch, J. & Westmorland, M. (1998). *Guidelines for Critical Review Form - Quantitative Studies* [On-Line]. Available: <http://www.srs-mcmaster.ca/Portals/20/pdf/ebp/quanguidelines.pdf> (23.09.2009).
- Mehrholtz, J., Kugler, J. & Pohl, M. (2008). Locomotor training for walking after spinal cord injury. *The Cochrane Library*, 3, 1-42.
- Müller Verbiest, G. (2009, mdl. Mitt.). Schweizer Paraplegiker-Zentrum. Nottwil.
- Musselman, K. E., Fouad, K., Misiaszek, J. E. & Yang, J. F. (2009). Training of walking skills overground and on the treadmill: Case series on individuals with incomplete spinal cord injury. *Physical Therapy*, 89, 601-611.
- Nymark, J., Deforge, D., Barbeau, H., Badour, M., Bercowitch, S., Tomas, J. & Goudreau, L. (1998). Body weight supported treadmill gait training in the subacute recovery phase of incomplete spinal cord injury. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 12, 119-136.
- Postans, N. J., Hasler, J. P., Granat, M. H. & Maxwell, D. J. (2004). Functional electric stimulation to augment partial weight-bearing supported treadmill training for patients with acute incomplete spinal cord injury: A pilot study. *Arch Phys Rehabil*, 85, 604-610.
- Protas, E. J., Holmes, S. A., Qureshy, H., Johnson, A., Lee, D. & Sherwood, A. M. (2001). Supported treadmill ambulation training after spinal cord injury: A pilot study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82, 825-831.
- Reuter, P. (2005). *Springer Wörterbuch Medizin*. Berlin, 2. Auflage: Springer-Verlag.
- Sisto, S. A., Druin, E. & Macht Sliwinski, M. (2009). *Spinal Cord Injuries: Management and Rehabilitation*. Missouri: Mosby Elsevier.
- Wernig, A. (2006). Long-term body-weight supported treadmill training and subsequent follow-up in persons with chronic SCI: effects on functional walking ability and measures of subjective well-being. *Spinal Cord*, 44, 265-266.
- Wernig, A., Müller, S., Nanassy, A. & Cagol, E. (1995). Laufband therapy based on 'rules of spinal locomotion' is effective in spinal cord injured persons. *European Journal of Neuroscience*, 7, 823-829.
- Wernig, A., Nanassy, A. & Müller, S. (1999). Laufband (treadmill) therapy in incomplete paraplegia and tetraplegia. *Journal of Neurotrauma*, 16, 719-726.

- Wernig, A., Nanassy, A. & Müller, S. (1998). Maintenance of locomotor abilities following Laufband (treadmill) therapy in para- and tetraplegic persons: follow-up studies. *Spinal Cord*, 36, 744-749.
- Wikipedia (2010). Geschwindigkeit [On-Line]. Available: <http://de.wikipedia.org/wiki/Geschwindigkeit> (22.04.2010).
- Wirz, M. (2010, mdl. Mitt.). Uniklinik Balgrist Paraplegikerzentrum. Zürich.
- Wirz, M., Zemon, D. H., Rupp, R., Scheel, A., Colombo, G., Dietz, V. & Hornby T. G. (2005). Effectiveness of automated locomotor training in patients with chronic incomplete spinal cord injury: A multicenter trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86, 672-680.
- Wyndaele, M. & Wyndaele, J. J. (2006). Incidence, prevalence and epidemiology of spinal cord injury: what learns a worldwide literature survey?. *Spinal Cord*, 44, 523-529.
- Zäch, G. A. & Koch, H. G. (2006). *Paraplegie. Ganzheitliche Rehabilitation*. Basel: Karger.

## 8.2. Abkürzungsverzeichnis

ISCoS	engl. International Spinal Cord Society (Vereinigung der Paraplegiologen)
CPG	engl. Central Pattern Generator (zentraler Mustergenerator)
SCI	engl. spinal cord injury (Querschnittlähmung)
RCT	engl. randomized controlled trial (randomisierte kontrollierte Studie)
mdl. Mitt.	Zitat einer mündlichen Mitteilung
MeSH	engl. Medical Subheading (Schlagwort)
CINAHL	Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature
AMED	Allied and Complementary Medicine Database
ES	engl. effect size (Effektstärke)
SE	engl. standard error (Standardfehler)
SD	engl. standard deviation (Standardabweichung)
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heisst
evtl.	eventuell
N.N.	lat. nomen nescio (kein Autor angegeben)

### 8.3. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Titelbild  
Banz, R., Bolliger, M., Colombo, G. & Lünenburger, L. (2006). Movement analysis with the driven gait orthosis Lokomat. Zürich.
- Abb. 2: Medulla spinalis  
Zentrale für Unterrichtsmaterialien [On-Line]. Available: <http://www.zum.de/Faecher/Materialien/beck/bilder/!cord.gif> (19.04.2010).
- Abb. 3: Die drei verschiedenen Laufbandtherapieformen  
DMC Rehabilitation Institute of Michigan. Center for spinal cord injury recovery [On-Line]. Available: [http://www.centerforscirecovery.org/upload/images/lokomat\\_jm.jpg](http://www.centerforscirecovery.org/upload/images/lokomat_jm.jpg) (19.04.2010).
- Abb. 4: Die drei verschiedenen Laufbandtherapieformen  
DMC Rehabilitation Institute of Michigan. Center for spinal cord injury recovery [On-Line]. Available: <http://www.zoecormier.com/wp-content/uploads/2009/10/Rehab1.jpg> (19.04.2010).
- Abb. 5: Die drei verschiedenen Laufbandtherapieformen  
Hocoma: Lokomat® [On-Line]. Available: <http://control.ee.ethz.ch/~antocar/Graphic1.jpg>. (19.04.2010).
- Abb. 6: Gehgeschwindigkeiten von drei Studien  
Darstellung der Autorin, 2010.
- Abb. 7: Darstellung der Kurven,  
Darstellung der Autorin, 2010.

### 8.4. Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Suchergebnisse  
Darstellung der Autorin, 2010.
- Tabelle 2: Beurteilung der methodologischen Qualität  
in Anlehnung an die Kriterien nach Law et al. (1998), Darstellung der Autorin, 2010.
- Tabelle 3: Ergebnisse ohne Berechnungen  
in Anlehnung an die Ergebnisse der sechs Studien, Darstellung der Autorin, 2010.



Tabelle 4: Zusammenstellung der sechs Studienergebnisse mit Berechnungen in Anlehnung an die Ergebnisse der sechs Studien, Darstellung der Autorin, 2010.

## 9. Danksagung

---

An dieser Stelle danke ich allen, die mich beim Schreiben dieser Arbeit unterstützt haben. Ein spezieller Dank geht an Herrn André Meichtry, der mich während des gesamten Arbeitsprozesses beraten und betreut hat. Weiter bedanke ich mich bei Herrn Markus Wirz dafür, dass mir ein Besuch im Spital Balgrist ermöglicht wurde, und bei Herrn Andreas Gut dafür, dass mir unveröffentlichte Daten zur Inzidenz der Querschnittlähmung zugänglich gemacht wurden. Ein herzliches Dankeschön geht ausserdem an die Korrektoren.

## **10. Eigenständigkeitserklärung**

---

„Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig, ohne Mithilfe Dritter und unter Benützung der angegebenen Quellen verfasst habe.“

---

Martina Hächler

Winterthur, 21. Mai 2010

## 11. Anhänge

### 11.1. Übersicht der Literaturrecherche

Datenbank	Schlag-/Stichwörter	Studien
The Cochrane Library	"treadmill" AND "incomplete SCI"	Mehrholz et al., 2008
	"spinal cord injury" AND "locomotion" AND "therapy"	Wernig et al., 1995
PEDro	"treadmill" AND "incomplete SCI"	Dobkin et al., 2007 Dobkin et al., 2006 Field-Fote et al., 2005 Lam et al., 2007 Postans et al., 2004
Medline (via Pubmed)	"locomotion" (Mesh) AND "spinal cord injuries" (Mesh) AND "robotics" (Mesh)	Hornby et al., 2005 Israel et al., 2006 (Field-Fote et al., 2005)
	("locomotion" (Mesh) OR "walking" (Mesh)) AND "spinal cord injuries" (Mesh) AND "exercise test" (Mesh)	Dobkin et al., 2003 Hicks et al., 2005 Wernig, 2006 (Dobkin et al., 2006)
CINAHL	"electrical stimulation, functional" (Mesh) AND "treadmills" (Mesh) AND "spinal cord injuries"	Field-Fote, 2001 (Postans et al., 2004)
	"locomotion" (Mesh) AND "paraplegia" (Mesh)	Dietz et al., 2000
	"paraplegia" (Mesh) AND "locomotor training"	Colombo et al., 2001 Dietz et al., 1998 Dietz et al., 1997
	"spinal cord injuries" (Mesh) AND "locomotion" (Mesh)	(Dobkin et al., 2006)
AMED (via OvidSP)	"exercise therapy" (Mesh) AND "spinal cord injuries" (Mesh) AND "incomplete"	Behrman et al., 2005 Field-Fote et al., 2002 Wirz et al., 2005 (Hicks et al., 2005)
	"body weight" (Mesh) AND "spinal cord injuries" (Mesh)	(Wernig, 2006)
	"spinal cord injuries" (Mesh) AND "locomotion" (Mesh) AND "rehabilitation" (Mesh)	Behrman et al., 2000 Wernig et al., 1998
	"spinal cord injuries" (Mesh) AND "treadmill" AND "incomplete"	Effing et al., 2006; Musselmann et al., 2009 Nymark et al., 1998 Protas et al., 2001 (Dobkin et al., 2003) (Israel et al., 2006) (Hornby et al., 2005) (Wirz et al., 2005) (Hicks et al., 2005)

Suche im Literaturverzeichnis von:	Studien
Dobkin et al., 2007	Geisler et al., 2001
Mehrholz et al., 2008	Ladouceur et al., 2000
Field-Fote, 2001	Granat et al., 1992

## 11.2. Neurologische ASIA-Klassifikation

Die Querschnittlähmungen werden in fünf ASIA-Kategorien unterteilt:

<b>A</b>	Komplett
	keinerlei motorische und sensible Funktionen in sakralen Segmenten S4-S5
<b>B</b>	Inkomplett
	sensible, aber keine motorischen Funktionen unterhalb des neurologischen Niveaus
<b>C</b>	Inkomplett
	motorische Funktionen unterhalb des neurologischen Niveaus
	mehr als 50% der Kennmuskeln unterhalb neurologischem Niveau hat Muskelkraft weniger 3
<b>D</b>	Inkomplett
	motorische Funktionen unterhalb des neurologischen Niveaus
	mehr als 50% der Kennmuskeln unterhalb neurologischem Niveau hat Muskelkraft 3 oder mehr als 3
<b>E</b>	Normal
	motorische und sensible Funktionen sind normal

### 11.3. Bewertung der Studien

#### 11.3.1. Hicks et al., 2005.

Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien

© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L. Bosch, J., & Westmorland, M. (1998).

(Adapted Word Version Used with Permission )

<p><b>TITEL</b></p>	<p><i>Geben Sie den vollständigen Titel in APA-Format wieder:</i>                  Long-term body-weight-supported treadmill training and subsequent follow-up in persons with chronic SCI: effects of functional walking ability and measures of subjective well-being.                  Hicks, A. L., Adams, M. M., Martin Ginis, K., Giangregorio, L., Latimer, A., Phillips, S. M., McCartney, N. (2005). Spinal Cord; 43: 291-298.</p>
<p><b>ZWECK DER STUDIE</b></p> <p><i>Wurde der Zweck klar angegeben?</i>  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ihre Forschungsfrage?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To determine the effects of long-term body-weight-supported treadmill training (12months, 3times weekly) on functional walking ability and perceived quality of life in persons with chronic incomplete spinal cord injury</li> <li>- To investigate whether training adaptations are maintained following cessation of the BWSTT program</li> </ul> <p>übersetzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Effekte der Langzeit-Laufbandtherapie mit Gewichtsentlastung auf die Gehfähigkeit und wahrgenommene Lebensqualität von Personen mit inkompletter spinaler Läsion im chronischen Stadium zu bestimmen und</li> <li>- herauszufinden, ob die Trainingserfolge nach Beendigung der gewichtsentlasteten Laufbandtherapie beibehalten werden können.</li> </ul>
<p><b>LITERATUR</b></p> <p><i>Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet?</i>  <input checked="" type="checkbox"/> Ja → sehr klar  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Studien bei Personen mit akuter und chronischer Querschnittlähmung haben gezeigt, dass durch gewichtsentlastetes Laufbandtraining die Gehfähigkeit bei Patienten mit inkompletter (ASIA C&amp;D) Para- oder Tetraplegie verbessert werden kann.</li> <li>- Damit gewichtsentlastetes Laufbandtraining als Standardverfahren akzeptiert wird, müssen noch die optimalen Trainingsdauern genauer untersucht werden oder ein Beweis für die Aufrechterhaltung der Gehfähigkeit über längere Zeit nach Beendigung der Laufbandtherapie bestehen. (sehr gute Rechtfertigung)</li> <li>- Es ist auch wichtig zu wissen, welchen Einfluss das Laufbandtraining mit Gewichtsentlastung auf das subjektive Wohlbefinden hat. Bisher hat keine andere Studie Aspekte des subjektiven Wohlbefindens untersucht.</li> <li>- Bisher veröffentlichte Studien über das gewichtsentlastete Laufbandtraining haben eine Trainingshäufigkeit von 3-5mal wöchentlich und Trainingsvolumen von 3-5 Monaten angewendet. (sehr gute Rechtfertigung)</li> <li>- Es wird auch dargelegt, dass die Aufrechterhaltung der Gehfähigkeit von einem kontinuierlichen Training abhängig ist und Fortschritte im Gehen nach der Trainingsphase verloren gehen. (sehr gute Rechtfertigung)</li> </ul>
<p><b>DESIGN</b></p> <p><input type="checkbox"/> randomisierte kontrollierte Studie (RCT)  <input checked="" type="checkbox"/> Kohortenstudie  <input type="checkbox"/> Einzelfall-Design  <input checked="" type="checkbox"/> Vorher-Nachher-Design  <input type="checkbox"/> Fall-Kontroll-Studie</p>	<p><i>Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprech das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)?</i></p> <p>Prospektive Studie                  Kohortenstudie (longitudinal, analytisch) &amp; Vorher-Nachher-Studie = Vorher-Nachher-Vergleich von 14 Probanden</p> <p><i>Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen.</i></p>

<input type="checkbox"/> Querschnittsstudie <input type="checkbox"/> Fallstudie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- keine Kontrollgruppe</li> <li>- evtl. systemischer Stichprobenfehler (Auswahl durch das medizinische Personal und Inerate)</li> <li>- evtl. spontane Genesung → aber in Schlussfolgerung verneint</li> <li>- Limite (S. 297) in Diskussion angemerkt: kein RCT da nur geringe Probandenanzahl und hohes Potenzial für Drop-out, sowie ethische Bedenken für ein RCT</li> </ul>	
<p><b>STICHPROBE</b> N = 14</p> <p>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wurde die Stichprobengröße begründet?  <input type="checkbox"/> Ja  <input checked="" type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> entfällt</p>	<p><i>Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich?</i>          14 Probanden (11 Männer und 3 Frauen)          (ausgewählt durch medizinisches Personal und durch Inerate)</p> <p>Einschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- traumatisch bedingte, inkomplette spinale Läsion</li> <li>- chronisch (Spinale Läsion seit mehr als 12 Monaten)</li> <li>- ASIA B oder C</li> <li>- alle Probanden im Rollstuhl zu Studienbeginn (11 konnten weder stehen noch gehen) → ausführliche Tabelle</li> </ul> <p>Ausschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Herzschrittmacher, Herzerkrankungen, unkontrollierte Herzrhythmusstörungen, chronisch obstruktive Lungenerkrankungen, älter als 60 Jahre, usw.</li> </ul> <p>Stichprobengröße-Begründung: keine</p> <p><i>Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</i>          Schriftliche wohlinformierte Zustimmung der Probanden          Die Studie wurde durch das "Research Ethics Board of Hamilton Health Sciences" (= Ethikkommission) geprüft.</p>	
<p><b>OUTCOMES</b></p> <p>Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>Waren die outcome Messungen gültig (valide)?  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p><i>Geben Sie an, wie oft outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)).</i>          Jeden 3. Monat (3./6./9./12. Monat) → am Anfang und zum Schluss der Studie          Im 8. Monat nach Beendigung der Studie</p> <p><i>Outcome Bereiche:</i></p> <p>Anwesenheit          Gehfähigkeit:          - % Gewichtsunterstützung          - Distanz auf dem Laufband</p> <p>- Gehgeschwindigkeit auf dem Laufband          - Gehklasse/Hilfsmittel</p> <p>Subj. Wohlbefinden:          - Lebenszufriedenheit          - Zufriedenheit mit physischen Funktionen          - Depression          - Generelle Gesundheit</p>	<p><i>Listen Sie die verwendeten Messungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- % Anwesenheit</li> <li>- % Gewichtsunterstützung</li> <li>- m (kein spezifisches Messinstrument)</li> <li>- km/h (kein spezifisches Messinstrument) → in Tabelle</li> <li>- Wernig-Skala</li> <li>- (Interviews) SWLS</li> <li>- IADL</li> <li>- CES-D</li> <li>- SF-36</li> </ul> <p>(ANOVA, Pearson Correlation)</p> <p>Zuverlässigkeit/Gültigkeit: keine</p>
<p><b>MASSNAHMEN</b></p>	<p><i>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der Praxis wiederholt</i></p>	

<p>Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>Wurde Kontamination vermieden?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>Wurden gleichzeitige weitere Maßnahmen (Ko-Intervention) vermieden?  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p>werden?          - Wie oft?          5-15 Min steigend (Max 90 Min)/Tag?          3 mal/Wo          → Total Therapievolumen: 12 Monate (144 Sitzungen)          (während Follow-up 1mal/Wo gewichtsentlastetes Laufbandtraining)</p> <p>Wer: 2 Therapeuten helfen beim Gangmuster</p> <p>Anpassungen der Trainingsparameter (Gewichtsentlastung und Geschwindigkeit) in jedem Training          Trainings fanden alle auf Woodway Locosystem Laufband statt.</p>
<p><b>ERGEBNISSE</b></p> <p>Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>War(en) die Analyse-methode(n) geeignet?  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. <math>p &lt; 0.05</math>)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?          Gehgeschwindigkeit und Ausdauer:          - Alle Probanden verbesserten ihre Gehfähigkeiten in 12 Monaten:          - 54% Reduktion an Gewichtsentlastung → %BWS: <math>P &lt; 0.01</math>/ signifikant          - Anstieg der Laufgeschwindigkeit auf dem Laufband von anfänglich 0.5km/h (SD 0.3 km/h) auf 1.4 km/h (SD 0.8 km/h) nach 12 Monaten, 180 % Zunahme in Gehgeschwindigkeit → Geschwindigkeit: <math>p &lt; 0.01</math>/signifikant.          - Zunahme der Distanz pro Sitzung von anfänglich 221.4 m (SD 186.8 m) auf 961.7 m (SD 463.8 m), 335 % Zunahme in Distanz → Distanz: <math>p &lt; 0.01</math>/ signifikant</p> <p>Weitere Ergebnisse zu anderen Outcomes:          - 6 Probanden konnten nach dem Training selbständig gehen (Wernig-Skala)          - Anwesenheit: Durchschnitt 78.8%          - Lebenszufriedenheit: <math>p = 0.05</math> → signifikante Verbesserung          - Zufriedenheit mit physischem Zustand: <math>p = 0.03</math> → signifikante Verbesserung          - Korrelation zwischen Lebenszufriedenheit und % Gewichtsanteil (<math>r = -0.59</math>)  <math>p = 0.02</math>/signifikant          - Korrelation zwischen Zufriedenheit mit physischem Zustand und % Änderung in Distanz (<math>r = 0.51</math>), <math>p = 0.04</math>/signifikant → schwache Korrelation          - Follow-up: leichte Abnahme in Zufriedenheit mit physischen Funktionen</p>
<p>Wurde die klinische Bedeutung angegeben?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input checked="" type="checkbox"/> Nein (siehe 1.)  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?          - Da die Probanden zu Beginn der Studie keine Steh- oder Gehfähigkeit aufwiesen, sind die Ergebnisse funktionell weniger aussagekräftig im Vergleich zu anderen Studien.          - (gewichtsentlastetes Laufbandtraining 12 Monate lang war effektiv, um die Gehfähigkeit und die Messzahlen von subjektivem Wohlbefinden zu verbessern.)</p>
<p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?</p>	<p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)          -1 Proband war nicht fähig, die Intervention zu beenden (N = 13)</p>



<input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	-1 Proband konnte nicht zum Follow-up erscheinen (N = 12)
<p><b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</b></p> <p><i>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?</i></p> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein	<p><i>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gewichtsentlastetes Laufbandtraining 12 Monate lang war effektiv, um die Gehfähigkeit und die Messzahlen von subjektivem Wohlbefinden zu verbessern.</li> <li>- Die Verbesserung konnte auch bis 8 Monate nach der Anwendung aufrechterhalten werden.</li> <li>- Vier Probanden konnten nach der Therapie ohne Gewichtsentlastung gehen.</li> <li>- Die Anwesenheit nahm im Follow-up um die Hälfte ab.</li> <li>- Die Vorteile des gewichtsentlasteten Trainings reichen viel weiter als nur zur Verbesserung der Gehfähigkeit, sondern haben auch entscheidenden Einfluss auf die Verbesserung anderer Körperfunktionen (siehe Studie).</li> <li>- Etwas weniger funktionell, da viele Probanden vor dem Training weder stehen noch gehen konnten (im Vergleich zu anderen Studien).</li> <li>- Es könnten auch Querschnittgelähmte mit weniger Motorik vom gewichtsentlasteten Laufbandtraining profitieren, da es nicht nur die Gehfähigkeit verbessert, sondern auch die Lebensqualität entscheidend beeinflusst.</li> </ul>

### 11.3.2. Musselmann et al., 2009.

Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien

© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L. Bosch, J., & Westmorland, M. (1998).  
(Adapted Word Version Used with Permission )

<p><b>TITEL</b></p>	<p><i>Geben Sie den vollständigen Titel in APA-Format wieder:</i> Training of walking skills overground and on the treadmill: Case series on individuals with incomplete spinal cord injury. Musselmann, K. E., Fouad, K., Misiaszek, J. E., Yang, J. F. (2009). Physical Therapy; 89: 601-611.</p>
<p><b>ZWECK DER STUDIE</b></p> <p><i>Wurde der Zweck klar angegeben?</i>  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ihre Forschungsfrage?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To determine the effectiveness of skill training in a small group of people with incomplete spinal cord injury and</li> <li>- To compare skill training with body-weight-supported treadmill training (BWSTT) in the same individuals.</li> </ul> <p>übersetzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Effektivität eines aufgabenorientierten Trainings in einer kleinen Gruppe von Personen mit inkompletter spinaler Läsion zu bestimmen und aufgabenorientiertes Training mit dem gewichtsentlasteten Laufbandtraining in derselben Gruppe zu vergleichen.</li> </ul>
<p><b>LITERATUR</b></p> <p><i>Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet?</i>  <input checked="" type="checkbox"/> Ja → sehr klar  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Gehen ist für Personen mit spinaler Läsion zu Hause und in der Öffentlichkeit ein wichtiges Ziel.</li> <li>- Das Gehen benötigt verschiedene Fertigkeiten (z.B. unebenes Gelände, Hindernisse), aber wenige Studien haben bisher untersucht, ob Laufbandtraining effektiv ist für die verschiedenen Fertigkeiten des Gehens. (sehr gute Rechtfertigung)</li> <li>- Es ist unklar, wie spezifisch das Gehtraining sein sollte und ob eine repetitive Therapie wie das Laufbandtraining mit Gewichtsentlastung optimal ist oder ob relevante Aufgaben variantenreich geübt werden müssen.</li> <li>- Bisher hat sich keine Studie darauf konzentriert, was für die aktive Teilnahme am gesellschaftlichen Leben wirklich wichtig ist.</li> </ul>
<p><b>DESIGN</b></p> <p> <input type="checkbox"/> randomisierte kontrollierte Studie (RCT)  <input type="checkbox"/> Kohortenstudie  <input type="checkbox"/> Einzelfall-Design  <input checked="" type="checkbox"/> Vorher-Nachher-Design  <input type="checkbox"/> Fall-Kontroll-Studie  <input type="checkbox"/> Querschnittsstudie  <input checked="" type="checkbox"/> Fallstudie         </p>	<p><i>Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprech das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)?</i></p> <p>Prospektive Studie Fallstudie, aber trotzdem zufällig in Gruppen eingeteilt; Vorher-Nachher-Studie</p> <p><i>Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zufällige Zuteilung der 4 Probanden zu den 2 Gruppen war gewährleistet.(+)</li> <li>- Ein Forscher nahm die Therapien auf Video auf, um sicherzustellen, dass die durchgeführte Therapie den Ansprüchen genügte.(+)</li> <li>- Patient 2 machte das Laufbandtraining in einem späterem Stadium zu Hause selbständig: Qualität durch Email und Telefonkontakt gewährleistet. (Auch Berechnungen ohne Daten dieses Patienten waren ähnlich)(-/+)</li> <li>- Verblindeter Therapeut beurteilte alle Probanden.(single blind study)(+)</li> <li>- Da sehr kleine Gruppe, keine Generalisierung über Gruppe hinaus.</li> </ul>
<p><b>STICHPROBE</b> N = 4</p>	<p><i>Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich?</i> 4 Probanden (durchschnittlich 2.7 Jahre nach Eintritt der spinalen Läsion,</p>

<p>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p> <p>Wurde die Stichprobengröße begründet?  <input type="checkbox"/> Ja  <input checked="" type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> entfällt</p>	<p>traumatisch bedingte spinale Läsion)                  Freiwillige wurden von einer Klinik in Edmonton angeworben.</p> <p>Einschlusskriterien:                  - Inkomplette spinale Läsion                  - Mehr als 10 Monate nach Eintritt der Läsion                  - Fähig 5 Meter auf dem Gelände zu gehen, mit oder ohne Hilfsmittel (WISCII 6-12)                  → Tabelle der persönlichen Merkmale 1-4: Patient 2 konnte zu Beginn 10 Meter selbständig gehen, während Patienten 1, 3 und 4 nur kurz gehen konnten und ansonsten im Rollstuhl waren.                  Ausschlusskriterien: keine erwähnt</p> <p>Stichprobengröße-Begründung: keine</p> <p><i>Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</i>                  Schriftliche wohlinformierte Zustimmung der Probanden</p>	
<p><b>OUTCOMES</b></p> <p>Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>Waren die outcome Messungen gültig (valide)?  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p><i>Geben Sie an, wie oft outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)).</i>                  Vor Trainingsbeginn, monatlich, 3 und 6 Monate nach dem Training (Patient 2)</p>	<p><i>Listen Sie die verwendeten Messungen:</i>                  - The Modified Emory Functional Ambulation Profile (mEFAP)                  - 10 Meter-Gehtest                  - 6 Minuten-Gehtest                  - Berg Balance Scale                  - Activities-specific Balance Confidence Scale</p> <p>Zuverlässigkeit/Gültigkeit: keine</p>
<p><b>MASSNAHMEN</b></p> <p>Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>Wurde Kontamination vermieden?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>Wurden gleichzeitige weitere Maßnahmen (Ko-Intervention) vermieden?  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p><i>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der Praxis wiederholt werden?</i>                  Wie oft?                  1 Stunde/Tag (mit Pausen), 3-5 mal/Wo, über 3 Monate                  Je 3 mal 3 Monate                  Patient 1&amp;2: Laufbandtherapie/aufgabenorientiertes T./Laufbandtherapie                  Patient 3&amp;4: Laufbandtherapie/Laufbandtherapie/aufgabenorientiertes T.                  → Total Therapievolumen: 9 Monate</p> <p>- Wer: 1 Physiotherapeut und 1 Assistent anwesend</p> <p>Aufgabenorientiertes Training:                  Herausfordernde Gehaufgaben: wichtige Aufgaben für Alltag, Varianten in Umwelteinflüssen und Bedingungen, soweit herausfordernd bis Fehler bewirkt werden konnten                  Hilfsmittel erlaubt</p> <p>Laufbandtraining mit Gewichtsentlastung:                  Standard-Laufband: Geschwindigkeit so hoch wie vom Patienten toleriert, Gewichtsentlastung so gering wie nötig, mindestens dreiminütige Sequenzen möglich                  Manuelle Hilfe und Abstützen seitlich waren erlaubt.                  (für jeden Patienten genauer beschrieben)</p>	

<p><b>ERGEBNISSE</b></p> <p>Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> entfällt  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>War(en) die Analyse-methode(n) geeignet?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p><i>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. <math>p &lt; 0.05</math>)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</i></p> <p>Gehgeschwindigkeit und Ausdauer.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mEFAP: 1/3 verbesserten sich im aufgabenorientierten und Laufbandtraining, 2/4 v.a. im aufgabenorientierten Training</li> <li>- Gehgeschwindigkeit: 3 Patienten v.a. im aufgabenorientierten Training verbessert, Patient 1 und 3 auch im Laufbandtraining</li> <li>- Ausdauer: ähnliche Verbesserung wie bei Geschwindigkeit, 75, 47, 85 und 8 Meter</li> </ul> <p>Weitere Ergebnisse zu Outcomes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Berg Balance. Weniger Fortschritte, 9,0,10,5 Punkte, wenn dann v.a. im aufgabenorientierten Training</li> <li>- Functional walking: 2 Patienten verbesserten sich</li> </ul> <p>→ v.a. gegen Ende der Therapiedauer konnten grössere Veränderungen festgestellt werden (4.-9. Monat)</p> <p>Langzeitwirkung: (siehe Studie)          Studie merkt an, dass sich die Resultate nicht generalisieren lassen, da kleine Gruppe von Probanden.</p>
<p>Wurde die klinische Bedeutung angegeben?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p><i>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ein intensives Training, um Gehfähigkeiten auf dem Gelände wiederzuerlangen, kann so effektiv sein wie Laufbandtraining in einer kleinen Gruppe von Probanden.</li> <li>- Es wird nach Studie angenommen, dass Laufbandtraining nicht genügend sei, um die Balance und Anpassungsfähigkeiten während des Gehens zu gewährleisten. Und so könnte aufgabenorientiertes Training im Anschluss an Laufbandtherapie grossen Sinn machen.</li> <li>- Gewichtsentlastetes Training genügt nicht für die Balance und Anpassungsfähigkeit während dem Gehen.</li> <li>- Mit Langzeittraining zeigten die Patienten andauernde Fortschritte (übereinstimmende Aussage mit Hicks et al.). So ergeben sich durchaus Vorteile bei der Verlängerung der Trainingsdauer über die herkömmlichen drei Monate hinaus.</li> <li>- Die Ausdauer verbesserte sich durch beide Arten von Training.</li> <li>- Aufgabenorientiertes Training war in dieser kleinen Gruppe von Probanden effektiv!</li> </ul>
<p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 Patienten fielen aus Studie nach erster Phase (nicht aussagekräftige Gründe)</li> </ul>
<p><b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</b></p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die Praxis? Welches waren die hauptsächlichen Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Resultate zeigen, dass aufgabenorientiertes Training eine effektvolle Methode für inkomplett Querschnittgelähmte ist, die schon eine geringe Gehfähigkeit besitzen.</li> <li>- Zukünftige Studien könnten das aufgabenorientierte Training insofern modifizieren, indem Probanden ihre Gehfähigkeiten auf ebenem Untergrund üben, um ein variables Training zu gewährleisten, welches zu besserer Partizipation führen könnte.</li> <li>- Doch es braucht noch weitere Studien, die zeigen könnten, dass das Üben relevanter Aufgaben auf dem Laufband auch bei Personen mit weniger Gehfähigkeiten, Effekte auf die Partizipation erzielt.</li> </ul>

**11.3.3. Field-Fote et al., 2005.**

Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien

© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L. Bosch, J., & Westmorland, M. (1998).  
(Adapted Word Version Used with Permission )

<p><b>TITEL</b></p>	<p><i>Geben Sie den vollständigen Titel in APA-Format wieder:</i> Locomotor training approaches for individuals with spinal cord injury: A preliminary report of walking-related outcomes. Field-Fote, E. C., Lindley, S. D., Sherman, A. L. (2005). Journal of neurological Physical Therapy; 29: 127-137.</p>
<p><b>ZWECK DER STUDIE</b></p> <p><i>Wurde der Zweck klar angegeben?</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ihre Forschungsfrage?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To assess outcomes associated with 4 different approaches to BWS locomotor training in individuals with motor-incomplete spinal cord injury.</li> </ul> <p>übersetzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resultate zu beurteilen, die mit vier verschiedenen gewichtsentlasteten Lokomotionstrainings bei inkompletten Querschnittgelähmten verbunden sind.</li> </ul>
<p><b>LITERATUR</b></p> <p><i>Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet?</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ja (teilweise) <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewichtsentlastetes Lokomotionstraining verbessert die Gehfähigkeit auf ebenem Untergrund von inkomplett Querschnittgelähmten.</li> <li>- Seit 1990 haben verschiedene Forschungen gezeigt, dass gewichtsentlastetes Lokomotionstraining zu Verbesserungen der Gehfähigkeit von Personen mit inkompletter spinaler Läsion führt. Die vielen verfügbaren Varianten an Trainings bieten dem Therapeuten viele Optionen, aber lassen auch viele Fragen offen, wie jene nach der optimalsten Therapieform.</li> <li>- Aufgrund vieler Fragen von Physiotherapeuten zu den optimalsten Therapieformen, erachteten wir (die Autoren dieser Studie) es als angemessen, ihre Methoden und deren Resultate zu schildern.</li> </ul>
<p><b>DESIGN</b></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> randomisierte kontrollierte Studie (RCT) <input type="checkbox"/> Kohortenstudie <input type="checkbox"/> Einzelfall-Design <input checked="" type="checkbox"/> Vorher-Nachher-Design <input type="checkbox"/> Fall-Kontroll-Studie <input type="checkbox"/> Querschnittsstudie <input type="checkbox"/> Fallstudie</p>	<p><i>Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprach das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)?</i> Prospektive Studie RCT</p> <p><i>Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tests nur einmal durchgeführt, nicht repetiert → verzerrte Ergebnisse</li> <li>- keine verblindeten Begutachter</li> </ul>
<p><b>STICHPROBE</b> N = 27</p> <p><i>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p><i>Wurde die Stichprobengröße begründet?</i> <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> entfällt</p>	<p><i>Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich?</i> 27 Probanden (ziemlich grosse Studiengrösse im Vergleich zu anderen) inkomplette spinale Läsion (chronisch)</p> <p><i>Einschlusskriterien:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- chronisch (mindestens 1 Jahr seit der spinalen Läsion)</li> <li>- Läsion an/oberhalb T10</li> <li>- mindestens 1 Schritt laufen</li> <li>- Sitz-Stand mit wenig Hilfe einer Hilfsperson</li> <li>- Keine Medikamente</li> </ul> <p><i>Ausschlusskriterien:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- orthopädische Probleme</li> <li>- Herzerkrankungen (in Vergangenheit)</li> <li>- Hüftpathologien</li> </ul>

	<p>Stichprobengrösse-Begründung: keine</p> <p><i>Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</i> Schriftliche wohlinformierte Zustimmung der Probanden Probanden von Freiwilligen-Homepage ausgewählt</p>	
<p><b>OUTCOMES</b> Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>Waren die outcome Messungen gültig (valid)? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p><i>Geben Sie an, wie oft outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)).</i> Vor Studienbeginn, nach 12 Wochen</p> <p><b>Outcome Bereiche:</b> Gehfähigkeit: - Gehgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund: während kurzer und langer Periode</p> <p>- Schrittlänge - Schrittsymmetrie</p> <p>Cave: keine Ausdauer wurde gemessen!!</p>	<p><i>Listen Sie die verwendeten Messungen:</i> - 6-Meter-Gehtest und 2-Minuten-Gehtest</p> <p>- 5 längste Schritte - stärkeres/schwächeres Bein</p> <p>(post hoc test: Bonferroni multiple comparison, paired t test, Pearson Correlation, Spearman Correlation)</p> <p>Zuverlässigkeit/Gültigkeit: keine</p>
<p><b>MASSNAHMEN</b> Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben? <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>Wurde Kontaminierung vermieden? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> entfällt <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>Wurden gleichzeitige weitere Maßnahmen (Ko-Intervention) vermieden? <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> entfällt <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p><i>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der Praxis wiederholt werden?</i> 4 verschiedene Laufbandformen: (im Detail beschrieben) - gewichtsentlastetes Laufbandtraining mit manueller Hilfe (7 Probanden) - elektrostimuliertes, gewichtsentlastetes Laufbandtraining (=FES) (7 Probanden) - Training auf ebenem Untergrund mit Elektrostimulation (ohne Laufband) (7 Probanden) - Lokomat (6 Probanden)</p> <p>Wie oft? - 60 Min - 5 Tage/Wo → Total Therapievolumen: 12 Wochen (27-54 Sitzungen)</p> <p>(Hilfsmittel erlaubt, nur so viel Gewichtsentlastung wie nötig und ständig angepasst)</p> <p>Wer: 1 oder 2 Hilfspersonen je nach Trainingsform</p>	
<p><b>ERGEBNISSE</b> Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben? <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> entfällt <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p><i>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. <math>p &lt; 0.05</math>)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</i> Gehgeschwindigkeit: - Die gepoolten Daten aller Gruppen zeigten einen signifikanten Effekt für die Gehgeschwindigkeit. Die Unterschiede zwischen den Gruppen waren allerdings nicht signifikant. - Gehgeschwindigkeit (kurze Periode): stieg von 0.11 m/s (SD 0.09 m/s)</p>	

<p>War(en) die Analyse- methode(n) geeignet?  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p>auf 0.14 m/s (SD 0.12 m/s), 55 % Zunahme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gehgeschwindigkeit (lange Periode): stieg von 0.11 m/s (SD 0.08 m/s) auf 0.14 m/s (SD 0.11 m/s), 37 % Zunahme, signifikant (<math>p = 0.001</math>)</li> <li>- Während sich die Probanden mit anfänglich langsamerer Geschwindigkeit um 85 % steigern konnten, die schnellen nur um 9 %. (gute Tabelle)</li> </ul> <p>Weitere Ergebnisse zu Outcomes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schrittlänge: Zunahme in allen Gruppen, ausser in der Gruppe mit dem Lokomat, sowohl im schwächeren als auch stärkeren Bein. Oft hat das schwächere etwas mehr profitiert</li> <li>- Schrittsymmetrie: Zunahme in manueller Laufbandtherapie und Lokomat-Therapie</li> </ul>
<p>Wurde die klinische Bedeutung angege- ben?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diejenigen Probanden mit den anfänglich tieferen Gehgeschwindigkeiten erfahren die grössten Gewinne in der Gehfähigkeit, wie schon in anderen Studien berichtet wurde. Schwächste profitierten am meisten.</li> </ul>
<p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?  <input type="checkbox"/> Ja  <input checked="" type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?) keine Ausstiege erwähnt</p>
<p><b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</b></p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Resultate zeigen, dass alle Formen des Lokomotionstrainings mit einer Verbesserung im Gehen verbunden sind. Es zeigt sich ein Trend: elektrisch stimulierte Gruppen etwas mehr.</li> <li>- Keine offensichtlichen Unterschiede zwischen den Gruppen. Alle Formen des gewichtsentlasteten Trainings führten zu Verbesserungen in der Gehgeschwindigkeit.</li> <li>- Diejenigen Probanden mit den anfänglich tieferen Gehgeschwindigkeiten erfahren die grössten Gewinne in der Gehfähigkeit, wie schon in anderen Studien berichtet wurde. Schwächste profitierten am meisten</li> <li>- Keiner der Probanden konnte den Rollstuhl wegstellen und in der Gesellschaft gehfähig werden. Aber die Probanden berichteten, dass sie trotzdem für das tägliche Leben vom Training profitieren konnten, sodass sie Aktivitäten durchführen konnten, die vorher nicht möglich waren. Dies zeigt trotzdem eine entscheidende, bedeutende Verbesserung in der Funktion!</li> </ul>

**11.3.4. Field-Fote, 2001.**

Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien

© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L. Bosch, J., & Westmorland, M. (1998).  
(Adapted Word Version Used with Permission )

<p><b>TITEL</b></p>	<p><i>Geben Sie den vollständigen Titel in APA-Format wieder:</i>                  Combined use of body weight supported, functional electric stimulation and treadmill training to improve walking ability in individuals with chronic incomplete spinal cord injury.                  Field-Fote, E. C. (2001). Arch Phys Med Rehabil; 82: 818-824.</p>
<p><b>ZWECK DER STUDIE</b></p> <p><i>Wurde der Zweck klar angegeben?</i>  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ihre Forschungsfrage?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To assess the effect of an intervention combining body weight support, functional electric stimulation and treadmill training on overground walking speed, treadmill walking speed, speed and distance and lower extremity motor scores.</li> </ul> <p>übersetzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- den Effekt einer Intervention, die gewichtsentlastetes Training, elektrisch stimuliertes Training und Laufbandtraining kombiniert, auf die Gehgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund, Laufbandgeschwindigkeit, Distanz und die Motorik der unteren Extremität zu untersuchen.</li> </ul>
<p><b>LITERATUR</b></p> <p><i>Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet?</i>  <input checked="" type="checkbox"/> Ja (teilweise)  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- In den letzten Jahren haben mehrere Studien den Effekt des Gangtrainings bei Personen mit inkompletten spinaler Läsion untersucht, um die Gehfähigkeit zu verbessern, mit vielversprechenden Resultaten.</li> <li>- Obwohl es noch keine Berichte von früheren Forschungen gibt, die den Gebrauch der verschiedenen Interventionen bei Patienten mit inkompletten spinaler Läsion kombinierten, hat dieser kombinierte Ansatz beträchtliche theoretische Unterstützung und wurde schon erfolgreich bei Personen mit Hemiplegie angewendet.</li> </ul>
<p><b>DESIGN</b></p> <p><input type="checkbox"/> randomisierte kontrollierte Studie (RCT)  <input type="checkbox"/> Kohortenstudie  <input type="checkbox"/> Einzelfall-Design  <input checked="" type="checkbox"/> Vorher-Nachher-Design  <input type="checkbox"/> Fall-Kontroll-Studie  <input type="checkbox"/> Querschnittsstudie  <input type="checkbox"/> Fallstudie</p>	<p><i>Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprach das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)?</i></p> <p>Prospektive Studie                  Vorher-Nachher-Studie (nicht zufällig zugeteilt) = Vorher-Nachher-Vergleich von 19 Probanden (Kohortenstudie)</p> <p><i>Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Begrenzung: Da nur Personen mit asymmetrischen Funktionen der unteren Extremität, können Resultate nicht auf alle Personen mit spinaler Läsion (chronisch) generalisiert werden.</li> <li>- Keine Kontrollgruppe: evtl. ähnliche Effekte bei anderer Intervention</li> </ul>
<p><b>STICHPROBE</b>                  N = 19</p> <p><i>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?</i>  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p> <p><i>Wurde die Stichpro-</i></p>	<p><i>Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich?</i></p> <p>19 Probanden (13 Männer, 6 Frauen; 13 Tetraplegiker, 6 Paraplegiker) chronisch (mindestens 1 Jahr nach Eintritt der Läsion); inkomplette spinale Läsion, ASIA C                  asymmetrische Funktionen der unteren Extremität</p> <p>Einschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Asymmetrische Kraft der unteren Extremität: um von einem Stuhl aufzu-</li> </ul>



<p><i>bengröße begründet?</i></p> <p><input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> entfällt</p>	<p>stehen (mit Hilfe der oberen Extremität aber nur geringer Hilfe von einer anderen Person), um aufrecht auf beiden Beinen zu stehen (mit nicht mehr als 30 % Gewichtsentlastung), um mit 30 % Gewichtsentlastung das stärkere Bein alleine bei einer Laufbandgeschwindigkeit von 0.1 Meile pro Stunde nach vorne zu bewegen und um im schwächeren Bein einen kräftigen Reflex bei elektrischer Stimulation auf zulässigem Niveau zu zeigen</p> <p>Ausschlusskriterien: keine</p> <p>Stichprobengröße-Begründung: keine</p> <p><i>Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</i></p> <p>Schriftliche wohlinformierte Zustimmung der Probanden</p>	
<p><b>OUTCOMES</b></p> <p><i>Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?</i></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ja (teilweise)  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p><i>Waren die outcome Messungen gültig (valid)?</i></p> <p><input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p><i>Geben Sie an, wie oft outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)).</i></p> <p>Vor und nach Studie, limitierter Follow-up (2 Monate bis 1 Jahr n. Therapie)</p> <p><i>Outcome Bereiche:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gehgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund:</li> <li>- Gehgeschwindigkeit auf Laufband</li> <li>- Ausdauer (Distanz) auf Laufband</li> <li>- Willentliche Kontrolle der Motorik</li> </ul>	<p><i>Listen Sie die verwendeten Messungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- OWGS (während 2Min auf 80foot-Strecke, m/s) → zuverlässig</li> <li>- TWS (")</li> <li>- Distanz/Sitzung (m)</li> <li>- LEMS</li> </ul> <p>(t tests Pearson Correlations)</p> <p>Zuverlässigkeit/Gültigkeit: keine</p>
<p><b>MASSNAHMEN</b></p> <p><i>Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben?</i></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p><i>Wurde Kontaminierung vermieden?</i></p> <p><input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p><i>Wurden gleichzeitige weitere Maßnahmen (Ko-Intervention) vermieden?</i></p> <p><input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p><i>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der Praxis wiederholt werden?</i></p> <p>→ sehr detaillierte Beschreibung der verschiedenen Interventions-Kombinationen</p> <p>Wie oft?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1.5 Stunden/Tag</li> <li>- 3 Tage/Woche</li> </ul> <p>→ Total Therapievolumen: 3 Monate (36 Sitzungen)</p> <p>(Gewichtsentlastung und Geschwindigkeit wurden in jeder Sitzung angepasst)</p> <p>3 Probetrainings vor Studienstart, um sich an das Laufband zu gewöhnen</p> <p>Wer: nicht erwähnt</p>	
<p><b>ERGEBNISSE</b></p> <p><i>Wurde die statistische Signifikanz der Ergeb-</i></p>	<p><i>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. <math>p &lt; 0.05</math>)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</i></p>	

<p>nisse angegeben?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>War(en) die Analyse-  methode(n) geeignet?  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p>Gehgeschwindigkeit und Ausdauer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund stieg von 0.12 m/s (SD 0.8 m/s) zu 0.21 m/s (SD 0.15 m/s), während die durchschnittliche Laufbandgeschwindigkeit von 0.23 m/s (SD 0.12 m/s) auf 0.49 m/s (SD 0.2 m/s) stieg. Diese Zunahmen fanden in allen Probanden statt. Die Veränderungen waren signifikant: <math>p = 0.0008</math> &amp; <math>p = 0.00003</math>.</li> <li>- Die durchschnittliche Laufband-Distanz pro Sitzung nahm von 93 m (SD 84 m) auf 243 m (SD 139 m), signifikant: <math>p = 0.000001</math>. Die meisten, aber nicht alle zeigten eine Zunahme.</li> </ul> <p>Weitere Ergebnisse zu Outcomes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Kraft der unteren Extremität nahm zu: der durchschnittliche Zunahme entsprach 3 Punkten in jedem Bein → signifikanter Anstieg bei allen Probanden <math>p &lt; 0.005</math>. auch der Unterschied zwischen den beiden Beinen war statistische signifikant <math>p &lt; 0.005</math>. Bei 4 Probanden waren die Punkte geringer als vor dem Training und bei 3 Probanden zeigten sich keine Unterschiede.</li> <li>- Nur limitierte Follow-up-Daten</li> </ul>
<p>Wurde die klinische  Bedeutung angege-  ben?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufgrund fehlender Kontrollgruppe sind die Resultate umstritten und fragwürdig</li> </ul>
<p>Wurden Fälle von  Ausscheiden aus der  Studie angegeben?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 Proband musste nach 10 Wochen das Training aufgeben wegen einer familiären Notfallsituation</li> </ul>
<p><b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</b></p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die Praxis? Welches waren die hauptsächlichen Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (Es wird vorgeschlagen, dass die Gehgeschwindigkeit einen guten Standard der Gehfähigkeit bei neurologisch beeinträchtigten Personen darstellt.)</li> <li>- Personen mit inkompletter spinaler Läsion würden wahrscheinlich von einem Gehtraining welches Gewichtsentlastung, elektische Stimulation und Laufbandtraining kombiniert, profitieren.</li> <li>- Das Training hat eindeutig positive Effekte auf Funktionen des Gehens, wenn die Probanden auch nicht gehfähig für die Gemeinschaft sind (keine Partizipation).</li> <li>- Kein Proband erreichte die normale Gehgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund von ca. 0.9 m/s bis Ende Studie, um das gehen dem Rollstuhl selbständig vorzuziehen, aber 7 von 19 Probanden verdoppelten ihre Gehgeschwindigkeit effektiv.</li> <li>- Der Einsatz von elektrischer Stimulation erleichtert das Helfen für Therapeuten.</li> </ul>

**11.3.5. Protas et al., 2001.**

Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien

© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L. Bosch, J., & Westmorland, M. (1998).  
(Adapted Word Version Used with Permission )

<p><b>TITEL</b></p>	<p><i>Geben Sie den vollständigen Titel in APA-Format wieder:</i> Supported treadmill ambulation training after spinal cord injury: A pilot study. Protas, E. J., Holmes, S. A., Qureshy, H., Johnson, A., Lee, D., Sherwood, A. M. (2001). Arch Phys Med Rehabil; 82: 825-831.</p>
<p><b>ZWECK DER STUDIE</b></p> <p><i>Wurde der Zweck klar angegeben?</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ihre Forschungsfrage?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To conduct a pilot study of weight-supported ambulation training after incomplete spinal cord injury and to asses its safety.</li> </ul> <p>übersetzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eine „Pilotenstudie“ von gewichtsentlastetem Laufbandtraining nach inkompletter spinaler Läsion durchzuführen und dessen Sicherheit zu beurteilen.</li> </ul>
<p><b>LITERATUR</b></p> <p><i>Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet?</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ja (eher kurz) <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mehrere Forschungen haben gezeigt, dass Personen mit spinalen Läsionen oder Schlaganfallpatienten mit gewichtsentlastetem Laufbandtraining effektiv behandelt werden konnten, wodurch das Interesse stieg.</li> <li>- Verweis auf frühere Studienergebnisse (Wernig et al., 1995; Wernig et al., 1998)</li> <li>- Es ist notwendig, Gang-Assessments zu standardisieren, die Intensität und Trainingsvolumen zu charakterisieren und Einschlusskriterien für Patienten zu beschreiben, um das Laufband weiter anzuwenden.</li> </ul>
<p><b>DESIGN / BIAS</b></p> <p><input type="checkbox"/> randomisierte kontrollierte Studie (RCT) <input type="checkbox"/> Kohortenstudie <input type="checkbox"/> Einzelfall-Design <input checked="" type="checkbox"/> Vorher-Nachher-Design <input type="checkbox"/> Fall-Kontroll-Studie <input type="checkbox"/> Querschnittsstudie <input checked="" type="checkbox"/> Fallstudie</p>	<p><i>Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprech das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)?</i> Prospektive Studie Fallstudie, Vorher-Nachher-Studie (Pilotenstudie) = Vorher-Nachher-Vergleich von 3 Probanden</p> <p><i>Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kleine Stichprobengrösse</li> <li>- aus der Studie ausgeschiedene Probanden fraglich</li> </ul>
<p><b>STICHPROBE</b> N = 3</p> <p><i>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p><i>Wurde die Stichproben-grösse begründet?</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> entfällt</p>	<p><i>Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich?</i> 3 Probanden (Männer) inkomplette spinale Läsion (chronisch), thorakale Läsion ASIA C&amp;D</p> <p><i>Einschlusskriterien:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- mobil im Rollstuhl</li> <li>- gewisse willkürliche Kontrolle der Hüftmuskulatur</li> <li>- mindestens 1 Knieextensor</li> <li>- keine Kontrakturen an der unteren Extremität</li> <li>- keine Dekubiti</li> </ul> <p><i>Ausschlusskriterien:</i> keine</p>

	<p>Stichprobengrösse-Begründung: aufgrund von Zeit- und Ressourcen-Knappheit</p> <p><i>Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</i> Schriftliche wohlinformierte Zustimmung der Probanden</p>	
<p><b>OUTCOMES</b></p> <p><i>Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?</i>  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p><i>Waren die outcome Messungen gültig (valid)?</i>  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p><i>Geben Sie an, wie oft outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)).</i> Vor Studienbeginn, während und am Ende der Studie, Follow-up</p> <p><b>Outcome Bereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gehgeschwindigkeit (auf ebenem Untergrund)</li> <li>- Ausdauer</li> <li>- Oxygen-Kosten</li> <li>- Gehkategorie</li> <li>- Gebrauch von Hilfsmitteln</li> <li>- Gebrauch von Orthesen</li> <li>- ASIA-Kategorie</li> <li>- Motorik</li> <li>- Hinweise der Probanden</li> <li>- Muskelfunktion</li> <li>- Sicherheit</li> </ul>	<p><i>Listen Sie die verwendeten Messungen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 Meter-Gehtest (m/s)</li> <li>- 5 Minuten-Gehtest (m)</li> <li>- Kalorimetriesystem (System zur Kalorienmessung)</li> <li>- Garret Skala (Level 1-6)</li> <li>- Hilfsmittel-Skala (Level 0-5)</li> <li>- Orthesen-Skala (Level 0-2)</li> <li>- ASIA-Skala</li> <li>- BMCA</li> <li>- Fragebogen (LSIA, CES.D, PANAS)</li> <li>- Muskelfunktionstest (Level 0-5)</li> <li>- Blutdruck, Puls usw.</li> </ul> <p>(Friedman's analysis of variances alpha-Level)</p> <p>Zuverlässigkeit/Gültigkeit: keine</p>
<p><b>MASSNAHMEN</b></p> <p><i>Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben?</i>  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p><i>Wurde Kontaminierung vermieden?</i>  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p><i>Wurden gleichzeitige weitere Maßnahmen (Ko-Intervention) vermieden?</i>  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p><i>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der Praxis wiederholt werden?</i></p> <p>Wie oft?          - 1 Stunde/Tag          - 5 Tage/Woche          → Total Therapievolumen: 12 Wochen          (Gewichtsentlastung wurde fortlaufend reduziert und Geschwindigkeit gesteigert, nach 3 Wochen wurde das Gehen auf ebenem Untergrund versucht, mindestens 20 Minuten Laufband pro Training)</p> <p>Wer: 2 Therapeuten</p>	

<p><b>ERGEBNISSE</b></p> <p>Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>War(en) die Analysemethoden(n) geeignet?  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. <math>p &lt; 0.05</math>)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</p> <p>Gehgeschwindigkeit und Ausdauer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zunahme in der Ausdauer und Laufgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund in jedem Monat (ausser Proband 3 im ersten Monat).</li> <li>- Alle 3 Probanden steigerten die durchschnittliche Gehgeschwindigkeit von anfangs 0.118 m/s zu 0.318 m/s nach 12 Wochen und die Ausdauer von 20.3 m / 5 min zu 63.5 m / 5 min. → signifikanter Unterschied <math>p &lt; 0.05</math>.</li> </ul> <p>Weitere Ergebnisse zu Outcomes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Energiekosten sanken von 1.96 auf 1.33 ml*kg-1*m-1 nach 12 Wochen, signifikanter Unterschied <math>p &lt; 0.05</math>.</li> <li>- Follow-up: unterschiedlich bei den 3 Probanden, bei den einen Zunahme bei anderen Abnahme.</li> </ul>
<p>Wurde die klinische Bedeutung angegeben?  <input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung? nicht erwähnt</p>
<p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?  <input type="checkbox"/> Ja  <input checked="" type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?) keine Ausstiege beschrieben</p>
<p><b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</b></p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?  <input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Probanden verdreifachten Gehgeschwindigkeit und Ausdauer.</li> <li>- Die Probanden gingen schneller, weiter, und effektvoller in Bezug auf Energiekosten</li> <li>- Die Sicherheit ist gewährleistet.</li> <li>- Gewichtsentlastetes Laufbandtraining kann das Gehen bei Personen mit inkompletter spinaler Läsion verbessern bei Messung objektiver Gangparameter</li> <li>- Eine grössere kontrollierte Studie dieser Art wäre wünschenswert.</li> </ul>

**11.3.6. Wirz et al., 2005.**

Formular zur kritischen Besprechung quantitativer Studien

© Law, M., Stewart, D., Pollock, N., Letts, L. Bosch, J., & Westmorland, M. (1998).  
(Adapted Word Version Used with Permission )

<p><b>TITEL</b></p>	<p><i>Geben Sie den vollständigen Titel in APA-Format wieder:</i> Effectiveness of automated locomotor training in patients with chronic incomplete spinal cord injury: A multicenter trial. Wirz, M., Zemon, D. H., Rupp, R., Scheel, A., Colombo, G., Dietz, V., Hornby T. G. (2005). Arch Phys Med Rehabil; 86: 672-680.</p>
<p><b>ZWECK DER STUDIE</b></p> <p><i>Wurde der Zweck klar angegeben?</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Skizzieren Sie den Zweck der Studie. Inwiefern bezieht sich die Studie auf Ihre Forschungsfrage?</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- To determine whether automated locomotor training with driven-gait orthosis can increase functional mobility in people with chronic, motor incomplete spinal cord injury.</li> </ul> <p>übersetzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zu bestimmen, ob automatisiertes Laufbandtraining mit dem Lokomat die funktionelle Mobilität von Personen mit chronisch inkompletter spinaler Läsion verbessern kann.</li> </ul>
<p><b>LITERATUR</b></p> <p><i>Wurde die relevante Hintergrund-Literatur gesichtet?</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ja → sehr klar <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p><i>Geben Sie an, wie die Notwendigkeit der Studie gerechtfertigt wurde.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es wird angenommen, dass 2 Jahre nach Eintritt einer spinalen Läsion fast keine neurologische Genesung mehr möglich ist.</li> <li>- Die Vorteile des gewichtsentlasteten Laufbandtrainings wurden bei Personen mit inkompletter spinaler Läsion in diversen Studien im letzten Jahrzehnt schon erwähnt.</li> <li>- Trotz Erfolgen des gewichtsentlasteten Laufbandtrainings ist die Ausübung in einer Klinik physisch sehr anstrengend und für Hilfspersonen sehr unangenehm. So wird nach Alternativen gesucht.</li> <li>- Der Gebrauch des Lokomat in der Rehabilitation könnte die Fortbewegungsfunktionen nach inkompletter spinaler Läsion verbessern, indem er eine längere Therapiedauer ermöglicht und die intensive physische Arbeit für Therapeuten reduziert.</li> </ul>
<p><b>DESIGN</b></p> <p><input type="checkbox"/> randomisierte kontrollierte Studie (RCT) <input checked="" type="checkbox"/> Kohortenstudie <input type="checkbox"/> Einzelfall-Design <input checked="" type="checkbox"/> Vorher-Nachher-Design <input type="checkbox"/> Fall-Kontroll-Studie <input type="checkbox"/> Querschnittsstudie <input type="checkbox"/> Fallstudie</p>	<p><i>Beschreiben Sie das Studiendesign. Entsprech das Design der Studienfrage (z.B. im Hinblick auf den Wissensstand zur betreffenden Frage, auf Ergebnisse (outcomes), auf ethische Aspekte)?</i> Prospektive Studie Kohortenstudie, Vorher-Nachher-Studie (an mehreren Standorten gleichzeitig → Resultate generalisierbarer) = Vorher-Nachher-Vergleich von 20 Probanden</p> <p><i>Spezifizieren Sie alle systematischen Fehler (Verzerrungen, bias), die vielleicht aufgetreten sein könnten, und in welche Richtung sie die Ergebnisse beeinflussen.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- An 5 verschiedenen Kliniken durchgeführt innerhalb von 2 Jahren</li> <li>- Geschwindigkeitslimite des Lokomat.</li> </ul>
<p><b>STICHPROBE</b> N = 20</p> <p><i>Wurde die Stichprobe detailliert beschrieben?</i> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein</p> <p><i>Wurde die Stichprobengröße begründet?</i></p>	<p><i>Stichprobenauswahl (wer, Merkmale, wie viele, wie wurde die Stichprobe zusammengestellt?). Bei mehr als einer Gruppe: Waren die Gruppen ähnlich?</i> 20 Probanden (18Männer und 2 Frauen; 11 Tetraplegiker, 9 Paraplegiker)</p> <p>16 Probanden konnten selbständig mit Hilfsmitteln zehn Meter gehen, 4 Probanden konnten auf Gelände gehen Läsionshöhe L1 und höher Ursachen: Trauma oder Ischämie Chronisch (durchschnittlich 5.9 Jahre nach Beginn der spinalen Läsion)</p>

<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> entfällt	<p>Durchschnittsalter: 40 +/- 14 Jahre          ASIA C&amp;D (9 ASIA C, 11 ASIA D)          Einschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- chronisch (mehr als 2 Jahre nach Beginn der spinalen Läsion)</li> <li>- in keiner anderen Therapie momentan</li> <li>- inkomplette spinale Läsion</li> <li>- Alter zwischen 16 und 65 Jahre</li> <li>- Stehen und/oder Gehen möglich</li> <li>- keine Medikamente</li> </ul> <p>Ausschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwerwiegende Krankheit</li> <li>- Dekubitus</li> <li>- Infektionen usw.</li> <li>- Unmöglichkeit während 45 Minuten zu stehen aufgrund der Orthostase</li> </ul> <p>Stichprobengrösse-Begründung: keine</p> <p><i>Beschreiben Sie die Ethik-Verfahren. Wurde wohlinformierte Zustimmung eingeholt?</i>          Schriftliche wohlinformierte Zustimmung der Probanden          Das Protokoll der Studie wurde durch eine Ethikkommission geprüft.</p>	
<p><b>OUTCOMES</b></p> <p>Waren die outcome Messungen zuverlässig (reliabel)?</p> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht angegeben <p>Waren die outcome Messungen gültig (valid)?</p> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht angegeben	<p><i>Geben Sie an, wie oft outcome Messungen durchgeführt wurden (also vorher, nachher, bei Nachbeobachtung(pre-, post- follow up)).</i>          Vor Studienbeginn, nach 4 und 8 Wochen Lokomat-Training</p> <p><b>Outcome Bereiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gehgeschwindigkeit</li> <li>- Ausdauer</li> <li>- Durchführung mehrerer Aufgaben</li> <li>- Gangkategorie/Hilfsmittel</li> <li>- Wert der Motorik der unteren Extremität (Muskelkraft)</li> <li>- Spastik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Listen Sie die verwendeten Messungen:</i></li> <li>- 10 Meter-Gehtest</li> <li>- 6 Minuten-Gehtest</li> <li>- Timed Up&amp;Go Test</li> <li>- Walking Index for Spinal Cord Injury-II Test (WISCI II) (0-20)</li> <li>- LEMS</li> <li>- Spinal Cord Assessment Tools for Spasticity (SCATS)</li> </ul> <p>(Friedman analysis of variance          Wilcoxon signed-rank test          Spearman Correlation)</p> <p>Zuverlässigkeit/Gültigkeit: erfüllt</p>
<p><b>MASSNAHMEN</b></p> <p>Wurden die Maßnahmen detailliert beschrieben?</p> <input checked="" type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Nicht angegeben <p>Wurde Kontamination vermieden?</p> <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> entfällt <input type="checkbox"/> Nicht angegeben	<p><i>Beschreiben Sie kurz die Maßnahmen (Schwerpunkt, wer führte sie aus, wie oft, in welchem Rahmen). Könnten die Maßnahmen in der Praxis wiederholt werden?</i>          Robotergestütztes, gewichtsentlastetes Laufbandtraining (=Lokomat)          → sehr detaillierte Beschreibung des Lokomat und der Lokomateinstellungen</p> <p>Wie oft?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 45 Minuten</li> <li>- 3-5 mal/Wo</li> </ul> <p>→ Total Therapievolumen: 8 Wochen (24-37 Sitzungen)          (Gewichtsentlastung und Geschwindigkeit wurden ständig angepasst)</p> <p>Wer: Therapeut oder Assistent</p>	

<p>Wurden gleichzeitige weitere Maßnahmen (Ko-Intervention) vermieden?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input checked="" type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	
<p><b>ERGEBNISSE</b></p> <p>Wurde die statistische Signifikanz der Ergebnisse angegeben?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> entfällt  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p> <p>War(en) die Analysemethode(n) geeignet?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p>Welches waren die Ergebnisse? Waren sie statistisch signifikant (d.h. <math>p &lt; 0.05</math>)? Falls nicht statistisch signifikant: War die Studie groß genug, um einen eventuell auftretenden wichtigen Unterschied anzuzeigen? Falls es um viele Ergebnisse ging: Wurde dies bei der statistischen Analyse berücksichtigt?</p> <p>Gehgeschwindigkeit und Ausdauer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gangtraining mit dem DGO führte zu signifikanten Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit, Ausdauer und Durchführung von funktionellen Aufgaben.</li> <li>- 10 Meter-Gehtest: fast für alle Probanden Verbesserungen → signifikante Verbesserung in der Durchschnitts-Gehgeschwindigkeit (0.11+/-0.1 m/s): <math>x_2</math> test= 20.1, <math>p &lt; 0.001</math>, signifikante Verbesserung von Anfang zu 4. Woche und von 4. Woche zu 8. Woche (Unterschiede je nach Läsionshöhe)</li> <li>- 6 Minuten-Gehtest: 15 von 16 verbesserten ihre Gehdistanz, Durchschnittsverbesserung: 32.3+/-37.5 m <math>x_2</math>test=26.4, <math>p &lt; 0.001</math>, auch signifikante Verbesserung von Anfang zu 4. Woche und von 4. Woche zu 8. Woche (Unterschiede je nach Läsionshöhe)</li> <li>- Probanden mit Fähigkeiten, die mehr beeinträchtigt waren, profitierten am meisten vom Training</li> </ul> <p>Weitere Outcomes siehe Studien.</p>
<p>Wurde die klinische Bedeutung angegeben?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein  <input type="checkbox"/> Nicht angegeben</p>	<p>Welches war die klinische Bedeutung der Ergebnisse? Waren die Unterschiede zwischen Gruppen (falls es Gruppen gab) klinisch von Bedeutung? (Gangtraining mit dem DGO führte zu signifikanten Verbesserungen der Gehgeschwindigkeit, Ausdauer und Durchführung von funktionellen Aufgaben.)</p>
<p>Wurden Fälle von Ausscheiden aus der Studie angegeben?</p> <p><input type="checkbox"/> Ja  <input checked="" type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Schieden Teilnehmer aus der Studie aus? Warum? (Wurden Gründe angegeben, und wurden Fälle von Ausscheiden angemessen gehandhabt?)</p> <p>keine Ausstiege beschrieben</p>
<p><b>SCHLUSSFOLGERUNGEN UND KLINISCHE IMPLIKATIONEN</b></p> <p>Waren die Schlussfolgerungen angemessen im Hinblick auf Methoden und Ergebnisse der Studie?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Ja  <input type="checkbox"/> Nein</p>	<p>Zu welchem Schluss kam die Studie? Welche Implikationen haben die Ergebnisse für die Praxis? Welches waren die hauptsächlichsten Begrenzungen oder systematischen Fehler der Studie?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Vorteil des Lokomat besteht darin, dass spezifische Ganginterventionen mit der Hilfe nur eines Therapeuten unternommen werden können und über eine längere Zeitdauer durchgeführt werden können.</li> <li>- Die Resultate legen nahe, dass Verbesserungen in Fortbewegungsfunktionen in den vorher schon gehfähigen Probanden statistisch und funktionell signifikant sind. Grösste Verbesserungen in Gehgeschwindigkeit und Ausdauer.</li> <li>- Es ist noch nicht bestimmt, ob der Lokomat ähnliche oder grössere Verbesserungen als das Laufbandtraining, welches mit manueller Hilfe unterstützt wird, oder die konventionelle Therapie bewirkt.</li> <li>- Das Ausmass der Verbesserungen war von der vorherigen Gehkapazität abhängig.</li> <li>- Da der Lokomat ein Geschwindigkeitslimit hat, könnten Probanden mit</li> </ul>



	<p>fortgeschritteneren Gehfähigkeiten eine noch grössere Verbesserung der Gehgeschwindigkeit und Ausdauer erreichen.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- WISCI II-Test war weniger empfindlich, während der 10MWT, 6MWT und TUGtest empfindlicher waren → weitere Studien nötig um Validität und Reliabilität zu untersuchen</li><li>- Letztlich zeigten die Studienresultate, Verbesserungen in der Fortbewegung für eine spezifische Untergruppe von Probanden.</li><li>- Der Lokomat ist eine vielversprechende Intervention für Zukunft: weniger Personal, angenehmer für Helfer, aber immer noch weitere Forschung nötig um geeignetste Interventionsform (Laufbandtyp) zu erhalten.</li><li>- Es ist weitere Forschung nötig auf diesem Gebiet.</li></ul>
--	---

### 11.4. Zusammenstellung der sechs Studien

Autoren / Jahr / Titel der Studie	Ziele der Studie	Design	Stichprobe (N = ?) Ein/Ausschlusskriterien / Drop-outs	Therapiehäufigkeit / Therapievolumen Laufbandtherapie-Methode inkl. Einstellungen	Outcomes / Assessments	Ergebnisse	Limitationen
Hicks et al., 2005. Long-term body-weight-supported treadmill training and subsequent follow-up in persons with chronic SCI: effects of functional walking ability and measures of subjective well-being.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Ziele der Studie sind, die Effekte der Langzeit-Laufbandtherapie mit Gewichtsentlastung auf die Gehfähigkeit und wahrgenommene Lebensqualität von Personen mit chronischer, inkompletter Querschnittslähmung zu bestimmen und herauszufinden, ob die Trainingserfolge nach Beendigung der Laufbandtherapie mit Gewichtsentlastung beibehalten werden können.</li> </ul>	Prospektive Studie Kohortenstudie Vorher-Nachher-Studie	<p>N = 14 Probanden (11 Männer und 3 Frauen)</p> <p>Einschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>traumatisch bedingte spinale Läsion</li> <li>inkomplette spinale Läsion</li> <li>chronisch (Spinale Läsion seit mehr als 12 Monaten)</li> <li>ASIA B oder C</li> <li>alle Probanden im Rollstuhl zu Studienbeginn (11 Probanden konnten weder stehen noch gehen)</li> </ul> <p>Ausschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herzschrittmacher, Herzkrankungen, unkontrollierte Herzrhythmusstörungen, chronisch obstruktive Lungenerkrankungen, älter als 60 Jahre, usw.</li> </ul> <p>Drop-outs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Proband während Intervention</li> <li>1 Proband während Follow-up</li> </ul>	<p>5-15 Min steigend (max. 90Min) / Tag 3 mal / Woche → Total Therapievolumen: 12 Monate</p> <p>Laufbandtherapie-Methode: Gewichtsentlastetes Laufbandtraining</p> <p>Einstellungen Laufband: - meistens zu Beginn 60% Gewichtsentlastung oder mehr, - meistens zu Beginn Geschwindigkeit von 0.6 km/h oder weniger - Anpassungen nach spezifischen Kriterien, Empfinden der Probanden und Sicherheitsaspekten in jeder Sitzung</p>	<p>Anwesenheit Gehfähigkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>% Gewichtsentlastung</li> <li>Distanz auf Laufband (kein spezifisches Assessment)</li> <li>Gehgeschwindigkeit auf Laufband (kein spezifisches Assessment)</li> <li>Gehklasse/Hilfsmittel (Wernig-Skala)</li> </ul> <p>Subjektives Wohlbefinden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lebenszufriedenheit (SWLS)</li> <li>Zufriedenheit mit physischen Funktionen (IADL)</li> <li>Depression (CES-D)</li> <li>Generelle Gesundheit (SF-36)</li> </ul> <p>Messungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vor Studienbeginn</li> <li>jeden 3. Monat (3./6./9./12. Monat)</li> <li>Follow-up: 8 Monate nach der Therapie</li> </ul>	<p>Gehgeschwindigkeit: (auf Laufband)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>alle Probanden verbesserten ihre Gehgeschwindigkeit auf dem Laufband</li> <li>Zunahme der Gehgeschwindigkeit von anfänglich 0.5 km/h (SD 0.3 km/h) auf 1.4 km/h (SD 0.8 km/h), p-Wert von <math>p &lt; 0.01</math>.</li> </ul> <p>Ausdauer: (auf Laufband)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>alle Probanden steigerten ihre Ausdauer auf dem Laufband</li> <li>Zunahme der Distanz pro Sitzung von anfänglich 221.4 m (SD 186.8 m) auf 961.7 m (SD 463.8 m), p-Wert von <math>p &lt; 0.01</math>.</li> </ul> <p>→ Schlussfolgerungen siehe Formular Law et al.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Kontrollgruppe ohne Laufbandtherapie</li> <li>systematischer Stichprobenfehler</li> <li>kleine Stichprobengröße</li> <li>keine Angaben zum Konfidenzintervall</li> <li>keine vorgängigen Angaben zum Signifikanzlevel</li> </ul>
Musselmann et al., 2009. Training of walking skills overground and on the treadmill: Case series on individuals with incomplete spinal cord injury.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Ziele der Studie sind, die Effektivität eines aufgabenorientierten Trainings in einer kleinen Gruppe von Personen mit inkompletter Querschnittslähmung zu bestimmen und aufgabenorientiertes Training mit dem gewichtsentlasteten Laufbandtraining in derselben Gruppe zu vergleichen.</li> </ul>	Prospektive Studie Fallstudie Vorher-Nachher-Studie	<p>N = 4 Probanden (durchschnittlich 2.7 Jahre nach Eintritt der spinalen Läsion, traumatisch bedingte spinale Läsion)</p> <p>Einschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>inkomplette spinale Läsion</li> <li>mehr als zehn Monate nach spinaler Läsion (=chronisch)</li> <li>fähig fünf Meter auf dem Gelände zu gehen, mit oder ohne Hilfsmittel (WISCI II 6-12)</li> <li>Patient 2 konnte zu Beginn 10 Meter selbständig gehen, während Patient 1,3,4 nur kurz gehen konnten und ansonsten im Rollstuhl waren.</li> </ul> <p>Ausschlusskriterien: keine erwähnt</p> <p>Drop-Outs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2 Patienten fielen aus Studie (keine aussagekräftigen Gründe)</li> </ul>	<p>1 Stunde / Tag 3-5 mal / Woche → Total Therapievolumen: 9 Monate</p> <p>Laufbandtherapie-Methode: Laufbandtherapie mit Gewichtsentlastung und aufgabenorientiertes Training:</p> <p>Je dreimal 3 Monate Laufbandtherapie und aufgabenorientierte Therapie im gegenseitigen Wechsel: Patient 1&amp;2: Laufbandtherapie / aufgabenorientiertes Training / Laufbandtherapie Patient 3&amp;4: Laufbandtherapie / Laufbandtherapie / aufgabenorientiertes Training</p> <p>Einstellungen Laufband: - höchst mögliche noch geduldete Geschwindigkeit - kleinste mögliche Gewichtsentlastung, sodass drei Min Training ohne Unterbrechung möglich wird - Manuelle Unterstützung an Beinen oder Rumpf wenn nötig</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gehfähigkeit während 5 Aufgaben (The Modified Emory Functional Ambulation Profile: mEFAP)</li> <li>Angenehme und schnelle Gehgeschwindigkeit (10 Meter-Gehtest)</li> <li>Ausdauer (6 Minuten-Gehtest)</li> <li>Statische und dynamische Balance (Berg Balance Scale)</li> <li>Vertrauen (Activities-specific Balance Confidence Scale)</li> </ul> <p>Messungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vor Studienbeginn</li> <li>monatlich</li> <li>Follow-up: 3 und 6 Monate nach Therapie</li> </ul>	<p>Gehgeschwindigkeit: (auf ebenem Untergrund)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ähnliche Veränderungen in angenehmer Gehgeschwindigkeit wie in schneller Gehgeschwindigkeit</li> <li>vierter Proband mit geringsten Veränderungen während ganzer Therapie</li> <li>der erste und dritte Proband zeigten vor allem Verbesserungen während der Laufbandtherapie.</li> </ul> <p>Ausdauer: (auf ebenem Untergrund)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Änderungen ähnlich wie bei angenehmer Gehgeschwindigkeit.</li> <li>Verbesserungen: 1. Proband um 75 m, 2. Proband um 47 m, 3. Proband um 85 m, 4. Proband um 8 m.</li> </ul> <p>→ Schlussfolgerungen siehe Formular Law et al.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Kontrollgruppe ohne Laufbandtherapie</li> <li>systematischer Stichprobenfehler</li> <li>sehr kleine Stichprobengröße</li> <li>ein Proband hatte andere Therapiebedingungen (Therapie zu Hause)</li> <li>keine Angaben zum Konfidenzintervall</li> <li>keine vorgängigen Angaben zum Signifikanzlevel</li> </ul>
Field-Fote et al., 2005. Locomotor training approaches for individuals with spinal cord injury: A preliminary report of walking-related outcomes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Ziel der Studie ist es, Resultate zu beurteilen, die mit vier verschiedenen gewichtsentlasteten Lokomotionstrainings bei Personen mit inkompletter spinaler Läsion verbunden sind.</li> </ul>	Prospektive Studie RCT	<p>N = 27 Probanden inkomplette spinale Läsion, chronisches Stadium</p> <p>Einschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chronisch (mindestens 1 Jahr seit spinaler Läsion)</li> <li>Läsion an/oberhalb T10</li> <li>Mindestens ein Schritt laufen</li> <li>Sitz-Stand mit wenig Hilfe einer Hilfsperson</li> <li>keine Medikamente</li> </ul> <p>Ausschlusskriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>orthopädische Probleme</li> <li>Herzkrankungen (in Vergangenheit)</li> <li>Hüftpathologien</li> </ul> <p>Drop-Outs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>keine Ausstiege erwähnt</li> </ul>	<p>60 Minuten / Tag 5 mal / Woche → Total Therapievolumen: 12 Wochen</p> <p>Laufbandtherapie-Methode: Gewichtsentlastetes Laufbandtraining mit manueller Hilfe, Laufbandtraining mit funktioneller Elektrostimulation, Training auf ebenem Untergrund mit Stimulation und Lokomat-Therapie</p> <p>Einstellungen Laufband: - Anpassungen der Gewichtsentlastung während den Trainings (spezifische Kriterien) - maximal tolerierte Geschwindigkeit, Anpassungen nach unten bis Gangbild gut, erneute Steigerung nach zwei Min, abwechselnde Variation nach oben bzw. unten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gehgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund: kurz (6-Meter-Gehtest) / lang (2-Minuten-Gehtest)</li> <li>Schrittlänge (fünf längste Schritte)</li> <li>Schrittsymmetrie (stärkeres/schwächeres Bein)</li> </ul> <p>Messungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vor Studienbeginn</li> <li>nach 12 Wochen</li> </ul>	<p>Gehgeschwindigkeit: (auf ebenem Untergrund)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(6-Meter-Gehtest) Anstieg von 0.11 m/s (SD 0.09 m/s) auf 0.14 m/s (SD 0.12 m/s).</li> <li>(2-Minuten-Gehtest) Anstieg von 0.11 m/s (SD 0.08 m/s) auf 0.14 m/s (SD 0.11 m/s), p-Wert von <math>p = 0.001</math></li> <li>keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen</li> <li>anfänglich schnellere Probanden: Steigerung um 9%</li> <li>anfänglich langsamere Probanden: Steigerung um 85%</li> </ul> <p>Ausdauer: - Keine Angaben.</p> <p>→ Schlussfolgerungen siehe Formular Law et al.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Kontrollgruppe ohne Laufbandtherapie</li> <li>systematischer Stichprobenfehler</li> <li>kleine Stichprobengröße</li> <li>keine repetierten Messungen der Assessments</li> <li>keine verblindeten Untersucher</li> <li>keine Angaben zum Konfidenzintervall</li> <li>keine vorgängigen Angaben zum Signifikanzlevel</li> </ul>
Field-Fote, 2001. Combined use of body weight supported, functional electric stimulation and treadmill training to improve walking ability in individuals with chronic incomplete spinal cord injury.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Ziel der Studie ist es, den Effekt einer Intervention, die gewichtsentlastetes Training, elektrisch stimuliertes Training und Laufbandtraining kombiniert, auf die Gehgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund, Laufbandgeschwindigkeit, Distanz und Motorik der unteren Extremität zu bestimmen.</li> </ul>	Prospektive Studie Kohortenstudie Vorher-Nachher-Studie	<p>N = 19 Probanden (13 Männer, 6 Frauen) (13 Tetraplegiker, 6 Paraplegiker)</p> <p>Chronisch (mindestens 1 Jahr nach Läsion); inkomplette spinale Läsion ASIA C Asymmetrische Funktionen der unteren Extremität</p> <p>Einschlusskriterien: Asymmetrische Kraft der unteren Extremität: um von einem Stuhl aufzusteigen (mit Hilfe der oberen Extremität aber nur geringer Hilfe von einer anderen Person), um aufrecht auf beiden Beinen zu stehen (mit nicht mehr als 30% Gewichtsentlastung), um mit 30% Gewichtsentlastung das stärkere Bein alleine bei einer Laufbandgeschwindigkeit von 0.1 Meile pro Stunde (ca. 0.04 m/s) nach vorne zu bewegen und um im schwächeren Bein einen kräftigen Reflex bei elektrischer Stimulation auf zulässigem Niveau zu zeigen.</p> <p>Ausschlusskriterien: keine</p> <p>Drop-Outs:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 Proband musste nach 10 Wochen das Training aufgeben wegen einer familiären Notfallsituation</li> </ul>	<p>1.5 Stunden / Tag 3 Tage / Woche → Total Therapievolumen: 3 Monate</p> <p>Laufbandtherapie-Methode: Gewichtsentlastetes Training, Laufbandtraining mit funktioneller Elektrostimulation und Laufbandtraining kombiniert</p> <p>Einstellungen Laufband: - Gewichtsentlastung soweit wie toleriert (Max. 30%) - Geschwindigkeit so schnell wie möglich - Elektrische Stimulation: 50 Pulse / Sekunde, 1ms Pulsdauer, 60-100 Volt</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gehgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund (während 2 Min auf 80 foot(ca.24.4m)-Strecke)</li> <li>Gehgeschwindigkeit auf Laufband (kein spezifisches Assessment)</li> <li>Ausdauer (Distanz) auf Laufband (Distanz / Sitzung)</li> <li>Willentliche Kontrolle der Motorik (LEMS)</li> </ul> <p>Messungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vor Studie</li> <li>nach 3 Monaten</li> <li>Follow-up: 2 Monate bis 1 Jahr nach Therapie</li> </ul>	<p>Gehgeschwindigkeit: (auf ebenem Untergrund) Anstieg von 0.12 m/s (SD 0.8 m/s) auf 0.21 m/s (SD 0.15 m/s), p-Wert von <math>p = 0.0008</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(auf Laufband) Anstieg von 0.23 m/s (SD 0.12 m/s) auf 0.49 m/s (SD 0.2 m/s), p-Wert von <math>p = 0.00003</math>.</li> <li>Zunahme bei allen Probanden</li> </ul> <p>Ausdauer: (auf Laufband) Anstieg von 93 m (SD 84 m) auf 243 m (SD 139 m), p-Wert von <math>p = 0.000001</math>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die meisten aber nicht alle Probanden mit Zunahme.</li> </ul> <p>→ Schlussfolgerungen siehe Formular Law et al.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>keine Kontrollgruppe ohne Laufbandtherapie</li> <li>systematischer Stichprobenfehler</li> <li>kleine Stichprobengröße</li> <li>nur Personen mit asymmetrischer Funktion der unteren Extremität (Motorik)</li> <li>keine Angaben zum Konfidenzintervall</li> <li>keine vorgängigen Angaben zum Signifikanzlevel</li> </ul>

<p>Protas et al., 2001. Supported treadmill ambulation training after spinal cord injury: A pilot study.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Ziel der Studie ist es, eine „Pilotstudie“ von gewichtsentlastetem Laufbandtraining nach inkompletter spinaler Läsion durchzuführen und dessen Sicherheit zu beurteilen.</li> </ul>	<p>Prospektive Studie Fallstudie Vorher-Nachher-Studie</p>	<p>N = 3 Probanden (3 Männer) incomplete spinale Läsion (chronisch), thorakale Läsion ASIA C&amp;D</p> <p>Einschlusskriterien: - mobil im Rollstuhl - gewisse willentliche Kontrolle der Hüftmuskulatur - mindestens ein Knieextensor funktionsfähig - keine Kontrakturen an den unteren Extremitäten - keine Dekubiti Ausschlusskriterien: keine</p> <p>Drop-Outs: - keine Ausstiege erwähnt</p>	<p>1 Stunde / Tag 5 Tage / Woche → Total Therapieevolumen: 12 Wochen</p> <p>Laufbandtherapie-Methode: Gewichtsentlastetes Laufbandtraining</p> <p>Einstellungen Laufband: - so wenig Entlastung wie möglich, so hohe Geschwindigkeit wie möglich - mündliche Besprechung mit Probanden jeden Freitag über Anpassungen (keine genaueren Angaben)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gehgeschwindigkeit auf ebenem Untergrund (5-Meter-Gehtest)</li> <li>- Ausdauer (5-Minuten-Gehtest)</li> <li>- Oxygen-Kosten (System zu Kalorienmessung)</li> <li>- Gehkategorie (Garret Skala: Level 1-6)</li> <li>- Gebrauch von Hilfsmitteln (Hilfsmittel-Skala: Level 0-5)</li> <li>- Gebrauch von Orthesen (Orthesen-Skala: Level 0-2)</li> <li>- ASIA-Kategorie (ASIA-Skala)</li> <li>- Motorik (BMCA)</li> <li>- Hinweise der Probanden (Fragebogen: LSIA, CES.D, PANAS)</li> <li>- Muskelfunktion (Muskelfunktionstest Level 0-5) Sicherheit (Blutdruck, Puls usw.)</li> </ul> <p>Messungen: - vor Studienbeginn - während und am Ende der Studie - Follow-up</p>	<p>Gehgeschwindigkeit: (auf ebenem Untergrund) - Zunahme jeden Monat - Zunahme von 0.118 m/s auf 0.318 m/s, p-Wert <math>p &lt; 0.05</math>.</p> <p>Ausdauer: (auf ebenem Untergrund) - Zunahme von anfänglich 20.3 m auf 63.5 m.</p> <p>→ Schlussfolgerungen siehe Formular Law et al.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- keine Kontrollgruppe ohne Laufbandtherapie</li> <li>- systematischer Stichprobenfehler</li> <li>- sehr kleine Stichprobengröße</li> <li>- keine Angaben zum Konfidenzintervall</li> <li>- keine vorgängigen Angaben zum Signifikanzlevel</li> </ul>
<p>Wirz et al., 2005. Effectiveness of automated locomotor training in patients with chronic incomplete spinal cord injury: A multicenter trial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ziel der Studie ist es, zu bestimmen, ob automatisiertes Laufbandtraining mit dem Lokomat die funktionelle Mobilität von Personen mit chronischer, inkompletter Querschnittslähmung verbessern kann.</li> </ul>	<p>Prospektive Studie Kohortenstudie Vorher-Nachher-Studie</p>	<p>N = 20 Probanden (18 Männer und 2 Frauen) (11 Tetraplegiker, 9 Paraplegiker)</p> <p>16 Probanden konnten selbständig mit Hilfsmitteln zehn Meter gehen, davon konnten vier Probanden auf ebenem Untergrund gehen Läsionshöhe L1 und höher Ursache: Trauma oder Ischämie Chronisch (durchschnittlich 5.9 Jahre nach spinaler Läsion) Durchschnittsalter: 40 +/- 14 Jahre ASIA C&amp;D (9 ASIA C, 11 ASIA D)</p> <p>Einschlusskriterien: - chronisch (mehr als 2 Jahre nach spinaler Läsion) - momentan kein anderes Therapieprogramm - inkomplette spinale Läsion - Alter zwischen 16 und 65 Jahre - Stehen und / oder Gehen möglich - keine Medikamente Ausschlusskriterien: - Schwerwiegende Krankheit - Dekubitus - Infektionen usw. - Orthostase, die 45 Min Stehen verunmöglicht</p> <p>Drop-Outs: - keine Ausstiege beschrieben</p>	<p>45 Min / Tag 3-5mal / Woche → Total Therapieevolumen: 8 Wochen</p> <p>Laufbandtherapie-Methode: Lokomat-Therapie</p> <p>Einstellungen Laufband (Lokomat): - angenehme Geschwindigkeit für Probanden - Geschwindigkeitserhöhung wenn erduldet - Max. Geschwindigkeit: 0.66 m/s - Reduzierung der Gewichtsentlastung fortlaufend</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gehgeschwindigkeit (10-Meter-Gehtest)</li> <li>- Ausdauer (6-Minuten-Gehtest)</li> <li>- Durchführung mehrerer Aufgaben (Timed Up&amp;Go Test)</li> <li>- Gangkategorie / Hilfsmittel (WISCI II)</li> <li>- Wert der Motorik der unteren Extremitäten (Muskelfunktion) (LEMS)</li> <li>- Spastik (Spinal Cord Assessment Tools for Spasticity, SCATS)</li> </ul> <p>Messungen: - vor Studienbeginn - nach 4 und 8 Wochen</p>	<p>Gehgeschwindigkeit: (auf ebenem Untergrund) - deutliche Verbesserung bei fast allen Probanden - Zunahme um durchschnittlich 0.11 m/s (SD 0.10 m/s), p-Wert von <math>p &lt; 0.001</math>; Steigerung von 56 % (SD 60 %). - Unterschiede je nach Läsionshöhe</p> <p>Ausdauer: (auf ebenem Untergrund) - Verbesserungen bei 15 von 16 Probanden - Anstieg um durchschnittlich 32.5 m (SD 37.5 m), p-Wert von <math>p &lt; 0.001</math>; relative Verbesserung 53 % (SD 50 %) - Unterschiede je nach Läsionshöhe</p> <p>→ Schlussfolgerungen siehe Formular Law et al.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- keine Kontrollgruppe ohne Laufbandtherapie</li> <li>- systematischer Stichprobenfehler</li> <li>- kleine Stichprobengröße</li> <li>- Geschwindigkeitslimite des Lokomat</li> <li>- keine Angaben zum Konfidenzintervall</li> <li>- keine vorgängigen Angaben zum Signifikanzlevel</li> </ul>

## 11.5. Berechnungen

### Gehgeschwindigkeit, Ausdauer und Standardabweichung:

Musselmann et al., 2009: Gehgeschwindigkeit (vorher) =  $\frac{0.97 \text{ m/s}}{4} = 0.24 \text{ m/s}$

Gehgeschwindigkeit (nachher) =  $\frac{1.58 \text{ m/s}^4}{4} = 0.39 \text{ m/s}$

Ausdauer (vorher) =  $\frac{285.2 \text{ m}}{4} = 71.3 \text{ m}$

Ausdauer (nachher) =  $\frac{520 \text{ m}}{4} = 130 \text{ m}$

Hicks et al., 2005: Verbesserung Gehgeschwindigkeit =  $\frac{0.9 \text{ km/h}}{3.6} = 0.25 \text{ m/s}$

Standardabweichung (vorher) =  $\frac{0.3 \text{ km/h}}{3.6} = 0.08 \text{ m/s}$

Standardabweichung (nachher) =  $\frac{0.8 \text{ km/h}}{3.6} = 0.22 \text{ m/s}$

**Mittelwerte der Geschwindigkeitsverbesserungen:**  $\bar{x} = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{n}$

grosses Therapievolumen:  $\frac{0.4 \text{ m/s}}{2} = 0.20 \text{ m/s}$

kleines Therapievolumen:  $\frac{0.43 \text{ m/s}}{4} = 0.11 \text{ m/s}$

**Standardfehler (SE) von ES:**  $SE = \sqrt{\frac{1}{n}}$

Field-Fote et al., 2005:  $SE = \sqrt{\frac{1}{27}} = 0.19$

Field-Fote, 2001:  $SE = \sqrt{\frac{1}{19}} = 0.23$

Hicks et al., 2005:  $SE = \sqrt{\frac{1}{14}} = 0.27$

**Standardisierte Effektstärke (ES):**  $ES = \frac{\text{Mittelwert (nachher)} - \text{Mittelwert (vorher)}}{SD(\text{vorher})}$

Gehgeschwindigkeit: Field-Fote et al., 2005:  $\frac{0.14-0.11}{0.09} = 0.33$

Field-Fote, 2001:  $\frac{0.21-0.12}{0.8} = 0.11$

Hicks et al., 2005:  $\frac{0.39-0.14}{0.08} = 3.13$

Ausdauer: Field-Fote, 2001:  $\frac{243-93}{84} = 1.79$

Hicks et al., 2005:  $\frac{961.7-221.4}{186.8} = 3.96$