

Aus der Abteilung Neurochirurgie  
(Prof. Dr. med. V. Rohde)  
Im Zentrum Neurologische Medizin  
der Medizinischen Fakultät der Universität Göttingen

Klinischer Verlauf und neurochirurgische Therapie  
bei Kindern und Erwachsenen mit Tethered - Cord - Symptomatik  
behandelt an der Universität Göttingen zwischen 1995 und 2006

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizinischen Fakultät  
der Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von  
Ruth Eva Althausen  
aus  
Berlin

Göttingen 2013

DEKAN: Prof. Dr. rer. nat. H. K. Kroemer

I. Berichtstatter Prof. Dr. med. H.-Ch. Ludwig

II. Berichtstatter/in Prof. Dr. med. A. K. Hell

III. Berichtstatter/in Prof. Dr. med. M. Oppermann

Tag der mündlichen Prüfung: 21.05.2013

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
1 Einleitung und Fragestellung .....	5
1.1 Neuralrohrdefekte.....	6
1.2 Pathogenese des Tethered- Cord- Syndromes (TCS).....	10
1.3 Diagnose und Klinik des TCS .....	11
1.4 Zusatzfehlbildung bei Patienten mit einem TCS.....	13
1.5 Therapie des TCS .....	15
2 Patienten und Methoden.....	16
3 Ergebnisse .....	18
3.1 Beschreibung des Gesamtkollektivs.....	18
3.1.1 Dysraphische Störungen.....	20
3.1.2 Zusatzfehlbildungen .....	22
3.2 Beschreibung des Kollektivs mit erstmaliger Myelolyse.....	24
3.2.1 Präoperative Erfassung klinischer Symptome.....	25
3.2.2 Neurologische Symptome .....	27
3.2.3 Urologische Symptome .....	31
3.2.4 Orthopädische Symptome .....	32
3.2.5 Gangstörung .....	37
3.3 Postoperative Erfassung klinischer Symptome .....	38
3.3.1 Neurologische Symptome .....	38
3.3.2 Urologische Symptome .....	45
3.3.3 Orthopädische Symptome .....	48
3.3.4 Gangstörung .....	53
3.4 Postoperativer Status aller operierten Patienten.....	54
3.5 Postoperativer Therapieerfolg im Verhältnis zum Symptombeginn.....	57
3.6 Postoperative Komplikationen und neue Defizite.....	61
3.6.1 Komplikationen.....	61
3.6.2 Neue Defizite.....	63
3.7 Zusammenfassung der Ergebnisse .....	64
4 Diskussion .....	67
4.1 Häufigkeit des Auftretens der durch das TCS ausgelösten Symptome und ihre Beeinflussbarkeit durch eine Operation .....	68
4.1.1 Neurologische Symptome .....	68
4.1.2 Urologische Symptome .....	75
4.1.3 Orthopädische Symptome .....	78
4.1.4 Gangstörungen .....	81
4.2 Neue Defizite.....	82
4.3 Komplikationen.....	82
4.4 Zusammenfassung der Präsenz und der Rückbildungstendenz TC- assoziierter Symptome.....	83
4.5 Einflüsse auf den Therapieerfolg .....	84
4.5.1 Alter.....	84
4.5.2 Symptombeginn und Operationszeitpunkt .....	88
4.5.3. Vor- und Nachteile einer prophylaktischen Operation .....	90
5 Ausblick .....	92
6 Zusammenfassung.....	- 93 -
7 Literaturverzeichnis.....	- 95 -
8 Anhang .....	I

8.1	Tabellen TCS: Operationsergebnisse der Jahre 1998 bis 2009 bei Kindern und Erwachsenen aus Europa, den USA und Kanada.....	I
8.2	Statistik.....	XIII
8.2.1	ANOVA .....	XIII
8.2.2	Chi-Quadrat-Test.....	XV
8.3	Fragebogen .....	XVII
8.4	Danksagung .....	XXIII

## Abkürzungsverzeichnis:

ACM	Arnold-Chiari-Malformation
AER	Armeigenreflexe
ASR	Achillessehnenreflex
KA	Keine Angabe
NCHI	neurochirurgisch
OP	Operation
PSR	Patellarsehnenreflex
TC	Tethered Cord
TCS	Tethered- Cord- Syndrom
WS	Wirbelsäule
ZNS	Zentrales Nervensystem

## **1 Einleitung und Fragestellung**

Die folgende retrospektive Abhandlung befasst sich mit 58 Patienten, die zwischen 1995 und 2006 in Göttingen aufgrund eines Tethered Cord (TC) operiert wurden.

Das Tethered- Cord- Syndrom (TCS) ist in der Literatur auch unter den Begriffen: *cord traction syndrome* (Garceau 1953), *tight filum terminale* (James und Lassman 1970), *tethered conus* (Fitz und Harwood-Nash 1975) und *Occult tight filum terminale Syndrome* (Wehby et al. 2004) zu finden.

Yamada und Won definieren das TCS als: „(...) spannungsinduzierte funktionelle Störung des Rückenmarks, bei der der kaudale Part durch unelastische Strukturen verankert ist“ (Yamada und Won 2007, S.371).

Die Ursachen, die zu einem TCS führen können, sind vielfältig. Grob unterschieden wird zwischen primärer und sekundärer Genese.

Als primär wird das TCS bezeichnet, wenn eine angeborene Fehlbildung des Rückenmarks, wie zum Beispiel eine dysraphische Störung, zugrunde liegt (Sarwar et al. 1984, Rajpal et al. 2007).

Neoplasien, Entzündungen oder Traumata, zum Beispiel durch operative Eingriffe, zählen zu den sekundären Ursachen (Bowman et al. 2001, Lew und Kothbauer 2007).

Beide Genesen verhindern die Aszension des Rückenmarks. Eine Überdehnung des neuronalen Gewebes kann den oxidativen Stoffwechsel der betroffenen Nervenzellen herabsetzen und zu neurologischen Symptomen führen (Yamada et al. 1981).

Da dem TCS häufig eine Neuralrohrfehlbildung zugrunde liegt (Lew und Kothbauer 2007), wird zu Beginn ein kurzer Überblick über die dysraphischen Störungen gegeben. Im Anschluss folgt ein Exkurs über die Pathogenese, Diagnostik und Therapie des TCS sowie die am häufigsten begleitend auftretenden Fehlbildungen. Anschließend werden die verwendete Methode und die Patientendaten aus den Akten der neurochirurgischen Abteilung des Universitätsklinikums Göttingen erläutert. Nachfolgend werden folgende Fragen diskutiert:

1. Welche Erscheinungsformen präsentiert das TCS?
2. Bei welchen Symptomen verspricht eine Operation den größten Therapieerfolg?
3. Wann ist der ideale Zeitpunkt für eine Operation?
4. Ist eine prophylaktische Operation von Vorteil?

## 1.1 Neuralrohrdefekte

„Neuralrohrdefekte bezeichnen jene vor der Geburt erscheinenden Missbildungen, bei denen die Entwicklung des Neuralrohrs und/oder dessen Skeletthüllen gestört ist“ (O`Rahilly und Müller 1999). Die Genese ist multifaktoriell (Northrup und Volcik 2000, Padmanabhan 2006, Aksu und Dietz 2007).

Verschiedene Studien zeigen, dass werdende Mütter, die bereits ein Kind mit einer dysraphischen Störung empfangen hatten, oder an Stoffwechselerkrankungen wie etwa Diabetes mellitus leiden, häufiger ein Kind mit einem Neuralrohrdefekt zur Welt bringen (Mitchell et al. 2004, Ray et al. 2004, Sebold et al. 2005). Auch die Einnahme von Medikamenten, beispielsweise Antiepileptika wie Phenytoin, Valproinsäure und Carbamazepin oder auch eine erhöhte Temperatur der Mutter während der kritischen Phase der Neurulation, deuten auf ein erhöhtes Risiko hin (Biale und Lewenthal 1984, Matalon et al. 2002, Mitchell et al. 2004, Suarez et al. 2004, Moretti et al. 2005). Von einem Neuralrohrdefekt sind mindestens 1600 Kinder pro Jahr in Deutschland betroffen (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin 2001). Die Inzidenz variiert weltweit zwischen eins und neun pro 1000 Geburten und weist regionale, temporäre und ethnische Unterschiede auf (Koch und Fuhrmann 1984, Xiao et al. 1990, Northrup und Volcik 2000, Busby et al. 2005). Dies kann unter anderem auf regionale Unterschiede bei der pränatalen Diagnostik sowie auf die prophylaktische Einnahme von Folsäure zurückgeführt werden (Mitchell et al. 2004, Busby et al. 2005, Bui et al. 2007). In der 2007 erschienenen Studie des New England Journal of Medicine wird der Unterschied im Auftreten von Neuralrohrdefekten vor und nach der in Kanada vorgeschriebenen zusätzlichen Anreicherung von Lebensmitteln mit Folsäure eruiert. Dabei zeigt sich eine Reduktion im Auftreten von Neuralrohrdefekten von 46% nach der zusätzlichen Anreicherung der Lebensmittel mit Folsäure. Ein zuvor in Kanada festgestelltes Gefälle von Ost nach West, bei dem in den östlichen Provinzen Kanadas ein allgemein häufigeres Auftreten von Neuralrohrdefekten als in den westlichen Provinzen festzustellen war, hat sich nach der Einführung der zusätzlichen Folsäureanreicherung der Nahrung nahezu aufgehoben (De Wals et al. 2007).

Während der dritten bis vierten Schwangerschaftswoche findet physiologisch der Schluss des Neuralrohrs statt. Treten hierbei Störungen auf, kommt es zu Fehlbildungen unterschiedlichen Ausmaßes. Sie können sowohl cerebraler als auch spinaler Art sein (Botto et al. 1999).

O`Rahilly und Müller gliedern die Neuralrohrdefekte des Gehirns und des Rückenmarks in jeweils vier Unterformen, welche im Folgenden kurz erläutert werden (O`Rahilly und Müller 1999).

Bei Persistenz der Neuralplatte im Bereich des Neuroporus rostralis kommt es zur **Anenzephalie**. Charakteristisch für diese Fehlbildung ist, dass große Teile von Hirn und Schädelknochen nicht ausgebildet sind (Botto et al. 1999, O`Rahilly und Müller 1999). Treten Nervengewebe und Hirnhäute okzipital durch eine abnorme Schädelöffnung aus, nennt man dies **Enzephalozele** (O`Rahilly und Müller 1999, Bozinov et al. 2005). Stülpen sich nur die Hirnhäute durch eine Schädelöffnung, handelt es sich um eine **kraniale Meningozele**. Wenn lediglich ein knöcherner Defekt vorliegt, wird dies als **Cranium bifidum occultum** bezeichnet (O`Rahilly und Müller 1999).

Analog verhält es sich mit den spinalen Dysraphien. Sie werden auch unter dem Begriff Spina bifida (=gespaltenes Rückgrat) zusammengefasst. Ein fehlender Verschluss des Neuroporus caudalis führt zu einer **Myeloschisis**. Da die Neuralplatte nur von einer dünnen Membran bedeckt ist, wird diese Malformation auch als **Spina bifida aperta** bezeichnet. Schwere neurologische Schäden sind die Folge. Auch bei der **Spina bifida cystica** fehlt ein kutaner Schutz des Nervengewebes. Die Neuralplatte und/ oder das Neuralrohr sind nach außen gewölbt. Sind nur die Meningen betroffen, handelt es sich per definitionem um eine Meningozele. Stülpt sich zusätzlich zu den Rückenmarkshäuten auch Rückenmark nach außen, spricht man von einer **Meningomyelozele** (O`Rahilly und Müller 1999).

Die Lokalisation und der Umfang der Läsion bestimmen unter anderem das Ausmaß der neurologischen Störung der betroffenen Kinder.



**Abbildung 1 : Meningomyelozele**



Die **Spina bifida occulta** ist die mildeste Form der Neuralrohrdefekte und macht ca. 15-20% der dysraphischen Störungen aus. Charakteristisch ist eine Spaltbildung von ein oder mehreren Wirbelbögen (Northrup und Volcik 2000). Da diese Art des knöchernen Defekts auch bei circa 10% der gesunden Erwachsenen nachgewiesen wurde, hat diese Variation nicht zwangsläufig Krankheitswert und kann auch als physiologische Modifikation ohne klinische Bedeutung betrachtet werden. Sind jedoch mehrere Wirbelkörper betroffen, sind neurologische Folgen zu erwarten, vor allem, da diese knöchernen Veränderungen ebenfalls mit Anomalien des Rückenmarks und der Cauda equina kombiniert sein können (O`Rahilly und Müller 1999).

Bei sämtlichen okkulten spinalen Dysraphien ist die Läsion von Haut bedeckt und Rückenmark und Rückenmarkshäute befinden sich im Wirbelkanal (Northrup und Volcik 2000, Finn und Walker 2007). Okkulte Formen, die als Auslöser für ein TCS beobachtet wurden, sind neben dem intraspinalen Lipom der Dermalsinus, die Diastomyelie und die neurenterische Zyste (Mc Lone und La Marca 1997).

**Intraspinale Lipome** gehören mit einem Auftreten von bis zu 50% zur häufigsten Form der diagnostizierten okkulten spinalen Dysraphien (Mc Lone und La Marca 1997). Allgemein betrachtet handelt es sich dabei, um aus normalen Fettzellen bestehende Raumforderungen (Rogers et al. 1971, Giudicelli et al. 1986, Ertl-Wagner und Reiser 2001, Klekamp et al. 2001), die mit einer großen Vielfalt zusätzlicher Gewebearten ektodermalen, mesodermalen oder endodermalen Ursprunges kombiniert sein können (Pierre-Kahn 1997, Lellouch-Tubiana et al. 1999). Intraspinale Lipome bilden eine sehr heterogene Gruppe, die verschiedenfach in Bezug auf die Lokalisation, Klinik und Therapie kategorisiert werden (Finn und Walker 2007). Häufig erfolgt die Einteilung in Bezug auf die Lokalisation sowie nach Assoziation mit spinalen Dysraphien (Rogers et al. 1971, Mc Lone und La Marca 1997, Xenos et al. 2000, Finn und Walker 2007).

Patienten mit spinalen Lipomen haben ein erhöhtes Risiko ein TCS durch Kompression oder durch Zugwirkung am Rückenmark zu entwickeln (Pierre-Kahn et al. 1997, Xenos et al. 2000).

Der **Dermalsinus** ist vom äußeren Erscheinungsbild eher harmlos. Oftmals kann man kutane Stigmata, wie zum Beispiel eine fokale Einziehung der Haut, einen hyperpigmentierten Naevus oder vermehrte Behaarung finden. Beim Dermalsinus handelt es sich um eine mit Epithel ausgekleidete Verbindung zwischen Haut und Dura oder Spinalkanal. Komplikationen können daher durch ein Auftreten von aufsteigenden Infektionen mit dem Resultat einer Meningitis oder durch die Bildung von Abszessen entstehen. Ungefähr die Hälfte der

Dermalsinus zeigen Inklusionstumore im Sinne eines Epidermoides, Dermoides oder Teratomes. Diese Raumforderungen können dann ebenfalls neurologische Symptome auslösen (Ertl-Wagner und Reiser 2001, Ramnarayan et al 2006).

Bei der **Diastomyelie** handelt es sich um eine seltene Form der spinalen Dysraphien. Bei dieser liegt eine angeborene Teilspaltung des Myelons vor, wobei die meist asymmetrischen Teile jeweils von Dura umgeben sind. Auf der Höhe der Spaltung ist oftmals ein knöcherner oder bindegewebiger Sporn zu finden. Auch hierbei kann es zu neurologischen Ausfällen kommen (Gerlach et al. 1964, Hesselink et al. 1986, Yamanaka et al. 2001, Aksu und Dietz 2007, Gan et al. 2007).

Die ebenfalls sehr seltenen **Neurenterischen Zysten** werden von der WHO als „Zysten die von Muzin produzierendem Epithelsaum umgeben sind, welcher dem Gastrointestinaltrakt ähnelt“ (Zülch 1979, S.59) klassifiziert. Sie entstehen aufgrund einer Störung während der Trennung der Keimblätter und sind häufiger im Rückenmark als zum Beispiel am Schädelknochen oder im Gehirn aufzufinden (Devkota et al. 1994, Muzumdar et al. 2008). Oftmals sind sie mit anderen congenitalen Anomalien assoziiert (Balasubramaniam et al. 2004, Muzumdar et al. 2008). Über 90% dieser Zysten sind intradural oder extramedullär lokalisiert (Muzumdar et al. 2008). Durch Kompression des Rückenmarks können sie neurologische Symptome hervorrufen (Devkota et al. 1994, Kumar und Nayak 2002).

## 1.2 Pathogenese des Tethered- Cord- Syndromes (TCS)

In der embryonalen Entwicklung bildet sich zuerst das Rückenmark mit seinen Nerven aus dem Ektoderm. Da die Wirbelsäule mesodermalen Ursprungs ist, bildet sie sich erst später und wird vom Rückenmark vollständig ausgefüllt. Die Wirbelsäule wächst jedoch ab der Fetalperiode rascher. Dadurch verschiebt sich der Conus medullaris scheinbar weiter nach oben. Dieser Vorgang wird als Aszension des Rückenmarks bezeichnet (Kesler et al. 2007, Lew und Kothbauer 2007). Wenige Monate postnatal endet die Konusspitze in der Regel auf der Höhe des zweiten Lendenwirbelkörpers oder darüber (Reimann und Anson 1944, Barson 1970, Wolf et al. 1992, Lippert 2000). Unterhalb des zweiten Lendenwirbelkörpers setzt sich das Rückenmark in einem faserigen Strang (= Filum terminale), der am Periost des ersten Sakralwirbels befestigt ist, fort (Moore und Persaud 1996). Dieses elastische Band ermöglicht dem Conus medullaris bei Extension und Flexion der Wirbelsäule leichte Bewegungen (Bui et al. 2007). In Hinblick auf die Pathogenese des TCS steht zur Diskussion, ob bei einer Hinderung dieser relativen Aszension, durch Fixierung nervaler Strukturen des Rückenmarks, die daraus resultierende Zugwirkung den oxidativen Metabolismus in den betroffenen Zellen herabsetzt. Dadurch kann es zu einer neuronalen Dysfunktion kommen, und somit zu Strukturschäden der Perikarya der Nervenzellen sowie der entsprechenden Axone (Yamada et al 1981). Die so verursachten neurologischen Ausfälle zeigen sich bei zunehmendem Längenwachstum des Patienten progredient, nicht nur durch die kontinuierliche Belastung, sondern auch aufgrund der ansteigenden Spannung, der das Nervengewebe ausgesetzt ist. Zusätzlich kann bei den betroffenen Patienten auch aufgrund von Körperbewegungen wie beispielsweise bei plötzlicher Extension oder Flexion der Wirbelsäule eine akut einsetzende Spannung aufgebaut werden, die unter Umständen eine intermittierende neurologische Symptomatik hervorrufen kann. Nach Yamada et al. kann es bei diesen funktionell ausgelösten Ereignissen ebenfalls zu einer Degeneration von Nervenzellen und Axonen kommen (Yamada et al. 2004).

### 1.3 Diagnose und Klinik des TCS

Die Diagnose wird aufgrund des klinischen Erscheinungsbildes und der Bildgebung mittels Magnetresonanztomographie (MRT) gestellt (Wippold et al. 1987, Davis et al. 1988, Wilson und Prince 1989, Hudgins und Gilreath 2004, Kazuyoshi et al. 2005). Die Kernspintomographie ermöglicht das Erkennen spinaler Abnormitäten noch vor dem Auftreten neurologischer Symptome, ist dabei nicht invasiv und bietet neben einem guten Weichteilkontrast eine von der Erfahrung des Untersuchers unabhängige Diagnostik (Davis et al. 1988, Just et al. 1987).

Bei Kindern hat sich der Ultraschall zum Ausschluss eines TC bis zur Verknöcherung der Wirbelsäule, also bis zum 6. Lebensmonat bewährt (Kawahara et al. 1987, Wolf et al. 1992). Die Sonographie ist eine kostengünstige und schnell verfügbare Variante der bildgebenden Diagnostik. Sie ermöglicht eine Darstellung sowohl cerebraler als auch spinaler Pathologien, ohne dass die jungen Patienten wie im MRT sediert werden müssen (Korsvik und Keller 1992).

Anzeichen eines TC in der Bildgebung ist klassischerweise ein Konustiefstand, definiert als ein unterhalb des zweiten Lendenwirbelkörpers endender Conus medullaris. Ein TCS kann jedoch auch bei einer physiologischen Konushöhe auftreten (Warder und Oakes 1993, Yamada et al. 2004, Lee et al. 2006, Kesler et al. 2007). Ein weiteres Merkmal ist ein verkürztes oder verdicktes Filum terminale mit einer Breite von mindestens 2 mm. Dieses kann sich unter Umständen in der T1- Wichtung der MRT hyperintens als Hinweis auf zum Beispiel ein Filumlipom darstellen (Giles 1991, Lew und Kothbauer 2007). Eine intraspinale Raumforderung, wie beispielsweise ein Lipom (Yamada et al. 2004, Lew und Kothbauer 2007), Adhäsionen (Just et al. 1987, Merx et al. 1989, Haberl et al. 2004) oder eine asymmetrische Position des Rückenmarkes im Spinalkanal durch Adhäsionen sind ebenfalls hinweisend auf ein TC (Merx et al. 1989). Um die Diagnostik zu vervollständigen, sollte mittels Bildgebung die gesamte Neuroachse dargestellt werden, um eine begleitende Fehlbildung wie zum Beispiel ein Arnold- Chiari- Syndrom oder einen Hydrozephalus auszuschließen (Hudgins und Gilreath 2004).

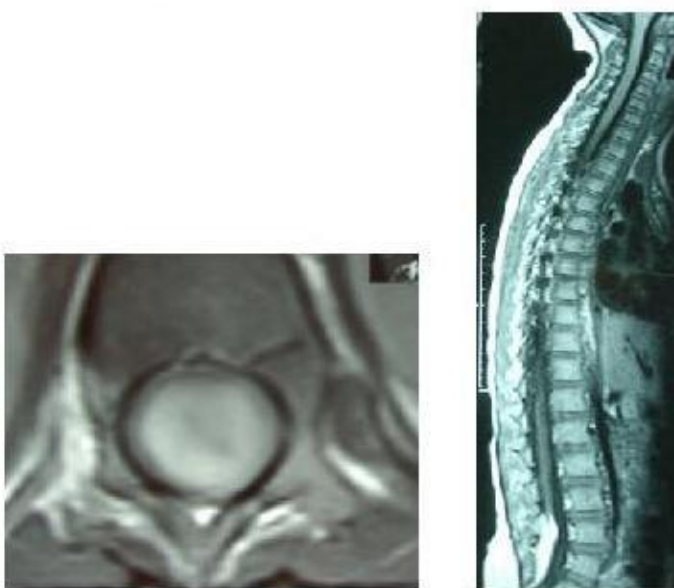
Klinisch manifestiert sich das TCS, abhängig von der Lokalisation der Fixierung, vielfältig und kann sowohl gleich nach der Geburt als auch in der Wachstumsphase des Kindes oder im Erwachsenenalter auftreten (McLone und La Marca 1997).

Bei Säuglingen zeigt sich ein möglicherweise vorhandenes TCS unter anderem durch eine Minderbewegung, zumeist der unteren Extremität, durch muskuläre Atrophie sowie eine

Veränderung und/ oder Asymmetrie der Reflexe. Ältere Kinder können eine Verzögerung der Entwicklung bei dem Erlernen der Geh- und Stehfähigkeit zeigen. Hinweise auf sensible Defizite ergeben sich unter Umständen durch schmerzlose Ulcera der unteren Extremität (Bui et al. 2007).

Am häufigsten zu finden sind neben motorischen Veränderungen wie Muskelschwäche und Atrophie, Reflexabnormalitäten, sensorische Veränderungen, Schmerzen, die vor allem im Bereich des Rückens und der unteren Extremität lokalisiert sind, Veränderungen der Wirbelsäule in Form von Skoliosenbildung, Fußdeformitäten sowie Blasen- und Mastdarmstörungen (Merx et al.1989, Giles 1991, Herman et al. 1993,Warder und Oakes 1994, Hudgins und Gilreath 2004, Lee et al. 2006). Diese Symptome führen häufig zu Gangstörungen (Hudgins und Gilreath 2004).

Klassisch für ein TCS ist, eine Progredienz der Symptome (Merx et al. 1989, Hudgins und Gilreath 2004, Rajpal et al. 2007). Häufig finden sich in der klinischen Untersuchung kutane Stigmata im Sinne von Hypertrichosen, Hämangiomen, subkutanen Lipomen oder einem kleinen Porus am Rücken die hinweisend auf eine Form der spinalen Dysraphie sein können (Warder und Oakes 1994, McLone und La Marca 1997, Kazuyoshi et al 2005, Lee et al. 2006). Das Spektrum der klinischen Symptome reicht vom asymptomatischen Patienten bis hin zum vielfältig beeinträchtigten Patienten (Lew und Kothbauer 2007). Zumeist hat ein symptomatischer Patient mehr als eines der oben genannten Symptome (Warder und Oakes 1994). Die Diagnose eines TCS wird meist bei Kindern gestellt, jedoch können Erwachsene ebenfalls von den genannten Symptomen betroffen sein (Lee et al. 2006, Rajpal et al. 2007).



**Abbildung 2: MRT mit Darstellung eines sakralen intraduralen Lipoms**

## 1.4 Zusatzfehlbildung bei Patienten mit einem TCS

Bei Patienten, die an einem TCS erkranken, liegt, wie in 1.1 erwähnt, meist eine dysraphische Störung vor. Diese wiederum ist häufig mit weiteren cerebralen und spinalen Begleiterkrankungen assoziiert, die es im Rahmen der Diagnostik auszuschließen gilt, da sie einen großen Einfluss auf die Therapie und den Therapieerfolg bei der Behandlung des TCS haben.

Eine häufig mit Neuralrohrdefekten vergesellschaftete cerebrale Fehlbildung ist das **Arnold-Chiari- Syndrom**. „Die Chiari- Malformationen sind eine Gruppe von Entitäten mit sehr unterschiedlicher Ätiologie, Pathophysiologie und klinischem Erscheinungsbild. Die Gemeinsamkeiten liegen in anatomischen Deformitäten von Kleinhirn und Hirnstamm.“

(Schijman 2004, S.323)

Sie lassen sich anatomisch in vier Kategorien einteilen. Eine Verdrängung in den Spinalkanal, die ausschließlich die Kleinhirntonsillen betrifft, wird als Typ I bezeichnet. Hierbei handelt es sich um die leichteste Form, die in der Regel nicht mit Neuralrohrdefekten kombiniert ist (Carlson und Muraszko 2003, Oakes und Tubbs 2004). Am häufigsten ist die ACM Typ II zu finden. Sie wird als die klassische ACM bezeichnet und tritt häufig in Kombination mit dysraphischen Störungen auf. Die ACM Typ II ist charakterisiert durch eine kaudale Verdrängung des Vermis, des vierten Ventrikels, der Medulla oblongata und dem unteren Teil des Pons, wobei auch Abnormitäten des Gehirns, des Schädels und des Rückenmarkes auftreten können (Stevenson 2004). Bei der ACM Typ III kommt es zusätzlich zu einer Herniation von Teilen des Kleinhirngewebes in einer okzipitalen, zervikalen oder okzipito-zervikalen Meningozele. Typ IV bezeichnet eine Kleinhirnhypo- oder aplasie (Schijman 2004, Website NINDS). Aufgrund der geringen Überlebensrate von Patienten mit ACM Typ III und IV spielen diese im klinischen Alltag jedoch eine untergeordnete Rolle. Die ACM können aufgrund von resultierenden Liquorabflussstörungen auch zu einer **Syringomyelie** führen.

Dabei handelt es sich um eine unter Umständen langstreckige Höhlenbildung des Rückenmarks. Neben der ACM können Liquorabflussstörungen auch durch eine beispielsweise primär fehlende Öffnung der Foramina Luschkae und Magendii oder sekundär in Folge von spinaler Arachnoiditis, Traumata oder Tumoren des Rückenmarks auftreten und somit zu einer Syringomyelie führen (Milhorat 2000, Perrin und Fehlings 2004). Als Sonderform der Syringomyelie ist die **Hydromyelie** zu nennen. Dabei handelt es sich um eine

primäre Erweiterung des Zentralkanals, aufgrund eines fehlenden Liquorabflusses (Schaffer und Preisz 1892, Wisoff 1988, Caldarelli et al. 1998, Johnson und Teo 2000).

Sowohl Hydro- als auch Syringomyelie können je nach Ausmaß, Lokalisation und Dauer des Bestehens aufgrund der Höhlenbildung zu Verdrängung und Ischämie des Nervengewebes, bis hin zu Gewebsuntergang und Nekrose führen (Schaffer und Preisz 1892, Wisoff 1988, Perrin und Fehlings 2004).

Die meisten Kinder mit Spina bifida entwickeln einen **Hydrozephalus**. Zugrunde liegt eine Liquorzirkulationsstörung, die zu einem Anstieg des intrakraniellen Drucks führt. Auch hier sind die Ursachen vielfältig. Die Entstehung eines Hydrozephalus wurde nach operativer Versorgung einer Zele, bei dem Vorliegen einer Chiari- II- Malformation oder einer Aquäduktstenose sowie im Anschluss an eine kraniovertebrale Dekompressionsoperation aufgrund einer Chiari- Fehlbildung beobachtet. Vermutlich gibt es keine Verbindung zwischen Höhe der Spina bifida und Hydrozephalus (Northrup und Volcik 2000, Del Bigio 2001, Elton et al. 2002, Marlin 2004, Aksu und Dietz 2007).

## 1.5 Therapie des TCS

Das TCS bietet sowohl klinisch als auch röntgenologisch ein heterogenes Bild. Die Gemeinsamkeit liegt in der zugrundeliegenden Pathophysiologie, die in der Anheftung des Rückenmarks besteht (Drake 2007). Im Vorfeld der Therapie wird die Diagnose stets durch eine gründliche Evaluierung der Krankengeschichte, des neurologischen Untersuchungsergebnisses sowie der Bildgebung gesichert. Neben der Prüfung der Operationsfähigkeit des Patienten steht der Ausschluss anderer möglicher Ursachen der Symptome im Vordergrund. Besondere Aufmerksamkeit wird hier auf die häufigen Begleitfehlbildungen gerichtet (vgl. 1.5) (MC Lone und La Marca 1997).

Hat man sich aufgrund einer gesicherten Diagnose für die Operation entschieden, erfolgt der Zugang zur Dura über eine Laminotomie. Nach Eröffnung der Dura werden die Adhäsionen beseitigt. Das Filum terminale wird gegebenenfalls durchtrennt. Liegt ein raumfordernder Prozess, wie zum Beispiel ein Lipom, vor muss dieser entfernt werden. Oftmals kann aufgrund des angrenzenden Nervengewebes nur eine Teilresektion durchgeführt werden (Drake 2007). Anschließend werden die Dura wasserdicht verschlossen und die Wirbelbögen wieder eingesetzt. Eine Änderung der Symptome ist oftmals noch während des Krankenhausaufenthaltes zu verzeichnen. Nach sechs Monaten ist von einer operationsbedingten Veränderung des neurologischen Status nicht mehr auszugehen (Bui et al. 2007). Ziel der Operation ist die Stabilisierung oder Linderung der bestehenden Symptome sowie das Verhindern von zukünftigen Defiziten bei asymptomatischen Patienten (Bui et al. 2007). Die Prognose ist jedoch weder für alle Symptome noch für alle Ursachen des TCS in gleichem Maße umsetzbar (Anderson 1975, Fitz und Harwood-Nash 1975). Es bleibt zu diskutieren, welche Symptome sich am günstigsten durch einen operativen Eingriff beeinflussen lassen. Insbesondere bei Kinder stellt sich aufgrund des Größenwachstums und darausfolgend zu erwartender eskalierender Symptomatik die Frage der prophylaktischen Operation.



**Abbildung 3: Intradurales sakrales Lipom, OP-Situs**



## 2 Patienten und Methoden

In der folgenden Arbeit wurden neurochirurgische Patientenakten von Kindern und Erwachsenen, die aufgrund eines TC in der Göttinger Neurochirurgie zwischen 1995 und 2006 operiert wurden, ausgewertet. Das Jahr 1995 wurde gewählt, da seit diesem Zeitpunkt die Patientendaten digital erfasst wurden. Grundlage der verarbeiteten Daten waren Arztbriefe, Operationsberichte, sowie Berichte der neuropädiatrischen Sprechstunde. Waren Aufzeichnungen zu durchgeführten Zusatzuntersuchungen wie zum Beispiel Restharnbestimmung vorhanden, so wurden diese ebenfalls verwendet.

Die Patienten wurden von mir nicht selbst untersucht. Die postoperativen Ergebnisse sind im Verhältnis zur präoperativen Beschwerdesymptomatik des einzelnen Patienten zu betrachten. Die Daten wurden mit Hilfe eines selbstentworfenen Fragebogens (siehe Anhang) erhoben und in *Excel (Microsoft Office 2000)* verwaltet. Die Graphenerstellung erfolgte mit *Statistica Version 10*.

Es erfolgt die Durchführung des „Vorzeichentests“ mit *SPSS Version 11*. Im Vorzeichentest werden die Häufigkeiten positiver und negativer Abweichungen der prä- und postoperativen Ergebnisse der einzelnen Symptome berechnet und unter der Annahme der Gleichheit auf signifikante Unterschiede geprüft.

Das Signifikanzniveau wurde bei  $p = 0,05$  festgelegt. Der Test eignet sich für abhängige Variablen auf ordinalem Skalenniveau, die für verbundene Stichproben- wie der vorliegenden- erhoben werden.

Ein weiteres Testverfahren, das herangezogen wurde, um den Einfluss einer qualitativen Variable auf eine quantitative (metrische) Kriteriumsvariable zu prüfen, ist die einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA).

In dieser wurde geprüft, ob bei den Patienten, welche sich im Bereich der Motorik und Fußdeformitäten besserten (1= Verbesserung, 0= keine Verbesserung \*1), insgesamt von weniger Symptomen betroffen waren, als Patienten mit unveränderter Symptomatik.

Anschließend erfolgte der Chi- Quadrat- Test. Beim Chi- Quadrat-Test handelt es sich um einen statistischen Test, bei dem geprüft wird ob zwei dichotome Merkmale stochastisch unabhängig voneinander sind. Die Einschränkungen des Chi- Quadrat-Testes liegt, in der eingeschränkten Verwendbarkeit bei kleinen Fallzahlen\*2.

Der Chi- Quadrat- Test wurde durchgeführt, um zu prüfen ob die signifikanten Symptomlinderungen (Fußdeformitäten und Motorik) zusammenhängen, d.h. ob es sich bei den Patienten, die in Bezug auf eines der (nach Prüfung durch die Operation generell

beeinflussbaren) Symptoms eine Besserung aufweisen, mit einer überzufällig hohen Wahrscheinlichkeit auch um jene Patienten handelte, die in Bezug auf ein anderes (nach Prüfung durch die Operation generell beeinflussbaren Symptoms eine Besserung erfahren haben.

Die durchgeführten Tests sind im Anhang einsehbar.

*\*1 Bei dem hier untersuchten Symptom „ Motorik“ wurde ein Fall von der Analyse ausgeschlossen, dessen symptomspezifisches Krankheitsbild sich im Vergleich zum ersten Messzeitpunkt verschlechtert hatte.*

*\*2 Der Chi-Quadrat-Test gilt als eingeschränkt anwendbar, wenn für zu viele Zellen eine Besetzung von  $n < 5$  vorliegen. Im Allgemeinen werden 20 Prozent als obere Grenze für schwach besetzte Zellen angegeben. In der vorliegenden Auswertung wurde daher auf den alternativ zur „ asymptotischen „ Prüfung angebotenen „ exakten“ Test zurückgegriffen.*

### **3 Ergebnisse**

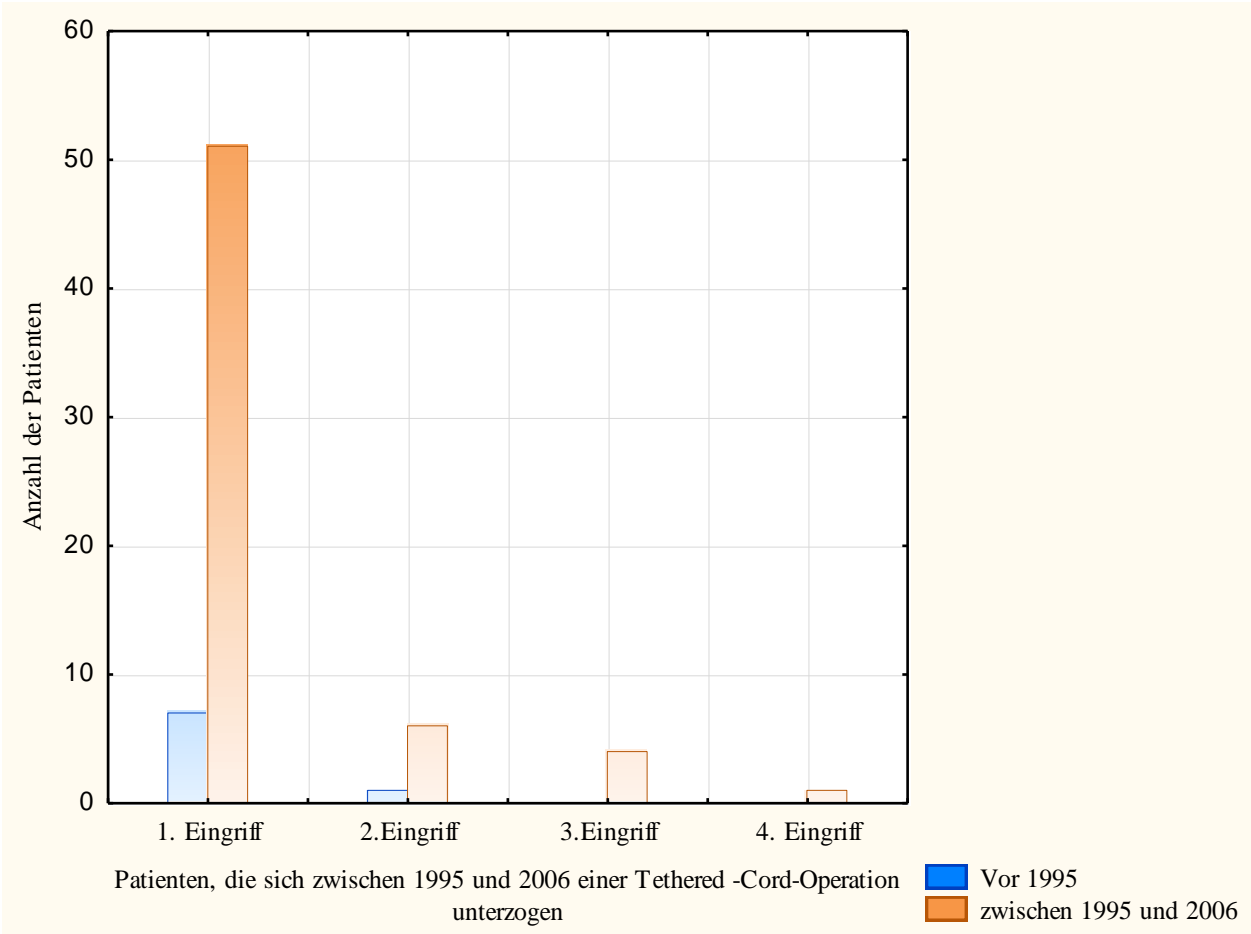
#### **3.1 Beschreibung des Gesamtkollektivs**

Das Gesamtkollektiv umfasst 58 Patienten, die zwischen 1995 und 2006 in der Neurochirurgie des Universitätsklinikums Göttingen eine TC-Operation erhielten. Zunächst werden alle operierten Patienten mit ihrer zu Grunde liegenden dysraphischen Störung sowie ihren begleitend bestehenden Fehlbildungen dargestellt. Zur Schaffung vergleichbarer Ausgangsverhältnisse wird im Folgenden ausschließlich mit den 51 Patienten fortgefahren, die sich im oben genannten Zeitraum ihrer Erstoperation unterzogen. Dabei handelte es sich um 30 weibliche und 21 männliche Patienten im Alter von einem Monat bis zum 58. Lebensjahr. Dies ergibt ein Durchschnittsalter von 7,31 Jahren. Da das Patientenalter eine große Streuung aufweist, wurde eine Einteilung in folgende Altersgruppen vorgenommen: Kleinkind (0-1 Jahr), Kindergartenkind (2-5 Jahre), Schulkind (6-10 Jahre), Jugendlicher (11-21 Jahre), Erwachsener (21-58 Jahre). Der postoperative Status wurde im Durchschnitt nach 7,2 Monaten erhoben. Eingeschlossen wurden nur Patienten bei denen eine postoperative Verlaufsbeobachtung dokumentiert wurde.

In der nachfolgenden Abbildung (siehe Graph 1) ist zunächst die Gesamtzahl der durchgeführten Operationen dargestellt.

Von den 51 Patienten, die im oben genannten Untersuchungszeitraum ihr erstes Detethering erhielten, erfuhren zwei Patienten noch innerhalb dieser Zeit ein Rezidiv, welches erneut operiert werden musste. Neben diesen beiden Patienten erhielten noch vier weitere Patienten ein zweites Detethering, insgesamt vier Patienten erhielten eine dritte TC- Operation. Ein vierter Eingriff fand innerhalb dieses Zeitabschnittes nur einmal statt, wobei in diesem Fall der Ersteingriff bereits vor 1995 datiert war.

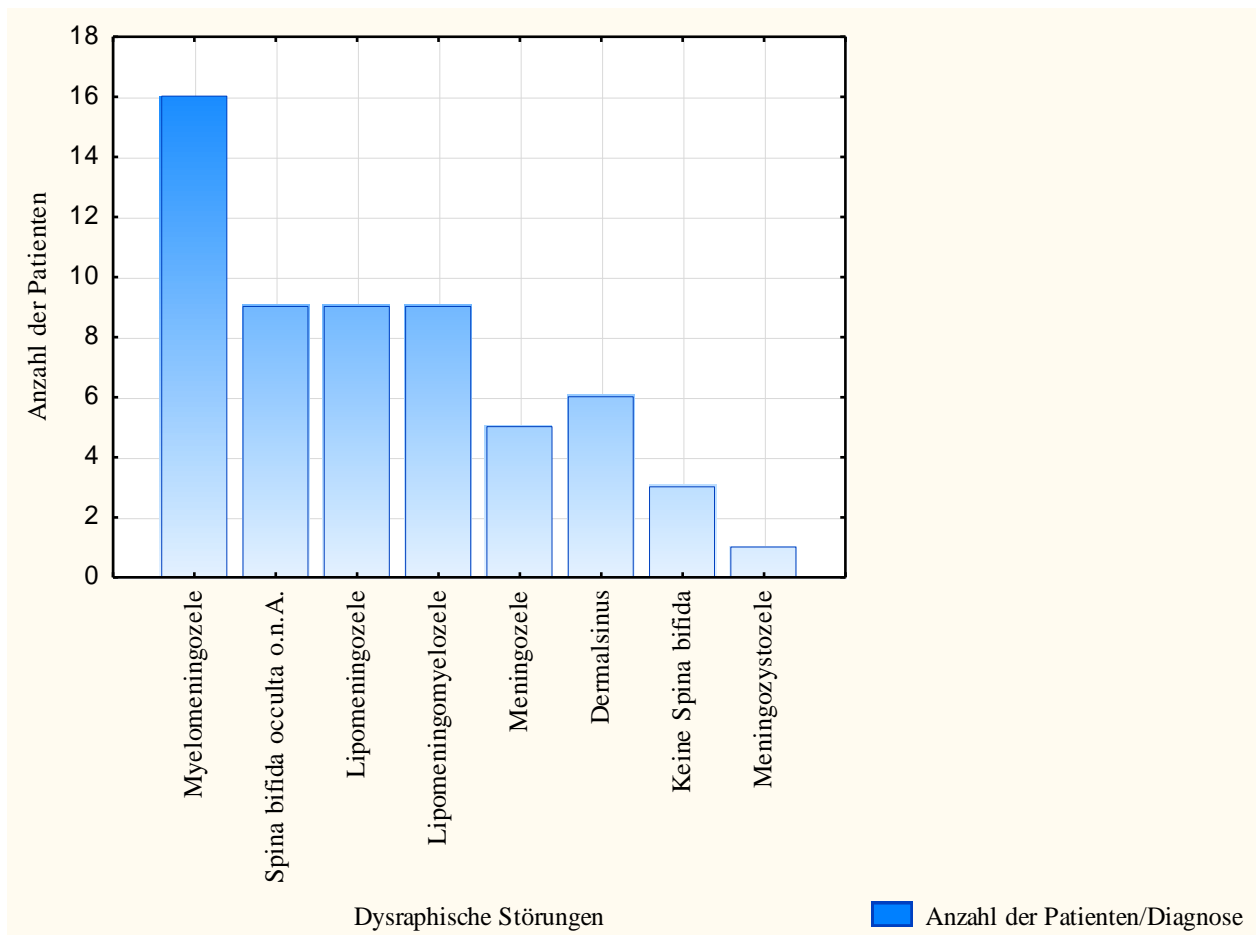
**Graph 1:**



### 3.1.1 Dysraphische Störungen

Von den 58 Patienten wiesen 55 (95%) eine Form der dysraphischen Störung auf. Davon diagnostizierte man bei 16 Patienten (28%) eine Myelomeningozele und bei jeweils neun Patienten (16%) eine Lipomeningozele, eine Lipomeningomyelozele sowie eine Spina bifida occulta, die in den Untersuchungsunterlagen nicht näher spezifiziert wurde. Eine Meningozele wurde fünfmal (9%), davon eine Meningozystozele (2%) und ein Dermalsinus wurden je sechsmal (10%) diagnostiziert. Drei der operierten Patienten (5%) hatten keine Spina bifida. Es lag jeweils einmalig eine Arachnoidalzyste und eine Sakralagenesie vor. Bei dem anderen Patienten ohne dokumentierte Spina bifida führte eine abgelaufene Meningitis zu weiterer Diagnostik und Therapie. Der gesamte Umfang dysraphischer Störungen wird im nachfolgenden Graphen (Graph 2) visualisiert.

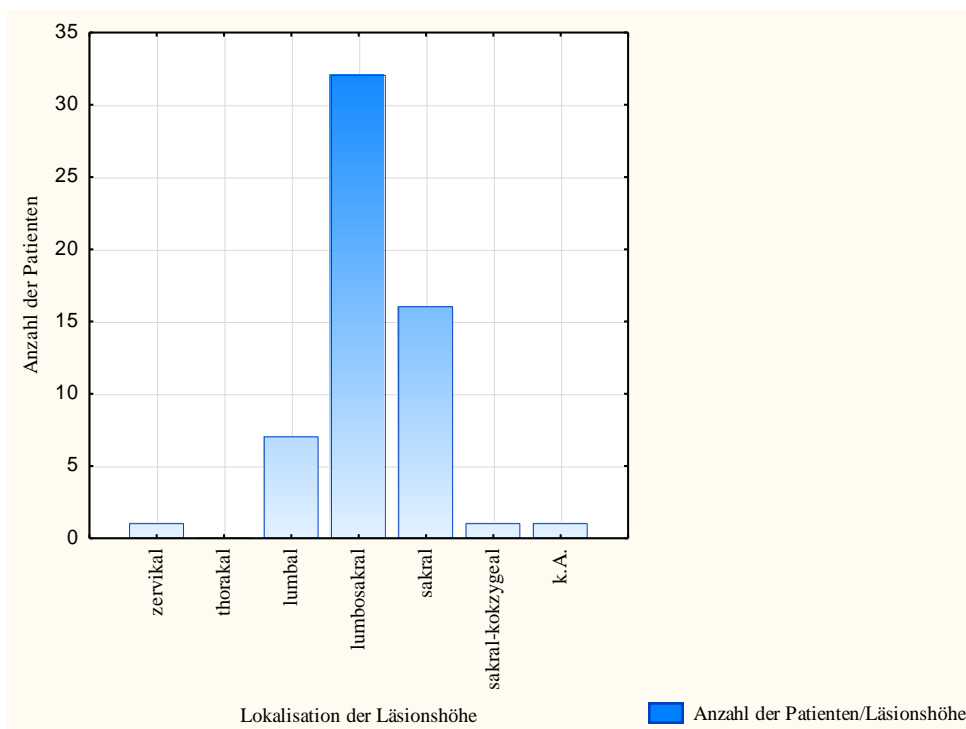
**Graph 2**



Bei den meisten Patienten war die Läsion im lumbosakralen Bereich lokalisiert. Eine graphische Darstellung der Celenhöhe ist nachfolgend veranschaulicht (siehe Graph 3).

Bei 27 Patienten fand sich ein Lipom als Ursache des TCS. Bei 32 Patienten zeigten sich intraoperativ unter anderem Narbengewebe und Adhäsionen. 17 Patienten hatten ein verdicktes Filum terminale und bei 23 Patienten lag zusätzlich noch eine andere Ursache des TCS vor. Die meisten Patienten zeigten intraoperativ mehr als eine Ursache des TCS auf. Lediglich zwei Patienten wiesen intraoperativ ein Filum terminale ohne begleitende Ursache auf.

**Graph 3:**



**Intraoperativ aufgefunden:**

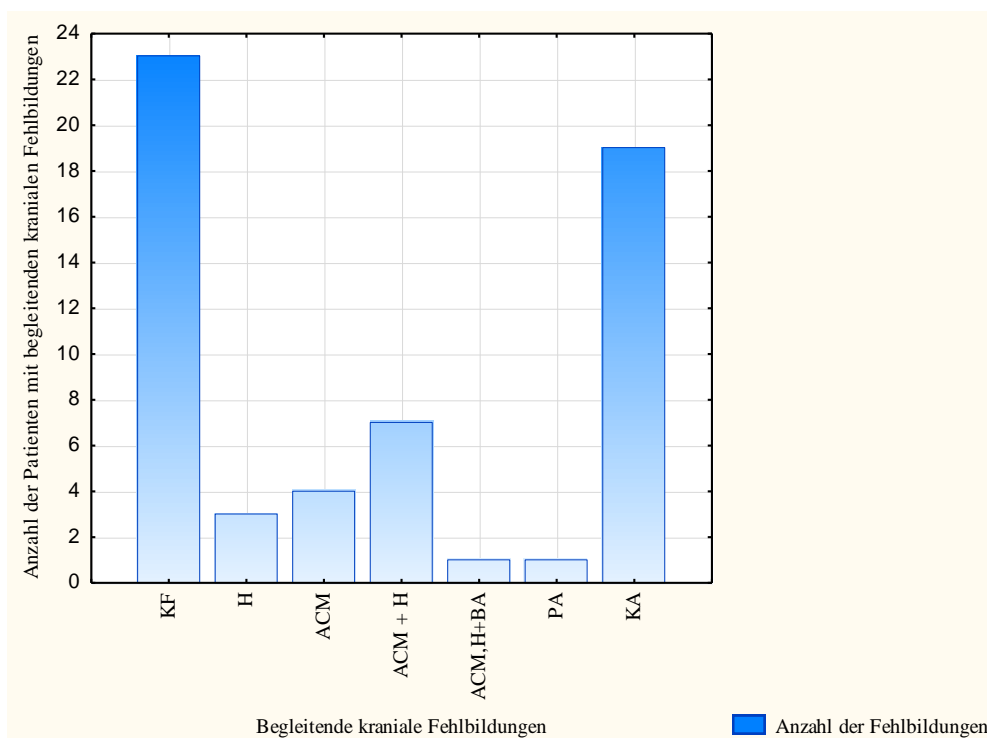
Ursache des TCS	Anzahl
Lipom	27
Verdicktes Filum terminale	17
Adhäsion/Narbengewebe	32
Andere Ursache	23

### 3.1.2 Zusatzfehlbildungen

#### 3.1.2.1 *Kraniale Fehlbildungen*

Bei 16 der 58 Patienten wurden begleitende kraniale Fehlbildungen dokumentiert. Die Kombination eines Arnold- Chiari - Syndroms mit einem Hydrozephalus war hierbei mit sieben betroffenen Patienten am häufigsten. Eine singuläre Arnold- Chiari- Malformation (ACM) trat bei vier Patienten, ein Hydrozephalus bei drei Patienten auf. Ein Patient wies eine Kombination aus einer ACM, einem Hydrozephalus sowie einer partiellen Balkenagenesie auf. Bei einem weiteren Patienten zeigte sich ein pilozystisches Astrozytom. Bei 19 Patienten wurden keine Angaben zu begleitenden kranialen Fehlbildungen dokumentiert. Bei 23 Patienten konnte eine begleitende kraniale Fehlbildung des zentralen Nervensystems mittels Bildgebung ausgeschlossen werden (siehe Graph 4).

**Graph 4:**



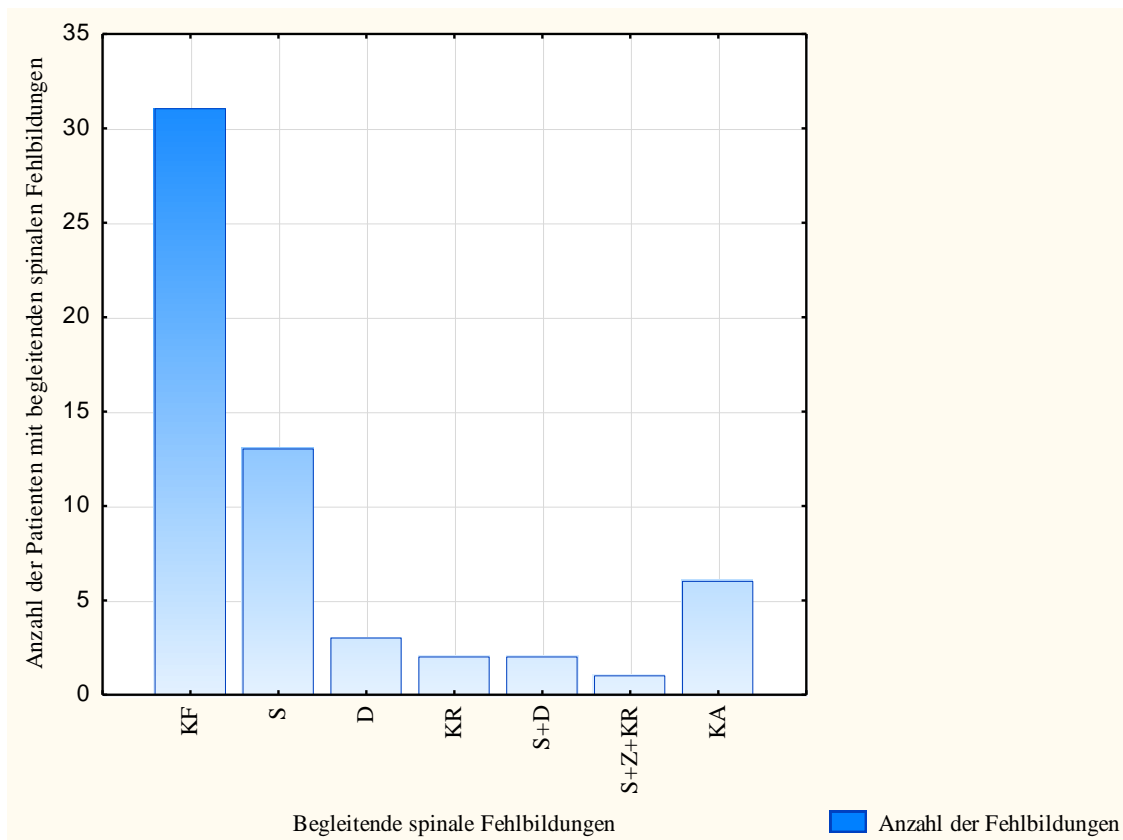
**Legende Graph 4:**

- KF: Keine Fehlbildung
- H: Hydrozephalus
- ACM: Arnold- Chiari- Malformation
- BA: Partielle Balkenagenesie
- PA: Pilozystisches Astrozytom
- KA: Keine Angabe

### 3.1.2.2 Spinale Fehlbildungen

Bei 27 Patienten wurden begleitende spinale Fehlbildungen dokumentiert. Mit 13 Patienten wurde dabei am häufigsten eine begleitende Syringomyelie festgestellt. Eine **Diastomyelie** lag bei drei Patienten vor. Zwei Patienten wiesen eine Kombination von Syringo- und **Diastomyelie** auf. Ebenfalls zwei Patienten hatten ein kaudales Regressionssyndrom und ein weiterer Patient eine Syringomyelie in Kombination mit einer Zyste im Zervikalmark sowie zusätzlich ein kaudales Regressionssyndrom. Bei sechs Patienten konnten diesbezüglichen keine spezifischen Daten eruiert werden. Bei 31 Patienten konnte eine begleitende spinale Fehlbildung ausgeschlossen werden (siehe Graph 5).

Graph 5:



**Legende Graph 5:**

- KF: Keine begleitende Fehlbildung
- S: Syringomyelie
- D: Diastomyelie
- KR: Kaudales Regressionssyndrom
- Z: Zyste im Zervikalmark
- KA: Keine Angabe

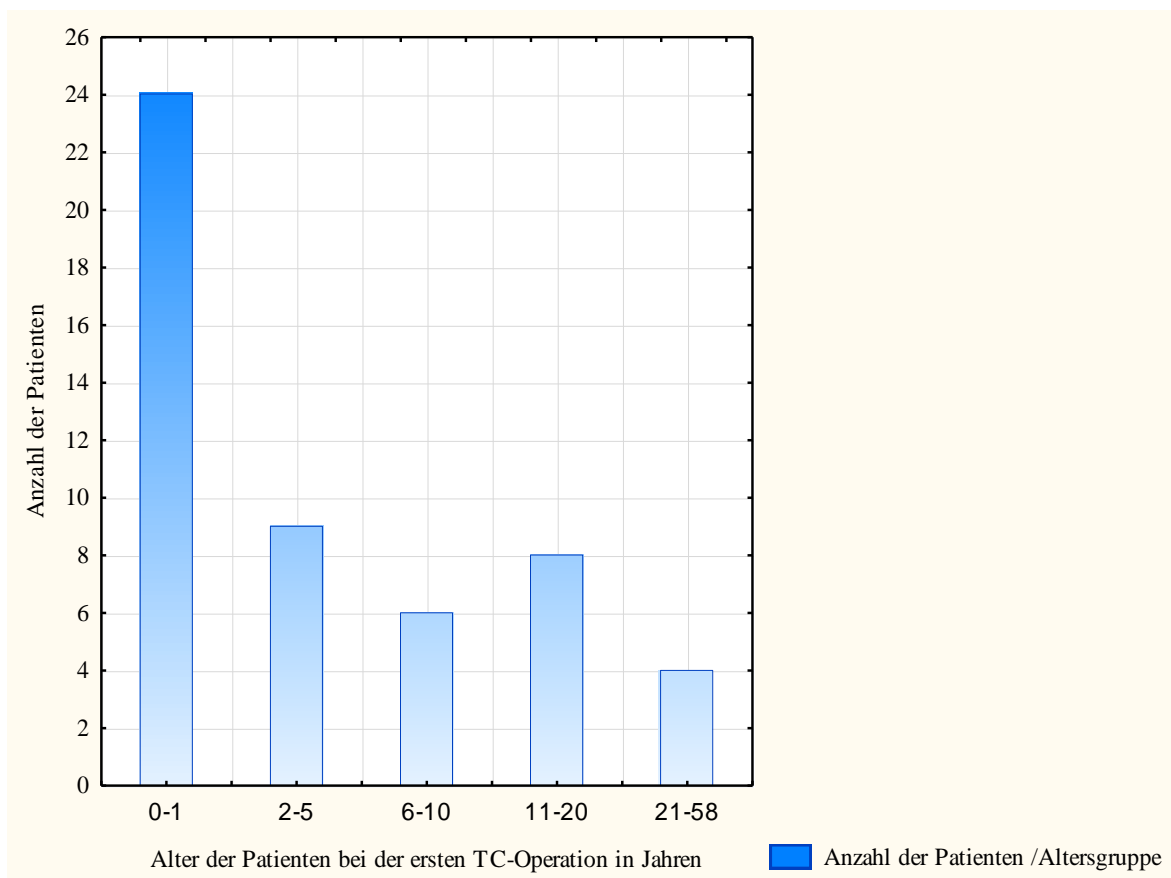


### 3.2 Beschreibung des Kollektivs mit erstmaliger Myelolyse

In der folgenden Darstellung wird, um eine einheitliche Grundlage zu schaffen, nur das Ergebnis der ersten TC- Operation berücksichtigt. Im Kollektiv befanden sich 51 Patienten, die sich einer Erstoperation bezüglich ihres TCS unterzogen. Dabei handelte es sich um 30 weibliche und 21 männliche Patienten. 12 der 51 Patienten hatten bereits eine Voroperation am Rückenmark, diese betraf ausschließlich die frühzeitige Versorgung einer Myelomeningozele unmittelbar postnatal.

Die Patienten, die zum ersten Mal aufgrund der Diagnose „TCS“ operiert wurden, waren zum Operationszeitpunkt zwischen einem Monat und 58 Jahren alt (Mittelwert 7,31 Jahre). Von ihnen waren 24 Patienten zwischen einem Monat und einem Jahr alt, neun Patienten zwischen zwei und fünf Jahren, sechs Patienten zwischen sechs und zehn Jahren, acht Patienten zwischen elf und 20 Jahren und vier Patienten zwischen 21 und 58 Jahren (siehe Graph 6).

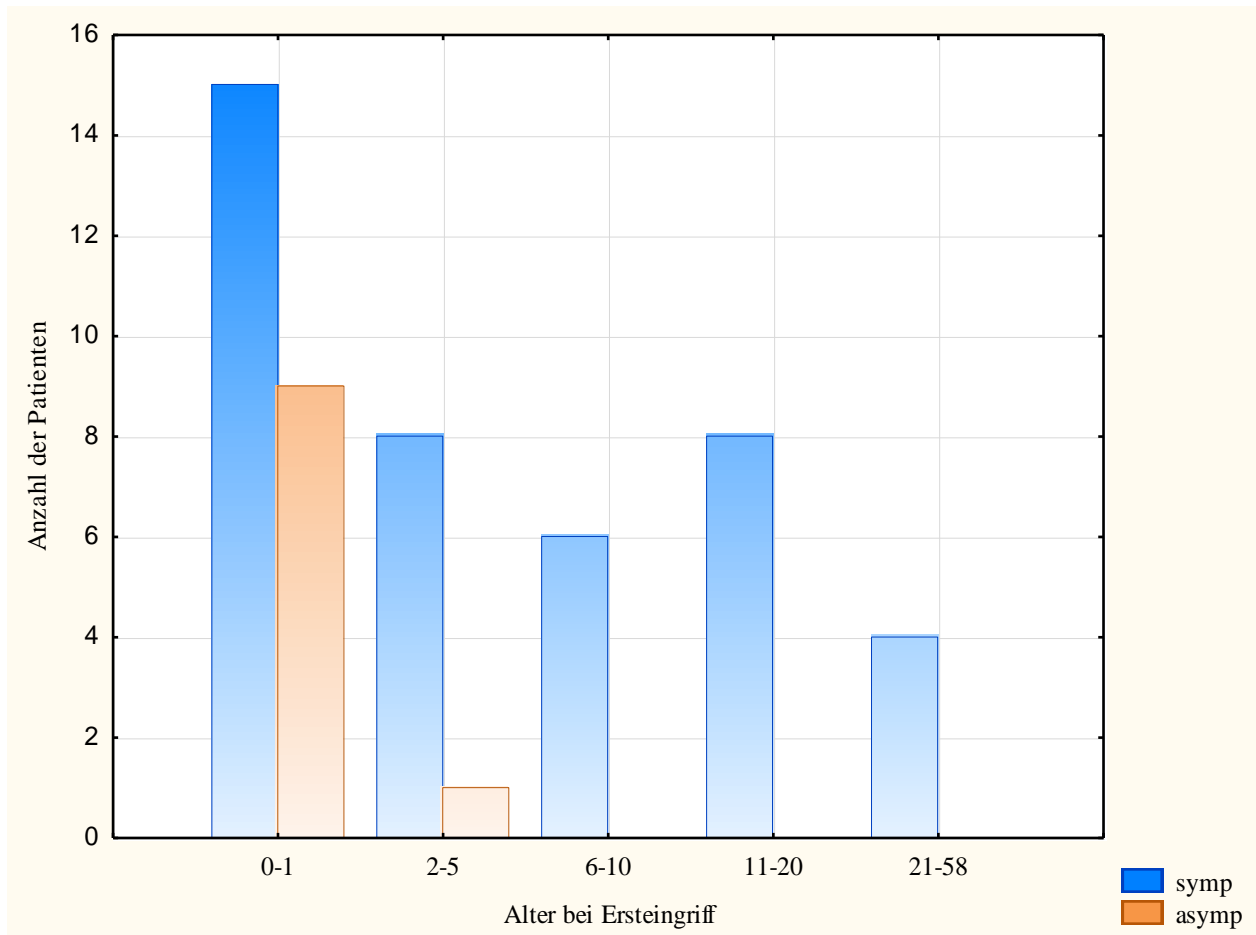
**Graph 6:**



### 3.2.1 Präoperative Erfassung klinischer Symptome

Von den 24 Patienten, die zwischen einem Monat und einem Jahr alt waren, zeigten 15 Patienten Symptome eines TCS. Neun Patienten waren asymptomatisch. Bei den neun Patienten, die zum Operationszeitpunkt zwischen zwei und fünf Jahren alt waren, zeigten acht Patienten Symptome eines TCS. Nur ein Patient in dieser Altersgruppe war asymptomatisch. Alle Patienten, die über fünf Jahre alt waren, zeigten zum Operationszeitpunkt Symptome eines TCS ( siehe Graph 7).

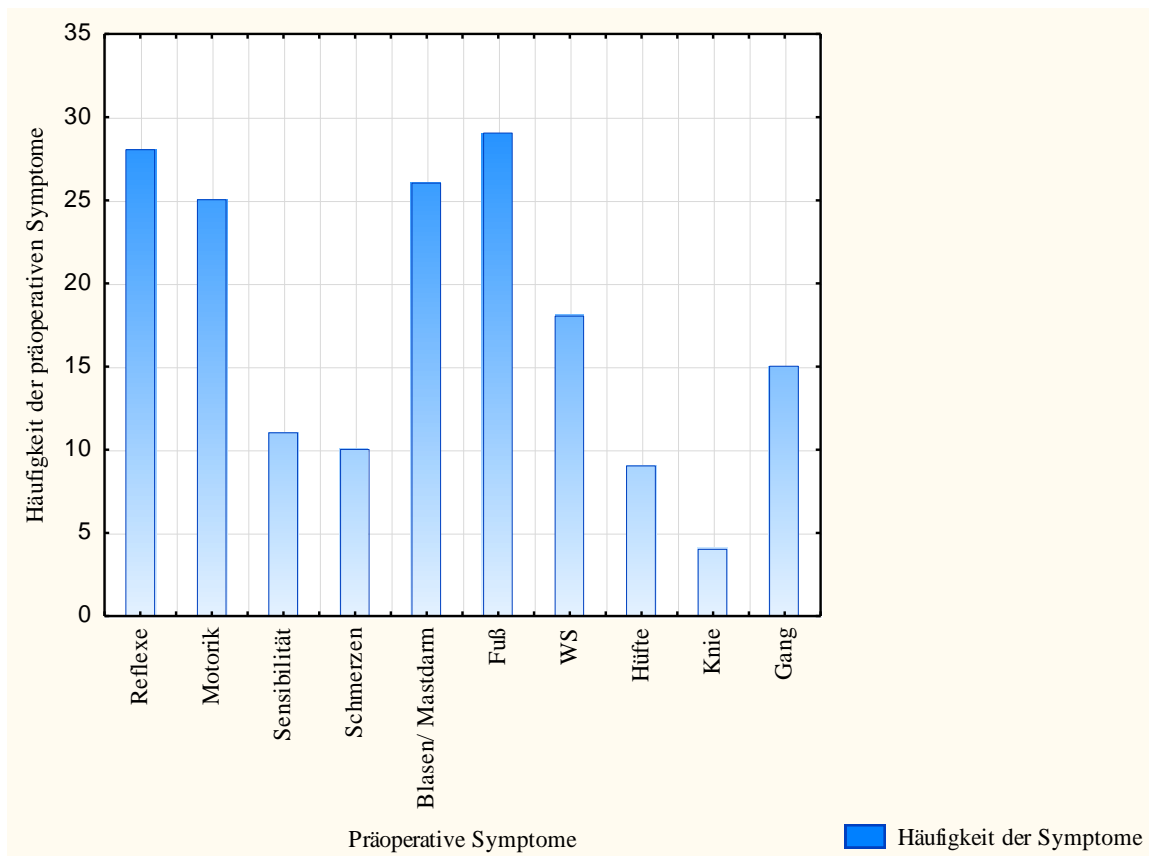
**Graph 7:**



**Legende Graph 7:**  
asyp:   asymptomatisch  
symp:   symptomatisch

Von den 41 symptomatischen Patienten wurden bei 29 Patienten (70,7%) Fußfehlbildungen oder Fehlstellungen dokumentiert. Bei 28 Patienten (68,3%) wurden veränderte Reflexe diagnostiziert. Eine Blasen- und/ oder Mastdarmstörungen boten 26 Patienten (63%). Eine gestörte Motorik in Form von muskulärer Schwäche, Parese, Atrophie oder Spastik trat bei 25 Patienten (60,9%) auf. Wirbelsäulendeformitäten wurden im betrachteten Kollektiv bei 18 (43,9%), Auffälligkeiten des Gangbildes bei 15 (36,6%) und Sensibilitätsstörungen bei elf Patienten (26,8%) dokumentiert. Zehn Patienten (24,4%) litten unter Schmerzen. Des Weiteren traten bei neun Patienten (22,0%) Hüftdeformitäten und bei vier Patienten (9,76%) Kniefehlstellungen auf (siehe Graph 8). Eine genauere Darstellung dieser einzelnen klinischen Symptome erfolgt im Anschluss.

**Graph 8:**



**Legende Graph 8:**

- Fuß: Fußdeformität
- Gang: Gangstörung
- Hüfte: Hüftdeformität
- Knie: Kniefehlstellung
- WS: Wirbelsäulendeformität

### **3.2.2 Neurologische Symptome**

#### **3.2.2.1 *Reflexstatus***

Für die Erhebung des Reflexstatus wurden der Achillessehnenreflex (ASR), Patellarsehnenreflex (PSR) und der Analreflex spezifisch dokumentiert. Reflexe der oberen Extremität wurden unter Armeigenreflexen zusammengefasst. Pyramidenbahnzeichen wurden, wenn in den Arztbriefen beschrieben, im Fragebogen extra erfasst. Diese wurden in der Altersgruppe der null bis einjährigen Patienten nicht als pathologisch gewertet. Bei der Erstellung des oben stehenden Graphen 8 wurden alle Reflexveränderungen zusammengefasst, um aufzuzeigen, wie viele der Patienten dieses Kollektivs präoperativ Störungen der Reflexe zeigten. Siehe dazu die unten aufgeführte Tabelle 1. Zur exakteren Beurteilung des Übergangs vom präoperativen zum postoperativen Reflexstatus wurde anschließend ausschließlich der Achillessehnenreflex (ASR) und den Patellarsehnenreflex (PSR) aufgeschlüsselt (siehe Tabelle 16/17). Zum einen, da beim TCS, aufgrund der am häufigsten betroffenen Läsionshöhe, Störungen der Reflexe vor allem an der unteren Extremität zu erwarten waren und zum anderen, da diese beiden Reflexe am häufigsten dokumentiert wurden.

Eine präoperativ bestehende Veränderung des ASR zeigten 25 Patienten, eine präoperativ bestehende Veränderung des PSR 17 Patienten. 16 Patienten boten präoperativ sowohl Veränderungen des ASR als auch des PSR. Dabei wurden sowohl gesteigerte, abgeschwächte als auch ausgefallene Reflexe gewertet.

**Tabelle 1: Gesamtzahl der präoperativ bestehenden Reflexveränderungen**

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>Anzahl der Patienten /Altersgruppe</b>	<b>Reflexe intakt</b>	<b>veränderte Reflexe</b>	<b>keine Angabe</b>
<b>0-1</b>	24	16 (66,7%)	7 (29,2%)	1 (4,2%)
<b>2-5</b>	9	2 (22,2%)	7 (77,8%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	6	3 (50%)	3 (50%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	8	1 (12,5%)	7 (87,5%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	4	0 (0%)	4 (100%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>51</b>	<b>22 (43%)</b>	<b>28 (55%)</b>	<b>1 (2%)</b>

**Tabelle 2: Anzahl der präoperativ bestehenden Veränderungen des PSR und ASR**

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>Anzahl der Patienten /Altersgruppe</b>	<b>Anzahl der Patienten mit verändertem ASR</b>	<b>Anzahl der Patienten mit verändertem PSR</b>
<b>0-1</b>	24	6 (25%)	6 (25%)
<b>2-5</b>	9	7 (77%)	4 (44%)
<b>6-10</b>	6	3 (50%)	2 (33%)
<b>11-20</b>	8	6 (75%)	5 (62%)
<b>21-58</b>	4	3 (75%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>51</b>	<b>25 (49%)</b>	<b>17 (33,3%)</b>

### 3.2.2.2 *Motorik*

Von den 51 Patienten hatten 25 (49%) eine oder mehrere Störungen der Motorik (siehe Tabelle 3). Die motorischen Störungen wurden in muskuläre Schwäche, Parese, Atrophie und Spastik unterteilt.

**Tabelle 3: Anzahl der Patienten mit präoperativ bestehenden motorischen Störungen**

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>Anzahl der Patienten / Altersgruppe</b>	<b>Motorik intakt</b>	<b>Motorik gestört</b>	<b>keine Angabe</b>
<b>0-1</b>	24	15 (62,5%)	9 (37,5%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	9	3 (33,3%)	6 (66,7%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	6	3 (50%)	3 (50%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	8	3 (37,5%)	5 (62,5%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	4	2 (50%)	2 (50%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>51</b>	<b>26 (51%)</b>	<b>25 (49%)</b>	<b>0 (0%)</b>

Von diesen 25 Patienten boten zehn Patienten (40%) eine muskuläre Schwäche, 14 Patienten (56%) eine Parese, zwölf Patienten (48%) eine Atrophie. Bei fünf Patienten (20%) des Kollektivs traten Anzeichen einer Spastik auf. 14 Patienten hatten mehr als eine motorische Störung und erscheinen daher in der unten stehenden Tabelle 4 mehrmals.

**Tabelle 4: Anzahl der Patienten pro präoperativ bestehender motorischer Störung**

Altersgruppe in Jahren	Patient mit gestörter Motorik	Schwäche	Parese	Atrophie	Spastik
<b>0-1</b>	9 (37,5%)	4 (44,4%)	4 (44,4%)	5 (55,6%)	2 (22,2%)
<b>2-5</b>	6 (66,7%)	4 (66,7%)	2 (33,3%)	1 (16,7%)	1 (16,7%)
<b>6-10</b>	3 (50%)	1 (33,3%)	2 (66,7%)	2 (66,7%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	5(62,5%)	1 (20%)	4 (80%)	3 (60%)	2 (40%)
<b>21-58</b>	2 (50%)	0 (0%)	2 (100%)	1 (50%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>25</b>	<b>10 (40%)</b>	<b>14 (56%)</b>	<b>12 (48%)</b>	<b>5 (20%)</b>

### 3.2.2.3 Sensibilität

**Tabelle 5: Anzahl der Patienten mit präoperativ bestehenden Sensibilitätsstörungen**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten/ Altersgruppe	Sensibilität intakt	Sensibilität gestört	keine Angabe
<b>2-5</b>	9	6 (66,7%)	2 (22,2%)	1(11,1%)
<b>6-10</b>	6	4 (66,7%)	2 (33,3%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	8	4 (50%)	4 (50%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	4	1 (25%)	3 (75%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>27</b>	<b>15 (55,5%)</b>	<b>11 (40,7%)</b>	<b>1 (3,7%)</b>

Bei der Erfassung der Sensibilität wurden die 24 Patienten, die zum Zeitpunkt der Operation zwischen einem Monat und einem Jahr alt waren, ausgeschlossen, da Störungen der Sensibilität in diesem Alter aufgrund mangelnder Kommunikationsfähigkeit nicht sicher festzustellen sind.

Von den 27 Patienten, bei denen die Krankenakten nach Hinweisen auf Sensibilitätsstörungen durchsucht wurden, fanden sich elf Patienten (40,7%) mit einer Sensibilitätsstörung. Bei 15 Patienten ( 55,5%) wurde eine intakte Sensibilität dokumentiert (siehe Tabelle 5). Bei einem Patienten (3,7%) fand sich keine Angabe bezüglich einer eventuell bestehenden Sensibilitätsstörung.

### 3.2.2.4 Schmerz

**Tabelle 6: Anzahl der Patienten mit präoperativer Schmerzsymptomatik**

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>Anzahl der Patienten/ Altersgruppe</b>	<b>keine Schmerzen</b>	<b>Schmerzen</b>	<b>keine Angabe</b>
<b>2-5</b>	9	8 (88,9%)	1 (11,1%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	6	4 (66,7%)	2 (33,3%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	8	3 (37,5%)	5 (62,5%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	4	2 (50%)	2 (50%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>27</b>	<b>17 (63%)</b>	<b>10 (37%)</b>	<b>0 (0%)</b>

Auch bei der Erfassung des Schmerzstatus wurden die Patienten, die zum Operationszeitpunkt zwischen einem Monat und einem Jahr alt waren, aus oben genannten Gründen ausgeschlossen. Bei Patienten ohne Angabe präoperativer Schmerzen, wurde dies als nicht vorhandene Schmerzsymptomatik gewertet.

Insgesamt wurde bei zehn Patienten eine positive Schmerzanamnese dokumentiert (siehe Tabelle 6). Dabei zeigten sechs Patienten (60%) Anzeichen von Rückenschmerzen, wobei bei einem Patienten zusätzlich Kopfschmerzen und bei einem weiteren Rückenschmerzen mit Ausstrahlung von nuchal bis in beide Oberschenkel dokumentiert wurden. Bei den übrigen Patienten wurden Schmerzen in beiden Beinen, Schmerzen in beiden Füßen, Schmerzen in der Beckengegend mit Ausstrahlung in den Penis sowie Schmerzen ohne nähere Lokalisation angegeben.

### 3.2.3 Urologische Symptome

**Tabelle 7: Anzahl der Patienten mit präoperativ bestehender Blasen- und/ oder Mastdarmfunktionsstörung**

<b>Alter in Jahren</b>	<b>Anzahl der Patienten/ Altersgruppe</b>	<b>keine</b>	<b>Blase</b>	<b>Mastdarm</b>	<b>Blasen und Mastdarm</b>	<b>keine Angabe</b>
<b>0-1</b>	24 *	18 (78,3%)	2 (8,7%)	0 (0%)	2 (8,7%)	1 (4,3%)
<b>2-5</b>	9	3 ( 33,3%)	2 (22,2%)	1 (11,1%)	3 (33,3%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	6	2 ( 33,3%)	2 (33,3%)	0 (0%)	2 (33,3%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	8	0 (0%)	6 (75%)	1 (12,5%)	1 (12,5%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	4	0 (0%)	4 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>50*</b>	<b>23 (46%)</b>	<b>16 (32%)</b>	<b>2 (4%)</b>	<b>8 (16%)</b>	<b>1 (2%)</b>

\* Ein Patient wurde aufgrund seines Anus praeternaturalis und künstlichen Harnausgangs ausgeschlossen

Bei Erfassung des urologischen Status wurden alle Formen der Blasen- und/ oder Mastdarmstörung aufgenommen. Dabei wurde ein Patient aufgrund eines präoperativ bestehenden Anus praeternaturalis sowie eines künstlichen Harnausgangs ausgeschlossen.

Bei den übrigen 50 Patienten bestand bei 16 Patienten (32%) eine Störung der Blasenfunktion, bei zwei Patienten (4%) eine Störung der Mastdarmfunktion und bei acht Patienten (16%) sowohl eine Blasen- als auch eine Mastdarmstörung (siehe Tabelle 7).

Bei 23 Patienten (46%) war in den Krankenakten vermerkt, dass keine Blasen- und/ oder Mastdarmstörung vorlag.



### 3.2.4 Orthopädische Symptome

Bei der Erfassung des orthopädischen Status wurden Fuß- und Wirbelsäulendeformitäten sowie Hüft- und Kniefehlstellungen in die Auswertung aufgenommen.

#### 3.2.4.1 *Fußdeformität*

**Tabelle 8: Anzahl der Patienten mit präoperativ bestehender Fußdeformität**

<b>Alter</b>	<b>Anzahl der Patienten/Altersgruppe</b>	<b>Keine Fußdeformität</b>	<b>Fußdeformität</b>
<b>0-1</b>	24	9 (37,5%)	15 (62,5%)
<b>2-5</b>	9	7 (77,8%)	2 (22,2%)
<b>6-10</b>	6	1 (16,7%)	5 (83,3%)
<b>11-20</b>	8	2 (25%)	6 (75%)
<b>21-58</b>	4	3 (75%)	1 (25%)
<b>Gesamt</b>	<b>51</b>	<b>22 (43%)</b>	<b>29 (57%)</b>

Bei 29 Patienten (57%) bestand eine Fußdeformität (siehe Tabelle 8). Bei allen Patienten ohne Angabe einer Fußdeformität, wurde diese als nicht vorhanden gewertet.

Die nachfolgende Tabelle 9 zeigt, um welche Formen der Fußdeformität es sich bei den Patienten handelte.

**Tabelle 9: Art der präoperativen Fußdeformität**

<b>Form der Fußdeformität</b>	<b>Anzahl der Patienten mit Fußdeformität</b>	<b>davon einseitig betroffen</b>	<b>davon beidseitig betroffen</b>
<b>Hohlfuß</b>	7	1	6
<b>Klumpfuß</b>	2	0	2
<b>Sichelfuß</b>	5	2	3
<b>Spitzfuß</b>	2	1	2
<b>Hohl- und Spitzfuß</b>	1	0	1
<b>Adduktionsstellung</b>	3	3	0
<b>Krallenzehbildung und Innenrotation</b>	1	0	1
<b>Senk- und Knickfuß</b>	1	0	1
<b>Knickfuß und Vorfußadduktion</b>	1	0	1
<b>Leichte Außenrotationsstellung</b>	1	1	0
<b>Hohlfuß und Klumpfuß</b>	1	1 (Klumpfuß)	1 (Hohlfüße)
<b>Adduktionsstellung und Hackenstellung</b>	1	1	0
<b>Knick-und Plattfuß</b>	1	0	1
<b>Sichelfuß, Knickfuß</b>	1	0	1 (Sichelfuß li, Knickfuß re)
<b>Supinationsstellung</b>	1	0	1
<b>Gesamtzahl</b>	29	9	20

### 3.2.4.2 Wirbelsäulendeformität

Eine Wirbelsäulenfehlstellung lag bei 18 Patienten (35%) vor (siehe Tabelle 10). Mit elf Patienten wurde am häufigsten das Auftreten einer Skoliose dokumentiert (siehe Tabelle 11).

**Tabelle 10: Anzahl der Patienten mit präoperativ bestehender Wirbelsäulendeformität**

Altersgruppe in Jahren	Gesamtzahl der Patienten	Keine Wirbelsäulendeformität	Wirbelsäulendeformität	keine Angabe
0-1	24	13 (54%)	6 (25%)	5 (21%)
2-5	9	6 (66,7%)	3 (33,3%)	0 (0%)
6-10	6	4 (66,7%)	2 (33,3%)	0 (0%)
11-20	8	2 (25%)	5 (62,5%)	1 (12,5%)
21-58	4	2 (50%)	2 (50%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>51</b>	<b>27 (53%)</b>	<b>18 (35%)</b>	<b>6 (12%)</b>

**Tabelle 11: Art der präoperativen Wirbelsäulendeformität**

Art der Wirbelsäulendeformität	Anzahl
Skoliose	11
Kyphose	2
Kyphoskoliose	3
Skoliose+ Hyperlordose+Kyphose	1
Partielle lumbosakrale Agenesie	1
<b>Gesamt</b>	<b>18</b>

### 3.2.4.3 Hüftdeformität

Eine Hüftdeformität wurde bei neun Patienten gefunden (siehe Tabelle 12). Von ihnen wiesen zwei Patienten sowohl eine Luxation als auch eine Kontraktur und zwei Patienten sowohl eine Dysplasie als auch eine Luxation auf (siehe Tabelle 13).

**Tabelle 12: Anzahl der Patienten mit präoperativ bestehender Hüftdeformität**

Alter	Anzahl der Patienten/ Altersgruppe	Keine Hüftdeformität	Hüftdeformität	keine Angabe
<b>0-1</b>	24	5 (20,8%)	3 (12,5%)	16 (66,7%)
<b>2-5</b>	9	1 (11,1%)	3 (33,3%)	5 (55,6%)
<b>6-10</b>	6	2 (33,3%)	2 (33,3%)	2 (33,3%)
<b>11-20</b>	8	0 (0%)	1 (12,5%)	7 (87,5%)
<b>21-58</b>	4	0 (0%)	0 (0%)	4 (100%)
<b>Gesamt</b>	<b>51</b>	<b>8 (16%)</b>	<b>9 (18%)</b>	<b>34 (67%)</b>

**Tabelle 13: Art der präoperativ bestehenden Hüftdeformität**

Alter	Anzahl der Patienten mit Hüftdeformität	Dysplasie	Luxation	Kontraktur	Subluxation
<b>0-1</b>	3	1 (33,3%)	3 (100%)	1 (33,3%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	3	2 (66,7%)	2 (66,7%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	1	0 (0%)	1 (100%)	1 (100%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>9</b>	<b>5 (56%)</b>	<b>6 (67%)</b>	<b>2 (22%)</b>	<b>0 (0%)</b>

### 3.2.4.4 Kniekontrakturen

Tabelle 14: Anzahl der Patienten mit präoperativ bestehender Kniekontraktur

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten/ Altersgruppe	Keine Kniekontraktur	Beugekontraktur	Streckkontraktur	keine Angabe
<b>0-1</b>	24	4 (16,7%)	2 (8,33%)	0 (0%)	18 (75%)
<b>2-5</b>	9	0 (0%)	1 (11,1%)	0 (0%)	8 (88,9%)
<b>6-10</b>	6	2 (33,3%)	0 (0%)	1 (16,7%)	3 (50%)
<b>11-20</b>	8	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	8 (100%)
<b>21-58</b>	4	1 (25%)	0 (0%)	0 (0%)	3 (75%)
<b>Gesamt</b>	<b>51</b>	<b>7 (14%)</b>	<b>3 (6%)</b>	<b>1 (2%)</b>	<b>40 (78%)</b>

Zu bestehenden Kniekontrakturen wurden in den Arztbriefen nur wenige Angaben gemacht (siehe Tabelle 14). Bei den 24 Patienten, die zwischen **einem Monat und einem Jahr alt** waren, wurde bei zwei Patienten eine Beugekontraktur des Kniegelenkes verzeichnet. Bei vier Patienten wurde eine Kniekontraktur ausgeschlossen. In der Altersgruppe der **Zwei- bis Fünfjährigen** wurde bei einem Patienten eine Beugekontraktur dokumentiert. Bei einer Patientin aus der Altersgruppe der **Sechs- bis Zehnjährigen** wurde eine Streckkontraktur des Kniegelenkes beschrieben.

### 3.2.5 Gangstörung

Eine Gangstörung wurde bei 15 Patienten dokumentiert (siehe Tabelle 15). Jede beschriebene Auffälligkeit des Gangbildes wurde in die Auswertung aufgenommen, vom mangelhaften Abrollen beim Laufen bis hin zum zeitweiligen Benutzen eines Rollstuhles.

**Tabelle 15: Anzahl der Patienten mit präoperativ bestehender Gangstörung**

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>Anzahl der Patienten/ Altersgruppe</b>	<b>Keine Gangstörung</b>	<b>Gangstörung</b>	<b>keine Angabe</b>
<b>2-5</b>	9	2 (22,2%)	6 (66,7%)	1 (11,1%)
<b>6-10</b>	6	3 (50%)	3 (50%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	8	3 (37,5%)	5 (62,5%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	4	3 (75%)	1(25%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	27	<b>11 (41%)</b>	<b>15 (56%)</b>	<b>1 (3%)</b>

### 3.3 Postoperative Erfassung klinischer Symptome

#### 3.3.1 Neurologische Symptome

##### 3.3.1.1 *Reflexstatus*

Eine Rückkehr zum normalen Reflexstatus erfuhren postoperativ insgesamt fünf Patienten. Dabei kam es bei drei Patienten (12%) zu einer Normalisierung des ASR, alle drei Patienten waren jünger als vier Jahre (siehe Tabelle 16).

Bei ebenfalls drei Patienten (18%) normalisierte sich postoperativ der PSR. Dabei lag das Patientenalter unter fünf Jahren (siehe Tabelle 17). Bei einer Patientin normalisierte sich sowohl der ASR als auch der PSR.

Bei 21 Patienten (84%) mit präoperativ verändertem ASR und bei 13 Patienten (76%) mit präoperativ verändertem PSR konnte keine Rückkehr zum normalen Reflexstatus erreicht werden. Bei den Patienten, die zuvor keine Auffälligkeiten im Reflexstatus aufwiesen, kam es im postoperativen Untersuchungszeitraum zu keinerlei Störungen in diesem Bereich (siehe Tabelle 18).

**Tabelle 16: Postoperativer Status des Achillessehnenreflexes (=ASR)**

Altersgruppe in Jahren	postoperativ veränderter ASR	postoperativ normalisiert	postoperativ nicht normalisiert	keine Angabe
<b>0-1 (1)</b>	6	2 (33%)	4 (67%)	0 (0%)
<b>2-5 (2)</b>	7	1 (14%)	6 (86%)	0 (0%)
<b>6-10 (3)</b>	3	0 (0%)	3 (100%)	0 (0%)
<b>11-20 (4)</b>	6	0 (0%)	5 (83%)	1 (17%)
<b>21-58 (5)</b>	3	0 (0%)	3 (100%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>25</b>	<b>3 (12%)</b>	<b>21 (84%)</b>	<b>1 (4%)</b>

**Tabelle 17: Postoperativer Status des Patellarsehnenreflexes (=PSR)**

Altersgruppe in Jahren	veränderter PSR	postoperativ normalisiert	postoperativ nicht normalisiert	keine Angabe
<b>0-1 (1)</b>	6	2 (33%)	3 (50%)	1 (17%)
<b>2-5 (2)</b>	4	1 (25%)	3 (75%)	0 (0%)
<b>6-10 (3)</b>	2	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)
<b>11-20 (4)</b>	5	0 (0%)	5 (100%)	0 (0%)
<b>21-58 (5)</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>17</b>	<b>3 (18%)</b>	<b>13 (76%)</b>	<b>1 (6%)</b>

**Tabelle 18: Postoperativer Status bei Patienten mit präoperativ physiologischem Reflexstatus**

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>Anzahl der Patienten /Altersgruppe</b>	<b>unveränderter Reflexstatus</b>	<b>veränderter Reflexstatus</b>	<b>keine Angabe</b>
<b>0-1</b>	16	14 (87,5%)	0 (0%)	2 (12,5%)
<b>2-5</b>	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	3	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	2	1 (50%)	0 (0%)	1 (50%)
<b>21-58</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>23</b>	<b>20(87%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>3 (13%)</b>



### **3.3.1.2 Motorik**

Insgesamt 25 Patienten waren von motorischen Störungen betroffen. Wie bereits im oberen Abschnitt beschrieben, hatten 14 Patienten mehr als eine motorische Störung und erscheinen daher in den nachfolgenden Tabellen mehrmals. Es erfolgt im Anschluss eine genauere Aufschlüsselung der jeweiligen Symptome.

Eine muskuläre Schwäche wurde bei zehn Patienten dokumentiert (siehe Tabelle 19). Davon wurde bei fünf Patienten eine Regredienz der Symptomatik und bei drei Patienten ein unveränderter postoperativer Zustand dokumentiert.

Zu einer Progredienz einer bereits präoperativ bestehenden muskulären Schwäche kam es bei keinem Patienten. Bei zwei Patienten fehlte diesbezüglich der postoperative Verlauf.

14 Patienten wiesen präoperativ Paresen auf. Bei fünf von ihnen zeigte sich durch die Operation keine Veränderung. Bei acht Patienten wurde eine Regredienz der Symptomatik dokumentiert (siehe Tabelle 20). Ein Patient erfuhr eine Zunahme seiner schon zuvor bestandenen Parese. Zwei Patienten boten präoperativ sowohl eine muskuläre Schwäche als auch eine Parese. In beiden Fällen verbesserte sich postoperativ die motorische Funktion.

Zwölf Patienten mit motorischen Störungen zeigten präoperativ Anzeichen einer Atrophie (siehe Tabelle 21). Davon wurde in den Patientenberichten zwei Mal eine Rückbildung der Atrophie vermerkt. Bei neun Patienten veränderte sich der Zustand ihrer Atrophie nicht. Zu einer Progredienz der Atrophie kam es bei keinem Patienten.

Fünf Patienten zeigten Anzeichen einer Spastik, davon bildete sie sich bei vier Patienten postoperativ zurück (siehe Tabelle 22). Bei keinem der Patienten mit zuvor intakter Motorik entwickelte sich postoperativ eine motorische Störung (siehe Tabelle 23).

**Tabelle 19: Postoperativer Status bei Patienten mit präoperativ bestehender muskulärer Schwäche**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten mit Schwäche	regredient	unverändert	progredient	keine Angabe
<b>0-1</b>	4	3 (75%)	1 (25%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	4	1 (25%)	2 (50%)	0 (0%)	1 (25%)
<b>6-10</b>	1	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)
<b>21-58</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>10</b>	<b>5 (50%)</b>	<b>3 (30%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>2 (20%)</b>

**Tabelle 20: Postoperativer Status der Patienten mit präoperativ bestehender Parese**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten mit Parese	regredient	unverändert	progredient	keine Angabe
<b>0-1</b>	4	3 (75%)	0 (0%)	1 (25%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	2	1 (50%)	1 (50%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	2	1 (50%)	1 (50%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	4	1 (20%)	3 (60%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>14</b>	<b>8 (57%)</b>	<b>5 (36%)</b>	<b>1 (7,1%)</b>	<b>0 (0%)</b>

**Tabelle 21: Postoperativer Status der Patienten mit präoperativ bestehender Atrophie**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten mit Atrophie	regredient	unverändert	progredient	keine Angabe
<b>0-1</b>	5	1 (20%)	4 (80%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	1	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	2	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	3	1 (33%)	2 (67%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)
<b>Gesamt</b>	<b>12</b>	<b>2 (17%)</b>	<b>9 (75%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>1 (8,3%)</b>

**Tabelle 22: Postoperativer Status der Patienten mit präoperativ bestehender Spastik**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten mit Spastik	regredient	unverändert	progredient	keine Angabe
<b>0-1</b>	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	1	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	2	1 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (50%)
<b>21-58</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>5</b>	<b>4 (80%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>1 (20%)</b>

**Tabelle 23: Postoperativer Status bei präoperativ motorisch intakten Patienten**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten / Altersgruppe	unverändert	Postoperativ neu aufgetretene motorische Störung	keine Angabe
<b>0-1</b>	15	15 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	3	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	3	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	3	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>26</b>	<b>26 (100%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>0 (0%)</b>

### 3.3.1.3 Sensibilität

Elf von 27 Patienten (41%) wiesen präoperativ Störungen der Sensibilität auf. Postoperativ reduzierten sich diese bei vier Patienten und blieb bei vier weiteren Patienten unverändert. Bei keinem Patienten kam es zu einer Progredienz von bereits präoperativ bestehenden Sensibilitätsstörungen (siehe Tabelle 24).

Von zwei Patienten, die zuvor keine Sensibilitätsstörungen hatten, entwickelte ein Patient aus der Altersgruppe der **Elf- bis Zwanzigjährigen** eine von proximal nach distal zunehmende Einschränkung der Spitz- Stumpf -Diskriminierung. Eine Patientin aus der Gruppe der **Sechs- bis Zehnjährigen** entwickelte postoperativ eine Hypästhesie im Bereich S1 (siehe Tabelle 25). Bei beiden Patienten waren diese Störungen noch drei Monate nach der Operation vorhanden.

**Tabelle 24: Postoperativer Status bei Patienten mit präoperativ gestörter Sensibilität**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten/ Altersgruppe	regredient	unverändert	progredient	keine Angabe
2-5	2	1 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (50%)
6-10	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
11-20	4	1 (25%)	2 (50%)	0 (0%)	1 (25%)
21-58	3	0 (0%)	2 (66,7%)	0 (0%)	1 (33,3%)
<b>Gesamt</b>	<b>11</b>	<b>4 (36%)</b>	<b>4 (36%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>3 (27%)</b>

**Tabelle 25: Postoperativer Status bei Patienten mit präoperativ intakter Sensibilität**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten mit präoperativ intakter Sensibilität	unverändert	postoperativ neu aufgetretene Sensibilitätsstörung	keine Angabe
2-5	6	6 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
6-10	4	3 (75%)	1 (25%)	0 (0%)
11-20	4	3 (75%)	1 (25%)	0 (0%)
21-58	1	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>15</b>	<b>13 (86,7%)</b>	<b>2 (13,3%)</b>	<b>0 (0%)</b>

### 3.3.1.4 Schmerz

Bei vier Patienten zeigte sich die präoperativ bestehende Schmerzsymptomatik rückläufig. Dabei kam es bei drei Patienten zu einer Abnahme der Rückenschmerzen, bei einem weiteren Patienten reduzierten sich die präoperativ vorhandenen Kopfschmerzen (siehe Tabelle 26).

Bei einem Patienten kam es postoperativ zu einer Intensivierung seiner Rückenschmerzen. Ein zuvor schmerzfreier Patient entwickelte postoperativ belastungsabhängige Rückenschmerzen (siehe Tabelle 27).

**Tabelle 26: Postoperativer Status bei Patienten mit präoperativer Schmerzsymptomatik**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten mit Schmerzen	regredient	unverändert	progradient	keine Angabe
2-5	1	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
6-10	2	1 (50%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (50%)
11-20	5	2 (40%)	1 (20%)	0 (0%)	2 (40%)
21-58	2	0 (0%)	1 (50%)	1 (50%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>10</b>	<b>4 (40%)</b>	<b>2 (20%)</b>	<b>1 (10%)</b>	<b>3 (30%)</b>

**Tabelle 27: Postoperativer Status bei Patienten, bei präoperativ schmerzfreien Patienten**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten, ohne präoperative Schmerzsymptomatik	unverändert	postoperativ neu auftretende Schmerzen	keine Angabe
2-5	8	5 (62,5%)	0 (0%)	3 (37,5%)
6-10	4	2 (50%)	1 (25%)	1 (25%)
11-20	3	2 (66,7%)	0 (0%)	1 (33,3%)
21-58	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>17</b>	<b>11 (65%)</b>	<b>1 (6%)</b>	<b>5 (29%)</b>

### **3.3.2 Urologische Symptome**

Von einer präoperativ bestehenden Blasen- und/ oder Mastdarmfunktionsstörung waren insgesamt 26 Patienten (63%) der symptomatischen Patienten betroffen. Ein Patient wurde aufgrund eines präoperativ bestehenden Anus praeternaturalis sowie eines künstlichen Harnausganges von der Auswertung in Bezug auf die Blasen-Mastdarmfunktion ausgeschlossen. Acht der Patienten im Kollektiv hatten sowohl eine Blasen- als auch eine Mastdarmstörung (Tabelle 30). Bei fünf der betroffenen Patienten wurde eine Verbesserung der Blasenfunktion und bei einem Patienten eine Verbesserung der Mastdarmfunktion verzeichnet. Eine Zunahme der Blasenfunktionsstörung wurde bei zwei Patienten dokumentiert (siehe Tabelle 28). Bei 18 Patienten wurde im Vergleich zum präoperativen Zustand keine Veränderung der Blasen-Mastdarmfunktion beschrieben.

Von den Patienten, deren Blasen-Mastdarmfunktion präoperativ intakt war, entwickelte nur eine Patientin eine postoperative Blasenstörung (Tabelle 31). Bei 15 Patienten wurde eine begleitende urologische Therapie dokumentiert. Sieben Patienten erhielten vor Aufnahme des postoperativen Status eine Antibiotikaprophylaxe zur Behandlung rezidivierender Blasenentzündungen. Zwei Patienten wurden mit Alpharezeptorblockern behandelt, fünf Patienten mit Anticholinergika, ein Patient mit Cholinergika.

Zwei Patienten erhielten eine operative urologische Begleittherapie in Form einer Harnröhrenbougieung. Ein Patient erhielt ein Ileumconduit. Die begleitende medikamentöse und operative urologische Behandlung wurde zum einen als Hinweis auf postoperativ noch bestehende Funktionsstörungen gewertet, zum anderen kann eine Verbesserung des urologischen Status in diesen Fällen nicht allein als Erfolg der neurochirurgischen Intervention gesehen werden. Eine weiterführende Aufschlüsselung der urologischen Begleittherapie soll jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit sein.

**Tabelle 28: Postoperativer Status der Blasen-Mastdarmfunktion bei Patienten mit präoperativ vorliegender Blasenstörung**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten/ Altersgruppe	regredient	unverändert	progradient	keine Angabe
<b>0-1</b>	2	1 (50%)	1(50%)	(0%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	2	1 (50%)	1 (50%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	2	1 (50%)	1 (50%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	6	1 (16,7%)	4 (66,7%)	1 (16,7%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	4	0 (0%)	3 (75%)	1 (25%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>16</b>	<b>4 (25%)</b>	<b>10 ( 62,5%)</b>	<b>2 (12,5%)</b>	<b>0 (0%)</b>

**Tabelle 29: Postoperativer Status der Blasen-Mastdarmfunktion bei Patienten mit präoperativ vorliegender Mastdarmsstörung**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten/ Altersgruppe	regredient	unverändert	progradient	keine Angabe
<b>0-1</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	1	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	1	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>2</b>	<b>1 (50%)</b>	<b>1 (50%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>0 (0%)</b>

**Tabelle 30: Postoperativer Status der Blasen-Mastdarmfunktion bei Patienten mit präoperativ vorliegender kombinierter Blasen- und Mastdarmsstörung**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten/ Altersgruppe	regredient	unverändert	progradient	keine Angabe
<b>0-1</b>	2	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	3	*1 (33,3%)	2 ( 66,7%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	2	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	1	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>8</b>	<b>1 (12,5%)</b>	<b>7 (87,5%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>0 (0%)</b>

\* Besserung der Blasenfunktionsstörung bei unveränderter Mastdarmfunktionsstörung

**Tabelle 31: Postoperativer Status der Blasen-Mastdarmfunktion bei Patienten, deren Blasen-Mastdarmfunktion präoperativ intakt war**

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>Anzahl der Patienten/ Altersgruppe</b>	<b>unverändert</b>	<b>postoperativ neu aufgetretene Blasen-Mastdarmfunktionsstörung</b>	<b>keine Angabe</b>
<b>0-1</b>	18	18 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	3	2 (66,7%)	1 (33,3%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>23</b>	<b>22 (96%)</b>	<b>1 (4%)</b>	<b>0 (0%)</b>



### 3.3.3 Orthopädische Symptome

#### 3.3.3.1 Fußdeformität

Fußdeformitäten wurden präoperativ bei 29 Patienten dokumentiert. Bei 13 Patienten (45%), bei denen präoperativ eine Fußdeformität angegeben wurde, bildete sich diese zurück, bei 16 Patienten (55%) blieb sie unverändert. Zu einer Zunahme der Fußdeformität kam es nicht (siehe Tabelle 32). Bei keinem Patienten entwickelte sich im postoperativen Untersuchungszeitraum eine neue Fußdeformität (siehe Tabelle 33).

**Tabelle 32: Postoperativer Status der Fußstellung bei Patienten mit präoperativ bestehender Fußdeformität**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten mit Fußdeformität/ Altersgruppe	regredient	unverändert	proredient	keine Angabe
<b>0-1</b>	15	7 (46,7%)	8 (53,3%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	2	1 (50%)	1 (50%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	5	3 (60%)	2 (40%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	6	2 (33,3%)	4 (66,7%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	1	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>29</b>	<b>13 (45%)</b>	<b>16 (55%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>0 (0%)</b>

**Tabelle 33: Postoperativer Status der Fußstellung bei Patienten ohne präoperativ bestehende Fußdeformität**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten ohne Fußdeformität/ Altersgruppe	unverändert	postoperativ neu auftretende Fußdeformität	keine Angabe
<b>0-1</b>	9	9 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	7	7 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	1	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	3	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>22</b>	<b>22 (100%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>0 (0%)</b>

### 3.3.3.2 Wirbelsäulendeformität

Eine präoperativ bestehende Wirbelsäulendeformität lag in 18 Fällen vor. Diese verringerte sich bei zwei Patienten (11%) und nahm bei einem Patienten (5,5%) postoperativ zu (siehe Tabelle 34). Bei 13 Patienten (72%) entsprach der prä- dem postoperativen Zustand. Während bei einer Patientin eine skoliotische Wirbelsäulenveränderung postoperativ erstmals benannt wurde, änderte sich bei den übrigen Patienten, die präoperativ keine Wirbelsäulendeformität aufwiesen, der orthopädische Status diesbezüglich nicht (siehe Tabelle 35).

**Tabelle 34: Postoperativer Status der Wirbelsäule bei Patienten mit präoperativ bestehender Wirbelsäulendeformität**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten mit Wirbelsäulendeformität	regredient	unverändert	progredient	keine Angabe
0-1	6	0 (0%)	5 (83,3%)	0 (0%)	1 (16,7%)
2-5	3	2 (66,7%)	1 (33,3%)	0 (0%)	0 (0%)
6-10	2	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
11-20	5	0 (0%)	3 (60%)	1 (20%)	1 (20%)
21-58	2	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>18</b>	<b>2 (11%)</b>	<b>13 (72%)</b>	<b>1 (5,5%)</b>	<b>2 (11%)</b>

**Tabelle 35: Postoperativer Status der Wirbelsäule bei Patienten ohne präoperativ bestehende Wirbelsäulendeformität**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten ohne Wirbelsäulendeformität	unverändert	progredient	keine Angabe
0-1	13	12 (92,3%)	0 (0%)	1 (7,7%)
2-5	6	6 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
6-10	4	3 (75%)	1 (25%)	0 (0%)
11-20	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
21-58	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>27</b>	<b>25 (93%)</b>	<b>1 (3,7%)</b>	<b>1 (3,7%)</b>

### 3.3.3.3 Hüftdeformität

Eine Hüftdeformität wurde bei neun Patienten beschrieben. Sie blieb postoperativ bei allen Patienten unverändert (siehe Tabelle 36). Bei den Patienten ohne Hüftdeformität gab es nur in vier Fällen eine Angabe zum postoperativen Status. In beiden Fällen zeigte sich die Hüfte postoperativ unverändert (siehe Tabelle 37).

**Tabelle 36: Postoperativer Status der Hüfte bei Patienten mit präoperativ bestehender Hüftdeformität**

Alter	Anzahl der Patienten mit Hüftdeformität	regredient	unverändert	progredient	keine Angabe
<b>0-1</b>	3	0 (0%)	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>2-5</b>	3	0 (0%)	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	2	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	1	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>9</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>9 (100%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>0 (0%)</b>

**Tabelle 37: Postoperativer Status bei Patienten ohne präoperativ bestehende Hüftdeformität**

Alter	Anzahl der Patienten ohne Hüftdeformität	unverändert	postoperativ neu entstandene Hüftdeformität	keine Angabe
<b>0-1</b>	5	2 (40%)	0 (0%)	3 (60%)
<b>2-5</b>	1	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)
<b>6-10</b>	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>8</b>	<b>4 (50%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>4 (50%)</b>

### 3.3.3.4 Kniekontraktur

Bei den vier Patienten mit zuvor bestehender Kniekontraktur zeigte sich in keinem Fall eine Rückbildung der Kontraktur. Drei Patienten (75%) zeigten keine postoperative Veränderung. Bei einem Patienten lag keine Angabe zum postoperativen Zustand der Kniekontraktur vor (siehe Tabelle 38). Bei keinem Patienten entwickelte sich aufgrund der Operation eine Kniekontraktur (Tabelle 39).

**Tabelle 38: Postoperativer Status der Knie bei Patienten mit präoperativ bestehender Kniekontraktur**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten mit Kniekontraktur	regredient	unverändert	progradient	keine Angabe
0-1	2	0 (0%)	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
2-5	1	0 (0%)	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
6-10	1	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	1 (100%)
11-20	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
21-58	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>4</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>3 (75%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>1 (25%)</b>

**Tabelle 39: Postoperativer Status der Knie bei Patienten ohne präoperativ bestehende Kniekontraktur**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten ohne Kniekontraktur	unverändert	progradient	keine Angabe
0-1	4	4 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
2-5	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
6-10	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
11-20	0	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
21-58	1	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>7</b>	<b>7 (100%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>0 (0%)</b>

Zehn Patienten erfuhren präoperativ eine orthopädische Begleittherapie. Von ihnen wurden sechs Patienten konservativ und ein Patient operativ behandelt. Bei drei weiteren Patienten erfolgte sowohl eine konservative als auch eine operative Behandlung. Postoperativ erhielten sieben Patienten eine konservative orthopädische Begleittherapie.

Die konservative Therapie umfasste Schuheinlagen, Stützkorsetts, Beckenbeingipse, Orthesen und Ober- oder Unterschenkelschienen. Die operative Therapie beinhaltete unter anderem die operative Versorgung von Fuß- und Hüftdeformitäten.

Im Falle einer begleitenden konservativen und/oder operativen orthopädischen Behandlung kann der Therapieerfolg nicht allein auf den neurochirurgischen Eingriff zurückgeführt werden. Weiterhin wurde eine postoperative orthopädische Begleittherapie als Hinweis auf noch bestehende Funktionsstörungen gewertet. Die begleitende orthopädische Therapie soll jedoch nicht Gegenstand dieser Arbeit sein.

### 3.3.4 Gangstörung

Eine präoperative Evaluierung des Gangbildes erfolgte bei 26 Patienten. Bei 17 Patienten (65%) veränderte sich bei der postoperativen Untersuchung das Gangbild nicht. Von den 15 Patienten mit Gangstörungen verbesserten sieben (47%) ihr Gangbild.

Bei einem Patienten (7%) nahm die Gangstörung zu (siehe Tabelle 40). Kein Patient entwickelte postoperativ eine Gangstörung (Tabelle 41).

**Tabelle 40: Postoperativer Status des Gangbildes bei Patienten mit präoperativ bestehender Gangstörung**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten/ Altersgruppe	regredient	unverändert	progredient	keine Angabe
<b>2-5</b>	6	2 (33,3%)	3 (50%)	0 (0%)	1(16,7%)
<b>6-10</b>	3	1 (33,3%)	2 (66,7%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	5	3 (60%)	1 (20%)	1 (20%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	1	1 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>15</b>	<b>7 (47%)</b>	<b>6 (40%)</b>	<b>1 (7%)</b>	<b>1 (7%)</b>

**Tabelle 41: Postoperativer Status des Gangbildes bei Patienten ohne präoperativ bestehende Gangstörung**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten/ Altersgruppe	unverändert	progredient	keine Angabe
<b>2-5</b>	2	2 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>6-10</b>	3	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>11-20</b>	3	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>21-58</b>	3	3 (100%)	0 (0%)	0 (0%)
<b>Gesamt</b>	<b>11</b>	<b>11 (100%)</b>	<b>0 (0%)</b>	<b>0 (0%)</b>

### 3.4 Postoperativer Status aller operierten Patienten

Im Folgenden sind nun die Therapieergebnisse aller operierten Patienten in tabellarischer Form dargestellt (siehe Tabelle 42).

**Tabelle 42: Postoperative Symptomänderungen aller operierten Patienten**

Symptom	Patienten gesamt	davon zuvor physiologisch	davon zuvor verändert	*1	regredient	unverändert	progredient	keine Angabe
ASR	51	25 (49%)	25 (49%)	1 (2%)	3 (6%)	44 (88%)	0 (0%)	3(6%)
PSR	51	33 (65%)	17 (33%)	1 (2%)	3 (6%)	43 (86%)	0 (0%)	4 (8%)
Schwäche/ Parese	51	29 (57%)	22 (43%)	0 (0%)	11(22%)	37 (73%)	1 (2%)	2 (4%)
Sensibilität	27	15 (56%)	11 (41%)	1 (4%)	4 (15%)	17 (65%)	2 (8%)	3 (12%)
Schmerz	27	17 (63%)	10 (37%)	0 (0%)	4 (15%)	13 (48%)	2 (7%)	8 (30%)
Blase	50*	25 (50%)	24 (48%)	1 (2%)	5 (10%)	41 (84%)	3 (6%)	0 (0%)
Mastdarm	50	39 (78%)	10 (20%)	1 (2%)	1 (2%)	48 (96%)	0 (0%)	0 (0%)
Fuß	51	22 (43%)	29 (57%)	0 (0%)	13 (25%)	38 (75%)	0 (0%)	0 (0%)
WS	51	27 (53%)	18 (35%)	6(12%)	2 (4%)	38 (84%)	2 (4%)	3 (7%)
Hüfte	51	8 (16%)	9 (18%)	34(67%)	0 (0%)	13 (76%)	0 (0%)	4 (23%)
Knie	51	7 (14%)	4 (8%)	40 (78%)	0 (0%)	10 (91%)	0 (0%)	1 (9%)
Gang	27	11 (41%)	15 (56%)	1 (4%)	7 (27%)	17 (65%)	1(4%)	1 (4%)

**Legende Tabelle 42:**

ASR: Achillessehnenreflex  
 Blase: Blasenfunktion  
 Fuß: Fußdeformität  
 Gang: Gangstörung  
 Hüfte: Hüftdeformität  
 Knie: Knieformität  
 Mastdarm: Mastdarmfunktion  
 PSR: Patellarsehnenreflex  
 \*: Ein Patient wurde aufgrund eines Anus praeternaturalis sowie künstlichen Harnaushangs ausgeschlossen  
 \*1: präoperativ keine Angabe

Mittels Vorzeichentest wurde der Frage nachgegangen, ob es im vorliegenden Kollektiv unter den vorhandenen Symptomen durch die Operation unterschiedlich häufig zu einer postoperativen Linderung der Beschwerden kommt.

Dabei konnte festgestellt werden, dass sich motorische Störungen und Fußdeformitäten in der vorliegenden Stichprobe im Gegensatz zu den übrigen untersuchten Symptomen auf dem 0,1- bzw. 0,01-prozentigen Signifikanzniveau besserten. Allein mit dem Vorzeichentest war jedoch nicht differenziert zu prüfen, ob es sich möglicherweise, um die gleichen Patienten handelte, welche sich besserten, da er nur die Gesamtdifferenzen für einzelne Symptome kalkuliert. Daraufhin erfolgte zur Minimierung dieser Fehlerquelle der Chi-Quadrat-Test.

Zunächst wurde jedoch der ANOVA Test verwendet, um zu prüfen, ob bei den Patienten, welche sich im Bereich der Motorik und Fußdeformitäten besserten, die Mehrheit von besonders wenig weiteren Symptomen betroffen waren. Diese Annahme konnte mit den vorliegenden Daten nicht bestätigt werden. Die Mittelwertunterschiede zwischen Patienten mit und ohne Verbesserung der zugrundeliegenden Symptomatik weisen keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die Gesamtzahl der (übrigen) Symptome auf.

Der Chi-Quadrat-Test wurde durchgeführt, um zu prüfen ob die signifikanten Symptomlinderungen (Fußdeformitäten und Motorik) zusammenhängen, denn in der Praxis können sich die einzelnen Symptome der Patienten auch gegenseitig beeinflussen. So führt eine Verbesserung der Motorik unter Umständen auch zu einer Besserung einer Fußfehlstellung und dies auch theoretisch zu einer Besserung des Gangbildes.

Jedoch hatten nur zwei Patienten in beiden Bereichen tatsächlich eine Symptomlinderung vorzuweisen. Sowohl bei asymptotischer als auch bei exakter Testung, die aufgrund der Angaben zur Zellenbesetzung (25 Prozent der Zellen enthielten weniger als fünf Fälle) ebenfalls durchgeführt wurde, erreicht der ermittelte Chi-Quadrat-Wert kein Signifikanzniveau ( $p= 0,449$  bzw.  $0,702$ ). Beide Symptomlinderungen sind somit als unabhängig zu betrachten.

Nachfolgend ist der Vorzeichentest tabellarisch (Tabelle 43/44) dargestellt. Der Chi-Quadrat-Test sowie der ANOVA-Test sind im Anhang einsehbar.



**Tabelle 43:**  
**Vorzeichen Test:**

Symptom	Abweichung	Anzahl
<b>Motorik</b>	Negativ	11
	Positiv	1
	Keine	37
	Gesamt	49
<b>Reflex: ASR</b>	Negativ	3
	Positiv	0
	Keine	44
	Gesamt	47
<b>Reflex: PSR</b>	Negativ	3
	Positiv	0
	Keine	43
	Gesamt	46
<b>Sensibilität</b>	Negativ	4
	Positiv	2
	Keine	17
	Gesamt	23
<b>Schmerz</b>	Negativ	4
	Positiv	2
	Keine	13
	Gesamt	19
<b>Blasenstörung</b>	Negativ	5
	Positiv	3
	Keine	41
	Gesamt	49
<b>Fußdeformität</b>	Negativ	13
	Positiv	0
	Keine	38
	Gesamt	51
<b>Wirbelsäulendeformität</b>	Negativ	2
	Positiv	2
	Keine	38
	Gesamt	42

**Tabelle 44:**  
**Ergebnisse des Vorzeichentests:**

Symptome	p-Wert
MOT POST-MOT_PRÄ	,006
ASR POST- ASR_PRÄ	,250
PSR POST- PSR_PRÄ	,250
SEN POST- SEN_PRÄ	,688
SCH POST-SCH_PRÄ	,688
BLA POST-BLA_PRÄ	,727
Fuß POST-Fuß_PRÄ	,000
WS POST-WS_PRÄ	1,000

### 3.5 Postoperativer Therapieerfolg im Verhältnis zum Symptombeginn

16 Patienten zeigten Symptome, welche präoperativ weniger als ein Jahr bestanden. Acht Patienten boten Symptome, die vor der Operation bereits ein Jahr oder länger vorhanden waren.

Ein präoperativ veränderter **Reflexstatus** mit Angabe zum Zeitpunkt des Entstehens lag bei drei Patienten vor. Bei ihnen bestand diese Störung weniger als ein Jahr. Ein Patient hatte beidseits kloniform gesteigerte ASR und PSR. Postoperativ waren sie zwar noch seitendifferent, jedoch nicht mehr kloniform gesteigert. Eine Patientin hatte einen ausgefallenen ASR, der postoperativ wieder vorhanden war. Eine weitere Patientin hatte einen abgeschwächten PSR, der sich postoperativ normalisierte.

Von einer präoperativ vorhandenen **muskulären Schwäche** oder **Parese** waren zwei Patienten betroffen. Ihre Symptome traten weniger als ein Jahr vor ihrer Operation auf. Von ihnen zeigte ein Patient postoperativ eine Reduktion seiner Hüftlendenstreckschwäche. Ein Patient wies eine Zunahme seiner Parese auf. Bei drei Patienten wurde präoperativ eine **Spastik** nachgewiesen. Bei zwei Patienten, bei denen der Beginn der Spastik präoperativ weniger als ein Jahr zurücklag, zeigte sich diese rückläufig. Bei dem Patienten, bei dem die Spastik präoperativ länger als ein Jahr bestand, ließ sich ebenfalls eine Reduktion der Spastik verzeichnen. Bei einer Patientin bei der präoperativ eine Atrophie, welche kürzer als ein Jahr bestand dokumentiert wurde, zeigte sich diese rückläufig. Bei zwei Patienten mit bereits länger bestehender Atrophie fehlte bei einem Patienten diesbezüglich der postoperative Verlauf, bei dem anderen Patienten blieb sie postoperativ unverändert bestehen.

Zwei von sechs Patienten mit **Blasenstörung** wurden noch innerhalb des Jahres in welchem sich diese erstmalig manifestierte operiert. Bei keinem dieser Patienten kam es zu einer Rückbildung der Symptomatik. Von den vier Patienten, bei denen die Blasenstörung zum Zeitpunkt der Operation bereits ein Jahr oder länger bestand, normalisierte sich diese bei einem Patienten.

Bei einem Patienten mit **Mastdarmstörung** bestand die Symptomatik länger als ein Jahr und zeigte sich postoperativ regredient.

Von den beiden Patienten, deren **Schmerzsymptomatik** innerhalb des Jahres in dem die Operation stattfand auftrat, zeigte sie sich bei einem Patienten rückläufig, bei dem anderen Patienten blieb die Schmerzsymptomatik unverändert. Bei dem Patienten, bei dem die Schmerzen zum Operationszeitpunkt bereits länger als ein Jahr bestanden nahmen sie postoperativ zu.

**Sensibilitätsstörungen**, die weniger als ein Jahr vor der Operation auftraten, wurden für eine Patientin dokumentiert. Bei ihr kam es postoperativ zu einer Rückbildung der Symptomatik.

Neun Patienten wiesen eine **Fußdeformität** auf, die sich innerhalb des Operationsjahres manifestierte. Eine Rückbildung wurde postoperativ bei sieben Patienten (78%) vermerkt, bei zwei Patienten (22%) blieb sie postoperativ unverändert.

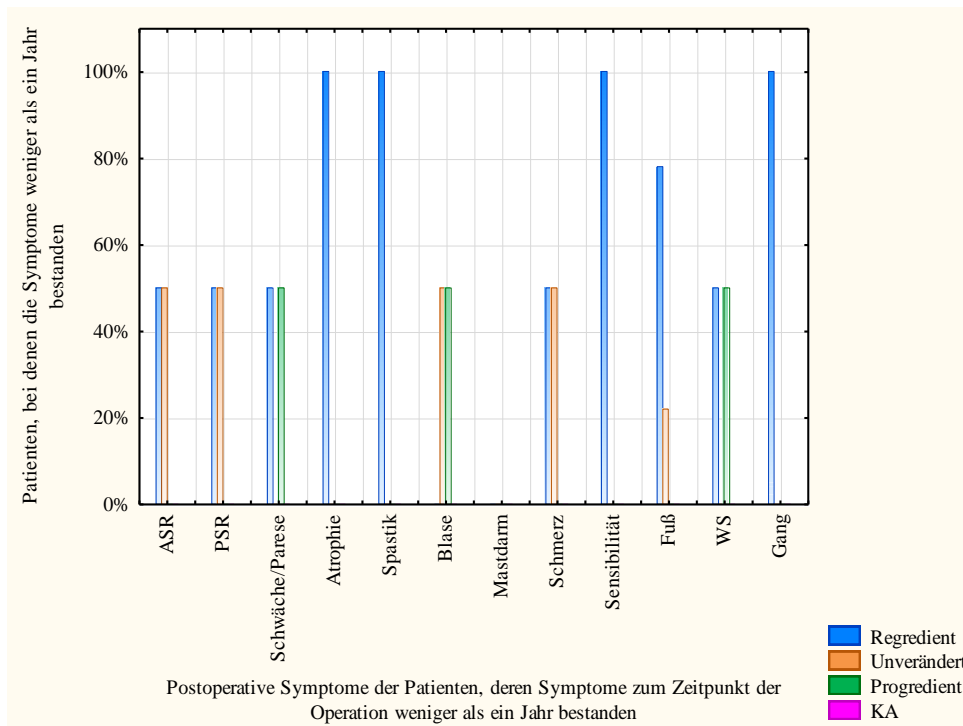
Bei dem Patienten mit länger bestehender Fußdeformität veränderte sich diese postoperativ nicht.

Zwei Patienten entwickelten einige Monate vor der Operation eine **Wirbelsäulendeformität**. Dabei zeigte sich eine postoperative Rückbildung bei einem und eine Progredienz der Wirbelsäulendeformität bei dem anderen Patienten.

Bei **Hüft- und Knieformitäten** fand sich bei keinem Patienten eine Zeitangabe zum Beginn der Symptomatik.

Eine **Gangstörung** bildete sich bei beiden Patienten, bei denen diese weniger als ein Jahr bestand, zurück und zeigte sich bei dem Patienten, bei dem sie schon länger vorhanden war progredient. Im Folgenden werden diese Ergebnisse in graphischer Form dargestellt (Graph 9/ 10).

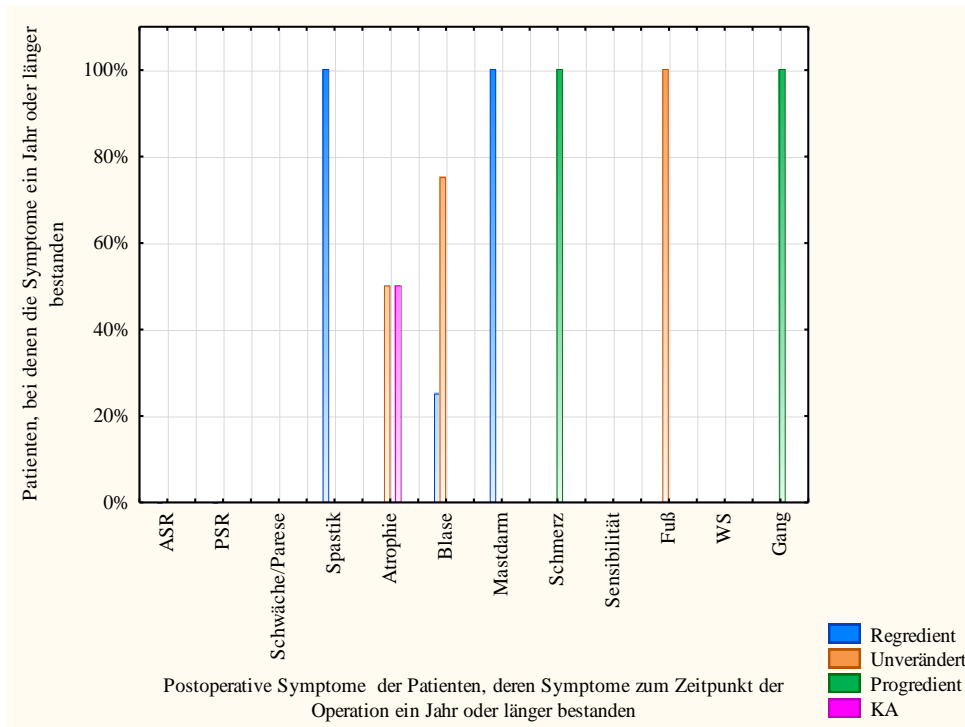
## Graph 9:



### Legende Graph 9:

ASR:	Achillessehnenreflex
Blase:	Blasenfunktion
Fuß:	Fußdeformität
Gang:	Gangstörung
Hüfte:	Hüftdeformität
Knie:	Kniedeformität
Mastdarm:	Mastdarmfunktion
PSR:	Patellarsehnenreflex
WS:	Wirbelsäulendeformität

**Graph 10:**



**Legende Graph 10:**

ASR:	Achillessehnenreflex
Blase:	Blasenfunktion
Fuß:	Fußdeformität
Gang:	Gangstörung
Hüfte:	Hüftdeformität
Knie:	Kniedeformität
Mastdarm:	Mastdarmfunktion
PSR:	Patellarsehnenreflex
WS:	Wirbelsäulendeformität

### 3.6 Postoperative Komplikationen und neue Defizite

Eine Zunahme der präoperativ bestehenden Symptomatik, neue Defizite oder postoperative Komplikationen nach der TC- Operation betrafen nach dem Ersteingriff insgesamt 14 (27%) von 51 Patienten. Fünf von ihnen zeigten ein neues Defizit, drei Patienten eine Zunahme der schon vorbestehenden Symptomatik, drei Patienten postoperative Komplikationen, zwei Patienten sowohl eine Progredienz ihrer Symptome als auch postoperative Komplikationen und ein Patient eine Zunahme der präoperativ bestehenden Symptomatik sowie zusätzlich ein neues Defizit. Sowohl alle postoperativ progredienten Symptome als auch die neuen Defizite, wenn nicht extra als kurzfristig bezeichnet, waren zum Zeitpunkt der postoperativen Kontrolluntersuchung vorhanden. Der durchschnittliche postoperative Untersuchungszeitraum betrug 7,6 Monate, wobei 18 Patienten bereits nach drei Monaten untersucht wurden und zwei Patienten erst nach 35 Monaten.

#### 3.6.1 Komplikationen

Bei fünf Patienten kam es zu Komplikationen aufgrund der TC- Operation. Mit drei von 24 Patienten war die Gruppe der **Null- bis Einjährigen** am häufigsten betroffen. 1999 kam es bei einer Patientin zu einer Wundheilungsverzögerung, die jedoch zum Entlassungszeitpunkt nicht mehr bestand. Ebenfalls 1999 kam es bei einer weiteren Patientin zu Liquoraustritt aus der Wunde. Ein dritter Patient entwickelte in diesem Jahr ein Liquorkissen, das sich mit Hilfe von Druckverbänden zurückbildete. Bei einem Patienten aus der Gruppe der **Elf- bis 20-Jährigen** entstand 1997 postoperativ eine oberflächliche Infektion im Operationsgebiet, welche eineinhalb Monate später erneut zur Aufnahme führte. In der Gruppe der **21- bis 58-Jährigen** bildete sich bei einem Patienten als Folge der TC Operation 2004 zunächst ein subkutanes Hämatom. Daher erfolgte zehn Tage postoperativ eine Evakuation und anschließend ein Wiederverschluss sowie die Anlage eines Kompressionsverbandes. Neun Tage später erfolgte ein erneuter neurochirurgischer Eingriff zur Abdichtung einer Liquorfistel. Aufgrund eines fortgesetzten Liquorkissens im Bereich der Narbe sowie eines erweiterten Ventrikelsystems erfolgte bei diesem Patienten anschließend die Diagnose eines Hydrozephalus malresorptivus, der sich die Implantation eines Shunts anschloss. Die zusammengefassten Daten sind in Tabelle 45 dargestellt.

**Tabelle 45: Postoperative Komplikationen**

<b>Altersgruppe in Jahren</b>	<b>nein</b>	<b>ja</b>	<b>Komplikationen</b>
<b>0-1</b>	21	3	-Wundheilungsverzögerung -Liquoraustritt aus der Wunde -Liquorkissenbildung
<b>2-5</b>	9	0	keine
<b>6-10</b>	6	0	keine
<b>11-20</b>	7	1	Wundinfektion
<b>21-58</b>	3	1	drei nchi * Eingriffe folgten aufgrund von: Liquorfistel, subkutanem Hämatom, Hydrozephalus - Shunt
<b>Gesamt</b>	<b>46 (90%)</b>	<b>5 (10%)</b>	

\*nchi= neurochirurgisch

### 3.6.2 Neue Defizite

Fünf (10%) von 51 Patienten waren von einem postoperativ erstmalig auftretenden Symptom betroffen. Als neues Defizit wurden nur Symptome in einem Bereich gewertet, der bei dem individuellen Patienten zuvor nicht betroffen war. In der Gruppe der **Zwei- bis Fünfjährigen** kam es bei einer Patientin mit präoperativ intakter Blasenfunktion postoperativ zu einer Blasenstörung. Aus der Gruppe der **Sechs- bis Zehnjährigen** manifestierte sich bei einer Patientin postoperativ erstmalig eine Sensibilitätsstörung. Bei einem weiteren Patienten dieser Altersgruppe traten vorher nicht vorhandene Rückenschmerzen bei Belastung auf, und bei einer Patientin kam eine skoliotische Wirbelsäulenveränderung neu hinzu. Dabei ist aus der Patientenakte nicht klar ersichtlich, ob diese Wirbelsäulendeformität nicht eventuell schon zuvor bestand und nur in der Dokumentation nicht aufgeführt wurde. In der Gruppe der **Elf- bis 20-Jährigen** entwickelten sich bei einem Patienten Sensibilitätsstörungen. Nachfolgend sind die postoperativen neuen Defizite in tabellarischer Form (siehe Tabelle 46) dargestellt.

**Tabelle 46: Postoperativ entstandene neue Defizite**

Altersgruppe in Jahren	Anzahl der Patienten mit 1. TC- OP	Neuro	Uro	Ortho	Gang
<b>0-1</b>	24	0	0	0	0
<b>2-5</b>	9	0	1	0	0
<b>6-10</b>	6	2	0	1	0
<b>11-20</b>	8	1	0	0	0
<b>21-58</b>	4	0	0	0	0
<b>Gesamt</b>	<b>51</b>	<b>3 (6%)</b>	<b>1 (2%)</b>	<b>1 (2%)</b>	<b>0 (0%)</b>

**Legende Tabelle 46:**

Gang: Gangstörung  
 Neuro: Zusammengefasst: Veränderung der Motorik und der Sensibilität, Schmerz- und Reflexveränderung  
 Ortho: Zusammengefasst: Fuß-, Knie-, Hüft- und Wirbelsäulendeformitäten  
 Uro: Zusammengefasst: Blasen - Mastdarmfunktion  
 TC OP: Tethered -Cord- Operation



### 3.7 Zusammenfassung der Ergebnisse

Drei Patienten (12%) erfuhren eine postoperative Normalisierung des ASR. Ebenfalls drei Patienten (18%) erfuhren eine postoperative Normalisierung des PSR. Alle Patienten waren weniger als vier Jahre alt. Die übrigen Patienten zeigten bezüglich des ASR und PSR postoperativ keine Veränderung.

Bei 11 Patienten (50%) bildete sich eine muskuläre Schwäche beziehungsweise Parese zurück. Acht Patienten (33%) blieben postoperativ in ihrer Symptomatik stabil. Für zwei Patienten mit Atrophie (17%) konnte eine Rückbildung verzeichnet werden. Neun Patienten (75%) blieben stabil. Eine Spastik bildete sich bei vier der betroffenen Patienten zurück (80%).

Bei vier Patienten (36%) mit Sensibilitätsstörungen konnte eine Regredienz der Symptomatik verzeichnet werden. Ebenso viele Patienten blieben in ihrer Symptomatik unverändert.

Für 40% der Schmerzenpatienten wurde eine postoperative Schmerzlinderung verzeichnet. Zwei Patienten (20%) erfuhren keine Änderung ihrer Schmerzsymptomatik.

Die Blasenfunktion besserte sich bei fünf Patienten (21%) und blieb bei 17 Patienten (71%) unverändert. Die Mastdarmfunktion besserte sich bei einem Patienten (10%) und zeigte bei neun Patienten (90%) postoperativ keine Veränderung.

Fußdeformitäten bildeten sich bei 13 Patienten (45%) zurück und blieben bei 16 Patienten (55%) stabil.

Für zwei Patienten (11%) konnte postoperativ eine Rückbildung ihrer Wirbelsäulenfehlstellung erreicht und bei 13 Patienten (72%) eine weitere Progredienz verhindert werden.

Keine postoperative Veränderung wurde bei drei Patienten (75%) mit Fehlstellungen des Knies sowie bei allen Patienten mit Hüftdeformitäten erreicht.

Das Gangbild besserte sich postoperativ bei sieben Patienten (47%) und blieb bei sechs Patienten (40%) unverändert.

Insgesamt 14 von 51 Patienten waren von einer Zunahme ihrer Symptomatik, neuen Defiziten oder postoperativen Komplikationen nach der TC Operation betroffen. Davon zeigte sich bei fünf Patienten ein neues Defizit und bei drei Patienten eine Progredienz der präoperativen Symptome. Zu postoperativen Komplikationen kam es bei drei Patienten. Zwei Patienten erfuhren zusätzlich eine Zunahme ihrer präoperativen Symptomatik. Bei einem weiteren Patienten kam es neben einer Symptomprogredienz zu einem neuen Defizit.

Aus der Altersgruppe der **Null- bis Einjährigen** kam es bei drei Patienten zu Komplikationen (siehe Tabelle 43). Ein Patient dieser Altersgruppe wies postoperativ zusätzlich eine Zunahme seiner Parese auf.

Eine Patientin aus der Gruppe der **Zwei- bis Fünfjährigen** hatte einen präoperativ gesteigerten ASR und PSR. Drei Monate postoperativ war der ASR beidseits nicht mehr auslösbar und der PSR weiterhin gesteigert. Die Patientin zeigte des Weiteren präoperativ auch eine beinbetonte Tetraspastik, postoperativ zeigte sich nur noch eine Paraspastik der oberen Extremität. Postoperativ war ebenfalls ein Rückgang ihrer Skoliose zu verzeichnen. Präoperativ bestehende Pyramidenbahnzeichen waren postoperativ ebenfalls verschwunden.

Bei einer anderen Patientin wurde eine postoperativ erstmalig aufgetretene Störung der Blasenfunktion dokumentiert. Für diese Patientin konnte jedoch eine Rückbildung ihrer präoperativ bestehenden Sensibilitäts- und Gangstörung erreicht werden. Ein zuvor einseitig gesteigerter PSR normalisierte sich postoperativ ebenfalls.

Bei den **Sechs- bis Zehnjährigen** wurde bei einer Patientin postoperativ eine neu entstandene Sensibilitätsstörung vermerkt. Bei dieser Patientin bildete sich eine zuvor bestehende Fußfehlstellung zurück. Auch das Gangbild wurde sicherer. Ein weiterer Patient dieser Altersgruppe gab zuvor nicht vorhandene Rückenschmerzen bei Belastung an.

Einmalig wurde eine postoperativ entstandene Wirbelsäulenfehlstellung dokumentiert. In diesem Fall ist dabei aus der Patientenakte nicht klar ersichtlich, ob diese Wirbelsäulendeformität nicht schon zuvor bestand und nur in der Dokumentation nicht aufgeführt wurde. Sowohl die präoperativ bestehende Fußheberschwäche als auch die Sensibilitätsstörung zeigten sich postoperativ bei dieser Patientin rückläufig. Über die präoperativ verzeichneten Rückenschmerzen wurde postoperativ keine Angabe gemacht.

In der Gruppe der **Elf- bis 20-Jährigen** wurden bei einer Patientin postoperative Komplikationen (siehe Tabelle 43), bei einer Patientin eine Zunahme der Wirbelsäulendeformität und bei einem Patienten eine Progredienz sowohl der Blasenfunktions- als auch der Gangstörung verzeichnet. Die PSR und ASR bei diesem Patienten waren präoperativ beidseitig kloniform gesteigert, postoperativ war der ASR beidseitig nicht mehr auslösbar. Der PSR war noch einseitig kloniform gesteigert. Des Weiteren entstand bei diesem Patienten postoperativ ein neues Defizit in Form von Sensibilitätsstörungen. Seine Paraspastik zeigte sich jedoch postoperativ rückläufig.

In der Gruppe der **21- bis 58-Jährigen** litt ein Patient an postoperativen Komplikationen (siehe Tabelle 43) sowie an einer Zunahme seiner Schmerzsymptomatik. Für einen weiteren

Patienten wurde eine Progredienz der Blasenfunktionsstörung dokumentiert. Eine zuvor ebenfalls bestehende Potenzstörung sowie eine Fußsenkerparese zeigten sich bei diesem Patienten rückläufig.

## 4 Diskussion

Das TCS ist sowohl für die Therapeuten, seien es Neurochirurgen, Pädiater, Orthopäden oder Urologen, als auch für die Patienten und ihre Familien eine sehr herausfordernde Erkrankung. Welche Erscheinungsformen hat das TCS? Bei welchen Symptomen verspricht eine Operation den größten Therapieerfolg? Wann ist der ideale Zeitpunkt für eine Operation? Ist eine prophylaktische Operation von Vorteil?

Als Diskussionsgrundlage werden Operationsergebnisse der Abteilung für Neurochirurgie des Universitätsklinikums Göttingen Erkenntnissen aus der Literatur, insbesondere aus den USA und Europa, gegenübergestellt. Die Tabellen im Anschluss zeigen eine Aufschlüsselung der Therapieergebnisse der hier zitierten Studien. In der Literatur erfolgt die Einteilung und Bewertung der postoperativen Befunde nach unterschiedlichen Kriterien. Verschiedene Ein- und Ausschlusskriterien sowie unterschiedliche Kollektivgrößen erschweren den Vergleich. Meist werden in den Veröffentlichungen bezüglich des Operationsergebnisses Subgruppen betrachtet, in denen beispielsweise nur Patienten mit verkürztem beziehungsweise verdicktem Filum terminale, nur mit Lipom oder nur mit sekundären TC aufgeführt werden. Die Behandlung des sekundären TCS und des wiederholten Detethering stellen jedoch ein erhöhtes Risiko für den Behandlungserfolg dar (Lee et al. 2006).

Der postoperative Untersuchungszeitraum variiert, ebenso wie das Patientenalter und die Definition Kinder/ Erwachsene von Studie zu Studie und ist in den Tabellen (1-9) des Anhanges für jede aufgeführte Studie dargestellt. Im zugrunde liegenden Göttinger Kollektiv wurde die Grenze Kinder/ Erwachsene bei 21 Jahren gezogen. Aus den oben genannten Gründen ist ein Vergleich nur bedingt möglich. Es lassen sich jedoch Tendenzen aufzeigen.

Von den 51 Patienten des Göttinger Kollektivs, die an einem TC operiert wurden, waren zum Operationszeitpunkt 41 Patienten symptomatisch. Die auftretenden Symptome sind in ihrer Präsenz neurologischer, urologischer und orthopädischer Natur. Das Ausmaß der Symptome und ihre Rückbildungstendenz variiert mit dem Alter des Patienten.

Im Folgenden werden daher die Daten des Göttinger Kollektivs der operierten Kinder (null - 20 Jahre) kontrastiv zu denen der erwachsenen Patienten ab 21 Jahren betrachtet. Den Daten des Göttinger Kollektivs werden Erkenntnisse aus der Literatur gegenübergestellt.

## **4.1 Häufigkeit des Auftretens der durch das TCS ausgelösten Symptome und ihre Beeinflussbarkeit durch eine Operation**

### **4.1.1 Neurologische Symptome**

#### **4.1.1.1 *Schmerz***

Im Göttinger Kollektiv gaben zehn von 27 Patienten (37%) präoperativ Schmerzen an. Nur 20% der Kinder bis zum Alter von einschließlich zehn Jahren klagten über Schmerzen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Kinder erst ab dem 3. Lebensjahr in die Bewertung eingeschlossen wurden, da aufgrund mangelnder Mitteilungsfähigkeit der jüngeren Patienten das Symptom Schmerz nicht eindeutig zu beurteilen ist. Bei einem Patientenalter von elf Jahren aufwärts lag der Anteil der Patienten mit Schmerzen bei 58%. Davon gaben sechs Patienten (60%) Rückenschmerzen, zwei Patienten (20%) Schmerzen in den Beinen oder Füßen und ein Patient (10%) Schmerzen in der Beckengegend mit Ausstrahlung in den Penis an.

Nachfolgend wird die Häufigkeit der Schmerzsymptomatik des Göttinger Kollektives im Vergleich zu den Studien der Arbeitsgruppen von Iskandar et al. 1998, Akay et al. 2000, Xenos et al. 2000, Bowman et al. 2001, Hüttmann et al. 2001, Van Leeuwen et al. 2001, Von Koch et al. 2002, Haberl et al. 2004, Quinones-Hinojosa et al. 2004, Wehby et al. 2004, Lee et al. 2006, Rajpal et al. 2007 und Garcés-Ambrossi et al. 2009 dargestellt.

In der Literatur variiert Schmerz als Symptom eines TCS bei Kindern zwischen 17% und 50% (Xenos et al. 2000, Bowman et al. 2001, Von Koch et al. 2002, Haberl et al. 2004, Wehby et al. 2004). Schmerz als präoperatives Symptom bildete sich nach chirurgischer Intervention im Göttinger Kollektiv bei vier Patienten (40%) zurück. Alle Patienten, bei denen ein Rückgang der Schmerzsymptomatik dokumentiert wurde, waren jünger als 21 Jahre. Bei Kindern variieren die Angaben bezüglich der Regredienz der Schmerzsymptomatik zwischen 23% und 100% (Bowman et al. 2001, Von Koch et al. 2002, Haberl et al. 2004, Wehby et al. 2004, Xenos et al. 2000). Wobei dabei mit 23% der Rückgang der Schmerzsymptomatik bei Patienten mit sekundärem TCS die niedrigste Erfolgsquote und die Arbeitsgruppe um Wehby mit Patienten, die aufgrund eines occuluten Filum terminale ein TCS entwickelten mit 100% Rückgang der Schmerzsymptomatik das beste Ergebnis lieferte.

Obwohl Schmerz bei Kindern ein Symptom ist, das eher selten auftritt, wird es in der Literatur in Bezug auf das TCS bei Erwachsenen mit 56% bis 100% angegeben und ist somit

ein häufiges Symptom beim TCS des Erwachsenen. Dabei werden Lumbalgien mit 56% bis 100% und Beinschmerzen mit 42% bis 47% am häufigsten beschrieben (Iskandar et al. 1998, Akay et al. 2000, Hüttmann et al. 2001, Van Leeuwen et al. 2001, Quinones-Hinojosa et al. 2004, Lee et al. 2006, Rajpal et al. 2007, Garcés-Ambrossi et al. 2009).

Bei den Patienten zwischen 21 und 58 Jahren im Göttinger Kollektiv spürte ein Patient postoperativ keine Veränderungen und ein Patient empfand seine Rückenschmerzen als zunehmend.

Daraus folgend konnte keine Abnahme der Schmerzsymptomatik bei den beiden erwachsenen Patienten mit Schmerzen im Göttinger Kollektiv festgestellt werden.

Schmerzen als Symptom eines TCS bei Erwachsenen zeigen in der Literatur eine postoperative Regredienz von 55% bis 100% (Iskandar et al. 1998, Akay et al. 2000, Van Leeuwen et al. 2001, Hüttmann et al. 2001, Quinones-Hinojosa et al. 2004, Lee et al. 2006, Rajpal et al. 2007, Garcés-Ambrossi et al. 2009).

Damit konnten die optimistischen Rückbildungstendenzen bezüglich der Schmerzsymptomatik im Göttinger Kollektiv nicht vollständig bestätigt werden. Allerdings besitzt die geringe Anzahl von zwei Erwachsenen mit Schmerzen nur eine bedingte Aussagekraft.

#### **4.1.1.2 Motorische Störungen**

49 % der Patienten des Göttinger Kollektivs wiesen präoperativ eine motorische Störung auf. Davon boten 20% der Patienten eine Spastik, 40% der Patienten eine Schwäche, 48% der Patienten eine Atrophie und 56% der Patienten eine Parese. 49% der Kinder bis einschließlich des 21. Lebensjahres und 50% der Erwachsenen zwischen 21 und 58 Jahren waren von einer motorischen Störung betroffen. Damit wurde im Göttinger Kollektiv kein signifikanter Unterschied im Auftreten motorischer Störungen bei Kindern im Gegensatz zu Erwachsenen gefunden.

Im Folgenden werden die einzelnen motorischen Störungen, die im Göttinger Kollektiv zu beobachten waren, im Vergleich zu den Studien der Arbeitsgruppen von Akay et al. 2000, Bowman et al. 2001, Bowman et al. 2009, Haberl et al. 2004, Hüttmann et al. 2001, Von Koch et al. 2002, Lee et al. 2006, Van Leeuwen et al. 2001 und Wehby et al. 2004 detailliert betrachtet.

Nach Bowman und Wehby tritt eine **muskuläre Schwäche** bei 13% bis 35% der Kinder mit TCS auf (Bowman et al. 2001, Wehby et al. 2004).

In Göttingen zeigten 21% der Kinder bis zum 21. Lebensjahr mit symptomatischem TCS eine muskuläre Schwäche. Davon konnte bei 50% der Kinder postoperativ eine Rückbildung der Symptomatik verzeichnet werden. Bei weiteren 30% der Kinder zeigte sich postoperativ keine weitere Progredienz. In der Literatur wird die Rückbildungstendenz der muskulären Schwäche bei Kindern mit 36% bis 100% angegeben (Bowman et al. 2001, Bowman et al. 2009, Von Koch et al. 2002, Wehby et al. 2004).

Diese Streubreite liegt unter anderem darin begründet, dass unterschiedliche Subgruppen von Patienten untersucht wurden. Keiner der Göttinger Patienten über 21 Jahren bot Anzeichen einer muskulären Schwäche.

In den Studien zum adulten TC wird eine muskuläre Schwäche zwischen 18% und 78% der erwachsenen Patienten angegeben (Akay et al. 2000, Van Leeuwen et al. 2001, Lee et al. 2006, Garcés-Ambrossi et al. 2009). Der Therapieerfolg bei dem Symptom Schwäche variiert bei erwachsenen Patienten zwischen 26% und 70% (van Leeuwen et al. 2001, Lee et al. 2006, Garcés-Ambrossi et al. 2009).

14 (34%) der Göttinger Patienten mit symptomatischem TC boten präoperativ eine **Parese**. Davon bildete sie sich bei sechs (50%) der Patienten im Alter von **0 bis 20 Jahren** und bei zwei Patienten (100%) aus der Altersgruppe der **21- bis 58- Jährigen** zurück.

Die Häufigkeit von präoperativ bestehenden Paresen wird nur von Hüttmann und ihren Mitarbeitern mit 57% von 54 erwachsenen Patienten beschrieben. In ihrem Kollektiv wird eine postoperative Regredienz von 44% angegeben (Hüttmann et al. 2001).

Sowohl die zwölf Kinder als auch die zwei erwachsenen Patienten des Göttinger Kollektivs stellen geringe Fallzahlen dar. Dennoch konnte mittels Vorzeichentest nachgewiesen werden, dass sich motorische Störungen neben Fußdeformitäten, soweit mit der vorliegenden, als numerisch stark eingeschränkt zu betrachtenden Datenlage prüfbar, am günstigsten durch eine Operation beheben ließen.

Die Präsenz von **Spastik oder Muskeltonusveränderungen** wird in den Studien von Bowman, Haberl und Wehby separat angegeben und zeigt Variationen in der Präsenz von 23% bis 68% bei Kindern mit einer postoperativen Rückbildung der Spastik oder Muskeltonusveränderung zwischen 25% und 83% (Bowman et al. 2001, Haberl et al. 2004).

In den vorliegenden Studien zu erwachsenen Patienten mit TC wird nur von Hüttmann und ihren Mitarbeitern eine spezifische Angabe zum Symptom der Spastik beziehungsweise zu Muskeltonusveränderungen mit 34% der erwachsenen Patienten angegeben. Hüttmann et al. beschreiben eine postoperative Regredienz der Spastik bei 63% der Patienten (Hüttmann et al. 2001). Im Göttinger Kollektiv trat präoperativ nur bei fünf Kindern eine Spastik auf. Von den vier erwachsenen Patienten war kein Patient von einer Spastik betroffen.

Das Symptom der Spastik bildete sich in Göttingen bei vier Patienten 80% zurück. Bei einem weiteren Patienten fanden sich diesbezüglich keine Angaben zum postoperativen Verlauf.

Eine **Atrophie** zeigte sich bei zwölf Patienten des Göttinger Kollektivs. Elf Patienten waren jünger als 21 Jahre. Bei 17% der Kinder (2 Patienten) bildete sich die Atrophie postoperativ zurück. Bei 75% blieb sie unverändert. In den zum Vergleich vorliegenden Studien fand sich keine separate Angabe bezüglich der postoperativen Rückbildung einer Atrophie.

Von den vier Erwachsenen war ein Patient von einer Atrophie betroffen, wobei der postoperative Status fehlt. In den Studien zum erwachsenen TCS von Hüttmann et al. 2001, van Leeuwen et al. 2001 und Lee et al. 2006 wird bei erwachsenen Patienten ein Auftreten von Atrophien mit einer Häufigkeit von 22% bis 68% der Patienten angegeben (Hüttmann 2001, van Leeuwen et al. 2001, Lee et al. 2006). Nur in der Publikation von Hüttmann und ihren Mitarbeitern zum adulten TCS fanden sich Angaben zum postoperativen Verlauf, dabei ließ sich bei keinem der 23 Patienten mit Atrophie ein Rückgang der Symptomatik feststellen (Hüttmann et al. 2001).



Insgesamt zeigte sich im Göttinger Kollektiv bei 19 Patienten (86%) mit einer muskulären Schwäche oder Parese, bei elf Patienten (92%) mit Atrophie und bei vier Patienten (80%) mit Spastik eine Rückbildung oder Stabilisierung der Symptomatik.

#### **4.1.1.3 Sensibilitätsstörungen**

In Göttingen traten bei 22% der Kinder mit symptomatischem TCS Sensibilitätsstörungen auf. Analog zum Symptom „Schmerz“ wurden Kinder unter zwei Jahren aufgrund mangelnder Kommunikationsfähigkeit von dieser Untersuchung ausgeschlossen. Xenos und Wehby geben das Auftreten von Sensibilitätsstörungen bei Kindern mit einer Häufigkeit von 15% bis 25% an (Xenos et al. 2000, Wehby et al. 2004). Aus dem Göttinger Kollektiv waren drei Erwachsene (75%) betroffen.

Akay und seine Mitarbeiter beschreiben das Auftreten von Taubheitsgefühlen in ihrem Kollektiv von Erwachsenen mit 9%. Die Arbeitsgruppe von Van Leeuwen unterteilen den Bereich der Sensibilitätsstörungen in Sensibilitätsstörungen 54% und herabgesetzte Sensibilität 70%. Allgemein differieren die Angaben zu Sensibilitätsstörungen bei Erwachsenen zwischen 9% und 75% (Akay et al. 2000, Hüttmann et al. 2001, Van Leeuwen et al. 2001, Quinones-Hinojosa et al. 2004, Lee et al. 2006).

Bei vier Patienten (36%) des Göttinger Kollektivs zeigte sich eine Rückbildung der Sensibilitätsstörungen. Sie waren alle unter 21 Jahre alt. In den Publikationen von Proctor, Xenos und Wehby variierten die Angaben zur Rückbildung von Sensibilitätsstörungen bei Kindern zwischen 9% und 100%. Dabei verzeichnen Proctor und seine Mitarbeiter bei 9% der Patienten eine postoperative Regredienz der Sensibilitätsstörungen. Xenos und Kollegen beschreiben in ihrem Kollektiv von 59 Patienten mit Lipomen eine postoperative Verbesserung der Sensorik von 20%. Die Arbeitsgruppe um Wehby geben in ihrer Studie bei einem Kollektiv von 60 Patienten mit occultem Filum terminale eine Rückbildungsrate von 100% an (Proctor et al. 2000, Xenos et al. 2000, Wehby et al. 2004).

Bei den Erwachsenen waren im Göttinger Kollektiv bezüglich der Sensibilitätsstörungen postoperativ keine Veränderungen feststellbar. In der Literatur finden sich Rückbildungstendenzen von 10% bis 50% bei erwachsenen Patienten (Iskandar et al. 1998, Proctor et al. 2000, Van Leeuwen et al. 2001, Hüttmann et al. 2001, Lee et al. 2006, Quinones-Hinojosa et al. 2004, Raipal et al. 2007).

Diese große Streuung der Angaben zur postoperativen Rückbildung der Sensibilitätsstörungen liegt unter anderem darin begründet, dass sich die einzelnen Veröffentlichungen zum Teil auf unterschiedliche Subgruppen von Patienten mit unterschiedlicher Ursache des TCS beziehen.

#### ***4.1.1.4 Veränderungen der Reflexe***

Präoperative Veränderungen der Reflexe boten 24 Kinder (47%) zwischen dem ersten Lebensmonat und dem 20. Lebensjahr des Göttinger Kollektives, wohingegen 100% der erwachsenen Patienten zwischen 21 und 58 Jahren von präoperativ veränderten Reflexen betroffen waren. Der Reflexstatus wird in der Literatur selten separat ausgewertet.

Wehby et al. beschreiben mit 82% eine höhere Rate von veränderten Reflexen bei Kindern zwischen drei und 18 Jahren (Wehby et al. 2004). Hüttmann et al. geben in ihrem Kollektiv von erwachsenen Patienten mit einem TCS eine Rate von präoperativen Reflexabnormalitäten von 100% an. Dabei werten sie in ihrem Kollektiv neben dem ASR- und PSR auch den Babinski- und den Analreflex aus. Sechs Monate nach der Operation hat keiner der Patienten eine Rückkehr zu einem normalen Reflexstatus erfahren (Hüttmann et al. 2001).

Aus dem Göttinger Kollektiv zeigten drei Patienten (12%) eine postoperative Normalisierung ihres ASR, weitere drei Patienten (18%) eine Normalisierung ihres PSR. Alle Patienten waren jünger als fünf Jahre alt.

#### **4.1.2 Urologische Symptome**

Blasen-Mastdarmfunktionsstörungen sind ein häufiges Symptom bei einem symptomatischen TCS. Urologische Probleme, die beim TCS auftreten können, beinhalten Blasenentleerungsstörungen und Inkontinenz, Detrusorhyperreflexie, verminderte Blasencompliance, externe Detrusor-Sphinkter Dyssynergie, verminderte Empfindung und hypokontraktile Detrusorfunktion. Auch rezidivierende Harnwegsinfekte können ein Symptom einer Blasenstörung sein (Fone et al. 1997, Giddens et al. 1999).

Angaben über urologische Veränderungen im Sinne von Blasen- und/oder Mastdarmstörungen bei Kindern mit symptomatischem TCS variieren in der Literatur zwischen 5% und 90%. Mastdarmstörungen werden mit 1% bis 53% etwas seltener beschrieben (Cornette et al. 1998, Xenos et al. 2000, Bowman et al. 2001, Von Koch et al. 2002, Haberl et al. 2004, Wehby et al. 2004). Rezidivierende Harnwegsinfekte präsentieren sich mit einer Häufigkeit von 25% bis 55% (Selcuki et al. 2000, Wehby et al. 2004, Guerra 2006).

Am häufigsten kommt es bei Kindern mit Blasen-Mastdarmfunktionsstörungen aufgrund eines TCS zur Inkontinenz (Wehby et al. 2004, Guerra 2006, Metcalfe et al. 2006). Allerdings stellt Inkontinenz bei Kindern generell ein häufiges Problem dar. Selbst unter Zuhilfenahme urodynamischer Messungen ist eine neurogene Blasenstörung unter Umständen schwierig abzugrenzen (Drake 2007).

Bei Erwachsenen werden Blasenstörungen mit einer Häufigkeit von 36% bis 73% angegeben. Mastdarmstörungen variieren in ihrer Präsenz zwischen 7% und 39% (Iskandar et al. 1998, Akay et al. 2000, Hüttmann et al. 2001, Van Leeuwen et al. 2001, Quinones-Hinojosa et al. 2004, Lee et al. 2006, Rajpal et al. 2007, Garcés-Ambrossi et al. 2009).

Impotenz oder sexuelle Dysfunktion als Symptom des TCS werden bei erwachsenen Patienten mit einer Häufigkeit von 2% bis 28% beschrieben (Akay et al. 2000, Van Leeuwen et al. 2001, Lee et al. 2006, Rajpal et al. 2007). Auch die Obstipation als gastrointestinales Symptom wird gehäuft mit dem TCS in Verbindung gebracht.

Bei 26 Patienten des Göttinger Kollektives (63%) bestanden Blasen- und/ oder Mastdarmstörungen. Dabei waren die Patienten zwischen 21 und 58 Jahren zu 100% (vier Patienten) betroffen. Insgesamt konnte postoperativ eine Verbesserung von 23% (sechs Patienten) verzeichnet werden. Da bei der Bewertung der postoperativen Befunde jedoch verschiedene Kofaktoren mitberücksichtigt werden müssen, erfolgt nun die Falldarstellung der einzelnen postoperativen Verläufe.

Bei einer Patientin aus der Gruppe der **ein Monat bis ein Jahr** alten Patienten zeigte sich präoperativ im Ultraschall ein Blasenentleerungsstörung, welche sich postoperativ erst nach einer zusätzlich durchgeführten Bougierungsbehandlung verbesserte, da als Ursache eine doppelte Harnröhre mit Strikturen gefunden wurde. Sie ist daher nicht allein auf das TCS zurückzuführen.

Aus der Altersgruppe der **Zwei- bis Fünfjährigen** litt ein Patient präoperativ an Enuresis diurna und nocturna, sowie einer Mastdarmstörung in Form von Kotschmierer. Postoperativ bestand die Enuresis tagsüber nur noch intermittierend. Die Mastdarmstörung blieb bestehen. Eine weitere Patientin dieser Altersgruppe litt unter einer Blaseninkontinenz. Postoperativ zeigte sich bei dieser Patientin eine intakte Blasen- Mastdarmfunktion.

Aus der Altersgruppe der **Sechs- bis Zehnjährigen** litt ein Patient an Pollakisurie. Sechs Monate postoperativ gab der Patient diesbezüglich keine Beschwerden an.

Aus der Altersgruppe der **Elf- bis 20-Jährigen** war ein Patient präoperativ von Stuhlinkontinenz betroffen. Zur postoperativen Nachkontrolle erschien der Patient erst sechs Jahre später. Zu diesem Zeitpunkt wurde die Defäkation als unauffällig angegeben.

Ein weiterer Patient dieser Altersgruppe litt an einer sekundären Enuresis diurna et nocturna. In der 14 Monate später durchgeführten postoperativen Untersuchung ergab sich kein Hinweis auf eine noch bestehende nächtliche Inkontinenz. Eine Rückbildungstendenz von Blasen-Mastdarmfunktionsstörungen bei Kindern im Anschluss an eine operative Intervention wird in der Literatur mit 0% bis 98% angegeben (Cornette et al. 1998, Wu et al. 1998, Proctor et al. 2000, Selucki et al. 2000, Xenos et al. 2000, Bowman et al. 2001, Von Koch et al. 2002, Haberl et al. 2004, Wehby et al. 2004, Guerra et al. 2006, Abrahamsson et al. 2007). Hierbei weisen Mastdarmstörungen geringere Rückbildungsraten zwischen 0% und 17% auf (Xenos et al. 2000, Haberl et al. 2004).

Bei dem adulten TCS variiert der Therapieerfolg bei Blasen- und/ oder Mastdarmstörung zwischen 14% und 62% (Iskandar et al. 1998, Proctor et al. 2000, Hüttmann et al. 2001, Van Leeuwen et al. 2001, Lee et al. 2006, Quinones-Hinojosa et al. 2004, Rajpal et al. 2007, Garcés-Ambrossi et al. 2009). Zusammenfassend ist anzumerken, dass Blasenfunktionsstörungen bei Erwachsenen postoperativ tendenziell unverändert bleiben (Giddens et al. 1999, Lee et al. 2006).

Oftmals werden jedoch Blasen- und Mastdarmstörungen zusammen ausgewertet und nur in wenigen Kollektiven störungsspezifisch aufgeschlüsselt. Urodynamische Messungen, welche die Angaben objektivieren könnten, finden ebenfalls selten in Studien Erwähnung.

Cornette et al. 1998 beschreiben in ihrer Studie eine postoperative Rückbildung der Blasenfunktionsstörung bei 75% der Kinder. Sie vertreten die Auffassung, dass bei klinisch unauffälligen Miktionsverhältnissen kombiniert mit pathologischen urodynamischen Parametern, aufgrund des geringen operativen Therapieerfolges einer manifesten Blasenstörung, bereits operativ eingegriffen werden sollte (Cornette et al. 1998).

In Bezug auf die Vergleichbarkeit der Studien erweist sich die jeweils unterschiedliche Bewertung des Therapieerfolges als problematisch. Zuweilen gilt die subjektive Selbsteinschätzung des Patienten als Maß, andere Male sind klinisch sichtbare Veränderungen oder aber feinste Unterschiede in urodynamischen Messungen die Bezugsgrößen.

### **4.1.3 Orthopädische Symptome**

Bei orthopädischen Symptomen, die aufgrund eines TCS entstehen können, werden in der Literatur vor allem Fuß- und Wirbelsäulendeformitäten sowie Hüft- und Knieformitäten beschrieben. Im Folgenden werden die Präsenz und die postoperative Rückbildungstendenz orthopädischer Symptome des Göttinger Kollektivs mit den Studien der Arbeitsgruppen von Bowman et al. 2001, Bowman et al. 2009, Guerra et al. 2006, Haberl et al. 2004, Hüttmann et al. 2001, Von Koch et al. 2002, Lee et al. 2006, Quinones-Hinojosa et al. 2004, Van Leeuwen et al. 2001, Van der Meulen et al. 2002, Wehby et al. 2004 und Xenos et al. 2000 verglichen.

Bei Kindern werden Fußdeformitäten mit einer Häufigkeit von 14% bis 52% und Wirbelsäulendeformitäten mit 10% bis 44% beschrieben. Hierbei sind Skoliosen mit 10% und Lordosen mit 44% führend (Xenos et al. 2000, Bowman et al. 2001, Von Koch et al. 2002, Haberl et al. 2004, Wehby et al. 2004).

Bei Erwachsenen werden Fußdeformitäten mit 22% bis 72% und Wirbelsäulendeformitäten in Form von Skoliosen mit einer Häufigkeit von 8% bis 67% benannt (Hüttmann et al. 2001, Van Leeuwen et al. 2001, Quinones-Hinojosa et al. 2004, Lee et al. 2006).

Auch hier ist das Problem der Art und Weise der Beurteilung des postoperativen Ergebnisses zu beachten. Welche Verfahren und Methoden wurden angestrebt, um den Grad einer Fehlstellung zu beurteilen? Haberl et al. beschreiben eine postoperative Rückbildung von Skoliosen in ihrem Kollektiv von 46% (Haberl et al. 2004). Van der Meulen et al. können in ihrer Studie keine postoperative Rückbildung orthopädischer Symptome feststellen (Van der Meulen et al. 2002). Die Arbeitsgruppe um Guerra beschreibt in ihrer Studie zwei Patienten mit Skoliose, die beide bezüglich dieser Symptomatik nicht von der Operation profitieren (Guerra et al. 2006).

Bowman et al. können in ihrer Studie von 2001 eine postoperative Regredienz bei Skoliosen von 50% sowie von Kontrakturen der unteren Extremität von 33% nachweisen (Bowman et al. 2001). 2009 stellt Bowman mit einer anderen Arbeitsgruppe ein Kollektiv von 114 Kindern mit sekundärem TCS vor, von denen 40% präoperativ eine Skoliose präsentierten. Sie können eine postoperative Rückbildung von Skoliosen von 17% nachweisen. 9% der Patienten bleiben stabil und bei 24% der Patienten wird eine postoperative Progression ihrer Skoliose angegeben. Kontrakturen der unteren Extremität zeigen sich bei 23% der Patienten mit einer postoperativen Rückbildung von 22%. 78% der Patienten weisen postoperativ keine Veränderung auf (Bowman et al. 2009).

Zusammenfassend lässt sich in den oben genannten Studien bei Kindern eine postoperative Rückbildungsrate orthopädischer, durch das TCS ausgelöster Symptome, von maximal 50% nachweisen.

Bei dem adulten TCS können Hüttmann und ihre Kollegen keine postoperative Abnahme von Fuß- oder Wirbelsäulendeformitäten feststellen (Hüttmann et al. 2001). Die Arbeitsgruppe um Lee verzeichnet ebenfalls keine Regredienz, jedoch auch keine Progression der Fuß- und Wirbelsäulendeformitäten (Lee et al. 2006).

Im Göttinger Kollektiv boten 29 Patienten (57%) der Patienten eine Form der Fußdeformität, eine postoperative Rückbildung der Fußdeformitäten fand bei 13 Patienten (45%) statt, dabei waren alle Patienten unter 21 Jahre alt. Neben motorischen Defiziten ließen sich Fußdeformitäten statistisch nachweisbar, prognostisch am günstigsten durch die Operation beheben.

18 Patienten (35%) hatten eine Wirbelsäulendeformität, diese bildete sich bei zwei Patienten (11%) aus der Altersgruppe der **Zwei- bis Fünfjährigen** zurück. Hüftdeformitäten wurden bei neun Patienten (18%) und Kniekontrakturen bei vier Patienten (7,8%) beschrieben. Knie- und Hüftdeformitäten zeigten keine Veränderung durch die Operation.

Da bei der Rückbildung der orthopädischen Symptomatik analog zu urologischen Symptomen die begleitende symptomatische konservative sowie operative Therapie das Ergebnis des Therapieerfolges durch die TC- Operation mitbeeinflusst, erfolgt im Anschluss nun eine genauere Falldarstellung der Patienten, bei denen eine postoperative Besserung ihrer orthopädischen Symptomatik verzeichnet wurde:

Aus der Altersgruppe der **Null- bis Einjährigen** benutzte ein Patient mit beidseitigen Spitzfüßen und einer Skoliose zum Zeitpunkt der Erhebung des postoperativen Status bereits Schienen zur Behandlung der Spitzfüße, in diesem Fall wurde eine Rückbildung der Spitzfüße verzeichnet. Aus der Altersgruppe der **Zwei- bis Fünfjährigen** zeigte eine Patientin mit Kyphoskoliose und beidseitiger Hüftgelenksluxation, postoperativ eine Rückbildung der Skoliose. Die präoperative orthopädische Begleittherapie bestand in konservativen Maßnahmen, neben einem Korsett in Orthesen und Schienen. Ein weiterer Patient zeigte beidseits eine Dysplasie sowie Luxation der Hüfte, beidseitige Kniebeugekontrakturen sowie eine Skoliose. Er wurde sowohl vor der Operation als auch im Anschluss mittels Stützkorsett und Schienen versorgt. Postoperativ zeigte sich eine Rückbildung seiner Skoliose. Bei den **Sechs- bis Zehnjährigen** erhielt eine Patientin mit beidseitiger Hüftdysplasie, einseitiger Streckkontraktur des Kniegelenks sowie einseitigem Spitzfuß präoperativ eine Einlage bei Beinverkürzung. Postoperativ zeigte sich eine Rückbildung des Spitzfußes, jedoch eine



Zunahme der Skoliose. Eine weitere Patientin mit Krallenfußbildung sowie Fehlhaltung im Sinne einer Innenrotation der Füße zeigte eine postoperative Besserung. Sie wurde zum Zeitpunkt der postoperativen Kontrolluntersuchung bereits mit Schienen sowie Innenschuhen versorgt. In der Altersgruppe der **Elf- bis 20-Jährigen** erhielt eine Patientin mit beidseitigen Hohlfüßen bereits präoperativ eine operative Korrektur der Hohlfüße. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte hier eine Besserung der Fußdeformität nachgewiesen werden. Darausfolgend ist bei vier Patienten die Rückbildung ihrer Fußdeformität und bei beiden Patienten die Besserung ihrer Skoliose nicht allein auf die TC- Operation zurückzuführen, wobei die Therapie der Skoliose lediglich in konservativen orthopädischen Maßnahmen bestand.

#### **4.1.4 Gangstörungen**

Gang- und Haltungstörungen sind oftmals ein Resultat der unter 4.1.3 genannten orthopädischen Symptome. Im Göttinger Kollektiv zeigten 37% der symptomatischen Patienten ein als auffällig beschriebenes Gangbild. Kinder unter zwei Jahren wurden nicht mit einbezogen, da bei Patienten unter zwei Jahren das Gangbild aufgrund physiologisch unterschiedlicher Entwicklung nicht exakt beurteilt werden kann. 14 von 15 Patienten mit Gangstörungen waren unter 21 Jahre alt.

43% der Kinder zwischen zwei und 20 Jahren zeigten eine postoperative Verbesserung des Gangbildes. Nur ein Patient über 21 Jahren war durch eine Gangstörung beeinträchtigt. Sein Gangbild verbesserte sich ebenfalls. Damit konnte für 47% der Patienten des Göttinger Kollektivs eine postoperative Verbesserung des Gangbildes verzeichnet werden.

In der Studie von Bowman et al. 2001 werden Auffälligkeiten des Gangbildes bei Kindern mit TCS mit 35% und bei Wehby et al. 2004 mit 40% angegeben (Bowman et al. 2001, Wehby et al. 2004).

Die Arbeitsgruppen von Hüttmann und Van Leeuwen beobachteten bei 50% bis 53% der erwachsenen Patienten mit TCS Störungen des Gangbildes (Hüttmann et al. 2001, Van Leeuwen et al. 2001).

Postoperative Verbesserungen des Gangbildes werden in der Literatur bei Kindern zwischen 75% und 100% und bei Erwachsenen zwischen 30% und 33% angegeben (Bowman et al. 2001, Bowman et al. 2009, Hüttmann et al. 2001, van Leeuwen et al. 2001, Wehby et al. 2004). In der Studie von Schoenmakers et al. ließ sich bei den im Durchschnitt 6 Jahre alten Probanden keine postoperative Besserung bestehender Gangstörungen nachweisen (Schoenmakers et al. 2003). Dennoch lässt sich ein Unterschied im Therapieerfolg zugunsten der Kinder feststellen, welcher sich aufgrund der geringen Fallzahl im Göttinger Kollektiv nicht bestätigen lässt.

## **4.2 Neue Defizite**

Bei einem Eingriff besteht immer die Gefahr, dass Nerven beschädigt werden, insbesondere wenn die fesselnde Struktur eng dem nervalen Gefüge anliegt, beziehungsweise mit ihm verwachsen ist. Angaben zur Häufigkeit neuer Defizite fehlen in vielen Studien, und schwanken in den übrigen zwischen 0% und 22% (Cornette et al. 1998, Von Koch et al. 2002, Van Calenbergh et al. 1999, Van der Meulen et al. 2002, Guerra et al. 2006). Sie können temporärer oder permanenter Natur sein. Drake bezeichnete die atonische Blase als häufigstes postoperatives Defizit (Drake 2007).

Im Göttinger Kollektiv waren 10% der operierten Patienten von einem postoperativ entstandenen neurologischen Defizit betroffen.

In Hinblick auf weiterführende Betrachtungen bezüglich der TC- Operation ist zu hoffen, dass auch Angaben bezüglich der Nachteile der Operation zukünftig offen in der Literatur angegeben werden. Nur so ist es möglich, das Für und Wider konstruktiv weiter zu diskutieren.

## **4.3 Komplikationen**

Bei den möglichen Komplikationen handelt es sich neben dem üblichen Operationsrisiko, das durch die Narkose entstehen kann, um Komplikationen, die klassischerweise bei einem operativen Eingriff in unmittelbarer Nähe von Rückenmark und Spinalnerven auftreten können. Neben Wundheilungsstörungen und Hämatombildung im Operationsgebiet, handelt es sich dabei meist, um entzündliche Prozesse wie Meningitiden und um Störungen der Liquorzirkulation im Sinne eines Austritts von Liquor aus der Operationswunde. Weiterhin werden die Bildung eines Liquorkissens, Pseudomenigozelen sowie eines Hydrozephalus genannt (Lee et al. 2006, Drake 2007).

Die Komplikationsrate variiert von Studie zu Studie zwischen 5% und 40% (Selcuki et al. 2000, Van Calenbergh et al. 1999, Van der Meulen et al. 2002, Lee et al. 2006). Im Göttinger Kollektiv lag sie bei 12%. Dabei waren 9% der Kinder und 25% der erwachsenen Patienten betroffen.

#### **4.4 Zusammenfassung der Präsenz und der Rückbildungstendenz TC- assoziierter Symptome**

Allgemein ist anzumerken, dass in vielen Veröffentlichungen, die Rückbildung eines Symptoms selten exakt spezifiziert wird. Es handelt sich jedoch beim TCS um eine progrediente Erkrankung. Im Hinblick auf Studien, die lediglich symptombezogen therapieren und keine Myelolyse durchführen, ist es bereits erfolgsversprechend, wenn keine weitere Progredienz der ursprünglichen Symptomatik zu verzeichnen ist und keine weiteren Symptome hinzukommen (Phuong et al. 2002). Schmerz lässt sich nach dem aktuellen Wissensstand am häufigsten positiv durch eine Myelolyse beeinflussen (Akay et al. 2000, Hüttmann et al. 2001, Lee et al. 2006). Auch die muskuläre Schwäche zeigt postoperativ gute Rückbildungstendenzen. Wohingegen sich andere motorische und sensible Störungen bislang als weniger gut therapierbar darstellen. Auch die vollständige Normalisierung einer Blasen-Mastdarmstörung ist schwer erreichbar (Akay et al. 2000, Hüttmann et al. 2001, Lee et al. 2006). Ähnlich verhält es sich mit orthopädischen Symptomen, welche eher in ihrer Progredienz aufgehalten werden, als dass sie sich vollständig zurückbilden (Bowman et al. 2001, Lee et al. 2006). In der, dieser Arbeit zugrunde liegenden Stichprobe ergab sich sowohl im Bereich der motorischen Störungen (Schwäche und Parese) als auch für Fußdeformitäten eine statistisch nachweisbar signifikante postoperative Symptomlinderung.

Es zeigt sich jedoch im Vergleich der unterschiedlichen Publikationen eindrucklich, dass es eine große Varianz zwischen den postoperativen Ergebnissen in Bezug auf die verschiedenen Symptome gibt. Gründe für diese Varianz sind neben unterschiedlichen Ein- und Ausschlusskriterien, der Erfahrung des operierenden Neurochirurgen, verschiedene Bewertungsmethoden des Therapieerfolges sowie verschiedene weitere Einflussfaktoren die den Therapieerfolg mitbestimmen.

Dabei sei beispielhaft, die Ursache des „gefesselten“ Rückenmarks als prognostischer Faktor genannt. Im Falle eines raumfordernden Prozesses ist die Lokalisation von entscheidender Bedeutung. Liegt stark vernarbtes Gewebe durch vorangegangene Operationen ursächlich zugrunde, so stellt dies den Chirurgen vor eine große Herausforderung. Die Operation eines okkulten Filum terminale wird hingegen als prognostisch günstiger gewertet (Pierre-Kahn et al. 1997, Koyanagi et al. 2000, Xenos et al. 2000, Wehby et al. 2004).

Im folgenden Abschnitt soll die Frage nach dem Einfluss des Patientenalters sowie dem Zeitpunkt der Operation als prognostischer Faktor erörtert werden. Weiterhin wird der Vorteil einer prophylaktischen Operation bei asymptomatischen Patienten diskutiert.

## **4.5 Einflüsse auf den Therapieerfolg**

### **4.5.1 Alter**

Ob das Alter der Patienten einen Einfluss auf den Therapieerfolg dieser progredienten Erkrankung hat, wird kontrovers diskutiert. Ein wichtiges Argument für das Patientenalter als Einflussfaktor ist die Gefahr einer Symptomzunahme bei voranschreitendem Längenwachstum. Bei längerer Persistenz unter anderem aufgrund dauerhafter mechanischer Einwirkung auf das betroffene Nervengewebe sind die Symptome unter Umständen nicht mehr reversibel.

Phuong zeigt in seiner Studie von 45 Patienten mit symptomatischen TCS, die allein konservativ behandelt wurden, dass eine Progression im Laufe der Jahre wahrscheinlich ist.

Des Weiteren ist zu bemerken, dass die Patienten im Durchschnitt ab einem Alter von 4,7 Jahren symptomatisch wurden. Die Inzidenz der Entwicklung von neurologischen Ausfällen liegt in dieser Studie bei 27,5% im ersten Lebensjahr, im zweiten Jahr bei 40% und im fünften Lebensjahr bereits bei 60% (Phuong et al. 2002). Auch im Göttinger Kollektiv waren alle präoperativ asymptomatischen Patienten jünger als fünf Jahre. Dies stimmt trotz der kleinen Fallzahl von zehn Patienten mit den Angaben von Koyanagi und Xenos überein (Koyanagi et al. 1997, Xenos et al. 2000). Dabei muss beachtet werden, dass sich bestimmte Symptome wie Sensibilitätsstörungen und Schmerz bei Säuglingen und Kleinkindern, aufgrund ihrer mangelnden Mitteilungsfähigkeit, schwerer eruieren lassen. Aus diesem Grunde lassen sich bestehende Symptome dieser Art nicht zweifelsfrei ausschließen.

Obwohl die Operation sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen allgemein als ein risikoarmer Eingriff gewertet wird, kann sie bei Erwachsenen, unter anderem durch vorbestehende Vernarbungen und signifikante Adhäsionen, komplizierter zu handhaben sein (Iskandar et al. 1998). Auch im Göttinger Kollektiv lag die Komplikationsrate bei den Erwachsenen mit 25% am höchsten. Wurde jedoch das Operationsergebnis bei bereits symptomatischem TCS untersucht, konnte das Alter oftmals nicht als prognostisch begünstigender Faktor geltend gemacht werden (Wehby et al. 2004, Guerra et al. 2006, Daszkiewicz et al. 2007).

Dies im Göttinger Kollektiv nachzuweisen, ist aufgrund der geringen Fallzahl nur schwer möglich.

Im Bereich der motorischen Störungen konnten Rückbildungsraten zwischen 60% und 100% bei den Patienten im Alter von bis zu 12 Monaten erreicht werden. Bei 25 bis 40% der Säuglinge konnte eine Progredienz motorischer Störungen verhindert werden.

In der Gruppe der Kleinkinder zwischen **zwei und fünf Jahren** wurden Rückbildungen schon vorhandener motorischer Störungen in 25% bis 100% der Fälle erreicht. Eine Progredienz konnte ebenfalls zu 50% bis 100% im beobachteten Untersuchungszeitraum verhindert werden. Zu einer Zunahme schon vorhandener motorischer Defizite kam es in dieser Altersgruppe nicht. Unter den untersuchten Kindern zwischen **sechs und zehn Jahren** konnte eine schon vorhandene motorische Störung in ihrer Progredienz zu 100% aufgehalten oder gemindert werden. In der untersuchten Altersgruppe von **elf bis 20 Jahren** konnte eine Rückbildung motorischer Symptome nur zwischen 20% und 50% nachgewiesen werden. Eine Progredienz konnte in bis zu 67% der Fälle verhindert werden. Auch in dieser Altersgruppe wurde postoperativ keine Symptomzunahme nachgewiesen. Bei den erwachsenen Patienten konnte zu 100% eine motorische Störung gemindert werden. Aufgrund der schon erwähnten geringen Fallzahlen sowie der ausgeschlossenen Patienten, deren postoperativer Verlauf nicht dokumentiert wurde, sind die oben genannten Zahlen nur bedingt aussagekräftig. Ein direkter Einfluss des Alters auf den Operationserfolg bei schon bestehenden motorischen Störungen kann somit anhand des Göttinger Patientenkollektivs nicht nachgewiesen werden.

Eine Minderung von präoperativ bestehenden Parästhesien durch die Operation ließ sich in der Gruppe der **Zwei- bis Fünfjährigen** mit zwei betroffenen Patienten, bei einem Patienten (50%) erreichen. Bei dem anderen Patienten sind keine Angaben bezüglich der zuvor angegebenen Parästhesien dokumentiert worden. Bei den **Sechs- bis Zehnjährigen** konnte bei beiden Patienten (100%), die Sensibilitätsstörungen angeben, eine Minderung der Symptome erreicht werden. In der Gruppe der **Elf- bis 20-jährigen** blieben bei zwei Patienten (50%) die Parästhesien postoperativ unverändert bestehen. Bei einem Patienten (25%) wurde eine postoperative Besserung dokumentiert. Bei den **erwachsenen Patienten** zeigte sich bei 66,7% (zwei Patienten) eine postoperativ unveränderte Sensibilitätsstörung. Bei einem weiteren Patienten konnten postoperativ keine Daten erhoben werden. Allgemein konnte eine Rückbildung der Sensibilitätsstörungen bei vier von elf Patienten (36%) mit zuvor angegebenen Parästhesien verzeichnet werden. Dabei waren alle vier Patienten jünger als 21 Jahre. Unter Berücksichtigung der kleinen Fallzahlen, insbesondere da nur vier Patienten über 21 Jahre alt waren, lässt sich hier lediglich tendenziell ein positiver Einfluss eines möglichst jungen Alters zum Operationszeitpunkt aufzeigen.

Eine Rückkehr zum normalen Reflexstatus erfuhren insgesamt fünf Patienten. Dabei kam es bei drei Patienten (12%) zu einer Normalisierung des ASR und bei drei Patienten (18%) normalisierte sich postoperativ der PSR. Alle Patienten mit vollständiger Normalisierung des Reflexstatus waren jünger als fünf Jahre alt.

Von einer Schmerzsymptomatik war ein Patient aus der Altersgruppe der **Zwei- bis Fünfjährigen** betroffen, bei diesem Patienten (100%) konnten die Schmerzen gemindert werden, in der Gruppe der **Sechs- bis Zehnjährigen** wurde ebenfalls bei einem Patienten (50%) eine Schmerzlinderung erreicht. Bei dem zweiten Patienten dieser Altersgruppe fehlt die postoperative Verlaufsbeobachtung. In der Gruppe der **Elf- bis 20-Jährigen** zeigte sich bei zwei Patienten (40%) postoperativ eine Linderung der Schmerzen. Bei einem weiteren Patienten konnte eine Progredienz der Schmerzsymptomatik aufgehalten werden. Bei den **erwachsenen Patienten** konnte keine postoperative Rückbildung der Schmerzsymptomatik erreicht werden. Eine Zunahme der Schmerzsymptomatik konnte jedoch bei einem Patienten 50% verhindert werden. Bei einem weiteren erwachsenen Patienten kam es postoperativ zu einer Zunahme der zuvor vorhandenen Rückenschmerzen.

Bei den Blasenstörungen ließ sich im Göttinger Kollektiv kein Unterschied zwischen den Altersgruppen der **Null- bis Einjährigen**, der **Zwei- bis Fünfjährigen** und der **Sechs- bis Zehnjährigen** nachweisen. Es kam zu keiner postoperativen Zunahme der Symptomatik. Zu je 50% zeigten sich eine Rückbildung der Beschwerden sowie ein Aufhalten der Progredienz. In der Gruppe der **Elf- bis 20-Jährigen** konnte eine Rückbildung der Symptomatik bei lediglich einem Patienten (16,7%) nachgewiesen werden. Bei vier Patienten (66,7%) ließ sich keine Veränderung im postoperativen Untersuchungszeitraum nachweisen. Eine Zunahme der Blasenfunktionsstörung trat bei einem weiteren Patienten dieser Altersgruppe auf (16,7%). Bei keinem der **erwachsenen Patienten** konnte eine postoperative Besserung erreicht werden. Bei 75% von ihnen zeigte sich postoperativ keine Veränderung des präoperativen Zustandes. Jedoch kam es auch bei einem erwachsenen Patienten (25%) postoperativ zu einer Zunahme der Blasenfunktionsstörung. Die ausschließliche Mastdarmstörung wird hier in Bezug auf das Alter nicht diskutiert, da im gesamten Kollektiv nur zwei Patienten mit dieser Symptomatik vorhanden waren.

Unter den Patienten, die sowohl an Blasen- als auch an Mastdarmstörung litten, blieben alle Patienten bis auf einen, dessen Blasen-Mastdarmfunktion sich postoperativ verbesserte, unabhängig vom Alter, in ihrer Symptomatik unverändert.

Präoperativ bestehende Fußdeformitäten konnten, unabhängig vom Patientenalter, in ihrer Progredienz aufgehalten werden. Sieben Patienten (46,7%) die alle jünger als zwei Jahre alt waren, zeigten eine Rückbildung ihrer Fußdeformität im postoperativen Verlauf. Eine Zunahme der Fehlstellung konnte bei den übrigen Patienten dieser Altersgruppe verhindert werden. Unter den **Zwei- bis Fünfjährigen** zeigte sich bei einem Patienten (50%) eine Rückbildung der Fußdeformität. Bei einem weiteren Patienten dieser Altersgruppe blieb die

Symptomatik stabil. Unter den **Sechs- bis Zehnjährigen** ließ sich bei 60% der Kinder eine Rückbildung erreichen. Bei 40% zeigte sich keine Progredienz der Fußdeformität im postoperativen Verlauf. In der Altersgruppe der **Elf- bis 20-Jährigen** konnte eine Rückbildung nur zu 33,3% nachgewiesen werden. Für die übrigen Patienten dieser Altersgruppe ließ sich im postoperativen Untersuchungszeitraum eine weitere Zunahme der Symptomatik verhindern. Bei dem erwachsenen Patienten konnte keine Rückbildung der Fußdeformität durch die Operation erreicht werden. Eine weitere Zunahme der Fußfehlstellung blieb bei ihm jedoch aus. Für die übrigen orthopädischen Symptomen konnte, wie schon an anderer Stelle erwähnt, durch die Operation altersunabhängig wenig Besserung erzielt werden. Eine postoperative Rückbildung der Wirbelsäulenfehlstellung erfuhren insgesamt zwei Patienten aus der Gruppe der **Zwei- bis Fünfjährigen**. Eine Zunahme der Skoliose erfuhr ebenfalls nur ein Patient aus der Gruppe der **Elf- bis 20-Jährigen**. Bei allen weiteren Patienten kam es altersunabhängig zu keiner weiteren Zunahme der Fehlstellung. Weiterhin wurden Knie- und Hüftfehlstellung untersucht. Dabei ließ sich altersunabhängig postoperativ keine Veränderung der Deformität nachweisen.

Bezüglich des Gangbildes zeigten zwei Patienten (33,3%) der **Zwei- bis Fünfjährigen** eine postoperative Verbesserung. Bei den übrigen Patienten dieser Altersgruppe, die im postoperativen Verlauf erfasst wurden, konnte keine Veränderung festgestellt werden. In der Gruppe der **Sechs- bis Zehnjährigen** zeigte sich die Gangstörung eines Patienten (33,3%) rückläufig, die übrigen Patienten zeigten postoperativ keinerlei Zunahme ihrer Gangstörung. Bei den **Elf- bis 20-Jährigen** verbesserten drei Patienten (60%) mit Gangstörung postoperativ ihr Gangbild. Ein Patient präsentierte eine gleichbleibende Gangstörung und ein weiterer Patient dieser Altersgruppe zeigte eine Zunahme seiner Gangstörung. Bei einem Patienten aus der Altersgruppe der **21- bis 58-Jährigen** mit Gangstörung kam es zu einer postoperativen Verbesserung des Gangbildes.

Bei den Patienten des Göttinger Kollektivs konnte beobachtet werden, dass mit zunehmendem Alter die Rate der durch das TCS ausgelösten Symptome sowie das Risiko eines postoperativen neuen Defizits tendenziell ansteigt. Dies kann sich negativ auf den Therapieerfolg auswirken. Somit kann ein junges Patientenalter als positiver Einfluss auf den Therapieerfolg angenommen werden.



#### **4.5.2 Symptombeginn und Operationszeitpunkt**

Im Göttinger Kollektiv konnte bei 24 Patienten eine genaue Zeitangabe bezüglich des Symptombeginns gefunden werden. Bei 16 Patienten lag zwischen dem Beginn ihrer Symptome und dem Zeitpunkt der Operation weniger als ein Jahr. Von ihnen zeigten drei Patienten (19%) eine postoperative Zunahme ihrer präoperativ bestehenden Symptomatik. Dabei waren je einmal Motorik, Blase und Wirbelsäule betroffen.

Eine postoperative Rückbildung der Symptome wurde bei elf Patienten (69%) erreicht.

Die Rückbildungsrate für Auffälligkeiten der Muskeleigenreflexe (ASR und PSR) lag bei 50%, für die Symptome Spastik, Sensibilitäts- und Gangstörungen bei je 100%, für Fußdeformitäten bei 78% und für Wirbelsäulendeformität bei 50%. Anzeichen einer muskulären Schwäche und/oder Parese zeigten sich zu 50%, eine Atrophie zu 100% rückläufig. Zum Vergleich wurden acht Patienten hinzugezogen, bei denen der Symptombeginn vor der Operation mindestens ein Jahr zurücklag.

Unter diesen Patienten zeigte sich bei drei Patienten (38%) eine postoperative Rückbildung der Symptome. Ein Patient zeigte präoperativ Anzeichen einer Mastdarmstörung. Diese bildete sich postoperativ zurück (100%). Bei einem Patienten (25%) besserte sich die Blasenfunktion, bei drei Patienten blieb sie unverändert.

Zu einer postoperativen Symptomprogredienz kam es bei zwei Patienten (29%) dieser Gruppe. Schmerz und Gangstörungen mit jeweils einem betroffenen Patienten zeigten sich zu 100% progredient. Einer dieser Patienten erfuhr jedoch eine Rückbildung seiner Spastik.

Aufgrund der geringen Fallzahl kann diese Erhebung keine statistisch signifikante Aussage treffen. In der Tendenz scheint sich jedoch im Göttinger Kollektiv ein möglichst frühes operatives Eingreifen prognostisch günstig auf den Therapieerfolg auszuwirken.

Auch Hajnovic und Trnka kommen in ihrer Studie mit 22 Patienten zu einem ähnlichen Ergebnis. Bei ihnen weisen alle Patienten, die innerhalb eines Jahres operiert wurden, eine postoperative Rückbildung ihrer Symptome auf (Hajnovic und Trnka 2007). Rendeli und seine Mitarbeiter stellen in ihrem Kollektiv fest, dass bei mehr als der Hälfte der Patienten, die innerhalb des ersten Lebensjahres operiert wurden, eine Rückkehr zu physiologischen urodynamischen Parametern gelang, wohingegen bei den älteren Patienten keine Normwerte mehr erreicht wurden (Rendeli et al. 2007). Hüttmann und ihre Mitarbeiter stellen in ihrem Kollektiv von 54 erwachsenen Patienten mit TCS fest, dass sensomotorische Störungen und Blasenstörungen, die weniger als fünf Jahre vor dem operativen Eingriff bestanden, leichter durch eine Operation behoben werden konnten (Hüttmann et al. 2001). In einzelnen Fällen

konnte jedoch auch ein positiver Einfluss der Operation auf deutlich länger bestehende neurologische Ausfälle nachgewiesen werden (Gupta et al. 2010). Garcés-Ambrossi et al. stellen sogar die Hypothese auf, dass die Dauer der präoperativen Symptomatik keinen Einfluss auf den Therapieerfolg hat (Garcés-Ambrossi et al. 2009). Dennoch wird, ohne dass ein genauer Zeitpunkt definiert werden kann, ein möglichst frühes Eingreifen beim Auftreten von Symptomen von den meisten Autoren als prognostisch günstig gewertet (Herman et al. 1993, Hudgins und Gilreath 2004).

### **4.5.3. Vor- und Nachteile einer prophylaktischen Operation**

Die Frage ob eine Operation grundsätzlich indiziert ist, stellt sich beim symptomatischen TCS kaum noch. Wie aber verhält es sich bei Patienten, die noch keine Symptome zeigen?

Häufig wird die Myelolyse als sicheres und risikoarmes Verfahren sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen beschrieben (Pierre-Kahn et al. 1997, Iskandar et al. 1998, Hüttmann et al. 2001). Allerdings warnen einige Autoren vor dem übereilten Entschluss, alle Patienten zu operieren, da jeder Eingriff, aufgrund von Narbenbildung am Rückenmark, ein potenziell neues Risiko für ein späteres Tethering ist. Sie weisen darauf hin, dass neben den üblichen Risiken, zum Beispiel durch Narkose, nicht von der Hand zu weisende Komplikationen, wie zum Beispiel Schmerzen, Austritt von Liquor, Infektionen und Arachnoiditis auftreten können (Haberl et al. 2004, Drake 2006).

Dass jedoch ein Patient mit radiologisch gesichertem TC im Laufe seines Lebens Symptome entwickelt, ist wahrscheinlich, wenn auch nicht mit absoluter Sicherheit zu sagen. Das Risiko bei einem unbehandelten Tethered cord Symptome zu entwickeln liegt nach Phuong bei 27,5%, 40% und 60%, nach einem, zwei und fünf Jahren (Pierre-Kahn et al. 1997, Phuong et al. 2002). Betrachtet man anschließend die Operationsergebnisse asymptomatischer Patienten, so scheint eine prophylaktische Operation einen prognostisch günstigen Einfluss zu haben. Beispielsweise zeigen Koyanagy und seine Mitarbeiter in ihrem Kollektiv von 34 Patienten mit lumbosakralem Lipom auf, dass sieben von den acht asymptomatischen Patienten (88%) bis zu elf Jahre nach der Operation noch keine Symptome entwickelten, wohingegen nur 35% von den 26 symptomatischen Patienten im vergleichbaren Zeitraum eine Rückbildung ihrer Symptome zeigen (Koyanagi et al. 2000). Auch im Göttinger Kollektiv kam es bei keinem der zuvor asymptomatischen Patienten zu Symptomen nach der Operation.

Ähnlich verhält es sich bei anderen Studien, die asymptomatische Patienten untersuchten (Van der Meulen 2002). Auch die Arbeitsgruppe von Wu beschreibt den präoperativen Status des Patienten als den Haupteinflussfaktor auf das postoperative Ergebnis (Wu et. al. 1998). Dabei bietet eine prophylaktische Operation die Möglichkeit, die künftige Entwicklung neurologischer Symptome zu mindern (Xenos et al.2000).

Eine Garantie, dass eine Progression der Symptomatik durch die Operation verhindert werden kann, gibt es jedoch genauso wenig wie die Garantie auf die Rückbildung bereits vorhandener Symptome (Stolke et al. 1988, Pierre–Kahn et al. 1997, Van Calenbergh et al. 1999, Cochrane et al. 2000, Xenos et al. 2000).

Vor allem urologische Symptome bei Erwachsenen scheinen durch die Operation schwer zu beeinflussen (Giddens et al. 1999).

Drake kritisiert, dass nahezu alle Veröffentlichungen, bei denen ein Benefit durch die Operation beschrieben wird, durch fehlende Kontrollgruppen und den Beobachter-Bias Ergebnisse von eingeschränkter Gültigkeit liefern (Drake 2006).

Es existiert keine prospektive Studie mit einheitlichen Ein- und Ausschlusskriterien, objektiven Messungen, Definitionen oder Outcomekriterien. Des Weiteren stimmt die große Varianz von Therapieergebnissen, der zumeist kurze postoperative Verlauf sowie das Fehlen von gesunden erwachsenen Betroffenen in den meisten Statistiken bedenklich (Pierre-Kahn et al. 1997, Iskandar et al. 1998).

Auch die Ursache des Tetherings sollte in der Therapieentscheidung eine Rolle spielen. Die Wahrscheinlichkeit ohne Operation eine Symptomatik zu entwickeln ist beispielsweise, aufgrund der wachsenden Raumforderung, die mit einer Kompression des Rückenmarks einhergehen kann, bei einem Patienten mit Lipom als Ursache des Tetherings besonders gegeben (Pierre-Kahn et al. 1997). Größere Studien an Patienten mit Lipomen als Ursache des Tetherings zeigen jedoch, dass man auch bei den Patienten mit Lipomen abhängig von der zugrundeliegenden Anatomie differenzieren sollte. Das Risiko ein neurologisches Defizit zu entwickeln hängt unter anderem auch von der Lage der Raumforderung ab, daher sollte in diesem Falle die Indikation einer prophylaktischen Operation abhängig von der Lokalisation des Lipoms gestellt werden (Pierre-Kahn et al. 1997, Arai et al. 2001). Bei einem verkürzten beziehungsweise verdickten Filum terminale wiederum ist das Operationsrisiko gering. Daher überwiegen nach dem aktuellen Wissensstand in diesem Fall die Vorteile einer prophylaktischen Operation.

Folglich wird von einigen Autoren eine individuelle Fall zu Fall Entscheidung propagiert.

Um eine definitive Aussage bezüglich einer Operation bei Patienten ohne Symptomatik treffen zu können, fehlen jedoch größere prospektive Studien.

## 5 Ausblick

Es stellt sich die Frage, wie man die Faktoren, die prognostischen Einfluss auf den Therapieerfolg haben, positiv beeinflussen kann. Neben der Erfahrung des Neurochirurgen ist ein multidisziplinäres Team ausschlaggebend, denn insbesondere die Früherkennung und korrekte Einordnung der Symptome ist bei diesem Krankheitsbild von prognostischer Bedeutung. Da bei den Patienten mit TCS Symptome sowohl neurologischer, urologischer als auch orthopädischer Natur auftreten, ist die Zusammenarbeit dieser Fachdisziplinen bei der Behandlung des TCS unerlässlich (Bowman et al. 2001).

Eine genauere Bewertung der Therapieresultate könnte durch die Erschaffung einheitlicher internationaler Kriterien erreicht werden. Dabei wäre die Nutzung von gleichen Skalen in der Symptombewertung von Vorteil.

Die Frage nach dem psychologischen Einfluss der Operation auf den Patienten wäre ebenfalls wichtig, da postoperative Messungen und klinische Untersuchungen zur postoperativen Befunderhebung nur eine Säule in der Bewertung des Therapieerfolges ausmachen. Denn gerade bei Kindern birgt die Operation das Risiko eines Traumas in sich.

Die Einschätzung des Patienten zum Operationserfolg kann von den Resultaten objektiver Messungen abweichen. Dies könnte zum Beispiel anhand einer Patientenbefragung zur persönlichen Bewertung des Operationserfolges geschehen. Ähnlich ist es in der Studie von Iskandar und seinen Mitarbeitern zu sehen (Iskandar et al. 1998).

Zur definitiven Festlegung von Leitlinien sind prospektive Studien mit größeren Kontrollgruppen vonnöten. Beispielhaft sei an dieser Stelle das Projekt des „International Tethered Cord Partnership“ genannt, dabei arbeiten 12 Institutionen in 7 Ländern zusammen an einer Datenbank über den Verlauf des TCS (Mulholland et al. 2011).

## 6 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit stellt die Therapieergebnisse der Abteilung für Neurochirurgie des Universitätsklinikums Göttingen von 1995 – 2006 nach neurochirurgischer Intervention aufgrund eines TCS unter besonderer Berücksichtigung des Patientenalters und des Operationszeitpunktes dar. Weiterhin wurde die Frage eines prophylaktischen Eingriffes bei asymptomatischen Patienten diskutiert. Bei der Ausarbeitung handelt es sich um eine Übersichtsarbeit zur Myelolyse bei Patienten mit TC. Es werden die Operationsergebnisse des Göttinger Kollektivs mit denen ausgesuchter Studien von 1998 - 2009 aus den USA und Europa verglichen.

Das Göttinger Kollektiv besteht aus 51 Patienten, die sich im oben genannten Zeitraum einem erstmaligen *Detethering* unterzogen. Es handelt sich dabei um 30 weibliche und 21 männliche Patienten. Die Altersspanne zum Zeitpunkt der Operation liegt zwischen dem ersten Lebensmonat und dem 58. Lebensjahr. Für diese Arbeit wurde den Patientenakten der Neurochirurgie mit Hilfe eines selbst entworfenen Fragebogens, welcher im Anhang zu sehen ist, neben der Symptomatik des TCS und der begleitenden Fehlbildungen, Angaben zu postoperativem Status, Komplikationen sowie postoperativ erstmalig auftretenden neurologischen Ausfällen entnommen. Die Patientendaten wurden mit Excel (*Microsoft office 2000*) verwaltet.

Folgende Symptome zeigten sich präoperativ in absteigender Häufigkeit: 29 Patienten (70,7%) mit Fußfehlstellungen, 28 Patienten (68,3%) mit veränderten Reflexen, 26 Patienten (63%) mit Blasen- und/ oder Mastdarmstörungen, 25 Patienten (60,9%) mit Anzeichen einer gestörten Motorik, 18 Patienten (43,9%) mit Wirbelsäulendeformitäten, 15 Patienten (36,6%) mit Auffälligkeiten des Gangbildes, elf Patienten (26,8%) mit Sensibilitätsstörungen, neun Patienten (22,0%) mit Hüftdeformitäten sowie vier Patienten (9,76%) mit Kniefehlstellungen. Postoperativ zeigte sich bei 11 Patienten (50%) eine Rückbildung ihrer muskulären Schwäche oder Parese, bei acht Patienten (33,3%) blieb die Symptomatik postoperativ unverändert. Zwei Patienten zeigten eine postoperative Rückbildung der vorhandenen Atrophie (17%), neun weitere Patienten (75%) zeigten im Untersuchungszeitraum keine weitere Progredienz. Das Symptom der Spastik bildete sich bei vier Patienten (80%) zurück. Bei sieben Patienten (47%) bildete sich eine Gangstörung zurück und blieb bei sechs Patienten (40%) unverändert. Fußdeformitäten bildeten sich bei 13 Patienten (45%) zurück und blieben bei 16 Patienten (55%) stabil. Sowohl die motorische Schwäche oder Parese als auch Fußdeformitäten

scheinen durch die Operation statistisch nachweisbar am prognostisch günstigsten beeinflussbar.

Bei vier Patienten (40%) mit Schmerzen waren diese in der postoperativen Untersuchung nicht mehr vorhanden. Bei zwei Patienten (20%) blieb die Schmerzsymptomatik postoperativ unverändert. Unter den Patienten mit Parästhesien zeigten vier Patienten (36%) einen Rückgang ihrer Symptome. Bei ebenso vielen Patienten konnte eine weitere Progredienz aufgehalten werden.

Blasenfunktionsstörungen zeigten sich postoperativ bei fünf Patienten (21%) rückläufig und bei 17 Patienten (71%) konstant. Eine Mastdarmsstörung bildete sich bei einem Patienten (10%) zurück und zeigte sich bei neun Patienten (90%) gleichbleibend.

Eine postoperative Normalisierung des ASR fand sich bei drei Patienten (12%). Zu einer Normalisierung des PSR kam es ebenfalls bei drei Patienten (18%). Zwei Patienten (11%) erfuhren eine Besserung ihrer Wirbelsäulenfehlstellung und bei 13 Patienten (72%) konnte eine Progredienz aufgehalten werden. Eine Knie deformität blieb bei drei Patienten (75%), eine Hüftfehlstellung bei neun Patienten (100%) postoperativ stabil.

Insgesamt 14 von 51 Patienten waren von einer Progredienz ihrer Symptomatik, postoperativ neuen Defiziten oder Komplikationen nach der TC- Operation betroffen.

Fünf der 13 Patienten entwickelten postoperativ ein neues Defizit, drei Patienten erfuhren eine Progredienz ihrer präoperativ bestehenden Symptomatik und drei Patienten postoperative Komplikationen. Zwei Patienten zeigten sowohl eine Zunahme ihrer Symptome als auch postoperative Komplikationen und ein Patient eine Progredienz der präoperativ bestehenden Symptomatik und ein zusätzliches Defizit.

Ein signifikanter Einfluss des Alters und des Symptombeginns konnte aufgrund der geringen Fallzahl nicht nachgewiesen werden. Es zeigt sich jedoch, dass alle asymptomatischen Patienten zum Zeitpunkt der Operation jünger als fünf Jahre alt waren. Bei keinem dieser jungen Patienten kam es im postoperativen Untersuchungszeitraum zu Symptomen. Weiterhin konnte beobachtet werden, dass mit zunehmendem Alter die durch das TCS ausgelösten Symptome sowie das Risiko eines postoperativen neuen Defizits tendenziell ansteigen.

Ein frühes operatives Eingreifen nach Symptombeginn stellt ebenfalls einen prognostisch günstigen Faktor dar. So konnte eine postoperative Rückbildung der Symptome bei elf der Patienten (69%) erzielt werden, deren Symptome präoperativ weniger als ein Jahr bestanden. Es konnte hingegen nur bei drei von acht Patienten (38%), deren Symptombeginn länger als 12 Monate vor der TC- Operation zurücklag, eine Rückbildung der Symptomatik erreicht werden.

## 7 Literaturverzeichnis

1. Abrahamsson K, Olsson I, Sillén U (2007): URODYNAMIC FINDINGS IN CHILDREN WITH MYELOMENINGOCELE AFTER UNTETHERING OF THE SPINAL CORD. J Urol 177, 331-334
2. Akay KM Tethered Cord Syndrome in Adults, Ersahin Y, Cakir Y(2000): TETHERED CORD SYNDROME IN ADULTS. Acta Neurochir (Wien) 142,1111-1115
3. Aksu F, Dietz B (2007): FEHLBILDUNGEN DES RÜCKENMARKS UND IHRE DIFFERENTIALDIAGNOSE. Monatsschr Kinderheilkd 155, 79-88
4. Anderson FM (1975): OCCULT SPINAL DYSRAPHISM: A SERIES OF 73 CASES. Pediatrics 55,826-835
5. Arai H, Sato K, Okuda O, Miyajima M, Hishii H, Nakanishi H, Ishii H (2001): SURGICAL EXPERIENCE OF 120 PATIENTS WITH LUMBOSACRAL LIPOMAS. Acta Neurochir (Wien) 143, 857-864
6. Balasubramaniam C, Balasubramaniam V, Santosh V (2004): INTRAMEDULLARY GLIOEPENDYMAL CYST AND TETHERED CORD IN AN INFANT. Childs Nerv Syst 20(7), 496-498
7. Barson AJ (1970): THE VERTEBRAL LEVEL OF TERMINATION OF THE SPINAL CORD DURING NORMAL AND ABNORMAL DEVELOPMENT. J Anat 106(Pt 3), 489-497
8. Biale Y, Lewenthal H (1984): EFFECT OF FOLIC ACID SUPPLEMENTATION ON CONGENITAL MALFORMATIONS DUE TO ANTICONVULSIVE DRUGS. Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol 18, 211-216
9. Botto LD, Moore CA, Khoury MJ, Erickson JD (1999): NEURAL-TUBE DEFECTS. N Engl J Med 341(20), 1509-1519
10. Bowman RM, McLone DG, Grant JA, Tomita T, Ito JA (2001): SPINA BIFIDA OUTCOME: A 25-YEAR PROSPECTIVE. Pediatr Neurosurg 34,114-120
11. Bowman RM, Mohan A, Ito J, Seibly JM, McLone DG (2009): TETHERED CORD RELEASE: A LONG-TERM STUDY IN 114 PATIENTS. J Neurosurg Pediatr 3(3),181-187
12. Bozinov O, Tirakotai W, Sure U, Bertalanffy H (2005): SURGICAL CLOSURE AND RECONSTRUCTION OF A LARGE ENCEPHALOCELE WITHOUT PARENCHYMAL EXCISION. Childs Nerv Syst 21, 144-147



13. Bui CJ, Tubbs RS, Oakes WJ (2007): TETHERED CORD SYNDROME IN CHILDREN: A REVIEW. *Neurosurg Focus* 23(2), 1-9
14. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (2001): NEUES INFORMATIONSFALTBLATT: ZUM KINDERWUNSCH GEHÖRT FOLSÄURE!.<http://www.bfr.bund.de/cd/911> 6.1.2007 18:53
15. Busby A, Abramsky L, Dolk H, Armstrong B (2005): A EUROCAT FOLIC ACID WORKING GROUP. *BMJ* 330, 574-575
16. Caldarelli M, Di Rocco C, La Marca F (1998): TREATMENT OF HYDROMYELIA IN SPINA BIFIDA. *Surg Neurol* 50,411–20.
17. Carlson MD, Muraszko KM (2003): CHIARI I MALFORMATION WITH SYRINX. *Pediatr Neurol* 29, 167-169
18. Cochrane DD, Finley C, Kestle J, Steinbok P(2000): THE PATTERNS OF LATE DETERIORATION IN PATIENTS WITH TRANSITIONAL LIPOMYELOMENINGOCELE. *Eur J Pediatr Surg* 10 Suppl 1,13-17
19. Cornette L, Verpoorten C, Lagae L, Van Calenbergh F, Plets C, Vereecken R, Casaer P(1998): TETHERED CORD SYNDROME IN OCCULT SPINAL DYSRAPHISM: TIMING AND OUTCOME OF SURGICAL RELEASE. *Neurology* 50(6), 1761-1765
20. Daszkiewicz P, Barszcz S, Roszkowski M, Maryniak A (2007): TETHERED CORD SYNDROME IN CHILDREN-IMPACT OF SURGICAL TREATMENT ON FUNCTIONAL NEUROLOGICAL AND UROLOGICAL OUTCOME. *Neurol Neurochir Pol* 41(5), 427-435
21. Davis PC, Hoffman JC, Ball TI, Wyly JB, Braun IF, Fry SM, Drvaric DM (1988): SPINAL ABNORMALITIES IN PEDIATRIC PATIENTS: MR IMAGING FINDINGS COMPARED WITH CLINICAL, MYELOGRAPHIC, AND SURGICAL FINDINGS.*Radiology* 166 (3), 679-685
22. De Wals P, Tairou F, Van Allen MI, Uh SH, Lowry RB, Sibbald B, Evans JA, Van den Hof MC, Zimmer P, Crowley M,Fernandez B, Lee NS, Niyonsenga T et al. (2007): REDUCTION IN NEURAL-TUBE DEFECTS AFTER FOLIC ACID FORTIFICATION IN CANADA. *N Engl J Med* 357 (2), 135-142
23. Del Bigio MR (2001): FUTURE DIRECTIONS FOR THERAPY OF CHILDHOOD HYDROCEPHALUS: A VIEW FROM THE LABORATORY. *Pediatr Neurosurg* 34, 172-181
24. Devkota UP, Lam MK, Ng H, Poon WS (1994): AN ANTERIOR INTRADURAL NEUROENTERIC CYST OF THE CERVICAL SPINE: COMPLETE EXCISION

- THROUGH CENTRAL CORPECTOMY APPROACH- CASE REPORT. *Neurosurgery* 35, 1150-1154
25. Drake JM (2006): OCCULT TETHERED CORD SYNDROME: NOT AN INDICATION FOR SURGERY. *J Neurosurg* 104(5 Suppl), 305-308
  26. Drake JM (2007): SURGICAL MANAGEMENT OF THE TETHERED SPINAL CORD – WALKING THE FINE LINE. *Neurosurg Focus* 23 (2), 1-4
  27. Elton S, Tubbs S, Wellous JC, Blount JP, Grabb PA, Oakes WJ (2002): ACUTE HYDROCEPHALUS FOLLOWING A CHIARI I DECOMPRESSION. *Pediatr Neurosurg* 36, 101-104
  28. Ertl-Wagner BB, Reiser MF (2001): KONGENITALE SPINALE MALFORMATIONEN. *Radiologe* 41, 1048-1055
  29. Finn MA, Walker ML (2007): SPINAL LIPOMAS: CLINICAL SPECTRUM, EMBRYOLOGY AND TREATMENT. *Neurosurg Focus* 23 (2), 1-12
  30. Fitz CR, Harwood-Nash DC (1975): THE TETHERED CONUS. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 125, 515-523
  31. Fone PD, Vapnek JM, Scott E, Couillard DR, Mc Donald CM, Boggan JE, Stone AR(1997): URODYNAMIC FINDINGS IN THE TETHERED SPINAL CORD SYNDROME: DOES SURGICAL RELEASE IMPROVE BLADDER FUNCTION. *J Urol* 157(2), 604-609
  32. Garceau GJ (1953):THE FILUM TERMINALE SYNDROME: (THE CORD-TRACTION SYNDROME). *J Bone Surg Am* 35, 711-716
  33. Garcés-Ambrossi GL, Mc Girt MJ, Samuels R, Sciubba DM, Bydon A, Gokaslan Z, Jallo GI (2009): NEUROLOGICAL OUTCOME AFTER SURGICAL MANAGMENT OF ADULT TETHERED CORD SYNDROM. *J Neurosurg Spine* 11, 304-309
  34. Gerlach J, Müller HA, Spuler H (1964): DIE VERSCHIEDENEN FORMEN DER VERDOPPELUNG DES RÜCKENMARKS UND IHRE KLINISCHE BEDEUTUNG. *Arch Psychiatr Nervenkr* 205, 136-148
  35. Giddens JL, Radomski SB, Hirshberg ED, Hassouna M, Fehlings M (1999): URODYNAMIC FINDINGS IN ADULTS WITH THE TETHERED CORD SYNDROME. *J Urol* 161, 1249-1254
  36. Giles LGF (1991): REVIEW OF TETHERED CORD SYNDROME WITH A RADIOLOGICAL AND ANATOMICAL STUDY: CASE REPORT. *Surg Radiol Anat* 13, 339-343

37. Giudicelli Y, Pierre-Kahn A, Bourdeaux AM, de Mazancourt P, Lacasa D, Hirsch JF (1986): ARE THE METABOLIC CHARACTERISTICS OF CONGENITAL INTRASPINAL LIPOMA CELLS IDENTICAL TO, OR DIFFERENT FROM NORMAL ADIPOCYTES? *Childs Nerv Syst* 2, 290-296
38. Guerra LA, Pike J, Milks J, Barrowman N, Leonard M (2006): OUTCOME IN PATIENTS WHO UNDERWENT TETHERED CORD RELEASE FOR OCCULT SPINAL DYSRAPHISM. *J Urol* 176,1729-1732
39. Gupta G, Heary R, Michaelis J (2010): REVERSAL OF LONGSTANDING NEUROLOGICAL DEFICITS AFTER A LATE RELEASE OF TETHERED SPINAL CORD. *Neurosurg Focus* 29 (1), E11,1-5
40. Haberl H, Tallen G, Michael T, Hoffmann KT, Benndorf G, Brock M (2004): SURGICAL ASPECTS AND OUTCOME OF DELAYED TETHERED CORD RELEASE. *Zentralbl Neurochir* 65, 161-167
41. Hajnovic L, Trnka J (2007): TETHERED SPINAL CORD SYNDROME - THE IMPORTANCE OF TIME FOR OUTCOMES. *Eur J Pediatr Surg* 17 (3), 190-193
42. Herman JM, McLone DG, Storrs BB, Dauser RC (1993): ANALYSIS OF 153 PATIENTS WITH MYELOMENINGOCELE OR SPINAL LIPOMA REOPERATED UPON FOR A TETHERED CORD. PRESENTATION, MANAGEMENT, OUTCOME. *Pediatr Neurosurg* 19, 243-249
43. Hesselink JW, Tans JTHJ, Hoogland PH (1986): DIASTEMATOMYELIA PRESENTING IN TWO MALE ADULTS WITH LOW BACK PAIN. *Clin Neurol Neurosurg* 88(3), 223-226
44. Hudgins RJ, Gilreath CL (2004): TETHERED SPINAL CORD FOLLOWING REPAIR OF MYELOMENINGOCELE. *Neurosurg Focus* 16 (2), 1-4
45. Hüttmann S, Kraus J, Collmann H, Sörensen N, Roosen K (2001): SURGICAL MANAGEMENT OF TETHERED SPINAL CORD IN ADULTS: REPORT OF 54 CASES. *J Neurosurg (Spine2)* 95,173-178
46. Iskandar BJ, Fulmer BB, Hadley MN, Oakes WJ(1998): CONGENITAL TETHERED SPINAL CORD SYNDROME IN ADULTS. *J Neurosurg* 88, 958-961
47. James C.C.M., Lassmann LP (1970): DIASTEMATOMYELIA AND THE TIGHT FILUM TERMINALE. *J Neurol Sci* 10,193-196
48. Johnson I, Teo C (2000): DISORDERS OF CSF HYDRODYNAMICS. *Childs Nerv Syst* 16, 776-799

49. Just M, Ermert J, Higer HP, Voth D, Schwarz M, Pfannenstiel P (1987): MAGNETIC RESONANCE IMAGING OF POSTREPAIR - MYELOMENINGOCELE-FINDINGS IN 31 CHILDREN AND ADOLESCENTS. *Neurosurg Rev* 10, 47-52
50. Kawahara H, Andou Y, Takashima S, Maeda K (1987): NORMAL DEVELOPMENT OF THE SPINAL CORD IN NEONATES AND INFANTS SEEN ON ULTRASONOGRAPHY. *Neuroradiology* 29, 50-52
51. Kazuyoshi M, Takemoto O, Wakayama A (2005): SPINAL LIPOMAS IN CHILDREN – SURGICAL MANAGEMENT AND LONG- TERM FOLLOW-UP. *Pediatr Neurosurg* 41, 84-87
52. Kesler H, Dias MS, Kalapos P (2007): TERMINATION OF THE NORMAL CONUS MEDULLARIS IN CHILDREN: A WHOLE-SPINE MAGNETIC RESONANCE IMAGING STUDY. *Neurosurg Focus* 23 (2), 1-5
53. Klekamp J, Fusco M, Samii M (2001): THORACIC INTRADURAL EXTRAMEDULLARY LIPOMAS. REPORT OF THREE CASES AND REVIEW OF THE LITERATURE. *Acta Neurochir (Wien)* 143, 767-774
54. Koch M, Fuhrmann W (1984): EPIDEMIOLOGY OF NEURAL TUBE DEFECTS IN GERMANY. *Hum Genet* 68, 97-103
55. Korsvik HE, Keller MS (1992): SONOGRAPHY OF OCCULT DYSRAPHISM IN INFANTS WITH MR IMAGING CORRELATION. *Radiographics* 12, 297–306
56. Koyanagi I, Iwasaki Y, Hida K, Abe H, Isu T, Akino M (1997): SURGICAL TREATMENT SUPPOSED NATURAL HISTORY OF THE TETHERED CORD WITH OCCULT SPINAL DYSRAPHISM. *Childs Nerv Syst* 13, 268-274
57. Koyanagi I, Iwasaki Y, Hida K, Abe H, Isu T, Akino M, Aida T (2000): FACTORS IN NEUROLOGICAL DETERIORATION AND ROLE OF SURGICAL TREATMENT IN LUMBOSACRAL SPINAL LIPOMA *Childs Nerv Syst* 16, 143-149
58. Kramer LC, Sgouros S (2004): MANAGEMENT OF SPINA BIFIDA, HYDROCEPHALUS AND SHUNT. *e-medicine* <http://emedicine.medscape.com/article/937979-overview> 6.07.2010, 19:56
59. Kumar R, Nayak SR (2002): UNUSUAL NEUROENTERIC CYSTS: DIAGNOSIS AND MANAGEMENT. *Pediatr Neurosurg* 37, 321-330
60. Lee GYF, Paradiso G, Tator CH, Gentili F, Massicotte EM, Fehlings MG (2006): SURGICAL MANAGEMENT OF TETHERED CORD SYNDROME IN ADULTS:

- INDICATIONS, TECHNIQUES, AND LONG-TERM OUTCOMES IN 60 PATIENTS. *J Neurosurg Spine* 4, 123-131
61. Lellouch-Tubiana A, Zerah M, Catala M, Brousse N, Kahn AP (1999): CONGENITAL INTRASPINAL LIPOMAS: HISTOLOGICAL ANALYSIS OF 234 CASES AND REVIEW OF THE LITERATURE. *Pediatr Dev Pathol* 2(4), 346-352
  62. Lew SM, Kothbauer KF (2007): TETHERED CORD SYNDROME: AN UPDATED REVIEW. *Pediatr Neurosurg* 43, 236-248
  63. Lippert H, LEHRBUCH DER ANATOMIE. 5.Auflage;Urban und Fischer, München, Jena 2000 S.121
  64. Marlin AE (2004): MANAGEMENT OF HYDROCEPHALUS IN THE PATIENT WITH MYELOMENINGOCELE: AN ARGUMENT AGAINST THIRD VENTRICULOSTOMY. *Neurosurg Focus* 16(2), 1-3
  65. Matalon S, Schechtman S, Goldzweig G, Ornoy A (2002): THE TERATOGENIC EFFECT OF CARBAMAZEPINE: A META-ANALYSIS OF 1255 EXPOSURES. *Reprod Toxicol* 16, 9-17
  66. McLone DG, La Marca F (1997): THE TETHERED SPINAL CORD: DIAGNOSIS, SIGNIFICANCE, AND MANAGEMENT. *Semin Pediatr Neurol* 4(3), 192-208
  67. Merx JL, Bakker-Niezen SH, Thijssen HOM, Walder HAD (1989): THE TETHERED SPINAL CORD SYNDROME: A CORRELATION OF RADIOLOGICAL FEATURES AND PEROPERATIVE FINDINGS IN 30 PATIENTS. *Neuroradiology* 31, 63-70
  68. Metcalfe PD, Luerssen TG, King SJ, Kaefer M, Meldrum KK, Cain MP, Rink RC, Casale AJ (2006): TREATMENT OF THE OCCULT TETHERED SPINAL CORD FOR NEUROPATHIC BLADDER: RESULTS OF SECTIONING THE FILUM TERMINALE. *J Urol* 176, 1826-1830
  69. Milhorat TH (2000): CLASSIFICATION OF SYRINGOMYELIA. *Neurosurg Focus* 8, 1-6
  70. Mitchell LE, Adzick NS, Melchionne J, Pasquariello PS, Suttan LN, Whitehead AS (2004): SPINA BIFIDA. *Lancet* 364, 1885-1895
  71. Moore KL, Persaud TVN: EMBRYOLOGIE LEHRBUCH UND ATLAS DER ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DES MENSCHEN. 4. Auflage; Schattauer Verlag, Stuttgart, New York 1996 S. 463

72. Moretti ME, Bar-Oz B, Fried S, Koren G (2005): MATERNAL HYPERTHERMIA AND THE RISK FOR NEURAL TUBE DEFECTS IN OFFSPRING. *Epidemiology* 16, 216-219
73. Mulholland CB, Aranda G, Arrendo LA, Calgna E, Contreras F, Espinoza DM, Gonzalez JB, Hoil JA, Komolafe E, Lazareff JA, Liu Y, Soto-Mancilla JL (2011): THE INTERNATIONAL TETHERED CORD PARTNERSHIP: BEGINNINGS, PROCESS, AND STATUS. *Surg Neurol Int* 2, 38
74. Muzumdar D, Bhatt Y, Sheth J (2008): INTRAMEDULLARY CERVICAL NEUROENTERIC CYST MIMICKING AN ABSCESS. *Pediatr Neurosurg* 44, 55-61
75. NINDS National Institute of Neurological Disorders and Stroke [http://www.ninds.nih.gov/disorders/chiari/detail\\_chiari.htm](http://www.ninds.nih.gov/disorders/chiari/detail_chiari.htm) 28.12.2007 16 Uhr
76. Northrup H, Volcik KA (2000): SPINA BIFIDA AND OTHER NEURAL TUBE DEFECTS. *Curr Probl Pediatr* 30, 317-332
77. Oakes WJ, Tubbs RS (2004): MANAGEMENT OF THE CHIARI MALFORMATION AND SPINAL DYSRAPHISM. *Clin Neurosurg* 51, 48-52
78. O'Rahilly R und Müller F: EMBRYOLOGIE AND TERATOLOGIE DES MENSCHEN. 1.Auflage; Hans Huber Verlag, Bern, Göttingen, Toronto, Seattle 1999 S.419
79. Padmanabhan R (2006): ETIOLOGY, PATHOGENESIS AND PREVENTION OF NEURAL TUBE DEFECTS. *Congenit Anom* 46, 55-67
80. Perrin RG, Fehlings M (2004): THE ETIOLOGY OF SYRINGOMYELIA IN ASSOCIATION WITH LESIONS OF THE FORAMEN MAGNUM. *J Neurol Sci* 220, 1-2
81. Phuong LK, Schoeberl KA, Raffel C (2002): NATURAL HISTORY OF TETHERED CORD IN PATIENTS WITH MENINGOMYELOCELE. *Neurosurgery* 50(5), 989-993
82. Pierre-Kahn A, Zerah M, Renier D, Cinalli G, Sainte-Rose C, Lellouch-Tubiana A, Brunelle F, Le Merrer M, Giudicelli Y, Pichon J, Kleinknecht B, Nataf F (1997): CONGENITAL LUMBOSACRAL LIPOMAS. *Childs Nerv Syst* 13, 298-334
83. Proctor MR, Bauer SB, Scott RM (2000): THE EFFECT OF SURGERY FOR SPLIT SPINAL CORD MALFORMATION ON NEUROLOGIC AND UROLOGIC FUNCTION. *Pediatr Neurosurg* 32(1), 13-9
84. Quinones-Hinojosa A, Gadkary CA, Gulati M, Von Koch CS, Lyon R, Weinstein PR, Yingling CD (2004): NEUROPHYSIOLOGICAL MONITORING FOR SAFE

- SURGICAL TETHERED CORD SYNDROME RELEASE IN ADULTS. *Surg Neurol* 62, 127-135
85. Rajpal S, Tubbs RS, George T, Oakes WJ, Fuchs HE, Hadley MN, Iskandar BJ (2007): TETHERED CORD DUE TO SPINA BIFIDA OCCULTA PRESENTING IN ADULTHOOD: A TRICENTER REVIEW OF 61 PATIENTS. *J Neurosurg Spine* 6, 210-215
  86. Ramnarayan R, Dominic A, Alapatt J, Buxton N (2006): CONGENITAL SPINAL DERMAL SINUSES: POOR AWARENESS LEADS TO DELAYED TREATMENT. *Childs Nerv Syst* 22, 1220-1224
  87. Ray JG, Vermeulen MJ, Meier C, Wyatt PR (2004): RISK OF CONGENITAL ANOMALIES DETECTED DURING ANTENATAL SERUM SCREENING IN WOMEN WITH PREGESTATIONAL DIABETES. *QJ Med* 97, 651-653
  88. Reimann AF, Anson BJ (1944): VERTEBRAL LEVEL OF TERMINATION OF THE SPINAL CORD WITH REPORT OF A CASE OF SACRAL CORD. *Anat Rec* 88, 127-138
  89. Rendeli C, Ausili E, Tabacco F, Focarelli B, Massimi L, Daldarelli M, Tamburrini G, Di Rocco C (2007): URODYNAMIC EVALUATION IN CHILDREN WITH LIPOMENINGOCELE: TIMING FOR NEUROSURGERY, SPINAL CORD TETHERING AND FOLLOW UP. *J Urol* 177, 2319-2324
  90. Rogers HM, Long DM, Chou SN, French LA (1971): LIPOMAS OF THE SPINAL CORD AND CAUDA EQUINA. *J Neurosurg* 34, 349-354
  91. Sarwar M, Virapongse C, Bhimani S (1984): PRIMARY TETHERED CORD SYNDROME: A NEW HYPOTHESIS OF ITS ORIGIN. *AJNR* 5(3), 235-242
  92. Schaffer K, Preisz H 1892: ÜBER HYDROMYELIE UND SYRINGOMYELIE. *Eur Arch Psychiat Clin Neurosci* 23(1), 1-39
  93. Schijman E (2004): HISTORY, ANATOMIC FORMS, AND PATHOGENESIS OF CHIARI I MALFORMATIONS. *Childs Nerv Syst* 20, 323-328
  94. Schoenmakers MA, Gooskens RHJM, Gulmans VAM, Hanlo PW, Vandertop WP, Uiterwaal CSPM, Helders PJM (2003): LONG-TERM OUTCOME OF NEUROSURGICAL UNTETHERING ON NEUROSEGMENTAL MOTOR AND AMBULATION LEVELS. *Dev Med Child Neurol* 45,551-555
  95. Sebold CD, Melvin EC, Siegel D, Mehlretter L,Enterline DS, Nye JS, Kessler J, Bassuk A, Speer MC, George TM, u.a.(2005): RECURRENCE RISKS FOR

- NEURAL TUBE DEFECTS IN SIBLINGS OF PATIENTS WITH LIPOMYELOMENINGOCELE. *Genet Med* 7, 64-67
96. Selcuki M, Ünlü A, Ugur HC, Soygür T, Arikan N, Selcuki D (2000): PATIENTS WITH URINARY INCONTINENCE OFTEN BENEFIT FROM SURGICAL DETETHERING OF TIGHT FILUM TERMINALE. *Childs Nerv Syst* 16,150-155
97. Stevenson KL (2004): CHIARI TYPE II MALFORMATION: PAST, PRESENT AND FUTURE. *Neurosurg Focus* 16, 1-7
98. Stolke D, Zumkeller M, Seifert V (1988): INTRASPINAL LIPOMAS IN INFANCY AND CHILDHOOD CAUSING A TETHERED CORD SYNDROME. *Neurosurg Rev* 11, 59-65
99. Suarez L, Felkner M, Hendricks K (2004): THE EFFECT OF FEVER, FEBRILE ILLNESS, AND HEAT EXPOSURES ON THE RISK OF NEURAL TUBE DEFECTS IN A TEXAS-MEXICO BORDER POPULATION. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol* 70(10), 815-819
100. Van Calenbergh F, Vanvolsem S, Verpoorten C, Lagae L, Casaer P, Plets C (1999): RESULTS AFTER SURGERY FOR LUMBOSACRAL LIPOMA: THE SIGNIFICANCE OF EARLY AND LATE WORSENING. *Childs Nerv Syst* 15, 439-442
101. Van der Meulen WDM, Hoving EW, Staal- Schreinemacher A, Begeer JH (2002): ANALYSIS OF DIFFERENT TREATMENT MODALITIES OF TETHERED CORD SYNDROME. *Childs Nerv Syst* 18,513-517
102. Van Leeuwen R, Notermans NC, Vandertop P (2001): SURGERY IN ADULTS WITH TETHERED CORD SYNDROM: OUTCOME STUDY WITH INDEPENDENT CLINICAL REVIEW. *J Neurosurg* 94(2 Suppl):205-209.
103. Von Koch CS, Quinones-Hinojosa A, Gulati M, Lyon R, Peacock WJ, Yingling CD (2002): CLINICAL OUTCOME IN CHILDREN UNDERGOING TETHERED CORD RELEASE UTILIZING INTRAOPERATIVE NEUROPHYSIOLOGICAL MONITORING. *Pediatr Neurosurg* 37, 81-86
104. Warder DE, Oakes WJ (1993): TETHERED CORD SYNDROME AND THE CONUS IN A NORMAL POSITION. *Neurosurgery* 33 (3), 374-378
105. Warder DE, Oakes WJ (1994): TETHERED CORD SYNDROME: THE LOW-LYING AND NORMALLY POSITIONED CONUS. *Neurosurgery* 34 (4), 597-600



106. Wehby MC, O'Hollaren PS, Abtin K, Hume JL, Richards BJ (2004): OCCULT TIGHT FILUM TERMINALE SYNDROME: RESULTS OF SURGICAL UNTETHERING. *Pediatric Neurosurg* 40, 51-57
107. Wilson DA, Prince JR (1989): MR IMAGING DETERMINATION OF THE LOCATION OF THE NORMAL CONUS MEDULLARIS THROUGHOUT CHILDHOOD. *AJR* 152, 1029-1032
108. Wippold FJ, Citrin C, Barkovich AJ, Sherman JS (1987): EVALUATION OF MR IN SPINAL DYSRAPHISM WITH LIPOMA: COMPARISON WITH METRIZAMIDE COMPUTED TOMOGRAPHY. *Pediatr Radiol* 17, 184-188
109. Wisoff JH (1988): HYDROMYELIA: A CRITICAL REVIEW. *Childs Nerv Syst* 4, 1-8
110. Wolf S, Schneble F, Tröger J (1992): THE CONUS MEDULLARIS: TIME OF ASCENDENCE TO NORMAL LEVEL. *Pediatr Radiol* 22, 590-592
111. Wu HY, Kogan BA, Baskin LS, Edwards MSB (1998): LONG-TERM BENEFITS OF EARLY NEUROSURGERY FOR LIPOMYELOMENINGOCELE. *J Urol* 160(2), 511-514
112. Xenos C, Sgouros S, Walsh R, Hockley A (2000): SPINAL LIPOMAS IN CHILDREN. *Pediatr Neurosurg* 32, 295-307
113. Xiao KZ, Zhang ZY, Su YM, Liu FQ, Yan ZZ, Jiang ZQ, Zhou SF, He WG, Wang BY, Jiang HP, Yang HG, Li MM, Ju ZH, Hong SQ, Yao JS, Xing GK, Li H, Den HY, Yu WZ, Chen HX, Liu LW, Bao GZ, Shang HQ, Zhou, MM, Ciren ZM, Zhang YJ, Tan XL, Li YZ, Zhou GZ, Jia WG (1990): CENTRAL NERVOUS SYSTEM CONGENITAL MALFORMATIONS, ESPECIALLY NEURAL TUBE DEFECTS IN 29 PROVINCES, METROPOLITAN CITIES AND AUTONOMOUS REGIONS OF CHINA: CHINESE BIRTH DEFECTS MONITORING PROGRAM. *Int J Epidemiol* 19, 978-982
114. Yamada S, Won DJ (2007): WHAT IS THE TRUE TETHERED CORD SYNDROM? *Childs Nerv Syst* 23, 371-375
115. Yamada S, Zinke DE, Sanders D (1981): PATHOPHYSIOLOGY OF "TETHERED CORD SYNDROME". *J Neurosurg* 54, 494-503
116. Yamada S, Won DJ, Yamada SM (2004): PATHOPHYSIOLOGY OF TETHERED CORD SYNDROME: CORRELATION WITH SYMPTOMATOLOGY. *Neurosurg Focus* 16(2), 1-5

117. Yamanaka T, Hashimoto N, Sasajima H, Mineura K (2001): A CASE OF DIASTEMATOMYELIA ASSOCIATED WITH MYELOSCHISIS IN A HEMICORD. *Pediatr Neurosurg* 35, 253-256
118. Zülch KJ: HISTOLOGICAL TYPING OF TUMOURS OF THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM. INTERNATIONAL HISTOLOGICAL CLASSIFICATION OF TUMORS, Ausgabe 21; WORLD HEALTH ORGANIZATION, Geneva 1979

## 8 Anhang

### 8.1 Tabellen TCS: Operationsergebnisse der Jahre 1998 bis 2009 bei Kindern und Erwachsenen aus Europa, den USA und Kanada

Die nachfolgenden Tabellen beziehen sich auf Studienergebnisse aus Europa, den USA und Kanada. Die Publikationen wurden im Zeitraum von 1998 bis 2009 veröffentlicht, und mit Kindern und Erwachsenen, die aufgrund eines TC operiert wurden, durchgeführt. Die Darstellung der Studien erfolgt chronologisch, beginnend mit der ältesten.

**Tabelle 1**

Autor/ Jahr	Cornette et al. 1998	Iskandar et al. 1998	Giddens et al. 1999
Fallzahl*	12	34	19
Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt in Jahren	Gr.2*: 1,5 Gr.3**:,0,8	34	39,6
Diagnose	SBO mit lumbosakralem Lipom	Congenitales adultes TCS	58% adultes TCS 42% sekundäres TCS
Follow-Up-Zeit in Monaten	Gr.2:25 Gr.3:37+/-14	48	12,5 (1-40)
Komplikationen	8%	3% Austritt von Liquor, 15% Pseudomeningozelen	Keine Angabe
neues Defizit	0%	Keine Angabe	Keine Angabe
Operationsergebnis Neuro	Gr.2:100% Regredienz von Anzeichen UMN Dysfunktion Gr.3: 100% Regredienz von Anzeichen UMN Dysfunktion	<i>Schmerz:</i> 81% regredient, 15% unverändert, 4% progredient <i>motorisch/ sensorische Störung:</i> 48% besser, 44% unverändert, 7% progredient	Keine Angabe
Operationsergebnis Uro	<i>Blasenfunktion:</i> Gr2:100% besser; Gr.3: 60% besser;40% unverändert	<i>Blasen/ Mastdarmfunktion:</i> 61% besser, 33% unverändert, 6% progredient	<i>Blasenfunktion:</i> 27% besser, 73% unverändert
Operationsergebnis Ortho	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
Operationsergebnis Gang/Haltung	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe

\*Bezieht sich auf operierte Patienten/Kollektiv

Legende Tabelle 1:	
Follow-Up-Zeit:	Postoperativer Untersuchungszeitraum
OP:	Operation
Ortho:	Orthopädische Symptome
Uro:	Urologische Symptome
Neuro:	Neurologische Symptome
SBO:	Spina bifida occulta
TCS:	Tethered Cord Syndrome
Gr:	Gruppe
Gr.2*:	Symptomentwicklung nach asymptomatischer Periode
Gr.3**:	Symptome von Geburt an bestehend
Operationsergebnis:	Angegebene postoperative Resultate/Studie
UMN:	Upper motor neuron

Tabelle 2

Autor/ Jahr	Wu et al. 1998	Van Calenbergh et al. 1999	Akay et al. 2000
Fallzahl*	43	32	10
Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt in Jahren	Patienten jünger als 1,5 Jahre Patienten älter als 1,5	Kinder: 1,7 / Erwachsene: 16- 50 *	24
Diagnose	Lipomyelomeningozele	Konuslipom/ Lipomyeloschisis	adultes TCS gemischter Ursache
Follow-Up-Zeit in Monaten	Patienten jünger als 1,5 Jahre bei OP: 68, Patienten älter als 1,5 Jahre bei OP: 69	36	18,7
Komplikationen	Keine Angabe	40%	Keine Angabe
neues Defizit	Keine Angabe	22%	0%
Operationsergebnis Neuro	Keine Angabe	<i>Sensorik:</i> 16% besser, 75% unverändert, 9% progredient <i>Reflexe:</i> 16% besser, 63% unverändert, 22% progredient, <i>Motorik:</i> 31% besser, 53% unverändert, 15% progredient <i>Schmerz:</i> 28% regredient, 72% unverändert	<i>Schmerz:</i> 100% regredient
Operationsergebnis Uro	<i>Blasen und/ Mastdarmfunktion:</i> 84% unverändert, 16% progredient	<i>Urodynamik:</i> 41% besser, 50% unverändert, 9% progredient	<i>Blasen- /Mastdarmfunktion:</i> 75% besser, 25% unverändert
Operationsergebnis Ortho	Keine Angabe	6,25% besser, 69% unverändert, 22% progredient	Keine Angabe
Operationsergebnis Gang/ Haltung	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe

\*Bezieht sich auf operierte Patienten/Kollektiv

<b>Legende Tabelle 2:</b>	
Follow-Up-Zeit:	Postoperativer Untersuchungszeitraum
OP:	Operation
Ortho:	Orthopädische Symptome
Uro:	Urologische Symptome
Neuro:	Neurologische Symptome
TCS:	Tethered Cord Syndrome
Operationsergebnis:	Angegebene postoperative Resultate/Studie
*:	Genaue Angabe zum Altersdurchschnitt fehlt in Studie

**Tabelle 3**

<b>Autor/ Jahr</b>	<b>Proctor et al. 2000</b>	<b>Selcuki et al. 2000</b>	<b>Xenos et al. 2000</b>
<b>Fallzahl*</b>	Gr. 1: 11 Gr. 2: 4	77	59
<b>Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt in Jahren</b>	Gr.1: 1,4 Gr. 2: 21	Gr. 1: 10,2 Gr. 2: 6,3	4,8
<b>Diagnose</b>	Split spinal cord malformation	Gr.1: primär TCS Gr.2: sekundär TCS	Lipome
<b>Follow-Up-Zeit in Monaten</b>	Gr1: 67,2 Gr. 2: 180	Gr. 1: 18 Gr. 2: 15	61,8
<b>Komplikationen</b>	Gr.1:Keine Angabe Gr. 2: 25%	5%	18%
<b>neues Defizit</b>	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
<b>Operationsergebnis Neuro</b>	<i>motorische Störung:</i> Gr. 1: 45% besser 45% unverändert, 9% progredient; Gr. 2: 50% besser 25% unverändert 25% progredient <i>Sensorische Störung:</i> Gr. 1: 9% besser 73% unverändert, 18% progredient Gr.2: 25% besser 25%unverändert 50% progredient	Keine Angabe	<i>Motorik:</i> Bei 15 % der Patienten besser; Bei 73% der Patienten unverändert; Bei 12% der Patienten progredient <i>Sensorik:</i> Bei 20% der Patienten besser; Bei 74% der Patienten unverändert; Bei 5% der Patienten progredient
<b>Operationsergebnis Uro</b>	Gr. 1: 27% besser, 45% unverändert, 27% progredient Gr. 2: 25% besser 25% unverändert 50% progredient	<i>Blasenfunktion:</i> Gr.1: 58% besser, Gr.2: 29% besser	<i>Blasenfunktion:</i> Bei 20%der Patienten regredient; Bei 71% der Patienten unverändert; Bei 8% der Patienten progredient <i>Mastdarmfunktion:</i> Bei 17% der Patienten regredient; Bei 74% der Patienten unverändert; Bei 8% der Patienten progredient
<b>Operationsergebnis Ortho</b>	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
<b>Operationsergebnis Gang/Haltung</b>	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe

\*Bezieht sich auf operierte Patienten/Kollektiv

**Legende: Tabelle 3**

Follow-Up-Zeit:	Postoperativer Untersuchungszeitraum
OP:	Operation
Ortho:	Orthopädische Symptome
Uro:	Urologische Symptome
Neuro:	Neurologische Symptome
TCS:	Tethered Cord Syndrome
Operationsergebnis:	Angegebene postoperative Resultate/Studie
Gr:	Gruppe

**Tabelle 4**

<b>Autor/ Jahr</b>	<b>Bowman et al. 2001</b>	<b>Hüttmann et al. 2001</b>	<b>Van Leeuwen et al. 2001</b>
<b>Fallzahl*</b>	23	54	51
<b>Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt in Jahren</b>	10,9 *1	34	41
<b>Diagnose</b>	sekundäres TCS	adultes TCS gemischter Ursache	adultes TCS gemischter Ursache
<b>Follow-Up-Zeit in Monaten</b>	Keine Angabe	6, gesamte Follow-Up Zeit 96	6
<b>Komplikationen</b>	17%	19% Austritt von Liquor, 4% Wundinfektionen, 2% subkutanes Hämatom, 2% Pseudomeningozele und epidurales Hämatom	14%
<b>neues Defizit</b>	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe
<b>Operationsergebnis Neuro</b>	<i>Schwäche:</i> 100% regredient <i>Spastik:</i> 83% regredient 17% unverändert <i>Schmerz:</i> 100% regredient	<i>Schmerz:</i> 91% regredient 5% unverändert 5% progredient  <i>Spastik:</i> 63% regredient  <i>Parese:</i> 44% regredient  <i>Sensibilität:</i> 36% besser	<i>Schwäche:</i> 26% regredient, 3,5% progredient, 67% unverändert  <i>Schmerz:</i> 55% regredient, 39% unverändert, 6% progredient  <i>Sensibilität:</i> 10% besser, 86% unverändert, 4% progredient
<b>Operationsergebnis Uro</b>	<i>Blasen- /Mastdarmfunktion:</i> 66% besser, 33% unverändert	<i>Blasenfunktion:</i> 44% besser	<i>Blasenfunktion:</i> 14% besser, 86% unverändert
<b>Operationsergebnis Ortho</b>	<i>Skoliose:</i> 50% regredient 50% unverändert <i>Kontraktur UE:</i> 33% besser 66% stabil	<i>Skelettdeformitäten:</i> 100% keine Besserung	Keine Angabe
<b>Operationsergebnis Gang/ Haltung</b>	75% besser 13% unverändert 13% zunehmend	30% besser	33% besser 86% unverändert 4% progredient

\*Bezieht sich auf operierte Patienten/Kollektiv

<b>Legende: Tabelle 4</b>	
Follow-Up-Zeit:	Postoperativer Untersuchungszeitraum
OP:	Operation
Ortho:	Orthopädische Symptome
Uro:	Urologische Symptome
Neuro:	Neurologische Symptome
TCS:	Tethered Cord Syndrom
Operationsergebnis:	Angegebene postoperative Resultate/Studie
*1:	Durchschnittsalter bei Diagnose, keine Angabe über Patientenalter zum Operationszeitpunkt
UE:	Untere Extremität

**Tabelle 5:**

In der Studie von Van der Meulen und seinen Mitarbeitern wurden die TC- Patienten in vier Gruppen unterteilt. Gruppe eins schloss Patienten mit asymptomatischem TCS ein, die sich einer prophylaktischen Operation unterzogen. Patienten der Gruppe zwei wurden aufgrund einer Progression von Symptomen operativ behandelt. In der dritten Gruppe wurden die Patienten zunächst konservativ behandelt. Bei progressivem Symptomverlauf wurde operativ interveniert. Die Patienten der Gruppe vier wurden konservativ behandelt. Unterschiede in der Regredienz der verschiedenen Symptome zwischen Gruppe zwei bis vier wurden hier zusammengefasst.

<b>Autor/ Jahr</b>	<b>Von Koch et al.2002</b>	<b>Van der Meulen et al. 2002</b>	<b>Schoenmakers et al. 2003</b>
<b>Fallzahl*</b>	25	31	44
<b>Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt in Jahren</b>	0,3-12	Gr1 :1,9; Gr2.19,3; Gr 3:24	6,2
<b>Diagnose</b>	Verdicktes Filum terminale, und oder tief stehender Conus medullaris	SBO	Meningomyelozele Lipomyelomeningozele Andere spinale Dysraphien
<b>Follow-Up-Zeit in Monaten</b>	3-42	Gr1: 68,4 Gr 2: 85,2 Gr 3: 61,2	85
<b>Komplikationen</b>	Keine Angabe	Gr.1: 33%, Gr.2:30%, Gr.3: 33%	16%
<b>neues Defizit</b>	Keine Angabe	Gr.1:1 Pat.1(8%) temporäre Blasenentleerungsstörung, Gr.2:2 Pat (20%) partielles Kaudasyndrom, temporäre Blasenentleerungsstörung Gr.3: 1 Pat. (11%) Blasenentleerungsstörung	0%
<b>Operationsergebnis Neuro</b>	<i>Schwäche:</i> 36% regredient, 64% unverändert, 0% progredient <i>Schmerz:</i> 29% regredient, 71% unverändert , 0% progredient	<i>Allgemein neurologisch:</i> Gr.1: 100% unverändert; Gr.2: verbessert 40%, stabil40%,progredient (20%) Gr.3: 22% regredient,44% unverändert,progredient:33% <i>Schmerz:</i> Gr.2: 60% regredient, 40% progredient; Gr.3: 100% regredient	<b>Motorik:</b> 6 Monate postoperativ: 100% unverändert, anschließend: 7% regredient, 82% unverändert, 11% progredient
<b>Operationsergebnis Uro</b>	<i>Blase/Mastdarmfunktion:</i> 16% besser, 84% unverändert, 0% progredient	Gr.1: 100% unverändert; Gr.2: 50% regredient; 50% progredient; Gr.3: 66% unverändert,33%progredient	Keine Angabe
<b>Operationsergebnis Ortho</b>	Keine Angabe	Gr.1:100% unverändert; Gr.2:40% unverändert, 60% progredient; Gr.3: 40% unverändert, 50% progredient	Keine Angabe
<b>Operationsergebnis Gang/ Haltung</b>	Keine Angabe	Keine Angabe	59% unverändert, 11% progredient, 30% *1

\*Bezieht sich auf operierte Patienten/Kollektiv



**Legende: Tabelle 5**

Follow-Up-Zeit:	Postoperativer Untersuchungszeitraum
OP:	Operation
Ortho:	Orthopädische Symptome
Uro:	Urologische Symptome
Neuro:	Neurologische Symptome
TCS:	Tethered Cord Syndrome
Operationsergebnis:	Angegebene postoperative Resultate/Studie
Gr:	Gruppe
SBO:	Spina bifida occulta
*1:	zu jung für die Bewertung des Gangbildes

**Tabelle 6**

<b>Autor/ Jahr</b>	<b>Haberl et al. 2004</b>	<b>Quinones- Hinojosa et al. 2004</b>	<b>Wehby et al. 2004</b>
<b>Fallzahl*</b>	77	13	60
<b>Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt in Jahren</b>	9 (Patienten mit Z.n. MMC Verschluss);12 (wiederholte TC-OP)	41	8
<b>Diagnose</b>	Sekundäres TCS	adultes TCS gemischter Ursache	OSD (occult Filum terminale)
<b>Follow-Up-Zeit in Monaten</b>	57,6	6,8	13,9
<b>Komplikationen</b>	8%	15%	Keine Angabe
<b>neues Defizit</b>	Keine Angabe	0%	0%
<b>Operationsergebnis Neuro</b>	<i>Spastik:</i> Bei 25% der Patienten reduziert; Bei 19% der Patienten progredient; Bei 56% der Patienten unverändert <i>Schmerzen:</i> Bei 23% der Patienten reduziert; Bei 77% der Patienten unverändert	<i>Motorik:</i> 50% besser, 13% unverändert, 38% progredient  <i>Sensibilitätsstörung:</i> 50% besser, 30% unverändert, 20% progredient,  <i>Schmerzen:</i> 63% regredient, 25% unverändert, 13% progredient,	<i>Schwäche:</i> 100% regredient <i>Sensibilitätsstörung:</i> 100% regredient <i>Schmerz:</i> 100% regredient
<b>Operationsergebnis Uro</b>	<i>Blasenfunktion:</i> Bei 38% der Patienten verbessert; Bei 63% der Patienten unverändert <i>Mastdarmfunktion:</i> Bei 100% der Patienten unverändert	<i>Blasen-/ Mastdarmfunktion:</i> 60% regredient, 30% unverändert, 10% progredient	<i>Blasenfunktion:</i> 98% regredient, 2% unverändert, <i>Mastdarmfunktion:</i> 97% regredient, 3% unverändert
<b>Operationsergebnis Ortho</b>	<i>Skoliose:</i> Bei 46% der Patienten reduziert; Bei 46% der Patienten unverändert; Bei 8% der Patienten progredient	Keine Angabe	Keine Angabe
<b>Operationsergebnis Gang/Haltung</b>	Keine Angabe	Keine Angabe	100% Besserung

\*Bezieht sich auf operierte Patienten/Kollektiv

<b>Legende: Tabelle 6</b>	
Follow-Up-Zeit:	Postoperativer Untersuchungszeitraum
OP:	Operation
Ortho:	Orthopädische Symptome
Uro:	Urologische Symptome
Neuro:	Neurologische Symptome
TCS:	Tethered Cord Syndrome
Operationsergebnis:	Angegebene postoperative Resultate/Studie
Gr:	Gruppe
MMC:	Myelomeningozele
TC:	Tethered Cord

**Tabelle 7**

<b>Autor/ Jahr</b>	<b>Guerra et al. 2006</b>	<b>Lee et al. 2006</b>	<b>Metcalf et al. 2006</b>
<b>Fallzahl*</b>	24	60	36
<b>Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt in Jahren</b>	6	43	8,3
<b>Diagnose</b>	OSD	adultes TCS gemischter Ursache	OSD
<b>Follow-Up-Zeit in Monaten</b>	6	41,5	49
<b>Komplikationen</b>	keine Angabe	23%	6%
<b>neues Defizit</b>	13% urodynamische Veränderungen, zu den übrigen Kategorien – keine Angaben	10%	0%
<b>Operationsergebnis Neuro</b>	Keine Angabe	<i>Rückenschmerz:</i> 78% regredient, 19% unverändert, 3% progredient <i>Beinschmerzen:</i> 83% regredient, 10% unverändert, 7% progredient  <i>Schwäche:</i> 64% regredient, 27% unverändert, 9% progredient  <i>Sensibilitätsstörung:</i> 45% regredient, 50% unverändert, 5% progredient	Keine Angabe
<b>Operationsergebnis Uro</b>	<i>Blasenfunktion:</i> 86% besser, <i>Mastdarmfunktion:</i> 60% regredient, HWI:17% regredient	<i>Blasenfunktion:</i> 50% besser, 45% unverändert, 5% progredient	<i>Blasenfunktion:</i> 72% besser, <i>Mastdarmfunktion:</i> Obstipation:92% regredient, Enkopresis 83% regredient
<b>Operationsergebnis Ortho</b>	Keine Angabe	<i>Fußdeformitäten/ Skoliose:</i> 0% Progression	Keine Angabe
<b>Operationsergebnis Gang/Haltung</b>	Keine Angabe	Keine Angabe	Keine Angabe

\*Bezieht sich auf operierte Patienten/Kollektiv

<b>Legende: Tabelle 7</b>	
Follow-Up-Zeit:	Postoperativer Untersuchungszeitraum
OP:	Operation
Ortho:	Orthopädische Symptome
Uro:	Urologische Symptome
Neuro:	Neurologische Symptome
TCS:	Tethered Cord Syndrome
Operationsergebnis:	Angegebene postoperative Resultate/Studie
OSD:	Okkulte spinale Dysraphie
HWI:	Harnwegsinfekt

**Tabelle 8**

<b>Autor/ Jahr</b>	<b>Abrahamsson et al. 2007</b>	<b>Rajpal et al. 2007</b>	<b>Bowman et al. 2009</b>
<b>Fallzahl*</b>	20	61	114
<b>Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt in Jahren</b>	8	36	7
<b>Diagnose</b>	Myelomeningozele/ sekundäres TCS	adultes TCS SBO	Sekundäres TCS nach Myelomeningozele verschluss
<b>Follow-Up-Zeit in Monaten</b>	12	91,9	144 (1- 280)
<b>Komplikationen</b>	Keine Angabe	10%	4% Austritt von Liquor, 7% Wunddehiszenz/ Infektion, 2% Meningitis
<b>neues Defizit</b>	Keine Angabe	Keine Angabe	2,6%
<b>Operationsergebnis Neuro</b>	Keine Angabe	<i>Rückenschmerzen:</i> 65% regredient ,18% unverändert, 18% progredient, davon 15% kurzzeitig besser <i>Störg UE*1:</i> 46% besser, 35% unverändert, 19% progredient, davon 15% kurzzeitig besser	<i>Schwäche der UE:</i> 70% regredient, 28% unverändert, 2% progredient <i>Spastik:</i> 63% regredient, 37% unverändert <i>Schmerzen:</i> 100% regredient
<b>Operationsergebnis Uro</b>	<i>Blasenfunktion:</i> 35% besser, 5% progredient	<i>Blasen/ Mastdarmfunktion:</i> 62% besser, 29% unverändert, 10% progredient, davon 5% kurzzeitig besser	<i>Blasenfunktion:</i> 67% besser, 30% unverändert, 3% progredient
<b>Operationsergebnis Ortho</b>	Keine Angabe	Keine Angabe	<i>Skoliose:</i> 17% besser; 9% unverändert; 24% Progression. <i>Kontrakturen der UE:</i> 22% besser; 78% unverändert
<b>Operationsergebnis Gang/ Haltung</b>	Keine Angabe	Keine Angabe	78% besser, 17% unverändert, 3% progredient

\*Bezieht sich auf operierte Patienten/Kollektiv

**Legende: Tabelle 8**

Follow-Up-Zeit:	Postoperativer Untersuchungszeitraum
OP:	Operation
Ortho:	Orthopädische Symptome
Uro:	Urologische Symptome
Neuro:	Neurologische Symptome
TCS:	Tethered Cord Syndrome
Operationsergebnis:	Angegebene postoperative Resultate/Studie
SBO:	Spina bifida occulta
UE:	Untere Extremität
*1:	Störungen der Unteren Extremität (Schmerz, Schwäche, Taubheit)

**Tabelle 9**

<b>Autor/ Jahr</b>	<b>Garcés-Ambrossi et al. 2009</b>
<b>Fallzahl*</b>	29
<b>Durchschnittsalter zum Operationszeitpunkt in Jahren</b>	38+/-13
<b>Diagnose</b>	Adultes TCS gemischte Ursachen
<b>Follow-Up-Zeit in Monaten</b>	32
<b>Komplikationen</b>	10% Infektion 10% Liquorausstritt
<b>neues Defizit</b>	Keine Angabe
<b>Operationsergebnis Neuro</b>	<i>Schmerz:</i> 81% regredient, <i>Schwäche UE:</i> 70% regredient,
<b>Operationsergebnis Uro</b>	<i>Blasenfunktion:</i> 50% regredient
<b>Operationsergebnis Ortho</b>	Keine Angabe
<b>Operationsergebnis Gang/ Haltung</b>	Keine Angabe

\*Bezieht sich auf operierte Patienten/Kollektiv

**Legende: Tabelle 9**

Follow-Up-Zeit:	Postoperativer Untersuchungszeitraum
OP:	Operation
Ortho:	Orthopädische Symptome
Uro:	Urologische Symptome
Neuro:	Neurologische Symptome
TCS:	Tethered Cord Syndrome
Operationsergebnis:	Angegebene postoperative Resultate/Studie
UE:	Untere Extremität

## 8.2 Statistik

### 8.2.1 ANOVA

#### Deskriptive Statistik :

Gesamtsymptome gegenüber dem Symptom Motorik, ohne die Symptome Schmerz und Sensibilität:

	Anzahl	Durchschnitt	Standard- abweichung	Standardfehler	95% Konfidenz- intervall		Minimum	Maximum
					Unter - grenze	Ober- grenze		
-1,00	7	2,4286	1,27242	,48093	1,2518	3,6054	,00	4,00
,00	32	2,1563	1,81587	,32100	1,5016	2,8109	,00	5,00
Gesamt	39	2,2051	1,71954	,27535	1,6477	2,7625	,00	5,00

#### Test auf Varianzhomogenität

Gesamtsymptome gegenüber dem Symptom Motorik, ohne die Symptome Schmerz und Sensibilität:

Levene Statistik	df1	df2	Sig.
4,301	1	37	,045

#### ANOVA

Gesamtsymptome gegenüber dem Symptom Motorik, ohne die Symptome Schmerz und Sensibilität:

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Zwischen den Gruppen	,426	1	,426	,141	,710
Innerhalb der Gruppen	111,933	37	3,025		
Gesamt	112,359	38			

#### Welch-Test:

Robustes Testverfahren zur Prüfung auf Gleichheit der Mittelwerte der Gesamtsymptome gegenüber dem Symptom Motorik, ohne die Symptome Schmerz und Sensibilität:

	Statistik (A*)	df1	df2	Sig.
Welch	,222	1	12,073	,646

A\* asymptotisch F- verteilt

## Deskriptive Statistik :

**Gesamtsymptome gegenüber dem Symptom Fuß, ohne die Symptome Schmerz und Sensibilität:**

	Anzahl	Durchschnitt	Standard- abweichung	Standardfehler	95% Konfidenz- intervall		Minimum	Maximum
					Unter - grenze	Ober- grenze		
-1,00	9	2,1111	1,53659	,51220	,9300	3,2922	,00	4,00
,00	33	2,2727	1,85864	,32355	1,6137	2,9318	,00	5,00
Gesamt	42	2,2381	1,77804	,27436	1,6840	2,7922	,00	5,00

## Test auf Varianzhomogenität:

**Gesamtsymptome gegenüber dem Symptom Fuß, ohne die Symptome Schmerz und Sensibilität:**

Levene Statistik	df1	df2	Sig.
1,843	1	40	,182

## ANOVA:

**Gesamtsymptome gegenüber dem Symptom Fuß, ohne die Symptome Schmerz und Sensibilität:**

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Zwischen den Gruppen	,185	1	,185	,057	,812
Innerhalb der Gruppen	129,434	40	3,236		
Gesamt	129,619	41			

## Welch-Test:

**Robustes Testverfahren zur Prüfung auf Gleichheit der Mittelwerte: der Gesamtsymptome gegenüber dem Symptom Fuß, ohne die Symptome Schmerz und Sensibilität:**

	Statistik (A*)	df1	df2	Sig.
Welch	,071	1	15,059	,793

A\* asymptotisch F- verteilt



## 8.2.2 Chi-Quadrat-Test

### Verarbeitete Fälle

	Fälle					
	Gültig		Fehlend		Gesamt	
	N	Prozent	N	Prozent	N	Prozent
Motorik/Fuß*	48	100%	0	0%	48	100%

\* Vergleich von Patienten mit Fußdeformitäten und motorischem Defizit

### Vergleich von Patienten mit Fußdeformitäten und motorischem Defizit:

		Fußveränderung		Gesamt
		,00	1,00	
Motorik Veränderung	.00 Anzahl	26	11	37
	% innerhalb von Motorik*	70,3%	29,7%	100%
	% innerhalb von Fuß**	74,3%	84,6%	77,1%
	1.0 Anzahl	9	2	11
	% innerhalb von Motorik*	81,8%	18,2%	100%
	% innerhalb von Fuß*	25,7%	15,4%	22,9%
Gesamt	Anzahl	35	13	48
	% innerhalb von Motorik*	72,9%	27,1%	100%
	% innerhalb von Fuß**	100%	100%	100%

\* Veränderung im Bereich Motorik

\*\* Veränderungen im Bereich Fußdeformitäten

### Chi-Quadrat-Test:

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)	Punkt-wahrscheinlichkeit
Chi-Quadrat nach Pearson	,573 *a	1	,449	,702	,368	
Kontinuitätskorrektur*b	,137	1	,711			
Likelihood-Quotienten	,608	1	,436	,489	,368	
Exakter Test nach Fischer				,702	,368	
Zusammenhang linear-mit- linear	,561 *c	1	,454	,702	,368	,244
Anzahl der gültigen Fälle	48					

\*a: Eine Zelle (25%) hat eine erwartete Häufigkeit unter fünf. Die minimal erwartete Häufigkeit ist 2.98.

\*b: berechnet für eine 2x2 Tabelle

\*c: Die standardisierte Statistik ist -,749

**Richtungsmaße:**

	Wert
Nominal-bzgl. Intervallmaß Eta    Motorik Veränderung abhängig	,109
Fuß Veränderung abhängig	,109

### 8.3 Fragebogen

Name, Vorname	
Patientennummer:	
Geburtsdatum:	
Geschlecht: 1=weiblich, 2=männlich	
Erstdiagnose:	
Lokalisation:	
Begleitende ZNS - Fehlbildung: 0= Keine Angabe, 1= Keine, 2= Hydrozephalus, 3= Arnold - Chiari- Malformation, 4=Balkendysplasie, 5=Andere	
Begleitende spinale Fehlbildung: 0=Keine Angabe, 1= Keine, 2=Syringomyelie, 3=Diastomyelie, 4=Spinale Atrophie, 5=Andere	
Auffälligkeiten seit der Geburt:	
Voroperation am Rückenmark: 0=Keine Angabe, 1=Ja, 2=Nein	
Operationsdatum:	
Operationsmethode:	
Auffälligkeiten:	
Körpergröße in cm:	
Operationsdatum TC:	
Operationsmethode TC:	
TC Höhe:	

TC Ursache: 1=Primär; 2= Sekundär	
TC Ursache in Bildgebung: 0= Keine Angabe, 1=Tiefstand Conus medullaris, 2= Verdicktes Filum terminale,3=Raumforderung (z.B. Lipom), 4= Adhäsion, 5= Lateralisierung, 6= Narbe, 7=Andere	
Diagnose TC gestellt durch: 0=Keine Angabe, 1= Bildgebung, 2= Klinik, 3= Kombination	
Intraoperativ aufgefunden: 0= Keine Angabe, 1= Lipom, 2= Narbengewebe, 3= Verdicktes Filum terminale,4= Adhäsion, 5= Andere	
1= Präoperativ symptomatisch 2=Präoperativ asymptomatisch	
Zusammenfassung präoperativ progredienter Symptome: 0=Keine Angabe, 1= Keine, 2= Neuro, 3= Uro, 4= Ortho, 5= Gangbild	
Dauer präoperativ bestehender Symptome: 0=Keine Angabe, 1=<1Jahr, 2=1Jahr, 3= >als ein Jahr	
Präoperativer Status ASR: 0= Keine Angabe, 1= Unauffällig, 2= pathologisch	
Präoperativer Status ASR pathologisch: 0= Keine Angabe, 1= Einseitig, 2=Beidseitig	
Präoperativer Status PSR: 0= Keine Angabe, 1=Unauffällig, 2= Pathologisch	
Präoperativer Status PSR pathologisch: 0= Keine Angabe, 1= Einseitig, 2= Beidseitig	
Präoperativer Status Analreflex: 0=Keine Angabe, 1= Unauffällig, 2= Pathologisch	
Präoperativer Status Analreflex pathologisch: 0= Keine Angabe, 1= Einseitig, 2= Beidseitig	
Präoperativer Status AER: 0=Keine Angabe, 1= Unauffällig, 2= Pathologisch	
Präoperativer Status AER pathologisch: 0= Keine Angabe, 1=Einseitig, 2=Beidseitig	
Weitere Reflexauffälligkeiten:	
Präoperativer Status Pyramidenbahnzeichen: 0= Keine Angabe, 1=Nein, 2=Ja	
Präoperativer Status Pyramidenbahnzeichen pathologisch: 0= Keine Angabe, 1=Einseitig, 2=Beidseitig	
Präoperativer Status Motorik: 0=Keine Angabe, 1=Unauffällig, 2=Schwäche, 3=Atrophie, 4=Parese, 5=Spastik	

Präoperativer Status Motorik: 1=Obere Extremität, 2= Untere Extremität	
Präoperativer Status gestörte Motorik: 0=Keine Angabe, 1= Einseitig, 2= Beidseitig	
Präoperativer Status Sensorik: 0= Keine Angabe, 1= Unauffällig, 2= Gestört	
Präoperativer Status gestörte Sensorik: 1=Obere Extremität,2= Untere Extremität	
Präoperativer Status Sensorik: 0= Keine Angabe, 1=Einseitig, 2=Beidseitig	
Präoperativer Status Schmerzen: 0=Keine Angabe, 1= Ja, 2= nein	
Präoperativer Status Schmerzen: 0=Keine Angabe,1= Einseitig, 2= Beidseitig	
Lokalisation der Schmerzen:	
Präoperativer Status Blasen -Mastdarmfunktion: 0= Keine Angabe, 1= Keine, 2= Blasenfunktionsstörung, 3= Mastdarmfunktionsstörung, 4= Kombinierte Blasen-Mastdarmfunktionsstörung	
Präoperative konservative Maßnahmen zur Abhilfe der gestörten Blasen- Mastdarmfunktion: 0=Keine Angabe, 1= Keine, 2= Katheter, 3= Ausräumen, 4= Kombinierte Maßnahmen	
Präoperativ auftretende rezidivierende Harnwegsinfekte: 0=Keine Angabe, 1= Nein, 2=Ja	
Präoperative urologische Therapie: 0= Keine Angabe, 1= nein, 2= Konservativ, 3=Operativ, 4= Kombination konservativer und operativer Verfahren	
Präoperativer Status Gangstörung: 0=Keine Angabe, 1=Nein,2= Ja	
Art der Gangstörung	
Präoperativ Gehhilfe nötig: 0=Keine Angabe,1=Nein, 2= Ja, 3= Manchmal Rollstuhl, 4= Immer Rollstuhl	
Präoperativer Status Fußdeformität: 0= Keine Angabe, 1= Nein, 2= Ja	
Präoperativer Status Fußdeformität pathologisch: 0= Keine Angabe,1= Einseitig, 2= Beidseitig	
Form der Fußdeformität:	

Präoperativer Status Hüftdeformität: 0=Keine Angabe, 1=Dysplasie, 2=Subluxation, 3=Luxation, 4=Kontraktur, 5= Anderes, 6 = Keine	
Präoperativer Status Hüftdeformität pathologisch: 0=Keine Angabe, 1=Einseitig, 2=Beidseitig	
Präoperativer Status Wirbelsäulenveränderung: 0=Keine Angabe, 1=Nein, 2=Ja	
Art der Wirbelsäulenveränderung:	
Präoperativer Status Kniekontraktur: 0=Keine Angabe, 1= Keine, 2= Beuge-, 3= Streckkontraktur	
Präoperativer Status Kniekontraktur pathologisch: 0=Keine Angabe, 1=Einseitig, 2= Beidseitig	
Präoperative orthopädische Therapie: 0=Keine Angabe, 1=Keine, 2=Konservativ, 3=Operativ, 4= Kombination konservativer und operativer Verfahren	
Präoperativ durchgeführte Krankengymnastik: 0= Keine Angabe, 1=Nein, 2=Ja	
Präoperative neurochirurgische Therapien:	
Postoperativ auftretende Komplikationen: 0=Keine Angabe,1=Ja, 2=Nein	
Postoperative Komplikationen: 0=Keine Angabe, welche Komplikationen?	
Postoperativ neu hinzukommendes Defizit: 0= Keine Angabe, 1=Keine, 2=Neuro, 3=Uro, 4=Ortho, 5=Gang	
Postoperative Besserung der Symptome: 0= Keine Angabe, 1=Keine, 2=Neuro, 3=Uro, 4= Ortho, 5= Gang	
Dauer des Krankenhausaufenthaltes in Tagen:	
Untersuchte Symptome postoperativ ( Datum):	
Postoperativer Status ASR: 0= Keine Angabe, 1= Normalisiert, 2= Nicht normalisiert	
Postoperativer Status PSR: 0= Keine Angabe, 1= Normalisiert, 2= Nicht normalisiert	
Postoperativer Status Analreflex: 0= Keine Angabe, 1= Normalisiert, 2= Nicht normalisiert	
Postoperativer Status AER: 0= Keine Angabe, 1= Normalisiert, 2= Nicht normalisiert	

Postoperativer Status Pyramidenbahnzeichen: 0=Keine Angabe , 1= Normalisiert, 2= Nicht normalisiert	
Andere Reflexauffälligkeiten	
Postoperativer Status Motorik: 0=Keine Angabe, 1= Regredient, 2= Unverändert, 3= Progredient	
Postoperativer Status Sensorik: 0=Keine Angabe, 1= Regredient, 2= Unverändert, 3= Progredient	
Postoperativer Status Schmerzen: 0=Keine Angabe, 1= Regredient, 2= Unverändert, 3= Progredient	
Lokalisation der Schmerzen:	
Postoperativer Status Blasenfunktion: 0=Keine Angabe, 1= Besser, 2= Unverändert, 3= Progredient	
Postoperativer Status Mastdarmfunktion: 0=Keine Angabe, 2= Unverändert, 3= Progredient	
Postoperative Maßnahmen zur Abhilfe der Blasen-/Mastdarmfunktionsstörung: 0=Keine Angabe, 1= Keine, 2= Katheter, 3= Ausräumen; 4= Kombination	
Postoperativ rezidivierende Harnwegsinfektionen: 0= Keine Angabe, 1= Nein, 2=Ja	
Postoperative begleitende urologische Therapie: 0=Keine Angabe, 1= Keine, 2= Konservativ, 3= Operativ, 4= Kombination	
Postoperativer Status Gangstörung: 0= Keine Angabe, 1= Besser, 2= Unverändert, 3= Progredient	
Postoperativ Gehhilfe nötig: 0=Keine Angabe, 1=Nein, 2= Ja, 3= Manchmal Rollstuhl, 4= Immer Rollstuhl	
Postoperativer Status Fußdeformität: 0=Keine Angabe, 1= Regredient, 2= Unverändert, 3= Progredient	
Postoperativer Status Hüftdeformität: 0= Keine Angabe, 1= Regredient, 2= Unverändert, 3= Progredient	
Postoperativer Status Kniekontraktur: 0=Keine Angabe, 1= Regredient, 2= Unverändert, 3= Progredient	
Postoperativer Status Wirbelsäulenveränderung: 0=Keine Angabe, 1= Regredient, 2= Unverändert, 3= Progredient	
Postoperative orthopädische Therapie: 0=Keine Angabe, 1=Keine, 2=Konservativ, 3=Operativ, 4= Kombination	
Postoperativ durchgeführte Krankengymnastik: 0=Keine Angabe, 1= Nein, 2= Ja	

Postoperativ neu hinzukommendes Defizit: 0=Keine Angabe, 1= Kein neues Defizit, 2=Neuro, 3=Uro, 4= Ortho, 5= Gangbild	
Postoperative Regredienz von Symptomen: 0=Keine Angabe, 1= Keine, 2=Neuro, 3=Uro 4=Ortho, 5=Gangbild	
Besonderheiten	

<b>Legende: Fragebogen:</b>	
AER:	Armeigenreflexe
ASR:	Achillessehnenreflex
Neuro:	Neurologische Symptome
OP:	Operation
Ortho:	Orthopädische Symptome
PSR:	Patellarsehnenreflex
TC:	Tethered Cord
TCS:	Tethered Cord Syndrome
Uro:	Urologische Symptome
ZNS:	Zentrales Nervensystem



## **8.4 Danksagung**

Ich danke meinem Betreuer und Doktorvater Prof. Dr. med. Ludwig für die Anregung, die freundliche Unterstützung bei der Erstellung der Arbeit sowie für das Zur-Verfügung-Stellen der Abbildungen 1-3. Für Hilfe bei der statistischen Auswertung danke ich meinem guten Freund Dr. Oliver Hormann, sowie der Abteilung für medizinische Statistik der Universität Göttingen.

Für aufmunternde Worte sowie Hilfe beim Layout danke ich meinem Freund André Winter sowie meiner Schwester Deborah Althausen.