Langzeitergebnisse des Psoas-Rectus-Transfers in Abhängigkeit von der präoperativen statomotorischen Funktion

Kathrin Cornelia Martignoni

Aus der Orthopädischen Klinik und Poliklinik

der Ludwig-Maximilians-Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. V. Jansson

Langzeitergebnisse des Psoas-Rectus-Transfers in Abhängigkeit von der präoperativen statomotorischen Funktion

Dissertation

zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin

an der Medizinischen Fakultät der

Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Kathrin Cornelia Martignoni

aus Hamburg

2006

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät

der Universität München

Berichterstatter:	Prof. Dr. B. Heimkes
Mitberichterstatter:	Priv. Doz. Dr. M. Stehr
	Prof. Dr. G. Stucki
Dekan:	Prof. Dr. D. Reinhardt
Tag der mündlichen Prüfung:	13.07.2006

Für meine Eltern

01 INHALTSVERZEICHNIS

A EINLEITUNG 1

B LITERATURÜBERSICHT 2

1. Die Infantile Cerebralparese 2

1.1 Definition 2
1.2 Klassifikation 2
1.3 Statomotorische Entwicklung des Spastikers 5
1.4 Zusätzliche Störungen 8
1.5 Untere Extremität und Kontrakturen 10
1.6 Proximales Femurende 12
1.7 Die Spastische Hüftluxation 16

2. Weichteiloperationen 22

2.1 Operationen der Hüftbeuger 22
2.2 Operationen der Adduktoren 28
2.3 Auswirkung auf die Statomotorik 29
2.4 Auswirkung auf die knöcherne Formgebung 32

3. Beurteilungsschemata 38

3.1 Klinischer Score 38
3.2 Radiologischer Score 42
3.3 Subjektiver Score 44

C MATERIAL UND METHODEN 45

1. Untersuchungsgut 45

2. Methodik 48

2.1 Ausgangsbefund 48
2.2 Nachuntersuchung 63
2.2.1 Untersuchungsbedingungen 63
2.2.2 Anamnese 63
2.2.3 Klinische Untersuchung 65
2.2.4 Röntgenaufnahme 71
2.3 Fragebogen 76
2.4 Statistische Methoden 77

D ERGEBNISSE 79

1. Statomotorischer Funktionsstatus 79

2. Klinisch-technische Ergebnisse 88
2.1 Muskelkraft 88
2.2 Aktive Hüftflexion im Stand 92
2.3 Spastizität 96
2.4 Passives Bewegungsausmaß 99
2.5 Aktives Bewegungsausmaß 101
2.6 Grobmotorische Funktionsmessung 103

3. Radiologisch-technische Ergebnisse 107
3.1 Projizierter CCD-Winkel 107
3.2 Migrationswert nach Reimers 114
3.3 AC-Winkel nach Hilgenreiner 120
3.4 BE-Winkel nach Sharp und Ullmann 127

4. Subjektive Ergebnisse 132
4.1 Schul-, Ausbildung und Beruf 132
4.2 Alltagsaktivitäten 136
4.3 Funktioneller Schmerzstatus 139
4.4 Fragebogen 140

E DISKUSSION 144

1. Methodendiskussion 144
1.1 Statomotorischer Funktionsstatus 144
1.2 Klinisch-technische Ergebnisse 145
1.3 Radiologisch-technische Ergebnisse 149
1.4 Subjektive Ergebnisse 152
1.5 Statistik 154

2. Ergebnisdiskussion 155
2.1 Statomotorischer Funktionsstatus 155
2.2 Klinisch-technische Ergebnisse 162
2.3 Radiologisch-technische Ergebnisse 171
2.4 Subjektive Ergebnisse (Zufriedenheit des Patienten) 181

F ZUSAMMENFASSUNG 188

02 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AC-Winkel	Acetabulum-Winkel
AKH	Arbeitskreis für Hüftdysplasie
ASTE	Ausgangsstellung
ATNR	Asymmetrisch Tonischer Nackenreflex
AT-Winkel	Antetorsionswinkel
BE-Winkel	Pfannenneigungswinkel
BÜS	Beckenübersicht
CCD-Winkel	Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel
GMFM	Grobmotorische Funktionsmessung
ICP	Infantile Cerebralparese
MI	Migrationswert
OE	Obere Extremitäten
SD	Standardabweichung
STNR	Symmetrisch Tonischer Nackenreflex
TAMP	Tufts Assessment of Motor Performance
UE	Untere Extremitäten
WHO	World Health Organisation

A Einleitung

Das Hüftgelenk nimmt in der operativen Therapie der spastischen infantilen Cerebralparese (ICP) eine Schlüsselstellung ein. An der Orthopädischen Poliklinik wird zur Beseitigung der Kontrakturen der Psoas-Rectus-Transfer [54], gegebenenfalls in Kombination mit einer sparsamen Adduktorentenotomie, durchgeführt. Die Indikation zur Operation wird gestellt, wenn:

- konservative Maßnahmen wie Krankengymnastik und Schienentherapie die Zunahme von Kontrakturen nicht aufhalten können und die motorische Entwicklung stagniert.
- die motorische Schädigung nicht so schwer wiegend ist, dass höhere Funktionen wie Sitzen, Stehen und Gehen von vorne herein ausgeschlossen sind.

Ziel der Studie war es, den Einfluss der genannten Operationen nach folgenden Gesichtspunkten zu überprüfen:

- Wird die statomotorische Entwicklung des Kindes positiv beeinflusst?
- Kann eine Hüftluxation verhindert werden?
- Wird das Behandlungsergebnis durch die persönlichen Erfahrungen des Patienten bestätigt?

B Literaturübersicht

1. Die Infantile Cerebralparese

1.1 Definition

Als infantile Cerebralparese werden prä-, peri- oder postnatal erworbene Hirnschädigungen bezeichnet, bei denen Störungen der Motorik mit Tonusanomalien, pyramidalen und extrapyramidalen Symptomen im Vordergrund stehen [104]. Ein Teil der Kinder zeigt zusätzlich Störungen der Perzeption, des Sehens, Hörens und/ oder der Sprache, des Verhaltens und der Intelligenz. Häufig liegt eine Epilepsie vor. Progressive Hirnschädigungen werden ausdrücklich von der Definition ausgeschlossen.

Bereits 1862 wurde die spastische Diplegie bei Frühgeborenen und als Folge von Geburtskomplikationen von W.J. Little beschrieben, die von dort an „Little-Disease“ genannt wurde. S. Freud subsumierte 1897 unter dem Begriff der „Infantilen Zerebrallähmung“ eine Störung der motorischen, psychischen und intellektuellen Entwicklung sowie eine frühkindliche Epilepsie.

1.2 Klassifikation

Minear [114] stellte 1956 wohl eine der umfangreichsten Einteilungen der infantilen Cerebralparese vor. Diese sollte eine umfassende Diagnose ermöglichen und alle Aspekte des Patienten mit einbeziehen. Vorrang wurde der so genannten „physiologischen- bzw. motorischen Komponente“ erteilt, da sie das Leitsymptom darstellt, welches hauptsächlich behandelt wird. Weitere Komponenten waren Topographie, Ätiologie, Neuroanatomie, Schweregrad bzw. funktionelle Fähigkeiten, zusätzliche Störungen sowie die Therapie. Jede Hauptkomponente wurde durch weitere Unterteilungen spezifiziert und genau definiert.

Aufgrund der Themenstellung dieser Arbeit soll im folgenden Abschnitt nur auf neurologische- und funktionelle Einteilungen eingegangen werden. Alle Referenzen beziehen sich ausschließlich auf Patienten mit infantiler Cerebralparese. Andere Patientengruppen werden besonders angegeben.

1.2.1 Klassifikation anhand neurologischer Kriterien

Ingram [81] verwandte 1966 eine Klassifikation, welche neurologische Diagnose (Hemiplegie, Bilaterale Hemiplegie, Diplegie, Ataxie, Dyskinesie) und Ausbreitung bzw. Topographie der Schädigung (Mono-, Hemi-, Para-, Tri- und Tetraplegie) miteinander kombinierte. Eine Einteilung anhand physiologischer Kriterien wurde 1966 von Gillette [52] vorgenommen. Hierbei handelt es sich um eine Einteilung der Reifungsschritte bei der spastischen Cerebralparese in sechs Gruppen.

1975 veröffentlichte Hagberg [59] eine Klassifikation, welche die Unterteilung der „motorischen Dysfunktion“ in drei Kategorien vorsieht. Aus klinischem Typ, Lokalisation und Ausprägung wird die Diagnose der körperlichen Behinderung gestellt, wobei nach Haupt- und Nebenkomponente gewichtet werden kann.

Autoren wie Russel et al. [145] nahmen zunächst eine Einteilung in „spastisch“ und „nicht spastisch“ vor. Die erste Gruppe wurde weiter unterteilt in Diplegie, Quadriplegie, Hemiplegie und Triplegie. Die zweite Gruppe bestand aus Athetose, Hypotonie und Ataxie. Modifikationen dieser Einteilung wurden z.B. durch Watt et al. [180] vorgenommen. Frischhut und Krismer [47] gruppierten Patienten mit Tetraplegie anhand vorherrschender Reflexe, Streck- oder Beugemuster. Eine eindeutige Zuordnung war jedoch nicht in allen Fällen möglich.

Mutch et al. [118] schlugen vor, die so genannte „Schwedische Klassifikation“ von Hagberg [60] zunehmend zu verwenden, da diese ihrer Meinung nach eine bessere Zuordnung in homogene ätiologische Gruppen zulasse und somit besser für epidemiologische Studien geeignet sei. 1993 erschien die neueste Version:

Schwedische Klassifikation nach Hagberg [58]:

(1) Spastische CP:
- Spastische Hemiplegie
- Bilaterale spastische CP (Diplegie/ Tetraplegie)

(2) Dyskinetische CP:
- Vorwiegend dyston
- Vorwiegend athetoid

(3) Ataktische CP:
- Nicht progressiv, kongenital zerebellär

1.2.2 Klassifikation anhand funktioneller Kriterien

Einer der Ersten, der eine funktionelle Klassifikation zur Einteilung des Schweregrades der infantilen Cerebralparese vorstellte, war ebenfalls Minear [114]. Seine Einteilung findet auch heute noch Verwendung [35]:

Funktionelle Klassifikation nach Minear [114]:

(1) Patients with cp with no practical limitation of activity.
(2) Patients with cp with slight to moderate limitation of activity.
(3) Patients with cp with moderate to great limitation of activity.
(4) Patients with cp unable to carry on any useful physical activity.

1973 beschrieben Hoffer et al. statomotorische Funktionsstufen bei Patienten mit Myelomeningozele [74]. Diese Einteilung wurde später von vielen Autoren als so genannte Hoffer- oder Rancho-los-amigos-Klassifikation übernommen und teilweise modifiziert ([71], [181], [179], [106], [161], [48], [24].

Statomotorische Funktionsstufen nach Hoffer [74]:

(1) Community ambulator:

These patients walk indoors and outdoors for most of their activities and may need crutches or braces, or both. They use a wheel chair only for long trips out of the community.

(2) Household ambulator:

These patients walk only indoors and with apparatus. They are able to get in and out of the chair and bed with little if any assistance. They may use the wheel chair for some indoor activities at home and school and for all activities in the community.

(3) Non-functional ambulator:

Walking for these patients is a therapy session at home, in school, or in hospital. Afterward they use their wheel chair to get from place to place and to satisfy all their needs for transportation.

(4) Non-ambulator:

These patients are wheel-chair-bound but usually can transfer from chair to bed.

Eine Verknüpfung von neurologischer Bewegungsreifung und Funktion wurde 1975 von Sharrard et al. [155] beschrieben. Ihre Einteilung erfolgte anhand folgender Kriterien: fehlende Kopfkontrolle, Kopfkontrolle, Sitzkontrolle, gehfähig mit und ohne Hilfe.

Eine andere Art der Einschätzung, welche zusätzlich die funktionellen Fähigkeiten der oberen Extremitäten sowie Tätigkeiten aus dem alltäglichen Leben berücksichtigt, sind

Kriterien der World Health Organisation für Grob- und Feinmotorik (1980) [183]:

(1) Clumsy movement but no impairments of function in daily life, e.g. walking and climbing stairs, and manipulating not essentially restricted.

(2) Function in daily life impaired but able to walk unaided and to grip, although single finger movements awkward.

(3) Unaided walking still not possible at five years of age, but able to crawl or roll, and to hold, although not to grip.

(4) No useful motor function whatsoever.

Um eine Unterscheidung bei motorisch schwer behinderten Patienten, die alle nicht laufen konnten zu ermöglichen, entstanden folgende funktionelle Schweregrade bei Feldkamp [45]. Sie unterteilte nach Patienten, die sich noch kriechend oder krabbelnd fortbewegen konnten, frei sitzfähig waren oder keine der beiden genannten Funktionen durchführen konnten.

1.3 Statomotorische Entwicklung des Spastikers

Unter Statomotorik ist die Komplexität von Haltungs- und Bewegungsmechanismen zur Regulierung von Gleichgewicht, Aufrichtung und bipedalem Gang zu verstehen. Eine Störung ist gekennzeichnet durch das Fehlen oder die verzögerte Ausbildung von motorischen Funktionen, Haltungskontrolle und differenzierten Bewegungsabläufen [167]. Bei Neugeborenen können fehlende Spontanbewegungen und ein Opisthotonus mit Überstreckung des Rückens und Reklination des Kopfes erste Hinweise für eine Hirnschädigung sein. Pathologische Bewegungsmuster werden erst im Laufe der verzögerten motorischen Entwicklung manifest [104].

Nach Heimkes et al. [68] erreichen Kinder mit Cerebralparese ihre „Meilensteine der Entwicklung“ später als normal, ungeachtet ihrer Intelligenz und des Grades ihrer Schädigung. Darüber hinaus findet man früher oder später, je nach Schwere des einzelnen Falles und zusätzlich zur Reifeverzögerung, eine Abweichung von der normalen Entwicklung. Man erkennt dies am Erscheinungsbild der abnormen motorischen Bewegungsabläufe. Diese Abweichung tritt auf, wenn der Säugling aktiver wird. Wenn er sich aufsetzen will, Arme und Hände benutzen will um sich zum Stand hochzuziehen oder wenn er trotz seines Handicaps gehen will. Dann werden Spastizität, Athetose oder Ataxie sichtbar. Sie werden ausgeprägter und die Abnormität der Haltungs- und Bewegungsmuster des Kindes zunehmend deutlicher.

Flehming [46] charakterisiert die zerebrale Koordinationsstörung bei der infantilen Cerebralparese durch den Mangel an kontrollierten Bewegungsmöglichkeiten einerseits und die Persistenz vorhandener tonisch-reflektorischer Muster andererseits.

Der statomotorische Entwicklungsrückstand bei der infantilen Cerebralparese mit fehlender oder gestörter Haltungskontrolle bzw. Körperaufrichtung entsteht durch das Zusammenwirken mehrerer, sich wechselseitig beeinflussender Faktoren. Dies sind eine Regulierungsstörung des Muskeltonus im Sinne einer Hypertonie, Dystonie, Ataxie oder Hypotonie, die Persistenz phylogenetisch präformierter Reflexmechanismen, das Fehlen der posturalen Reaktion und die Unterentwicklung von Schwerkraft- und Raumwahrnehmung [167].

1.3.1 Formen der zerebralen Koordinationsstörung

(1) Spastik: Abnorm erhöhter Muskeltonus mit Verarmung der Bewegungsmuster, Dehnungswiderstand, gestörter reziproker Innervation, assoziierten Bewegungen, gesteigerten Reflexen und Klonusbereitschaft.

(2) Athetose (= Dystonie): Unwillkürliche und unregelmäßige Schwankung des Muskeltonus mit unkoordinierten und hyperkinetischen Bewegungen sowie einer Störung der Haltungs- und Bewegungskontrolle.

(3) Ataxie: Störung der Koordination und des Gleichgewichts bei schlaffem Grundtonus, wodurch bei Bewegungen der Zielpunkt verfehlt wird.

1.3.2 Ausbreitung und Topographie

(1) Diplegie: Der ganze Körper ist betroffen, aber die Beine mehr als die Arme. Die Verteilung der Spastizität ist gewöhnlich mehr oder weniger symmetrisch. Meist gute Kopfkontrolle und mäßige bis leichte Beteiligung der oberen Gliedmasse [17].

(2) Quadriplegie: Der ganze Körper ist betroffen. Bei spastischen Quadriplegien und in Mischfällen sind die unteren Extremitäten ebenso wie die Arme beteiligt. Es besteht eine beträchtliche Differenz in der Beteiligung beider Körperhälften, die von der ausgeprägten Asymmetrie der Haltung und Bewegung herrührt. Die Kopfkontrolle ist schlecht [17].

(3) Hemiplegie: Bevorzugte Beteiligung einer Körperseite. Die obere Extremität ist oft stärker betroffen als die untere Extremität [167].

(4) Triplegie: Bei starker Asymmetrie einer bilateralen spastischen CP kann, wenn eine Seite, vorwiegend ein Arm, mehr als der andere betroffen ist, dies als tri-betonte Form abgegrenzt werden [90].

1.3.3 Prognose der motorischen Entwicklung

Aufgrund der Themenstellung der Dissertation werden hier hauptsächlich die spastische Di-, Tri- und Tetraplegie berücksichtigt. In den ersten Lebensjahren eines Kindes mit Cerebralparese ist die Vorhersage des späteren motorischen Funktionsstatus schwierig. Das Problem, eine exakte Prognose zu erstellen, ergibt sich aus der Unreife des Zentralen Nervensystems bei Geburt. Eine exakte Projektion der zu erwartenden Entwicklung wird häufig durch ein sich veränderndes neurologisches Bild im Kleinkindalter und Kindesalter erschwert [115]. Frühe neurologische Zeichen können sich verändern. Speziell ataktische oder dyskinetische Zeichen können fluktuieren. Sie imponieren im ersten, manchmal sogar zweiten Lebensjahr oft als Hypotonie. Auch die typischen Tonusveränderungen einer Spastik können im ersten Lebensjahr noch fehlen und durch unspezifische Vorboten wie z.B. Hyperexzitabilität und Retardierung angekündigt werden [90].

Bleck [14] fand in seiner Studie von 1975 als wichtigstes prognostisches Zeichen, um das Gehpotential eines Kindes einzuschätzen, dessen Reflexaktivität. Geprüft wurden die Auslösbarkeit von Primitivreflexen (ATNR, STNR, Moro Reflex und Halsstellreflex) und das Fehlen der Lagereflexe (Schreitreaktion und Sprungbereitschaft). Für jeden vorhandenen pathologischen Primitivreflex bzw. jede fehlende Lagereaktion wurde ein Punkt vergeben. Bei Null Punkten im Alter von 12 Monaten konnten die Kinder später zu 94% gehen. Wurden zwei oder mehr Punkte vergeben, erreichten 94% die Gehfähigkeit nicht. Das Alter, in dem die Gehfähigkeit erreicht wurde, korrelierte mit der neurologischen Diagnose. Kinder mit Triplegie, Tetraplegie, Athetose und Ataxie liefen durchschnittlich im Alter von 54 Monaten. Kinder mit spastischer Diplegie konnten bereits mit 47 Monaten laufen. 90% aller Patienten mit Diplegie können die Gehfähigkeit erwerben [15]. Molnar und Gordon [115] fanden 1976 in einer prospektiven Studie bei Patienten mit spastischer Diplegie, spastischer Tetraplegie und Athetose sehr unterschiedliche funktionelle Ergebnisse. Ein zuverlässiges prognostisches Zeichen für eine spätere Gehfähigkeit war die Sitzfähigkeit im Alter von 2 Jahren. Bei den Kindern, die diese bis zum 2. Lebensjahr nicht erreichen konnten, war die Unterdrückbarkeit der Primitivreflexe zwischen dem 18ten und 24ten Monat als

am nützlichsten für die Prognose. Jede Beeinträchtigung der Intelligenz zeigte eine Verzögerung der motorischen Entwicklung.

Watt et al. [180] fanden in vielen Fällen eine Korrelation des klinischen Typs der ICP im Alter von zwei Jahren mit der Gehfähigkeit mit acht Jahren. Allerdings änderte sich in einigen Fällen der klinische Typ im Laufe der Studie, so dass die Autoren eine frühe Prognose anhand des klinischen Typs für weniger zuverlässig halten. Statistisch signifikante Korrelationen für das Alter beim freien Sitzen wurden für die häufigsten Formen der ICP (spastische Hemiplegie, spastische Diplegie und spastische Tetraplegie), für vier Primitivreflexe (ATNR, STNR, Moro- und Labyrinthstellreflex) und zwei Lagereaktionen (Schreitreaktion und Sprungbereitschaft) gefunden.

In einer retrospektiven Studie bei spastischen Kindern konnten Paz Junior et al. [128] anhand des Alters, in welchem grobmotorische Meilensteine erreicht wurden, eine Prognose für die spätere Gehfähigkeit stellen. Hierbei bedeutet die Kopfkontrolle vor dem neunten Monat eine gute, nach dem 20sten Monat eine schlechte Prognose. Sitzen bis zum 24sten, sowie Krabbeln bis zum 30sten Monat zeigen eine günstige bzw. gute Prognose an.

1.4 Zusätzliche Störungen

Wäre die motorische Behinderung die einzige Beeinträchtigung, so würden die meisten Patienten mit ICP ein weitgehend „normales Leben“ führen. Aufgrund zusätzlicher Störungen, darunter Intelligenzbeeinträchtigung, Epilepsie, Sprach-, Hör- und Sehstörungen, sowie Erziehungs- und Verhaltensauffälligkeiten, kann die Mehrheit ihren Platz in der normalen Gesellschaft nicht einnehmen [81]. Seit einigen Jahren werden auch Perzeptionsdefizite als zusätzliche Funktionsstörung berücksichtigt. Mit Ausnahme der Gruppe der Hemiplegien handelt es sich bei den Formen der infantilen Cerebralparese um Krankheitsbilder mit meist schwerer Mehrfachbehinderung [90].

1.4.1 Beeinträchtigung der Intelligenz

Bei einem Großteil der Patienten mit ICP wird eine unterdurchschnittliche und nur etwa bei einem Drittel eine normale bis überdurchschnittliche Intelligenz gefunden. Häufig offenbart sich ein abnehmender Intelligenzquotient bei zunehmender körperlicher Behinderung [81].

In Masuhr und Neumann [104] wird das tetraspastische Syndrom mit einer geistigen Behinderung in Verbindung gebracht. Demgegenüber soll nur ein Viertel der Patienten mit spastischer Diplegie und so gut wie nie Patienten mit rein hyperkinetischen Syndromen eine gestörte intellektuelle Entwicklung zeigen. Krageloh-Mann et al. [91] fanden in ihrer Vergleichsstudie zwischen Westdeutschland und Schweden bei nur 26% eine normale Intelligenz. In der Gruppe der Patienten mit Tetraplegie sogar eine mentale Retardierung in bis zu 87% der Fälle, in der Gruppe der Patienten mit Diplegie lediglich in bis zu 35% der Fälle. Der größte Prozentsatz von Lernbehinderung und mentaler Retardierung fand sich in der Gruppe mit dem höchsten Geburtsgewicht.

1.4.2 Perzeptionsstörung

Nach Stotz [167] versteht man unter einer Perzeptionsstörung die fehlerhafte Aufnahme und Weiterverarbeitung von Sinneswahrnehmungen. Diese können propriozeptiv, taktil, auditiv, und visuell in Bezug auf den eigenen Körper, seine Umwelt und seine Beziehungen zur Umwelt sein. Störungen der Perzeption können auf allen Stufen eintreten, haben ihre Ursache aber vor allem in zentralen Koordinations- und Planungsdefiziten. Häufig handelt es sich dabei um klinisch nicht oder kaum sichtbare Symptome einer gestörten Hirnleistung, die erst in bestimmten Situationen manifest werden. Anhand ihres Patientengutes gaben sie eine Häufigkeit von 80% an.

1.4.3 Sprech- und Sprachstörungen

Ingram [81] fand bei bis zu 50% der Patienten mit mittlerer Intelligenz signifikante Sprachprobleme. In den meisten Fällen handelt es sich um eine verzögerte Sprachentwicklung. Eine Dysarthrie zeigt sich vor allem bei der Tetraplegie als Ausdruck einer beeinträchtigten Koordination von Zunge-, Lippen- und Gaumenbewegungen. Andere Autoren hingegen berichten von fast immer bestehenden neuropsychologischen Symptomen wie Apraxie, Agnosie und ebenfalls vor allem von Sprachentwicklungsverzögerungen [104].

1.4.4 Hörstörungen

Das Auftreten von Hörstörungen wird in der Literatur sehr unterschiedlich angegeben, es variiert von 8% - 30% [81], [91], [104]. Ein Hörverlust ist bei der Dyskinesie am häufigsten, gefolgt von Tetraplegie und schwerer Diplegie.

1.4.5 Sehstörungen

Ingram fand bei seiner Studie von 1966 [81] in bis zu 35% der Fälle einen Strabismus, bei ca. 13% einen Nystagmus, bei 10% eine Optikusatrophie, bei 4% ein Kolobom und bei 1% ein kongenitales Katarakt.

Nach Stotz [167] besteht bei ca. 50% der Kinder mit infantiler Cerebralparese ein Strabismus, wobei der Strabismus convergens deutlich häufiger vorkommt. Diese Augenmotilitätsstörung fällt erst mit zunehmender Reife auf [104].

Krageloh-Mann et al. [91] fanden bei bis zu 20% der Patienten komplette oder fast komplette Blindheit. Patienten mit Tetraplegie waren mit bis zu 60% von Sehstörungen betroffen.

1.4.6 Epilepsie

Eine Epilepsie tritt in 20 bis 50% der Fälle auf, 10% davon jedoch erst in der Adoleszenz. Die häufigste Form ist die Grand-Mal-Epilepsie. Insgesamt ist eine adäquate Einstellung der Anfälle schwierig [81], [104]. Eine neuere Studie von Kwong et al. [94] berichtet eine Inzidenz von 15 – 60% bei Patienten mit infantiler Cerebralparese. Im Vergleich zu Kindern mit Epilepsie und normaler statomotorischer Entwicklung zeigen sie häufiger neonatale Krampfanfälle, ein vermehrtes Auftreten im gesamten ersten Lebensjahr sowie häufiger medikamentöse Mehrfachtherapien.

1.4.7 Verhaltensauffälligkeiten

Bei Patienten mit ICP werden vor allem hyperkinetische Verhaltenweisen angetroffen, welche besonders für Patienten mit Beteiligung des Temporallappens charakteristisch sind [81]. Weiterhin findet man Empathiestörungen. Depressive Verstimmungen und aggressives Verhalten müssen als sekundäre Phänomene betrachtet werden [104].

1.5 Untere Extremität und Kontrakturen

Aufgrund der irreversiblen zerebralen Schädigung bei der infantilen Cerebralparese kommt es beim Spastiker zu einer pathologischen Reflexaktivität und einem muskulären Ungleichgewicht der betroffenen Muskelgruppen in der Peripherie. An der Hüfte besteht eine Beuge-Adduktions- und Innenrotationsstellung. Die Hüftbeuger, insbesondere der M. rectus femoris und der M. iliopsoas, überwiegen gegenüber den Streckern [66]. Bei gehfähigen Patienten findet sich klinisch das typische Gangbild mit

Hüftbeuge-, Adduktions- und Innenrotationstendenz, welches in der stärksten Ausprägung als Scherengang imponiert.

Gelenkkontrakturen entstehen primär durch die Spastizität der Muskeln, die diese Gelenke überbrücken. Es entstehen sekundär fixierte Deformitäten, in den Muskeln, Sehnen und Gelenkkapseln [6]. Muskelkontrakturen beim Spastiker entstehen durch eine Verkürzung des Muskelsehnenapparates, da dieser mit dem Knochenwachstum nicht Schritt halten kann [81].

Ziv et al. [187] fanden 1984 an einem Modell mit spastischen Mäusen, dass der Muskel als Antwort auf konstante Dehnung Sarkomere am Muskel-Sehnen-Übergang anfügt. Bei gesunden Kindern findet diese Dehnung beim Gehen und Bewegen statt. Bei spastischen Muskeln kann dieser Mechanismus nicht auftreten. Im Rahmen klinischer Studien stellten Tardieu et al. [171] die Hypothese auf, dass ein Muskel täglich über ungefähr sechs Stunden einen Dehnungsreiz erfahren müsse, um nicht kontrakt zu werden. Der Hauptgrund für Muskelkontrakturen ist die vorherrschende Position des Muskels in verkürzter Stellung durch anhaltende Kontraktion bei Spastik.

1.5.1 Adduktionskontraktur

Bei gehfähigen Patienten mit ICP zeigt sich eine kontinuierliche Aktivität der Adduktoren in Stand- und Schwungbeinphase. Normalerweise sind die Adduktoren nur am Ende der Standphase aktiv. Sichtbar wird dies auch am typischen Adduktionsimpuls der Schwungphase. Das kontinuierliche Überwiegen der Adduktoren führt im Laufe der Zeit zur Adduktionskontraktur [48]. Hiroshima und Ono [71] zeigten in ihrer Nachuntersuchung von 245 Patienten mit ICP die deutliche Korrelation stark verkürzter Adduktoren mit der Hüftluxation. Die Kombination von verkürzten Adduktoren, Flexoren und ischiokruraler Muskulatur führte zur Hüftdezentrierung. Adduktionskontrakturen, die weniger als 30° Abduktion erlauben, sind Operationswürdig [75].

1.5.2 Beugekontraktur

An der Hüftbeugung sind der M. iliopsoas, die Adduktoren und die spinalen Beuger (M. tensor fasciae latae, M. sartorius, M. rectus femoris) beteiligt. Der wichtigste und stärkste Hüftbeuger ist der M. iliopsoas. Inzwischen ist allgemein anerkannt, dass die Kontraktur des M. iliopsoas sowohl bei der spastischen Diplegie als auch bei der spastischen Quadriplegie die Ursache der Hüftbeugekontraktur ist [16], [170].

Bei Geburt besteht bei allen Kindern eine physiologische Hüftbeugekontraktur [26]. Die Entwicklung der Hüftstreckung in den ersten beiden Lebensjahren wird bei der ICP durch den spastischen M. iliopsoas erschwert. Die physiologische Hüftbeugekontraktur bleibt bestehen oder nimmt sogar zu.

Beim Gesunden ist der M. iliopsoas hauptsächlich zu Beginn der Schwungbeinphase aktiv. Er bringt das Bein nach vorne und ist somit für Schrittgeschwindigkeit und -länge zuständig. Bei der Spastik ist die Aktivität des M. iliopsoas nicht phasengerecht und verlängert [15], [131]. Das Überwiegen des kräftigsten Hüftbeugers bewirkt die Flexionsstellung im Stand und beim Gehen sowie die Hüftbeugekontraktur im weiteren Verlauf [48]. Die Beugestellung der Hüfte im Stand ist mit einer aufrechten Position nicht vereinbar. Der Körperschwerpunkt wird nach ventral verlagert, es entsteht ein Drehmoment. Kompensationsmechanismen sind die Einnahme einer Kniebeugestellung mit gesteigerter Vorfußbelastung oder die Verstärkung der Lumbarlordose. Häufig werden beide Mechanismen kombiniert [139]. Hüftbeugekontrakturen über 40° interferieren mit der Stellung von Hüfte und Knie [75].

1.5.3 Innenrotationskontraktur

An der Hüftinnenrotation beteiligte Muskeln sind die Adduktoren, der M. tensor fasciae latae, der M. semitendinosus und der vordere Anteil der Mm. glutaei medius und minimus. Elektromyographische Studien [33] konnten eine verlängerte und spastische Aktivität des vorderen Anteils des M. gluteus medius nachweisen. Diese pathologische Aktivität könnte Ursache des einwärtsrotierten Gangbildes sein. Große Kontroversen bestehen bezüglich der rotatorischen Komponente des M. iliopsoas. Stotz [165] konnte in elektromyographischen Untersuchungen die Arbeit von Göb [53] bestätigen, dass bei vermehrter Antetorsion und vergrößertem CCD-Winkel, welche man bei der spastischen ICP häufig antrifft, der M. iliopsoas als Innenrotator wirkt.

1.6 Proximales Femurende

Bei anhaltendem muskulären Ungleichgewicht resultieren Formveränderungen am proximalen Femurende. Bei der infantilen Cerebralparese findet man die Coxa valga antetorta als charakteristische Fehlform. Sie entsteht aufgrund einer Minderaktivität der varisierend wirkenden Abduktoren und der detorquierend wirkenden Außenrotatoren. Dies führt zu einer Verstärkung der innenrotatorischen Komponente des M. iliopsoas und begünstigt durch Überstreckung der kleinen Glutäalmuskulatur die Adduktion.

Zusätzlich wirkt sich der statomotorische Rückstand ungünstig aus. Wird die Hüfte nicht- oder nur ungenügend belastet („Entlastungs-Coxa valga“), fehlt der für die inaktivitätsgefährdeten Muskelgruppen stärkste Reiz. Es resultiert ein pathologisches Wachstum der Trochanterapophyse und des Schenkelhalses, welches eine Hüftluxation begünstigt [68], [67].

1.6.1 Coxa valga

Der Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel (CCD-Winkel) weist von der Embryonalzeit bis zum Erwachsenenalter eine typische Entwicklungsdynamik auf. Während der Embryonalzeit ist die Entwicklung durch eine zunehmende Tendenz zur Verkleinerung gekennzeichnet. Kurz vor der Geburt vergrößert er sich wieder und nimmt dann vom zweiten Lebensjahr an erneut ab. Man spricht daher von einer umwegigen Winkeländerung des CCD-Winkels.

Coxales Femurende und Hüftpfanne werden unter dem Wachstum wesentlich durch die während der prä- und postnatalen Phase auf das Hüftgelenk einwirkenden muskulären Kräfte beeinflusst. Nach Pauwels (1958) ist hierfür ein heterogenes Wachstum im Epiphysenknorpel verantwortlich, das Wachstum in starkem Masse von der Verteilung der Druckbeanspruchung abhängig. Er prägte den Begriff der „funktionellen Anpassung durch ungleiches Längenwachstum“ [137].

Der CCD-Winkel ist definiert als Schnittpunkt der Geraden durch den Schenkelhals und die Oberschenkelachse. Messungen wurden bereits von vielen Autoren vorgenommen. Insgesamt zeigt der CCD-Winkel eine große Schwankungsbreite. Er variiert mit dem Geschlecht und der Femurlänge. Nach Beals [10] beträgt er ca. 140° beim Neugeborenen und steigt kurze Zeit später auf 145° mit 18 Monaten. Bis zum 6.ten Lebensjahr sinkt er auf ca. 135° und bleibt konstant bis zur Adoleszenz, wo er noch mal auf 132° absinkt. Eine letzte Abnahme erfolgt beim Erwachsenen auf 125°. Nach dem Bewertungsschema des Arbeitskreis für Hüftdysplasie (AKH) liegt der Mittelwert mit ein- bis zwei Jahren bei 140° und hat bis zum vierzehnten Lebensjahr einen Mittelwert von 128° erreicht [176]. Eine Coxa valga liegt bei CCD-Winkeln oberhalb der altersentsprechenden Norm vor. Dies sind beim Neugeborenen über 150°, beim Achtjährigen über 140° und beim Erwachsenen über 130° [122].

Welcher Faktor für die Entstehung der Coxa valga bei der ICP die entscheidende Rolle spielt, ist weiterhin Gegenstand der Diskussion. Einige Autoren gehen davon aus, dass das Muskelungleichgewicht bei der Ausbildung der Coxa valga antetorta im Vergleich

zur Unfähigkeit, das Hüftgelenk unter Funktion zu bringen, eine geringere Rolle spielt [68]. Andere halten die bestehende Muskeldysbalance, also den Effekt der Muskelkräfte auf die Femurform, für entscheidend. Nach Samilson et al. [149] spielt das muskuläre Ungleichgewicht während des Femurwachstums die entscheidende Rolle für die spätere Hüftluxation. Ihrer Meinung nach entsteht die Coxa valga bei Spastizität oder Kontraktur des M. iliopsoas in Abwesenheit kräftiger Abduktoren. Lamb und Pollock [95] machen die Schwäche der Mm. gluteus medius und maximus für die Coxa valga verantwortlich. Brookes und Wardle [21] beurteilen den M. iliopsoas als die dominierende Kraft für die verstärkte Coxa valga.

Bereits 1959 konnte Phelps [132] eine Abnahme der Coxa valga antetorta nach Belastung der Hüften zeigen. Er geht davon aus, dass die spastischen Adduktoren die relativ ineffektiven Hüftabduktoren überwältigen und in Kombination mit einer verspäteten Gewichtsübernahme die Coxa valga bewirken. Auch nach Hiroshima und Ono [71] entsteht die Coxa valga sekundär als Folge von Muskelungleichgewicht und verzögerter Gewichtübernahme.

Heimkes et al. stellten 1992 ein pathogenetisches Modell der spastischen Hüftluxation vor. Aufbauend auf Arbeiten von Taussig et al. [172] und Siffert [158] über die Stimulierung des Wachstums in Hüftkopfepiphyse und Trochanterapophyse berechneten sie die Kräfte für die Situation des Einbeinstandes beim Kind. Aufgrund der zentral bedingten Muskeldysbalance kommt es bei der ICP es zu einer Minderaktivität der Glutäalmuskulatur und der Kniestrecker. Zugleich besteht eine Überaktivität der zugehörigen Antagonisten. In Kombination mit mangelhafter Gewichtübernahme bei statomotorischem Rückstand ergeben sich pathologische Kraftwirkungen an der Hüftkopfepiphyse und an der Trochanterapophyse. Diese führen zur Ausbildung der Coxa valga antetorta [68].

In einer umfangreichen radiologischen Studie von Laplaza und Root von 1993 [97] wurde die CCD-Winkel bei 157 Kindern mit ICP mit denen einer Normalpopulation verglichen. Interessanterweise zeigten die Kinder mit ICP gegenüber der Normalpopulation nur leicht erhöhte CCD-Winkel. Auch Lewis et al. [99] fanden nur leicht erhöhte CCD-Winkel bei Patienten mit Diplegie. Zu einem ähnlichen Ergebnis war Beals 1969 [10] gekommen. Er verglich die CCD-Winkel von 40 Patienten mit ICP mit den Normwerten der Literatur und konnte keine vergrößerten CCD-Winkel finden.

1.6.2 Antetorsion

Der Antetorsionswinkel zeigt eine dem CCD-Winkel vergleichbare Entwicklungstendenz der umwegigen Winkeländerung. Die Antetorsion erscheint ab dem dritten Fetalmonat, steigt bis zur Mitte der Schwangerschaft rasch an und beträgt bei der Geburt ca. 40°. Der Antetorsionswinkel ist als Schnittpunkt der Geraden durch den Schenkelhals und die Femurkondylenachse definiert. Er wird auch als Femurtorsion bezeichnet. Unter der Anteversion versteht man die Verdrehung des Schenkelhalses nach ventral gegenüber der queren Kondylenachse.

Die Normwerte der einzelnen Autoren differieren. Beals nahm 1969 [10] eine Zusammenstellung der verfügbaren Normalwerte einzelner Autoren vor. Hieraus wurde eine Mittelwertkurve der Normalwerte erstellt. Demnach beträgt der Antetorsionswinkel bei Geburt 40°. Im Anschluss sinkt er rasch ab und beträgt im Alter von vier Jahren 30°. Danach sinkt er weniger schnell. Er beträgt im Alter von acht Jahren 25°. Eine weitere Abnahme erfolgt in der Adoleszenz auf 16°. Beim Erwachsenen beträgt der Antetorsionswinkel 14°. Neuere Messungen liegen von Hamacher vor [61]. Nach Tabellen des Arbeitskreises für Hüftdysplasie (AKH) liegt der Mittelwert mit ein- bis drei Jahren bei 45° und sinkt bis zum fünfzehnten Lebensjahr auf einen Mittelwert von 15°[176]. Nach Rauterberg [137] beträgt er 12°.

Typisch für die Coxa antetorta ist ein vermehrt innenrotiertes Gangbild, da die Patienten in dieser Stellung ihre Hüften optimal zentrieren. Klinisch zeigt sich meist eine vermehrte Innen- bei verminderter Außenrotation [121]. Anhand elektro-myographischer und muskelmechanischer Untersuchungen konnte Göb [53] eine erhebliche Beteiligung des M. iliopsoas an der Hüftinnenrotation und Schenkelhalsantetorsion nachweisen.

Beals fand in seiner Untersuchung bei 40 Patienten mit ICP im Alter von einem Jahr Messwerte vor, die mit einem normalen Antetorsionswinkel bei Geburt vereinbar sind. Im Alter von zwei Jahren war die Antetorsion bereits deutlich gestiegen und blieb vergrößert, obwohl sie mit steigendem Alter und Fortbewegung abnahm. Ein vergrößerter Antetorsionswinkel ist seiner Meinung nach häufig und entwickelt sich bei der spastischen Di- und Tetraplegie frühzeitig. Aus diesem Grunde müssten weichteilentspannende Operationen entsprechend zeitig durchgeführt werden [10]. Es wird angenommen, dass die Coxa antetorta bei der ICP aufgrund einer verminderten Entwicklung der Hüftstreckung gefunden wird, welche normalerweise die physiologische Derotation in den ersten beiden Lebensjahren bewirkt [15].

Nach Lewis et al. [99] findet man bei der spastischen Diplegie vor allem eine stark erhöhte Antetorsion, der CCD-Winkel ist jedoch nur leicht erhöht. Diese Ergebnisse wurden auch von Bleck [13] bestätigt. Er fand 1971 in einer Studie von 60 Patienten mit Paraplegie eine scheinbare auf dem Röntgenbild sichtbare Coxa valga, die sich jedoch als das Ergebnis einer erhöhten Antetorsion herausstellte.

Okuno [125] publizierte 1985 eine radiologische Studie bei Kindern mit ICP. Es wurde die Antetorsion drei verschiedener Funktionsgruppen (frei gehfähig, nicht gehfähig, Patienten mit subluxierten- bzw. luxierten Hüften) untersucht. In allen drei Gruppen war die Antetorsion des Schenkelhalses deutlich erhöht und unterschied sich signifikant von einander. Eine physiologische Regression der Schenkelhalsantetorsion über die Jahre konnte bei Patienten mit ICP nicht beobachtet werden.

Auch Laplaza und Root [96] fanden in ihrer radiologischen Studie von 157 Patienten mit ICP eine signifikant erhöhte Antetorsion des Schenkelhalses im Vergleich zur Normalpopulation. Sie war in den ersten Lebensjahren höher, sank bis zum Alter von vier bis sechs Jahren und bleibt dann konstant. Sie erreichte zu keiner Zeit normale Werte. Alter und Funktionsstatus waren die beiden Hauptparameter, um die Antetorsion vorherzusagen. Sie stellten die Hypothese auf, dass Kinder mit ICP, die frühzeitig zum Laufen kommen, fast normale Winkel erreichen sollten. Anhand ihrer Daten konnten sie keinen Einfluss von Kontrakturen auf die weitere Winkelentwicklung feststellen. In einer anschließenden Publikation [96] kamen sie zu dem Schluss, dass die exzessive Antetorsion, insbesondere bei nicht gehfähigen Patienten eine größere Bedeutung für die Hüftinstabilität habe, als ein stark vergrößerter CCD-Winkel.

1.7 Die Spastische Hüftluxation

1.7.1 Häufigkeit und Manifestation

Die Angaben in der Literatur bezüglich der Inzidenz der spastischen Hüftluxation bei Patienten mit infantiler Cerebralparese zeigen eine große Spannweite. Dies ist zum einen auf das heterogene Patientengut mit unterschiedlicher neurologischer Beeinträchtigung, zum anderen auf die unterschiedlichen Altersstufen zum Zeitpunkt der Untersuchung zurückzuführen. Der Erstbeschreiber der spastischen Hüftluxation war Kühne [93]. Er fand 1914 bei 23 Patienten mit Diplegie 17 Hüftgelenksluxationen. 1953 berichten Mathews et al. [105] bei gehfähigen Patienten mit ICP und gemischtem neurologischen Bild eine Luxationsrate von nur 2,6%. Hoffer et al. [73] hingegen

beschrieben bei nicht gehfähigen Patienten und Ganzkörperbeteiligung eine Inzidenz der Hüftluxation von 75%. Eine Luxation in 28% der Fälle wurde 1972 von Samilson et al. [149] gefunden. Es handelte sich ausschließlich um Patienten mit Tetraplegie. 1986 zeigten 31% der von Lonstein und Beck [101] untersuchten Patienten, welche alle nur mit Unterstützung sitzen konnten, eine Hüftluxation. Rauch [136] fand im Patientengut der Orthopädischen Poliklinik München mit unterschiedlichem Schweregrad der Spastik eine Hüftluxationsrate von 12%.

Die Inzidenz der Hüftluxation korreliert mit dem Schweregrad der Spastik [49], [57], [132]). Hiroshima und Ono [71] fanden in ihrer Studie mit 244 Kindern mit ICP (207 Diplegie, 37 Tetraplegie) eine Inzidenz der Subluxation von 17%, die der Luxation lag bei 8,2%. Keines der gehfähigen Kinder zeigte eine Luxation, während die Inzidenz der Hüftdezentrierung in der Gruppe der nicht Gehfähigen hoch ausfiel. Auch Howard et al. [78] und Scrutton [151] weisen auf die starke Korrelation zwischen Hüftstabilität und Funktionsstatus bzw. Gehfähigkeit der Patienten hin.

Die Prävalenz der Luxation beträgt nahezu 50% bei neurologisch unreifen tetraspastischen Kindern [135]. Die Hüftluxation wird am häufigsten im Alter zwischen zwei und sieben Jahren diagnostiziert [156]. Nach Samilson [147] liegt das Durchschnittsalter der kompletten Hüftluxation bei sieben Jahren. Feldkamp und Treppenhauer [45] geben das durchschnittliche Luxationsalter für Patienten mit Tetraplegie mit 4,9 Jahren an. Bei schwerstbetroffenen Patienten kann dieses sogar bei 2,6 Jahren liegen.

Aufgrund der Überaktivität der Hüftadduktoren und –flexoren handelt es sich meistens um eine hintere Hüftluxation [85]. Vordere Luxationen entstehen vor allem iatrogen nach chirurgischen Eingriffen an den genannten Muskeln bei unerkanntem Streckspasmus [72].

1.7.2 Pathogenese

Die Pathogenese der Hüftluxation ist multifaktoriell. Beals [10], Brookes und Wardle [21] messen der unzureichenden oder fehlenden Gewichtübernahme die größte Bedeutung in der Pathogenese der Hüftluxation zu. Andere betonten vor allem die Bedeutung der Muskeldysbalance, welche in einer Hüftflexions- Adduktionskontraktur resultiert. Muskelungleichgewicht und -kontraktur führen zur Luxation, da die Achse der Hüftdrehung zum Trochanter minor verschoben wird [95], [155]. Reimers [140] macht

ebenfalls die muskuläre Dysbalance für die Hüftluxation verantwortlich. Er hält insbesondere die Adduktoren und unter ihnen den M. adductor longus für bedeutend.

Weitere Faktoren sind der Beckenschiefstand mit Hüftluxation auf der Seite des Beckenhochstandes, sowie die Persistenz der infantilen femoralen Anteversion [21], [149], [155].

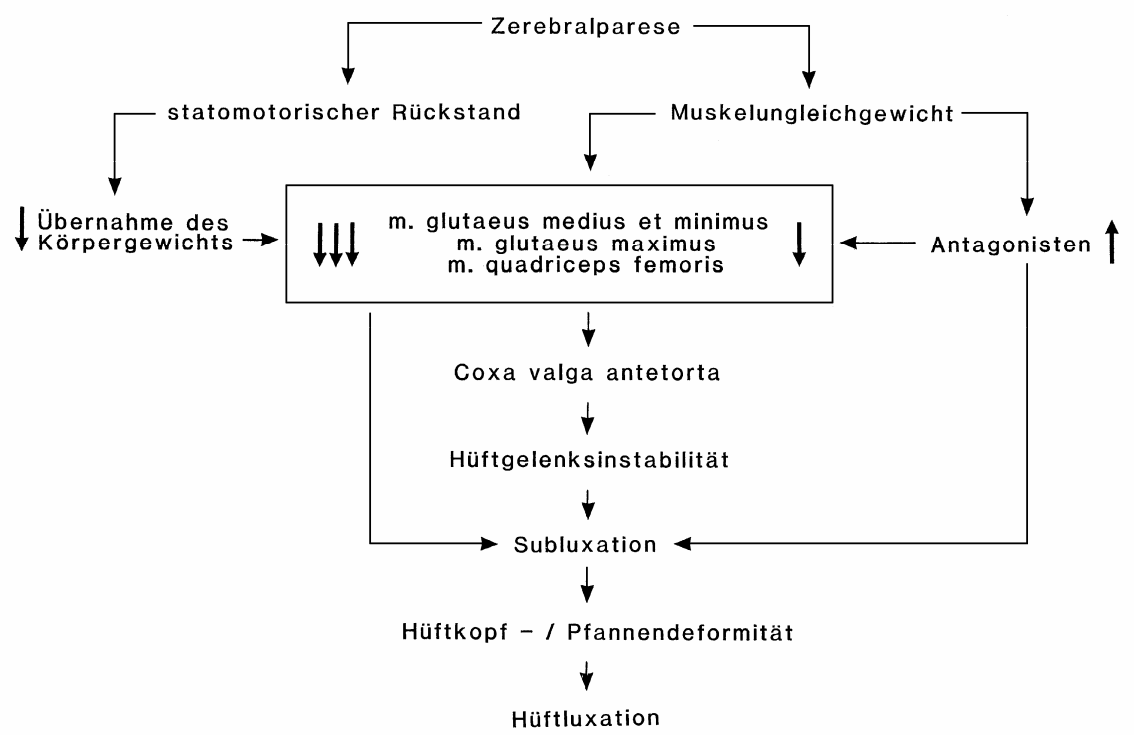

Abbildung 1: Pathogenetisches Modell der spastischen Hüftluxation [68].

Nach Heimkes et al [68] beruht die Entstehung der spastischen Hüftluxation im Wesentlichen auf zwei Pathomechanismen (Abb. 1):

(1) Aufgrund der zerebralen Schädigung mit anhaltenden phylogenetisch präformierten Reflexmechanismen und einer Regulierungsstörung des Muskeltonus im Sinne einer Hypertonie kommt es zu einer muskulären Dysbalance. An der Hüfte findet man eine Minderaktivität der Glutäalmuskulatur und der Kniestrecker sowie eine gesteigerte Aktivität der Hüftbeuger und Adduktoren. Dies führt zu einer Hüftbeuge-, Adduktions- und Innenrotationsstellung, in welcher die bereits minder aktiven Muskeln überdehnt sind und somit zusätzlich an Kraft einbüssen.

(2) Wegen des zentral bedingten und zum Teil ausgeprägten statomotorischen Rückstandes kommt es erst verspätet oder auch gar nicht zur Gewichtübernahme bzw. zum Gehen. Die bereits geschwächten und inaktivitätsgefährdeten Hüftmuskeln werden bei mangelnder Belastung der Hüftgelenke nicht ausreichend stimuliert. Hierbei müssten sie teilweise das zwei- bis dreifache Körpergewicht tragen. Ihr stärkster Stimulus entfällt.

Beide oben genannten Pathomechanismen führen zu einem veränderten Wachstum von Trochanterapophyse und Epiphysenplatte. Es bildet sich die typische Coxa valga spastica mit vermehrter Anteversion, welche der Hüftluxation den Weg bereitet.

1.7.3 Natürlicher Krankheitsverlauf

Unbehandelte Patienten mit spastischer Tetraplegie entwickeln mit hoher Wahrscheinlichkeit eine einseitige oder beidseitige Hüftluxation [48]. Diese kann gravierende Folgeerscheinungen nach sich ziehen.

1.7.3.1 Haltungs- und Sitzprobleme

Eine Hüftluxation kombiniert mit einer Hüftflexions-Adduktions-Stellung kann das Gleichgewicht im Sitzen gefährden bzw. die Sitztoleranz mindern. Im Extremfall entsteht eine Windschlagdeformität [98]. Häufig findet man bei Patienten mit ICP und Hüftluxation auch einen Beckenschiefstand sowie eine Skoliose. Ursache und Wirkung werden in der Literatur kontrovers diskutiert. Eine Luxation kann der Skoliose zeitlich vorausgehen. Es kann aber auch erst die Skoliose und später die Hüftluxation auftreten. Die einseitige Luxation ist zwar nicht die Ursache eines Beckenschiefstandes, ihre Beseitigung kann jedoch dessen Entstehung bremsen [98], [86]. Nicht alle Patienten mit einer Hüftluxation müssen notwendigerweise an einem Beckenschiefstand leiden. So fanden Cooperman et al. [28] bei 33% ihrer Patienten mit einseitiger Hüftluxation einen Beckengeradstand. Lonstein und Beck [101] konnten keine signifikante Korrelation zwischen der Seite der Hüftgelenksluxation und der Richtung des Beckenschiefstandes feststellen. Allerdings befand sich die Hüftluxation zumeist auf der Seite der Adduktionskontraktur. Daher gehen die Autoren von einem Zusammenhang zwischen der Richtung des Beckenschiefstandes und dem Muskelungleichgewicht aus. Eine Beziehung zwischen der Seite des Beckenschiefstandes und der Seite der Hüftluxation fanden sie nicht.

1.7.3.2 Schmerzen

Auch über das Auftreten von Schmerzen bei erfolgter Hüftluxation gibt es in der Literatur sehr unterschiedliche Angaben. Ein Grund mag sein, dass neurologisch schwer betroffene Personen mögliche Schmerzen häufig nur unzureichend ausdrücken können. Pritchett [133] fand bei 62% der institutionalisierten Patienten mit ICP und unbehandelter Hüftluxation oder -subluxation keinerlei Schmerzen, bei 33% lediglich geringe Schmerzen vor.

Coopermann et al. [28] fanden bei bis zu 50% ihres Patientengutes Schmerzen als Folge einer hohen spastischen Hüftluxation. Sie verwandten strenge Kriterien zur Schmerzevaluation. So werteten sie Agitationen beim Baden, Windelwechseln oder bei der körperlichen Untersuchung als schmerzbedingt. Auch Eilert [38] fordert eine sorgfältige Schmerzevaluation. Um die Indikation zu einem mit Sicherheit schmerzhaften operativen Eingriff zu rechtfertigen, sollte ein regelmäßiger und anhaltender Schmerz vorhanden sein. Er spricht von einem Subluxations-Schmerz-Syndrom. Gefährdet, dieses zu entwickeln, sind Patienten mit ausgeprägter Spastizität, mit Adduktions- Flexionskontrakturen über 30° und abnehmender Überdachung des Femurkopfes.

1.7.3.3 Erhöhtes Frakturrisiko

Es besteht ein erhöhtes Frakturrisiko für die untere Extremität der Luxationsseite. Mc Ivor und Samilson [109] fanden bei 92 Patienten in einem Zeitraum von zehn Jahren 134 Frakturen. Nach Pritchett [133] erleiden bis zu 20% der Patienten mit Hüftluxation eine Fraktur. Vermutlich ist die Kombination von Steifheit, Gelenkkontraktur und Osteopenie für die hohe Frakturrate verantwortlich [50].

1.7.3.4 Hygienische Probleme

Krankenpflege und Perinealpflege sind bei Patienten mit Hüftsubluxation oder -luxation häufig schwierig, insbesondere bei Vorliegen beidseitiger Adduktionskontrakturen. Bei Samilson et al. [149] führte dies bei 202 von 274 neurologisch schwer betroffenen Patienten zur Entscheidung, eine Operation durchzuführen.

1.7.3.5 Sakrale Druckstellen und Ulzerationen

Pritchett [133] fand bei der Untersuchung von 80 schwer betroffenen, inkontinenten Patienten mit ICP und instabilen Hüften, bei 21% einen Dekubitus. Eine Inzidenz, die mit den Ergebnissen anderer Autoren vergleichbar ist [149], [116], [147]. Hauptlokalisation war der Trochanter major, einige Druckstellen waren auch sakral gelegen. Das Auftreten von Dekubitusgeschwüren hat mehr mit dem Vorhandensein von Kontrakturen, weniger mit der Hüftluxation als solcher zu tun [116].

1.7.4 Prophylaxe

Um eine Hüftluxation zu verhindern, steht an oberster Stelle die konsequente und regelmäßige physiotherapeutische Therapie auf neurophysiologischer Basis. Therapieziele sind Reduktion des Muskeltonus und Prophylaxe von Kontraktur und Fehlstellungen durch Bewegung [185]. Besondere Bedeutung kommt der Förderung der Aufrichtung sowie der Gewichtübernahme und damit frühzeitigen Belastung des Hüftgelenkes zu.

Untersuchungen an der Orthopädischen Poliklinik München konnten zeigen, dass 84% aller Hüftluxationen bei nicht Gehfähigen bzw. bei nicht möglicher Gewichtsübernahme auftraten [66]. Welche physiotherapeutische Therapieform angewendet werden sollte, ist weiterhin Gegenstand der Diskussion. Es muss jedoch gefordert werden, dass die Therapeuten oben genannte Behandlungsziele verfolgen und über eine ausreichende Erfahrung mit diesem speziellen Krankheitsbild verfügen. Mindestens ebenso wichtig ist die Integration der Eltern in die Therapie sowie eine optimale Versorgung mit Hilfsmitteln. Eine Übersicht über 32 unterschiedliche Behandlungsmethoden, alle auf neurophysiologischer Basis, wurde bereits 1967 von Thom veröffentlicht [175]. Über die Einführung der Petö-Methode in Birmingham berichten Bairstow et al. [5]. In ihrem Bericht stellen sie fest, dass nach Anlegung der Kriterien der ungarischen Konduktoren nur 35% der Kinder mit infantiler Cerebralparese für diese Therapieform geeignet sind. Vorraussetzungen, um ausgewählt zu werden, waren ein Mindestmaß an motorischer Funktion, eine gewisse Fähigkeit zur Kommunikation und ein bestimmtes Intelligenzniveau. Er kommt zu dem Schluss, dass in Ungarn stark selektiert wird, um die Kinder zu fördern, die von der Konduktiven Therapie am meisten profitieren können.

Können trotz regelmäßiger Physiotherapie Kontrakturen der Hüftmuskeln nicht verhindert werden, sind muskelentspannende Operationen indiziert. Sie sind insbesondere dann sinnvoll, wenn sie zur Gewichtübernahme führen [68].

2. Weichteiloperationen

1838 wurde die erste in der Literatur beschriebene Tenotomie von W.J. Little durchgeführt. Muskelentspannende Operationen bei der ICP werden in der Literatur unterschiedlich bewertet. Umfangreiche quantitative Untersuchungen zur Beurteilung ihrer Wirksamkeit wurden von Stotz [165] vorgenommen. Hierbei konnte er belegen, dass die pathologische Grundaktivität der spastisch hypertonen Muskulatur postoperativ gesenkt wird. Die gestörte reziproke Innervation von Agonist und Antagonist verbesserte sich. Es trat ein statomotorischer Fortschritt ein. Seiner Meinung nach bewirken muskelentspannende Operationen also nicht nur einen formalen Ausgleich von Gelenkfehlstellungen, sondern auch eine Besserung des spastischen Syndroms [167].

Weichteileingriffe an der Muskulatur werden in drei Gruppen unterteilt:

(1) Verlängerung von Sehnenursprung oder –ansatz durch Tenotomie
(2) Verlagerung von Sehnenursprung oder –ansatz
(3) Partielle Einkerbung von Muskel oder Sehne

Ein entscheidender Faktor für den Erfolg von Weichteiloperationen ist das präoperative Ausmaß der Subluxation. Deshalb ist es von größter Bedeutung, eine Hüftluxation frühzeitig zu erkennen. Hierfür sind wiederholte klinische und röntgenologische Untersuchungen erforderlich. Durch den frühzeitigen Einsatz von Weichteiloperationen kann die Zahl der knöchernen Eingriffe erheblich gesenkt werden [113].

2.1 Operationen der Hüftbeuger

2.1.1 Verlängerung nach Anthonsen (1966)

Die Operationstechnik wurde 1966 von Anthonsen publiziert [1]. Es erfolgt eine Verlängerung von M. iliopsoas und M. rectus femoris. Diese wird mit der Distalverlagerung der Ursprungssehne des M. sartorius von der spina iliaca anterior superior auf die spina iliaca anterior inferior kombiniert [8].

2.1.2 Selektive Verlängerung des M. psoas nach Matsuo (1987)

Bei diesem Operationsverfahren wird lediglich die Sehne des M. psoas Z-förmig verlängert. Die Fasern des M. iliacus werden komplett erhalten. Zusätzlich wird der M.

rectus femoris durchtrennt [106]. Die Autoren gehen davon aus, dass bei Patienten mit ICP insbesondere die zweigelenkigen Muskeln, hier M. psoas und M. rectus femoris, zur Spastizität neigen. Diese sollen daher verlängert oder durchtrennt [77] werden. Eingelenkige Muskeln hingegen, wie z.B. der M. iliacus oder der M. adductor brevis, haben hauptsächlich Antischwerkraftfunktion und tragen so zur Gelenkstabilität bei.

2.1.3 Anterolateraler Iliopsoastransfer nach Mustard (1952)

Es wird eine vordere Verpflanzung des M. iliopsoas auf den Trochanter major vorgenommen. Hierzu wird der M. iliopsoas vom Trochanter minor abgetrennt. Er wird durch ein Loch, welches zwischen Spina iliaca anterior superior und inferior geschnitten wird, hindurchgeführt und auf die laterale Oberfläche des Trochanter major gelenkt. Dieses Operationsverfahren bietet die Möglichkeit, nach Auflösung der Beugekontraktur die Flexionsfunktion des Muskels zumindest teilweise zu erhalten und dabei gleichzeitig seine Zugrichtung zu ändern [165].

2.1.4 Posterolateraler Iliopsoastransfer nach Sharrard (1964)

Es handelt sich ebenfalls um eine Verlagerung des M. iliopsoas, durch ein transiliakales Loch auf die posteriore Oberfläche des Trochanter major. Hierdurch sollen die geschwächten Hüftabduktoren und –extensoren gekräftigt werden. Das Verfahren wurde 1964 von Sharrard publiziert [154]. Es wurde ursprünglich als Ersatzoperation für die gelähmte Glutäalmuskulatur bei der Meningomyelozele angewendet. Gemeinsam mit Burke [156] führte er 1982 eine Kontrollstudie bei Patienten mit ICP durch. Diese waren ursprünglich mit einer Iliopsoasablösung und aufgrund fehlender Zentrierung der Hüftgelenke später mit einem anterioren oder posterioren Iliopsoastransfer versorgt worden. In allen Fällen wurden zusätzlich Adduktorentenotomien durchgeführt. Postoperativ zeigte sich eine Hüftbeugeschwäche, welche jedoch als gebührlicher Preis für eine stabile, schmerzfreie, und funktionstüchtigere Hüfte in Kauf genommen werden könne. Andere Autoren fanden bei ihren Patienten einen Rückgang der Hüftdeformitäten. Als Komplikation beschrieben sie ebenfalls die postoperative Hüftbeugeschwäche sowie Abduktionskontrakturen. Da viele Patienten nur ordentliche bis schwache Resultate zeigten, empfehlen sie frühzeitig kleinere chirurgische Eingriffe wie z.B. eine Adduktorentenotomie vorzunehmen [178]. Die Operationsmethode wurde inzwischen verlassen, da der zum Strecker umfunktionierte M. iliopsoas nur einen Tenodeseeffekt erreicht und bei gehfähigen Patienten einen stelzenartigen Gang hervorruft. Dieser bietet keinen Gewinn gegenüber dem spastischen

Beugekontrakturhinken [66]. Bei nicht gehfähigen Patienten kann es zu ernsthaften Störungen der Sitzposition kommen, weil der posteriore Iliopsoastransfer eine Hüftbeugeschwäche bewirkt und die Hüftbeweglichkeit vermindert. Da diese Patienten täglich viele Stunden in sitzender Position zubringen, wird der Iliopsoastransfer bei Patienten mit ICP nicht mehr empfohlen [40].

2.1.5 Ablösung der Hüftbeugemuskulatur nach Roosth (1971)

Zur Korrektur der Hüftbeugekontraktur werden M. rectus femoris, M. sartorius und M. tensor fasciae latae von der Spina iliaca anterior superior und inferior abgetrennt, sowie anteriore Anteile der Mm. glutaei medius und minimus durchtrennt. Der M. iliopsoas bleibt unangetastet. Nach Ansicht des Autors sind lediglich erstgenannte Muskeln für die Hüftbeugekontraktur verantwortlich. Nach Roosth sollte die Operation möglichst frühzeitig, ab dem Alter von zwei Jahren, durchgeführt werden [142].

2.1.6 Iliopsoasrezession nach Keats und Morgese (1967)

Hierbei handelt es sich um eine isolierte Ablösung (Rezession) des M. iliopsoas vom Trochanter minor, eine Operationsmethode, die 1967 von Keats und Morgese vorgestellt wurde [88]. Nach der Durchtrennung zieht sich die Sehne um 3 bis 5 cm zurück. Sie bleibt jedoch mit der Hüftgelenkskapsel und den umgebenden Beckenabschnitten verbunden. Hauptindikation ist eine Hüftbeugekontraktur ohne erhebliche Beteiligung des M. rectus femoris. Häufig wird durch die Operation der Innenrotationsgang abgeschwächt [8]. Der Nachteil dieser Operation ist der mögliche Verlust der Fähigkeit, das Bein zum Treppensteigen anzuheben [72]. Deshalb fordern manche Autoren, diese Operation bei gehfähigen Patienten nicht mehr anzuwenden. Da die Hüftbeugekraft teilweise verloren geht, kann damit sogar das Laufen auf ebener Unterfläche schwierig sein [170].

2.1.7 Modifizierte Iliopsoasrezession nach Bleck (1971)

Es handelt sich um die distale Durchtrennung des M. iliacus sowie die Abtrennung des M. psoas nahe dem Trochanter minor. Beide Enden werden an der vorderen Hüftgelenkskapsel wieder fixiert. Die Methode wurde 1971 von Bleck vorgestellt [13]. Im Gegensatz zur Iliopsoastenotomie, die zuvor von ihm und Holstein durchgeführt wurde, handelte es sich diesmal um eine Verlängerung des M. iliopsoas. Ziel dieser neuen Operationsmethode war, die permanente Schwächung der Hüftbeugemuskulatur, welche nach Tenotomie auftreten kann, zu verhindern [12]. Nach Bleck handelt es sich

um eine sichere und verlässliche Methode zur Behandlung von Hüftbeugedeformitäten. Er empfiehlt die Durchführung zwischen dem sechsten und siebten Lebensjahr.

2.1.8 Psoasrezession am Beckenkamm nach Sutherland (1997)

Von einem ventralen Zugang wird die Sehne des M. psoas auf Höhe des Beckenkamms durchtrennt. Dieses Verfahren wurde bereits von Salter beschrieben, der sie im Rahmen seiner Beckenosteotomie durchführte [146]. Nach Ansicht der Autoren [170] bietet diese Methode im Vergleich zur selektiven Iliopsoasverlängerung nach Matsuo [106] ebenfalls eine Verlängerung des M. psoas unter Erhalt sämtlicher Fasern des M. iliacus. Der Muskel werde jedoch an dem Ort, welcher am stärksten mit der Hyperlordose und der Ausrichtung des Beckens verknüpft ist, durchtrennt. Postoperativ fand sich eine Reduktion der Hüftbeugestellung von durchschnittlich 12°. In allen Fällen war die aktive Hüftflexion gegen Widerstand möglich.

2.1.9 Psoas-Rectus-Transfer modifiziert nach Göb 1967 (Erlacher 1928)

Bei dieser Operationsmethode wird die am Trochanter minor ansetzende Sehne des M. psoas abgelöst und auf den am Ursprung der spina iliaca anterior superior abgetrennten M. rectus femoris in einer End zu End-Naht verpflanzt. Häufig erfolgt zusätzlich die Abtrennung des M. tensor fasciae latae von der spina iliaca anterior superior. Vielfach in Kombination mit dem M. sartorius, dessen Sehne ca. 2 cm distal in die Oberschenkelfaszie eingenäht bzw. reinseriert wird. Zusätzlich erfolgt die Ablösung des Vorderrandes, der als Innenrotatoren wirkenden Mm. glutaei medius et minimus. Erstbeschreiber war Erlacher 1928 [41], der diese Operationsmethode für Hüftmuskellähmungen bei der Poliomyelitis verwandte. Als Teileingriff einer Muskelentspannung bei der ICP mit Hüftbeugekontrakturen wurde diese Methode erstmals 1967 als Rectus-Iliopsoas-Verbund von Göb [53] veröffentlicht. Im Gegensatz zum Psoas-Rectus-Transfer wurde damals neben dem M. psoas ebenfalls der M. iliacus abgetrennt. Dieser Iliacusanteil blieb jedoch als wichtiger Hüftbeuger in den letzten Jahrzehnten unangetastet, wodurch der Erhalt der Hüftbeugekraft nachhaltig verbessert werden konnte. Aus diesem Unterschied ergibt sich auch der heutige Name des Psoas-Rectus-Tranfer.

Den Nachweis der Wirksamkeit dieser Operationsmethode für die Hüftgelenksfunktion und die gesamte Körperaufrichtung erbrachte Stotz [165], [166]. Durch den Psoas-Rectus-Transfer kommt es zu einer gleichzeitigen Entspannung der beiden Hauptbeuger im Hüftgelenk. Anhand von Ganganalysen stellen beide wichtige,

besonders in der Schwungphase aktive Muskeln, dar. Die Koppelung beider behindert ihre Funktion nicht. Da viele Patienten eine kombinierte Hüftbeuge- adduktions- und Innenrotationskontraktur aufweisen, wird in den meisten Fällen eine kombinierte Adduktorentenotomie durchgeführt. Abb. 2-4 zeigen den Psoas-Rectus-Transfer in einer Darstellung von Heimkes et al. [64].

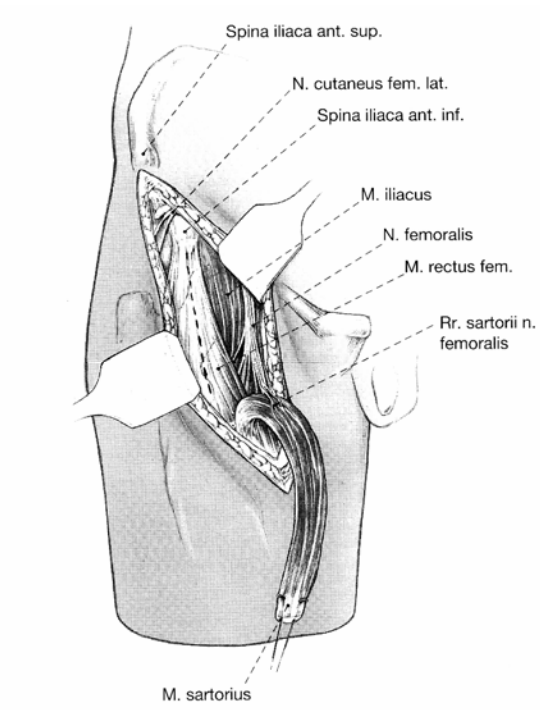

Abbildung 2: Operativer Zugang

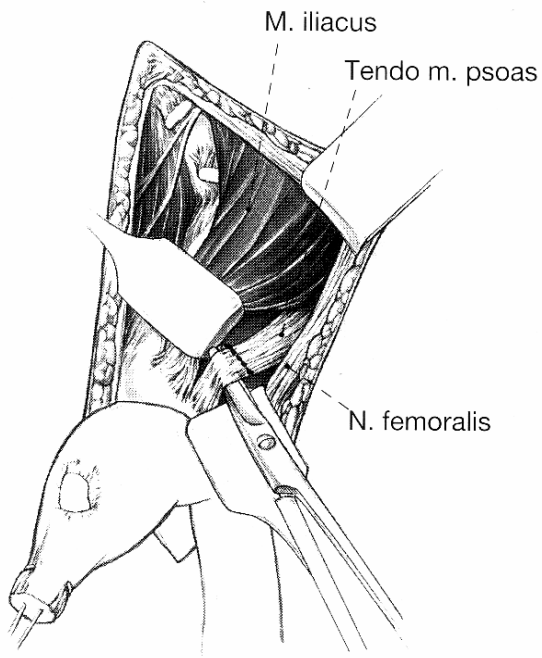

Abbildung 3: Abtrennen der Psoassehne

Bei der Kombination von Hüftbeuge- und Adduktoreneingriff kommt es durch die postoperativ erreichte Aufrichtung zu einer Verbesserung der pathologisch veränderten Hebelverhältnisse und Drehmomente am Hüftgelenk. Zusätzlich wird die Vorspannung der Glutealmuskeln (Mm. gluteus maximus, medius und minimus) verbessert. Diese führen bei einem noch im Wachstum befindlichen Skelett zu einer Varisierung des coxalen Femurendes und somit zu einer Zentrierung des Hüftgelenkes [65]. Die Veränderungen am wachsenden Skelett können mit Hilfe der Biomechanik und der Wechselwirkung von Form und Funktion erklärt werden [67].

Ein entscheidender Beitrag zum Operationsergebnis ist die sorgfältige postoperative Betreuung. Sie beinhaltete bis ca. 1995 die Ruhigstellung im Becken-Bein-Fußgips für 3-6 Wochen. Schon wenige Tage postoperativ konnte im Stehbrett belastet und die Vertikalisierung trainiert werden. Nach Abnahme des Gipses erfolgte die

physiotherapeutische Behandlung nach einem festen Therapieschema [184]. Inzwischen wird ohne Gipsruhigstellung frühfunktionell behandelt. Die Kontrakturprophylaxe erfolgt meist bis zum Abschluss der Pubertät mit Nachtschienen.

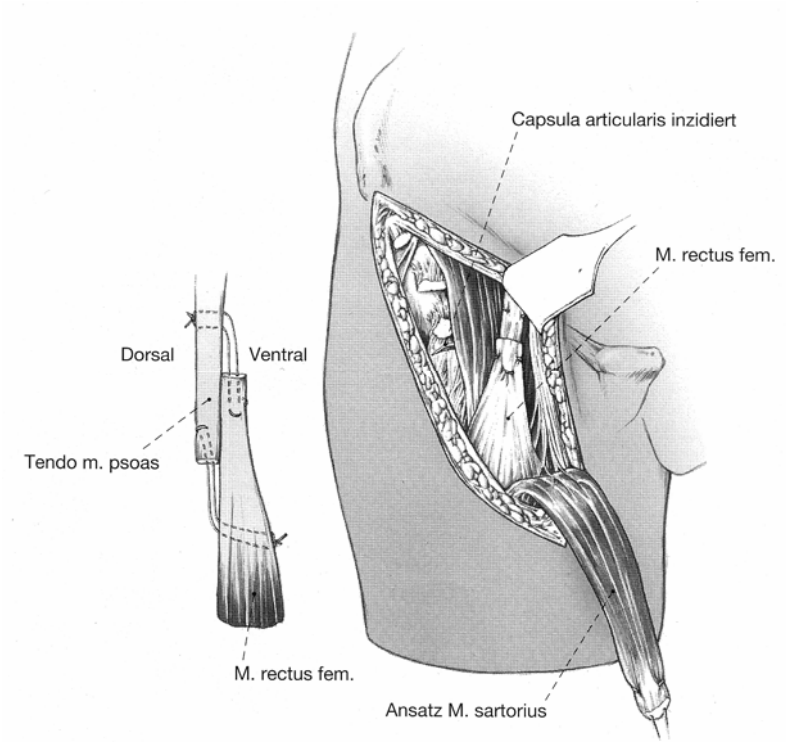

Abbildung 4: Verbund von M. psoas und M. rectus

Ebenso entscheidend für den Erfolg der Operation ist die sorgfältige Indikationsstellung. Eine typische Indikation stellt das in Beugekontraktur fixierte, noch nicht gehfähige Kind dar, welches jedoch sein Körpergewicht mit Unterstützung übernehmen oder zumindest sicher sitzen kann. Bereits gehfähige Kinder mit störender Hüftbeugekontraktur stellen die zweite Zielgruppe da. Kontraindikationen sind erhebliche mentale und statomotorische Entwicklungsrückstände sowie eine ausgeprägte Rumpfhypotonie. Im Vergleich mit Tenotomien und Myotomien anderer Autoren [37], [88], [169] [170] an jeweils nur einem der beiden wichtigsten Hüftbeugern ermöglicht der Psoas-Rectus-Transfer die komplette Auflösung der Hüftbeugekontraktur. Die Hüftbeugeverlängerung nach Anthonsen [1] sowie das Operationsverfahren nach Matsuo et al. [106], welche eine Z-förmige Verlängerung von Psoassehne und M. rectus femoris beinhalten, stellen ein deutlich aufwendigeres Verfahren dar [65]. Neben der Auflösung der Beuge- und Adduktionskontraktur zielt das operative Konzept durch die partielle Ablösung der vorderen Fasern der kleinen Glutäalmuskeln auch auf eine Abnahme der Innenrotationsneigung [48].

2.2 Operationen der Adduktoren

2.2.1 Subkutane oder offene Adduktorentenotomie

Die geschlossene oder offene Adduktorentenotomie der Mm. adductor longus und brevis zählt zu den Methoden der Wahl bei der Adduktorenspastik oder –kontraktur [165]. Es kommt zusätzlich zu einer positiven Beeinflussung der Innenrotations-fehlstellung. Sie kann mit einer Resektion des N. obturatorius kombiniert werden. Hierbei sind Überkorrekturen möglich. Aufgrund der Gefahr der Entstehung einer Abduktionskontraktur ist die zusätzliche Neurektomie nur bei Patienten indiziert, welche ausgeprägte Kontrakturen bei Subluxation der Hüfte oder rezidivierende Kontrakturen aufweisen [72], [148]. Es wird empfohlen, eine zusätzliche Neurektomie nur bei Erwachsenen durchzuführen [8]. Auch andere Autoren publizierten enttäuschende Daten. Postoperativ zeigten sich ein breitbeiniges Gangbild und eine verminderte Hüftabduktion. Sie hoben hervor, dass der M. adductor brevis bei Neurektomie des vorderen Astes des N. obturatorius denerviert wird. Dieser Muskel habe aber eine entscheidende Antischwerkraftfunktion bei den Primaten und ist somit unverzichtbar für eine stabile aufrechte Position [107]. In der Literatur besteht Einvernehmen darüber, dass die Obturatoriusneurektomie bei gehfähigen Patienten kontraindiziert ist [48].

2.2.2 Posteriorer Adduktorentransfer nach Stephenson und Donovan

Dieses Operationsverfahren, bei dem die Ursprünge der Adduktoren am Os pubis nicht durchtrennt, sondern auf das Os ischii verlagert werden, wurde ursprünglich für die paralytische Hüftdysplasie bei der Poliomyelitis beschrieben [120]. Stephenson und Donovan [164] wendeten dieses Verfahren bei Patienten mit ICP an und fanden in 88% Verbesserungen des Gangbildes. Postoperative Abduktionskontrakturen wurden nicht beobachtet. Befriedigende Ergebnisse wurden seitdem von mehreren Autoren berichtet [32], [9] [144]. Langzeitergebnisse wurden von Aronson et al. publiziert [2]. Sie fanden günstige klinische Ergebnisse, konnten jedoch nur minimale röntgenologische Verbesserungen nachweisen. Nach Root und Spero [144] sind diese auch kaum zu erwarten, hingegen zeige sich postoperativ trotz längerer Ruhigstellung vor allem eine deutliche Verbesserung des Funktionsstatus. Bleck [16] hingegen ist der Meinung, dass bis jetzt noch nicht klar gezeigt werden konnte, ob die funktionellen Ergebnisse von Myotomie und posteriorem Transfer unterschiedlich sind. Loder et al. [100] fanden in einer Nachuntersuchung bei einem Drittel der Fälle eine Ablösung der Adduktoren-sehne vom Sitzbein. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug durchschnittlich 19

Monate. In den meisten Fällen kam es zu der Loslösung nach Gipsentfernung. So wurde für jedes dritte Kind der posteriore Transfer effektiv eine Tenotomie.

2.3 Auswirkung auf die Statomotorik

Bleck [13] war einer der Ersten, der funktionelle Ergebnisse nach Weichteiloperationen publizierte. Bei 25 Patienten (spastische Diplegie 16, spastische Triplegie 1, spastische Tetraplegie 1, spastische Paraplegie 7) wurde eine Iliopsoasrezession durchgeführt. Das mittlere Alter bei Operation betrug sieben Jahre, der Nachuntersuchungszeitraum betrug mindestens 32 Monate. Präoperativ waren 21 Patienten frei gehfähig, ein Patient gehfähig mit Unterstützung, 3 Patienten nicht gehfähig. Das funktionelle Ergebnis wurde mit Hilfe von prä- und postoperativen Filmaufnahmen beurteilt. Bei 23 Kindern verbesserte sich das Gangbild, bei zwei Kindern blieb es unverändert. Alle Kinder waren postoperativ frei gehfähig. Roosth [142] führte 1971 eine Nachuntersuchung von 38 Kindern mit ICP durch. Die Hälfte der Patienten hatte bereits eine Transplantation der Kniebeuger erhalten, nach der sich eine Hüftbeugekontraktur akzentuierte. Bei allen Kindern wurden der M. sartorius, der M. tensor fasciae latae, der M. rectus femoris und die vorderen Anteile der Mm. glutaei medius und minimus durchtrennt. Postoperativ zeigten sich eine aufrechtere Haltung sowie eine Reduktion der Lumbarlordose. Viele Aktivitäten des alltäglichen Lebens (Vorlehnen zum Schuhbinden, Fahrradfahren, Springen von einer Stufe etc.) wurden erleichtert. Drei von acht Patienten mit Quadriplegie, die zuvor nicht laufen konnten, wurden postoperativ gehfähig. Bei bereits gehfähigen Kindern verbesserten sich Gangbild und Schrittgeschwindigkeit.

Sharrard et al. [155], veröffentlichten 1975 eine Studie, bei der sie zwei Gruppen von Kindern mit ICP verglichen. Gruppe I bestand aus 36 Kindern (72 Hüften), welche eine konservative Behandlung erhalten hatten. Dem gegenüber waren die Patienten in Gruppe II (69 Kinder; 134 Hüften) zusätzlich mit Weichteiloperationen versorgt worden. Es waren eine Adduktorentenotomie und -myotomie sowie eine Iliopsoassehnen-verlängerung, in manchen Fällen in Kombination mit einer Obturatoriusneurektomie, durchgeführt worden. In der letzteren Gruppe konnten postoperativ bei allen Patienten eine Funktionsverbesserung gefunden werden. Selbst Kinder, die eine schlechte Prognose bezüglich ihrer Gehfähigkeit hatten, konnten diese erreichen. Eine detaillierte Aufschlüsselung der Funktionsverbesserungen wurde nicht aufgeführt. Sherk et al. [157] führten 1983 eine Nachuntersuchung bei 45 Patienten mit 52 Hüftluxationen

durch. Alle Personen waren stark betroffen und konnten nicht laufen. Es wurden verschiedene, zumeist knöcherne Eingriffe durchgeführt. 11 Patienten erhielten ausschließlich Weichteiloperationen bestehend aus Adduktorentenotomie, Obturatoriusneurektomie und Iliopsoasrezession. Ziel der Operation war die Erleichterung der Perinealpflege, welche aufgrund einer Bewegungshemmung durch den dislozierten Femurkopf oft nicht erreicht werden konnte. Wheeler und Weinstein untersuchten 1984 [181] 25 Patienten (41 Hüften), die im Alter von fünf Jahren mit Adduktorentenotomien und Obturatoriusneurektomie behandelt worden waren. Hier zeigte sich postoperativ eine signifikante funktionelle Verbesserung, 8 Patienten konnten in eine bessere Funktionsstufe wechseln. Matsuo et al. [106] stellten 1987 einen Vergleich zweier Gruppen von Kindern mit ICP an. Gruppe I bestand aus 23 Patienten (46 Hüften), die mit einer Iliopsoastenotomie in Kombination mit einer Tenotomie von M. gracilis und M. adductor longus behandelt worden waren. Gruppe II bestand aus 52 Kindern (86 Hüften), bei denen eine selektive Z-förmige Iliopsoasverlängerung und zum Teil Adduktorentenotomien sowie eine mediale Kniebeugerablösung durchgeführt worden war. Mittlerer Nachuntersuchungszeitraum betrug acht und knappe fünf Jahre. Das mittlere Alter der Kinder bei der Operation betrug neun und dreizehn Jahre. In beiden Gruppen kam es postoperativ zu deutlichen Verbesserungen im Funktionsstatus. In Gruppe II konnte bei neun von dreizehn gehfähigen Patienten der Scherengang aufgelöst werden. Von fünf Patienten, die mit Hilfe gehen konnten, erreichten zwei freie Gehfähigkeit. Von 21 Personen, die präoperativ mit Unterstützung sitzen konnten, erlangten vier freie Gehfähigkeit und acht Stützengang. Zwei konnten postoperativ frei sitzen. Von neun Kindern, die auch mit Hilfe nicht sitzfähig waren, erlangten zwei freie- und fünf Sitzfähigkeit mit Unterstützung. Insgesamt konnten sich 42 von 52 Patienten verbessern. Neun verbesserten sich nicht, einer verschlechterte sich. Der Hauptunterschied zwischen den Gruppen betraf die Kraft der Hüftbeuger. Bei Gruppe I zeigte sich postoperativ eine evidente Hüftbeugerschwäche. Diese manifestierte sich in einem Zirkumduktionsgang und der Unfähigkeit, Treppen zu steigen. Die Autoren wiesen auf die große Bedeutung des M. iliacus hin, welcher zum Erhalt der Hüftbeugekraft geschont werden muss. Smith und Stevens [161] veröffentlichten 1989 eine retrospektive Studie von 22 Patienten mit ICP, bei denen eine Kombination aus Adduktorentransfer, Iliopsoasrelease und proximalem Hamstringrelease durchgeführt worden war. Der mittlere Nachuntersuchungszeitraum betrug 20 Monate, das mittlere Alter bei Operation ca. fünf Jahre. Postoperativ konnten sich zwölf Patienten um mindestens eine

Funktionsstufe nach Hoffer verbessern. 21 von 22 Patienten erzielten eine dauerhafte Besserung des Bewegungsausmaßes. Es wird betont, dass der Erfolg vom Alter der Kinder zum Zeitpunkt der Operation abhängt. Sie sollte möglichst vor dem sechsten Lebensjahr erfolgen, um eine entsprechende funktionelle Verbesserung zu erzielen.

Heid [63] führte 1990 im Rahmen seiner Dissertation eine Nachuntersuchung bei 41 Kindern (Diplegie 14, Tetraplegie 27) mit ICP durch, die an der Orthopädischen Universitätspoliklinik München mit einem Psoas-Rectus-Transfer operiert worden waren. Das mittlere Alter bei Operation betrug knappe acht Jahre, der mittlere Nachuntersuchungszeitraum dreizehn Jahre. Es wurde eine Einteilung nach funktionellem Status in fünf Gruppen vorgenommen (Sitzen mit Unterstützung, freier Sitz, Stehfähigkeit mit und ohne Unterstützung, Gehfähigkeit mit Unterstützung, freie Gehfähigkeit). Postoperativ erreichten 18 von 20 zuvor nicht gehfähigen Patienten die Gehfähigkeit (90%). Von den Patienten mit Diplegie konnten 95%, von denen mit Tetraplegie 93% ihre statomotorischen Fähigkeiten halten oder verbessern.

1992 untersuchten Frischhut et al. 55 Patienten (Hemiplegie 4, Diplegie 19, Tetraplegie 31, Athetose 1), bei denen eine Adduktorentenotomie durchgeführt worden war, in Hinblick auf Funktionsstufe und Migrationsindex. Bei den Patienten mit Diplegie war die Operationsindikation eine Verbesserung des Gangbildes. Präoperativ waren alle gehfähig. Bezüglich des Funktionsstatus fand sich aufgrund von Operations-komplikationen mit Nervenläsion bei 20% eine Verschlechterung. 80% zeigten keine Verbesserung. Allerdings kann die angestrebte Verbesserung des Gangbildes, selbst wenn sie erzielt wurde, mit dem Rancho-los-amigos-Klassifikationssystem nicht dargestellt werden. Die Gruppe der Patienten mit Tetraplegie war nochmals nach Operationsindikation unterteilt worden. In allen Fällen wurde eine Kombination aus Adduktoren- und Iliopsoastenotomie durchgeführt. Gruppe I (19 Patienten) wurde aufgrund beträchtlicher muskulärer Dysbalance zur Luxationsprophylaxe, Gruppe II (12 Patienten) zur Pflegeverbesserung operiert. Postoperativ zeigte sich bei Gruppe I weder eine Funktionsverbesserung noch –verschlechterung. In Gruppe II zeigte sich postoperativ eine Pflegeerleichterung und eine Verbesserung der Sitzposition. Funktionsverbesserungen traten wie erwartet nicht ein. Zwei Patienten verschlechterten sich [48]. Manolikakis und Zeiler [103] stellten 1994 eine Nachuntersuchung von 567 Patienten mit ICP vor. Bei ihnen waren Adduktorentenotomien vorgenommen worden. Bei einer bestehenden Hüftbeugekontraktur über 20° wurde zusätzlich eine Iliopsoassehnenverlängerung mit Rectussehnenverlängerung oder -durchtrennung durchgeführt. Bei 48% der Patienten erfolgte die Operation vor dem elften Lebensjahr.

Der Nachuntersuchungszeitraum betrug mindestens zwei Jahre. Bei 314 Patienten wurden präoperative und postoperative Steh- und Sitzfähigkeit miteinander verglichen. Von 44 sitzfähigen Patienten verbesserten sich 15. Sie konnten postoperativ mit Unterstützung stehen. Postoperativ erreichten insgesamt 20 Patienten zusätzlich die freie Stehfähigkeit. Die Abduktionsfähigkeit zeigte auch nach zehn Jahren langfristige Erfolge. Es wird auf die Bedeutung der konsequenten postoperativen Therapie mit Krankengymnastik und Spreizschalen hingewiesen. Sutherland et al. [170] stellten 1997 eine Studie über 17 Patienten (29 Hüften) mit ICP (Diplegie 14, Hemiplegie 1, Tetraplegie 2) vor, die mit einer Psoasverlängerung auf Höhe des Beckenkamms unter Schonung des M. iliacus versorgt worden waren. In den meisten Fällen wurden zusätzlich Adduktorentenotomien, eine Kniebeugerverlängerung und ein Rectustransfer durchgeführt. Das mittlere Alter bei Operation betrug zehn Jahre, der mittlere Nachuntersuchungszeitraum 28 Monate. Anhand von Ganganalysen konnten postoperativ deutliche Funktionsverbesserungen nachgewiesen werden. Die Schrittlänge nahm signifikant zu, die Schrittfrequenz ab, die Schrittgeschwindigkeit blieb unverändert. Postoperativ konnte die vollständige dynamische Streckung im Stand erreicht, die anteriore Beckenkippung reduziert werden. Die Autoren fordern frühzeitige Weichteiloperationen, da der Erfolg umso größer sei, je jünger der Patient zum Zeitpunkt der Operation. Als Höchstalter werden 12 Jahre angegeben.

2.4 Auswirkung auf die knöcherne Formgebung

Subluxationen oder Luxationen, die sich in den ersten Lebensjahren entwickeln, bedeuten ein schlechtes prognostisches Zeichen. Weichteiloperationen können ihre Entstehung aufhalten, wenn sie durchgeführt werden, bevor sich sekundäre Veränderungen des Hüftkopfes und der -pfanne entwickelt haben. Bereits subluxierte Hüften zeigen hingegen auch nach erfolgreich durchgeführten muskelentspannenden Operationen weiterhin gewisse dysplastische Veränderungen. Bereits bestehende knöcherne Deformitäten können nur bedingt korrigiert werden [155], [179].

2.4.1 Migrationsindex nach Reimers

Reimers [140] untersuchte 1980 39 Hüften ein Jahr nachdem eine Adduktoren-tenotomie durchgeführt worden war. Er fand eine Reduktion des Migrationswertes um 15%. Die besten Ergebnisse wurden bei Patienten erzielt, die vor dem vierten Lebensjahr operiert wurden und deren präoperativer Migrationswert über 40% lag. Die

bei 22 Patienten durchgeführte Hüftbeugerverlängerung führte zu keiner signifikanten Abnahme des Migrationswertes. Allerdings konnte der Effekt aufgrund anderer zusätzlicher Weichteileingriffe nur bedingt beurteilt werden. Schultz et al. [150] verglichen den Migrationswert bei 37 Hüften nach Adduktorentransfer mit und ohne vordere Obturatoriusneurektomie. Beide Operationstechniken zeigten keine signifikant unterschiedlichen Ergebnisse. Der MP-Index verbesserte sich postoperativ um 1,4% und 1,7% pro Jahr. Individuell wurde bei 22 Hüften eine Abnahme, bei 8 Hüften keine Veränderung und bei 10 Hüften eine Zunahme des Migrationswertes gefunden. Vor dem operativen Eingriff wurde eine Verschlechterung des MP um 4% pro Jahr festgestellt.

In einer retrospektiven Studie von Kalen & Bleck von 1985 wurden 99 gehfähige und nicht gehfähige Kinder mit Adduktorentenotomie und Obturatoriusneurektomie oder mit einer Adduktorentenotomie in Kombination mit einer Iliopsoasrezession untersucht [85]. Röntgenologische Ergebnisse lagen nur für die letzte Gruppe vor. Hier zeigte sich, dass 80% der Patienten die Stellung des Femurkopfes halten oder verbessern konnten. Gehfähige Patienten konnten sich sogar um 100% verbessern. Die Verbesserung war mit einer Abnahme von wenigstens 10% des Migrationswertes definiert. Vidal et al. [179] nahmen 1985 eine Untersuchung an 158 Patienten mit 292 Hüften vor. Der neurologische Schweregrad variierte. 57% der Patienten zeigten eine Spastik, 30% waren athetotisch und 13% zeigten eine Kombination aus beidem. Die operativen Eingriffe beinhalteten zumeist Adduktorentenotomien, aber auch andere Weichteileingriffe und Neurektomien wurden durchgeführt. Bei 40 Hüften waren Osteotomien vorgenommen worden. Die Autoren fanden ohne Operation eine jährliche Migrationsrate von 5,5%. Postoperativ zeigte sich bei 43 Kindern, die vor dem 4. Lebensjahr operiert worden waren, eine jährliche Abnahme des Migrationswertes von 14%. Jene, die nach dem 7. Lebensjahr operiert worden waren, konnten ihren Migrationswert noch um 7% pro Jahr reduzieren.

Silver und Rang [159] untersuchten 1985 87 gefährdete Hüften schwer geschädigter, nicht gehfähiger Patienten mit ICP. Bei ihnen war eine Adduktorentenotomie mit Obturatoriusneurektomie durchgeführt worden. Bei 80% konnte eine Hüftluxation oder die Notwendigkeit einer weiteren Operation erfolgreich verhindert werden. 45 dieser Hüften verbesserten ihren Migrationswert um 23% im Median. 16 Hüften zeigten eine Zunahme um 8%. Bei 20% der Patienten wurde die Operation als Misserfolg gewertet. Aus dieser Gruppe konnten noch 3 Hüften eine Abnahme des MP um 3% verzeichnen, bei weiteren 12 Hüften nahm der MP im Median um 22% zu. Die Autoren identifizierten

Hüften mit einem Migrationswert von über 50% als besonders gefährdet für eine postoperative Verschlechterung. Zusätzliche Psoas- und Kniebeugerverlängerungen konnten das Ergebnis nicht signifikant beeinflussen.

In einer retrospektiven Studie von Smith & Stevens wurden 1989 17 Patienten mit 37 Hüften durchschnittlich eineinhalb Jahre nach einer kombinierten Weichteiloperation (bestehend aus Adduktorentransfer, Iliopsoastenotomie und proximaler Kniebeugerverlängerung) untersucht. Es zeigte sich im Median eine signifikante Reduktion des Migrationswert von 33 auf 25% [161]. In einer röntgenologische Studie von Onimus und Allamel von 1991 [126] wurden 24 schwer betroffene Kinder mit ICP nachuntersucht. An 40 Hüften waren kombinierte Adduktorentenotomien mit Obturatoriusneurektomie in Kombination mit Psoastenotomien durchgeführt worden. Der mittlere Nachuntersuchungszeitraum betrug 3 Jahre. Als Erfolg wurden 26 Hüften gewertet, deren MP um mindestens 10% abgenommen hatte (von 44% präoperativ auf 28% postoperativ). Die übrigen 14 Hüften hatten dieses Ziel nicht erreicht und wurden als Misserfolg gewertet. Ihr mittlerer MP betrug präoperativ 52% und stieg auf 66% postoperativ. Insgesamt zeigten sich die besten Ergebnisse, wenn die Kinder bei der Operation unter 4 Jahren waren und der präoperative MP unter 33% lag. Unter diesen Vorraussetzungen wurde eine Erfolgsquote von 90% gefunden.

Eine Studie von Feldkamp und Telaar von 1990 [44] untersuchte 109 Hüften von 80 schwerstbetroffenen Kindern mit Hüftsubluxationen (MP < 50%) und Luxationen (MP > 50%). Sie waren weder frei sitzfähig noch hatten sie den Vierfüßlergang für die Fortbewegung erlernt. Es wurden subkutane Tenotomien der Adduktoren und medialen Kniebeuger (M. gracilis und M. semitendinosus) in Lokalanästhesie durchgeführt. In der Gruppe der präoperativ subluxierten Hüften wurde in 86% der Fälle eine postoperative Verbesserung gefunden. Bei den präoperativ luxierten Hüften nur noch in 60% der Fälle. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass trotz Fehlen motorischer Restfunktionen gute Erfolge erzielt werden können, wenn die Kinder bei der Operation im zeitigen Kindergartenalter sind, der MP < 50% ist und die Nachtspreizschalen langfristig weiter getragen werden. Frischhut und Krismer untersuchten 1992 [47] 40 Patienten (Diplegie 19, Tetraplegie 31) nach Adduktorentenotomien. Bei etwa der Hälfte war eine zusätzliche Iliopsoastenotomie durchgeführt worden. Patienten mit Diplegie zeigten postoperativ eine geringgradige Verbesserung des Luxationsgrades mit Reduktion des MP von durchschnittlich 48% auf 39%. Die Patienten mit Tetraplegie wurden anhand der Operationsindikationen in zwei Gruppen unterteilt. Gruppe 1 war aufgrund einer beträchtlichen muskulären Dysbalance mit drohender Luxation operiert

worden. Alle hatten die zusätzliche Iliopsoastenotomie erhalten. Der MP reduzierte sich durchschnittlich von 73% präoperativ auf 33% postoperativ. Gruppe 2 war aus pflegerischen Gründen und zur Verbesserung der Sitzfähigkeit operiert worden. Eine röntgenologische Auswertung war nicht erfolgt.

1997 untersuchten Miller et al. [113] 74 Kinder mit 147 Hüften, die im Median im Alter von 4,5 Jahren mit einer offenen Adduktoren- und Iliopsoasverlängerung behandelt worden waren. Operationsindikationen waren eine limitierte Hüftabduktion über 30° und ein MP über 25%. Postoperativ erfolgte eine sofortige Mobilisation, Abduktionsschienen kamen nicht zum Einsatz. Drei Jahre später zeigten 54% gute Ergebnisse (MP < 25 %), 34% ordentliche Ergebnisse (MP 25 – 39 %) und 12% unbefriedigende Ergebnisse (MP > 40%). Abduktionskontrakturen wurden nicht gesehen. Die Autoren folgerten, dass bei oben genanntem Behandlungsschema 80% gute und ordentliche Ergebnisse erzielt werden können. Cornell et al. führten 1997 [31] eine Nachuntersuchung bei 37 Kindern mit 56 Hüften durch. Sie waren 5 Jahre zuvor entweder mit einer Adduktorentenotomie allein oder in Kombination mit einer Obturatoriusneurektomie versorgt worden. 83% der Hüften, die einen präoperativen MP < 40% hatten, zeigten gute Ergebnisse. Die Luxation konnte aufgehalten werden. 77% der Hüften mit einem präoperativen MP > 40% waren subluxiert oder luxiert. Die gewählte Operationsmethode oder das Alter der Kinder zum Zeitpunkt der Operation hatten keinen Einfluss auf die Ergebnisse.

2.4.2 Projizierter CCD-Winkel

Über die Auswirkungen von Weichteiloperationen bei Patienten mit ICP auf den CCD-Winkel gibt es in der nationalen und internationalen Literatur nur wenige Veröffentlichungen. 1984 stellten Wheeler und Weinstein [181] eine Studie von 25 Kinder mit Cerebralparese vor, bei denen 41 Adduktorentenotomien mit Obturatorius-neurektomie 3,5 Jahre zuvor durchgeführt worden waren. Ihr Alter zum Zeitpunkt der Operation betrug weniger als 9 Jahre. Unter anderem wurde der CCD-Winkel begutachtet, allerdings keine exakten Winkelmessungen durchgeführt. Es erfolgten lediglich subjektive Einschätzungen, ob der CCD-Winkel normal war oder eine Varus- bzw. Valgusstellung zeigte. Bei allen Hüften wurde vor der Operation eine Valgus-stellung gefunden, welche postoperativ bestehen blieb.

Heimkes et al. berichteten 1992 [68] von 41 Patienten (82 Hüften), die mit einem Psoas-Rectus-Transfer nach Göb [54], sowie einer Adduktorentenotomie versorgt worden waren. Unter anderem wurde auch der projizierte CCD-Winkel begutachtet, der

präoperativ im Mittel deutlich oberhalb des Normbereiches lag. Bei präoperativ gehfähigen Patienten und den Patienten, die postoperativ die Gehfähigkeit erlangt hatten, zeigte sich nach der Operation eine signifikante Abnahme von 145° auf 138°. Prä- und postoperativ nicht gehfähige Patienten konnten ihren CCD-Winkel von 151° auf 145° reduzieren. Diese Abnahme war jedoch statistisch nicht signifikant. Die Autoren schlossen daraus, dass muskelentspannende Operationen der Hüftbeuger und Hüftadduktoren zu einer Besserung der Coxa valga führen. Erlernt der Patient postoperativ das Gehen nicht, so persistiert die Coxa valga antetorta.

Manolikakis und Zeiler [103] berichteten 1994 über die Nachuntersuchung von 296 Hüftgelenken. Es waren Adduktorentenotomien, bei vorliegender Hüftbeugekontraktur ebenfalls eine Iliopsoasverlängerung sowie eine Ablösung des M. rectus femoris (nicht gehfähige Patienten) bzw. -verlängerung (gehfähige Patienten) durchgeführt worden. Die Operation lag mindesten 2 Jahre zurück. Der längste Nachuntersuchungszeitraum betrug 18 Jahre. Trotz klinisch deutlich gemindertem Muskeltonus der Adduktoren und Flexoren waren keine Änderungen des projizierten CCD-Winkels durch die Weichteileingriffe nachweisbar.

Bei einer Untersuchung von 1997 von Miller et al. [113] nach offener Adduktoren- und Iliopsoasverlängerung wurde unter anderem auch der CCD-Winkel bei 147 Hüften begutachtet. Jedoch waren nicht alle Röntgenaufnahmen in Rotationsnullstellung des Hüftgelenkes durchgeführt worden. Der CCD-Winkel sank zwar von 155° präoperativ auf 153° bei Nachuntersuchung, diese Abnahme lag aber innerhalb des angenommenen Messfehlers von 10°. Somit fanden die Autoren weder Veränderungen des CCD-Winkels im zeitlichen Verlauf noch Unterschiede zwischen den verschiedenen Patientengruppen die nach postoperativem MP eingeteilt worden waren.

2.4.3 AC-Winkel nach Hilgenreiner

Feldkamp [42] untersuchte 1974 die langfristige Auswirkung Hüftluxationsverhütender Operationen unter anderem auf den AC-Winkel. Es wurden 38 Kinder mit insgesamt 58 Hüftsubluxationen und -luxationen 3 – 9 Jahre nach unterschiedlichen Operationen (zumeist Weichteileingriffe, vor allem Adduktorentenotomien, aber auch knöcherne Korrekturen in Verbindung mit Weichteileingriffen) untersucht. Bezüglich des Pfannendachwinkels fand die Autorin postoperativ wenige Veränderungen.

Wheeler und Weinstein unternahmen 1984 [181] eine Nachuntersuchung bei 25 Patienten, die im mittleren Alter von fünf Jahren an insgesamt 41 Hüften mit einer

Adduktorentenotomie in Kombination mit einer vorderen Obturatoriusneurektomie versorgt worden waren. Über die Hälfte der Patienten waren präoperativ nicht gehfähig, zwei Drittel der Hüften subluxiert. Bezüglich des AC-Winkel wurde 3,7 Jahre später im Mittel eine Reduktion von 27° auf 23° gefunden. In der Studie von Vidal et al von 1985 [179] berechneten die Autoren bei 292 Hüften eine jährliche Abnahme des AC-Winkels von 0,8% für die Kinder, die vor dem 4. Lebensjahr operiert worden waren. Wurde die Operation nach dem 7. Lebensjahr durchgeführt, betrug die Abnahme noch 0,4% im Jahr. Die operativen Eingriffe bestanden zumeist aus Adduktorentenotomien, aber auch andere Weichteileingriffe und Neurektomien wurden durchgeführt. In wenigen Fällen waren auch Osteotomien vorgenommen worden. Die Autoren plädieren für die frühe Durchführung von Tenotomien, da diese eine Hüftdysplasie effektiver aufhalten könnten. Smith & Stevens [161] fanden 1989 in ihrer Studie von 17 Patienten mit 34 Hüften, die mit einer kombinierten Weichteiloperation (Adduktorentransfer, Iliopsoas-tenotomie und proximale Kniebeugerverlängerung) versorgt worden waren, im Median eine signifikante Reduktion des AC-Winkels von 32° auf 26°. Das präoperative Alter betrug im Mittel fünf Jahre, der Nachuntersuchungszeitraum durchschnittlich eineinhalb Jahre.

Bei einer Studie von Cornell et al. [31] von 1997 waren 37 Kinder 5 Jahre zuvor an 56 Hüften entweder mit einer Adduktorentenotomie allein oder in Kombination mit einer Obturatoriusneurektomie versorgt worden. Obwohl der präoperative AC-Winkel kein signifikanter Vorhersagewert des postoperativen MP war, gab es eine enge Assoziation zwischen präoperativen MP und präoperativem AC-Winkel. Lag der AC-Winkel präoperativ bereits über 27°, war bei 15 von 17 Hüften das Operationsergebnis unbefriedigend.

Bei bereits o. g. Untersuchung von Miller, Cardoso et al. von 1997 [113] mit offener Adduktoren- und Iliopsoasverlängerung bei 147 Hüften wurde ebenfalls der AC-Winkel berechnet. Patienten die postoperativ gute Ergebnisse (MP < 25%) erlangt hatten, konnten auch Ihren AC-Winkel signifikant verbessern. Patienten, mit ordentlichen (MP 25 – 39%) und unbefriedigenden Ergebnissen (MP > 40%) verkleinerten Ihren AC-Winkel auch. Diese Reduktion war jedoch nicht signifikant. Insgesamt sank der AC-Winkel innerhalb von drei Jahren von 21° auf 16°.

2.4.4 BE-Winkel nach Sharp und Ullmann

In der Literatur gibt es kaum Veröffentlichungen nach Weichteiloperationen, bei denen der Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp zur Beurteilung der Neigung der gesamten Hüftpfanne herangezogen wird.

Lediglich Root et al. [143] benutzten 1995 diesen Winkel für Ihre Nachuntersuchung von 31 Patienten mit 35 stark subluxierten und luxierten Hüften. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug sieben Jahre. 23 der 35 Indexhüften waren zuvor bereits mit Weichteiloperationen oder anderen, zum Teil knöchernen Verfahren, voroperiert. Bei der aktuellen Operation handelte es sich um eine offene Reposition der Hüften mit Beckenosteotomie, Rotationsosteotomie und Verkürzung des Femur in Kombination mit einer Iliopsoassehnenablösung. Fünf Patienten erhielten aufgrund eingeschränkter Hüftabduktion zusätzlich eine Adduktorentenotomie. Bezüglich des BE-Winkels fanden die Autoren eine Reduktion von 50° auf 40°.

3. Beurteilungsschemata

3.1 Klinischer Score

3.1.1 Motorisch

Johnson et al. [82] stellten bereits 1951 den Motor Age Test vor. Dieser wurde konzipiert, um das motorische Alter eines Kindes objektiv einzuteilen, seine Fortschritte unter Therapie festzuhalten, sowie um Kinder unabhängig von Altersunterschieden und Schwere der körperlichen Behinderung miteinander zu vergleichen. Grundlage waren Studien von Gesell zur normalen kindlichen Entwicklung aus dem Jahre 1940. Der Test umfasst die neuromuskuläre Reifung bis zum Alter von sechs Jahren. Er besteht aus zwei Bereichen. Der erste Teil ist für die oberen Extremitäten, der zweite Teil für die unteren Extremitäten und den Rumpf. Der Test ermittelt ein motorisches Alter in Monaten, durch welches das chronologische Alter dividiert wird. Es resultiert ein Quotient als Indikator der körperlichen Behinderung.

Darauf und auf Studien von Gesell aufbauend, entwickelten Ingram et al. [79] den Cerebral Palsy Activity Record. Hierbei handelt es sich um einen Test basierend auf einer Entwicklungsskala für motorische und soziale Fertigkeiten. Es wurden Testaktivitäten gewählt, die ein Kind üblicherweise von alleine im täglichen Leben entwickeln sollte. Willson fertigte 1969 [182] den Inventory of Development, der sich

aus vier Bereichen zusammensetzt: Grobmotorik, Feinmotorik, Kommunikation und Soziale Kompetenz. Der Test wurde entwickelt, um die Wirkung physiotherapeutischer Behandlungen zu belegen. Dies gelang jedoch nur zum Teil, da der Einfluss physiologischer Reifung auf die Fortschritte und damit auf das Testergebnis nicht ausgeschlossen werden konnte.

1972 wurde von Reimers der Cerebral Palsy Score veröffentlicht [138]. Er stellt ein Testschema zur Beurteilung der freien Bewegungsfähigkeit von Kindern mit Cerebralparese dar. Testinhalte sind Sitzen, Stehen, Gehen und Treppensteigen, bewertet wird das Ausmaß benötigter Unterstützungshilfen. Modifikationen entstanden unter anderem von Elmer et al. [39]. Sie entwarfen 1992 den Functional sitting ability score. Ein Jahr später wurde von Hoskins und Squires [76] der Test For Gross Motor And Reflex Development vorgestellt. Er untersucht Motorik und Reflexaktivität in einem gemeinsamen Entwicklungstest. Aus motorischem Alter und chronologischem Alter wird ein Quotient gebildet.

Feldkamp und Güth [43] stellten 1987 im Rahmen einer Studie zur Einschätzung des Schweregrades der Spastik die Erhebung klinischer Parameter sowie deren Gesamtwertung auf einer Zehn-Punkt-Skala vor. Bei den klinischen Daten wurden das motorische Entwicklungsalter, die Ganggeschwindigkeit und die Schrittlänge sowie das Vorhandensein schwerer Kontrakturen erhoben

Gans et al. [51] publizierten 1988 den Tufts Assessment of Motor Performance (TAMP). Dieser wurde konzipiert, um eine diagnosenunabhängige Einschätzung des funktionellen Motorstatus zu erhalten. Dazu wurden 32 Punkte aus dem Bereich physischer Fertigkeiten wie Mobilität und Alltagaktivitäten sowie physische Kommunikationsaspekte untersucht. Jeder Punkt wurde in einzelne Aufgaben unterteilt. Die Wertung erfolgt anhand der benötigten Unterstützung und Zeit, der Geschicklichkeit und dem Vorhandensein von primitiven Bewegungsmustern.

1989 veröffentlichten Russel et al. [145] den Gross Motor Function Measure (GMFM). Dieser wurde entwickelt, um bei Kindern mit ICP Veränderungen der motorischen Funktion zu messen. Dieser wird zur Auswertung in fünf verschiedene motorische Funktionsbereiche (liegen/ rollen, sitzen, krabbeln/ knien, stehen, gehen/ rennen/ hüpfen) eingeteilt. Die Wertung jeder einzelnen der 88 Aufgaben erfolgt auf einer Vier-Punkte-Skala. Es entsteht ein prozentualer Score aus dem Produkt des Scores von Kind und Maximum-Score multipliziert mit 100%. Eine Schwäche des GMFM war, dass

zwar quantitative, nicht jedoch qualitative Veränderungen gemessen werden konnten. Er fand häufig Verwendung in späteren Studien ([111], [20].

3.1.2 Spastizität

Goff [55] stellte 1976 die Oswestry Scale of Grading of Spasticity vor. Hierbei handelt es sich um eine Einteilung der Spastik in fünf Schweregrade. Grad 0 stellt eine Spastik da, bei der keine Willkürbewegungen möglich sind. Grad 5 bezeichnet eine normale Beweglichkeit ohne spastische Synergien. Da die Position des Körpers das Ausmaß der Spastik beeinflusst, wird jeweils in verschieden Ausgangspositionen untersucht.

Mehrere Autoren betonten die Bedeutung psychischer Faktoren bei der klinischen Untersuchung von Patienten mit ICP. So können die Untersuchungsergebnisse signifikant vom emotionalen Zustand des Patienten und den äußeren Umständen der Untersuchung abhängen [6]. Diese Zusammenhänge wurden bereits 1966 von Ingram [81] beschrieben. Als größten Einflussfaktor bezeichnete er die Ausgangsstellung. So seien manche Kinder im Liegen nicht selten hypoton und zeigten generalisierte Rigidität in aufrechter Position. Perry [130] fordert, die Wertung des Spastizitätsgrades jeweils in nur einer Ausgangsstellung durchzuführen. Simon et al. [160] konnten in ihren elektronischen Ganganalysen ebenfalls die Abhängigkeit des Spastizitätsgrades von Ausgangsstellung und Funktion zeigen. Die an Kindern mit ICP zunächst klinisch gemessene Spastizität korrelierte nicht immer mit dem spastischen Verhalten, welches in der Ganganalyse gefunden wurde.

1984 untersuchten Seeger et al. [152] die Handfunktion bei Patienten mit ICP in Abhängigkeit vom Hüftbeugewinkel. Sie werteten Flexor- und Extensorspastizität nach Frequenz und Ausprägung. Die Frequenz wurde mit einer Vier-Punkt-Skala von nicht vorhanden bis konstant präsent, die Ausprägung mit einer Drei-Punkt-Skala von mild bis ausgeprägt zugeordnet. Durch Multiplikation beider Werte entstand ein übergeordneter Spastizitätslevel.

1987 veröffentlichten Bohannon und Smith [18] eine Studie, in welcher sie die von ihnen modifizierte Ashworth Scale of Muscle Spasticity auf ihre Reliabilität prüften. Hierbei konnten sie eine 87% Übereinstimmung in der Bewertung der Spastizität durch verschiedene Untersucher erzielen. Die Ashworth Scale of Spasticity ist eine Sechs-Punkte-Ordnungsskala, welche den passiven Widerstand wertet, der während der passiven Muskeldehnung entgegengesetzt wird. Sie findet in der Literatur zunehmend Verwendung [111].

3.1.3 Muskulatur

3.1.3.1 Muskelkraft

1932 wurde von Dr. R. Lovett ein manueller Muskeltest zur Einschätzung der Muskelkraft eingeführt. Zur Minimierung einer subjektiven Beurteilung der Muskelkraft benutzte er für seine Testmethode die Schwerkraft als Widerstand. Koman et al. [89] stellen 1990 eine erweiterte Form der manuellen Muskeltestung mit Integration des Bewegungsausmaßes (range of motion = ROM) für Patienten mit ICP vor.

Function:	**Grade:**	**Estimated Percentage of normal strength:**	**Physical Capability:**
Normal	5	100	Complete ROM, full resistance
Good	4	75	Complete ROM, some resistance
Fair	3	50	Complete ROM against gravity
Poor	2	25	Complete ROM, gravity eliminated
Trace	1	10	Slight contractility
Zero	0	0	No evidence of contractility

Willson betonte bereits 1969 [182] in ihrer Veröffentlichung über Entwicklungstests für Kinder mit kongenitalen Störungen, dass manuelle Testungen von Muskelkraft und -beweglichkeit auch immer dem normalen Wachstums- und Entwicklungsverlauf unterworfen sind. Deshalb ist es oft schwierig, Veränderungen als alleinigen Therapieeffekt zu werten. 1978 untersuchten Simon et al. [160] im Rahmen einer Studie das genu recurvatum bei Kindern mit ICP. Sie verglichen Ergebnisse manueller klinischer Tests zur Messung von Muskelkraft und aktiver Beweglichkeit mit Befunden der elektronischen Ganganalyse. Die im manuellen Test gemessene Muskelkraft korrelierte nicht mit der dynamischen Funktion desselben Muskels beim Gehen. Somit kann das Bewegungsausmaß der Gelenke beim Gehen nicht immer auf Grund des passiven Bewegungsausmaßes vorausgesagt werden. Auch Perry [130] betont, dass die manuelle Messung der Muskelkraft nach Lovett bei Patienten mit Spastik aufgrund fehlender selektiver Kontrolle ungeeignet sei. Diese Patienten benützen einfachere Kontrollmechanismen, primitive Massenbewegungen oder gar Reflexaktivität. Die gemessene Kraft würde somit eine Mischung aus Kontrolle und Muskelfaseraktivität darstellen. Kontrolldefizite könnten zu ausgeprägter Inkonsistenz zwischen dem gemessenen Testwert und dem Gang der gleichen Person führen. Matsuo et al. [106]

unternahmen 1987 in ihrer Studie manuelle Muskeltests der Hüftbeuger im Stand. Zunächst bestimmten sie die Kraft auf einer Punkte-Skala von null bis vier, später den Winkel der maximalen Hüftbeugung in gleicher Ausgangsstellung. Eine Beugung über 90° wurde als gut, zwischen 71 und 90° als ordentlich und unter 71° als schwach gewertet.

3.1.3.2 Passives Bewegungsausmaß

Für die Befunddokumentation des aktiven und passiven Bewegungsumfanges hat sich in vielen Bereichen der Medizin die Neutralnullmethode bewährt. Dabei entsprechen die Gelenkstellungen eines aufrechtstehenden Menschen mit herabhängenden Armen der Nullgrad-Ausgangsstellung. Jede Bewegung aus den verschiedenen Ausgangsstellungen wird in Winkelgraden gemessen. Eine genaue Befunddokumentation ermöglicht später eine Verlaufskontrolle zur Bewertung der Bewegungseinschränkung [122]. In der Literatur herrscht generelle Übereinstimmung in folgenden Punkten: Winkelmessungen eines einzelnen Untersuchers sind weniger variabel als die mehrerer Untersucher [62]. Die Reliabilität wird deutlich verbessert, wenn es sich um einen erfahrenen Untersucher handelt, der eine Standardmethode anwendet [7]; Messungen von Gelenken mit mehr Freiheitsgraden variieren mehr als die von solchen mit weniger Freiheitsgraden [3]. Bei Patienten mit muskulärem Hypertonus ist keine akzeptable Reliabilität bei Winkelmessungen etabliert.

Stuberg et al. [168] zeigten 1988 die Grenzen der Neutralnullmethode bei Patienten mit ICP auf. Hauptproblem war herauszufinden, ob das Ende einer Bewegung aufgrund einer Muskelverkürzung bzw. kontrakten Gelenkkapsel erreicht worden war, oder ob die weitere Bewegung aufgrund des Hypertonus unmöglich war. Um diesen Einfluss zu minimieren, wurde jeweils vor der Winkelmessung ein 30 – 60 Sekunden langer Stretch ausgeübt. Geringere Abweichungen zeigten sich bei einem Untersucher (Variationen von 10–15°), größere Abweichungen bei verschiedenen Untersuchern (Variationen von über 15°). Akzeptable Ergebnisse bezüglich der Zuverlässigkeit eines Untersuchers ergaben sich für die Messungen der Hüftextension, Hüftabduktion und der Knieextension.

3.2 Radiologischer Score

Für die Beurteilung der radiologischen Befunde bei der ICP findet man in der Literatur unterschiedliche Ansätze. In einer Arbeit von Sharrard et al. von 1975 [155] wird für die

Beurteilung bei Beckenübersichtsaufnahmen eine radiologische Einteilung in normal (Hüfte mit geringer Valgusstellung und Anteversion), dysplastisch (Überdachung über 2/3 aber klarer Bruch der Shenton-Linie oder aber Pfannen- oder Hüftkopfdefekte), subluxiert (noch bestehender Kontakt mit der Gelenkpfanne, Überdachung des Hüftkopfes weniger als 2/3) und luxiert (kompletter Verlust des Gelenkkontaktes), vorgenommen. Eine ähnliche Einteilung verwandten auch andere Autoren [78]. Ein isoliert auftretender Bruch der Shenton-Linie wurde jedoch noch als normal gewertet.

Die umfangreichsten Arbeiten über die Einteilung und Beurteilung röntgenologischer Veränderungen am Hüftgelenk im Kindes- und Erwachsenenalter stammen von Tönnis aus den Jahren 1968 [177] und 1984 [176] unter Mitarbeit des Arbeitskreises für Hüftdysplasie (AKH). Die Beurteilung basiert auf der Klassifizierung röntgenologischer Messwerte nach Abweichungsstufen vom Normalen. Für die verschiedenen Winkel des Hüftgelenkes wurden die größten verfügbaren Untersuchungen der Literatur herangezogen und versucht, einen Mittelwert zu bilden. Da sich viele Messwerte des Hüftgelenkes während des Wachstums ändern, sind reelle Messwerte verschiedener Altersgruppen nicht miteinander vergleichbar. Deshalb entstand eine altersbezogene Klassifizierung der Normalwerte, die einen Vergleich nach Abweichungsstufen (Grad 1-4) ermöglicht. Diese können zusätzlich mit einem + (Abweichung nach oben) oder einem – (Abweichung nach unten) versehen werden.

Auch bezüglich des Migrationswertes nach Reimers [140] gibt es verschiedenste Bewertungen in der Literatur. Während Reimers selber ab 33% von einer Subluxation und ab 100% von einer Hüftluxation spricht, befanden Feldkamp und Telaar [44] Hüften mit einem MP bis 50% als subluxiert, und Hüften mit einem MP darüber als luxiert. Andere Autoren, zum Beispiel Heinrich et al. [69], unternahmen eine Einteilung in 6 Hüftstabilitätsstufen mit je 15%-Schritten vor. Sie benutzten Arthrographien für ihre Befundauswertung. Eine andere Bewertung der Behandlungsergebnisse nehmen Kalen und Bleck [85] vor. Sie werten einen MP, der sich postoperativ um mehr als 10% verschlechtert, als Misserfolg. Hat sich der MP weniger stark verschlechtert oder sogar verbessert, so bezeichnen sie das röntgenologische Ergebnis als Erfolg. Onimus [126] legt demgegenüber härtere Kriterien als Maßstab an. Er wertet ein Nach-untersuchungsergebnis erst dann als Erfolg, wenn der präoperative MP um mindestens 10% reduziert werden konnte. Miller wiederum [113] befand die postoperativen Ergebnisse seiner Studie für gut, wenn der MP unter 25% lag, für ordentlich bei einem MP zwischen 25 und 39% und für schlecht bei einem MP ab 40%.

In einer Studie [92] von Krum und Miller von 1993 bei Kindern mit ICP entwickelten diese eine Klassifikation heterotoper Ossifikationen die sowohl auf klinischen als auch auf röntgenologischen Kriterien beruht. Die Auswertung erfolgt anhand von a.-p. Beckenübersichtsaufnahmen.

Parrott et al. wiesen in ihrer Veröffentlichung von 2002 [127] auf die Bedeutung möglicher Messfehler bzw. die Ungenauigkeit hin, die bei wiederholten Messungen von Röntgenbildern auftreten können. Die größten Abweichungen entstehen bei Messungen zwischen verschiedenen Untersuchern. Aber auch bei dem gleichen Untersucher muss mit Abweichungen von $\pm$ 8° beim MP, und bis zu $\pm$ 4° beim AC-Winkel gerechnet werden.

3.3 Subjektiver Score

Davies und Ware [34] gehen davon aus, dass man mit Hilfe von Patientenberichten (ja/ nein) und –einschätzungen (gut/ schlecht) gültige Informationen über die Qualität ihrer medizinischen Versorgung erhalten kann. Insbesondere bekommt man Informationen, die man anders nicht erhält. Patientenfragebogen werden zunehmend Bestandteil klinischer Studien. Diese werden eingesetzt, um die Zufriedenheit mit kosmetischen und funktionellen Ergebnissen zu hinterfragen [25], um Schmerzen zu erfassen, oder um die Bewertung postoperativer Ergebnisse zu erfahren [23].

Goldberg [56] stellte 1991 in seinem Kommentar über Nachuntersuchungen bei der ICP folgende Forderungen auf: Zunächst muss der Spontanverlauf einer Erkrankung bekannt sein, um jegliche Art von Eingriffen vergleichen zu können. Des Weiteren soll eine Studie auf drei Säulen aufbauen, den technischen Ergebnissen, der funktionellen Gesundheitseinschätzung und der Zufriedenheit des Patienten. Die Zufriedenheit bezieht sich seiner Meinung nach zum einen auf das Resultat selber, zum anderen darauf, wie es erzielt wurde.

Bower und McLellan [20] publizierten 1994 eine Studie über die Beurteilung motorischer Fähigkeiten in vier Behandlungszentren für Kinder mit ICP. Hierbei wurde auch nach der Zufriedenheit der Eltern mit der Behandlung gefragt. Grundlage war ein Fragebogen, der zu drei verschiedenen Zeitpunkten der Studie erhoben wurde. Dies geschah jeweils in Anwesenheit des Untersuchers. Beide Elternteile füllten eigenständig einen separaten Fragebogen aus. Auch Manolikakis und Zeiler [103] führten 1994 im Rahmen einer retrospektiven Studie nach Weichteilentspannung eine Erhebung mittels Fragebogen durch.

C Material und Methoden

1. Untersuchungsgut

An Hand der Operationsbücher der Orthopädischen Poliklinik wurden alle Patienten, an denen in den letzten 26 Jahren ein Psoas-Rectus-Transfer vorgenommen wurde, herausgesucht. Der Abstand zwischen Operation und Nachuntersuchung betrug mindestens ein Jahr.

Von 1971–96 wurden 258 Patienten mit einem Psoas-Rectus-Transfer operativ versorgt. Von diesen 258 Patienten mussten 46 von der Nachuntersuchung ausgenommen werden, da entweder zusätzlich knöcherne Operationen oder eine andere Grunderkrankung vorlag. 50 Patienten wurden ausgeschlossen, da sie zum Zeitpunkt der Operation das 12. Lebensjahr bereits vollendet hatten. 46 Patienten konnten nicht eingeladen werden, da ihre Patientenakte oder ihre aktuelle Adresse nicht vorlagen. Bei weiteren 11 Patienten war entweder das präoperative Röntgenbild nicht auffindbar, bestand eine präoperative Hüftluxation oder war eine knöcherne Nachoperation vorgenommen worden. 34 der 105 angeschriebenen Patienten konnten nicht erreicht werden oder sagten ab.

Es wurden somit 71 Patienten im Langzeitverlauf beobachtet, was einer Ermittlungsrate von 67,6% entspricht. Bei allen Patienten waren beide Hüftgelenke betroffen. Bei zweien konnte jedoch jeweils nur eine Seite gewertet werden. In einem Fall war ein Hüftgelenk zu einem späteren Zeitpunkt knöchern nachoperiert worden und im zweiten Fall das präoperative Röntgenbild einseitig nicht auswertbar. Infolgedessen konnten insgesamt 140 Hüften von 71 Patienten vollständig ausgewertet werden. Eine genaue Aufstellung zeigt Tabelle I.

Auf Grund der jahrelangen engen Zusammenarbeit der Orthopädischen Poliklinik mit dem Spastiker-Zentrum München besuchte ein gutes Drittel (n = 25) unserer Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung diese Einrichtung. Sie gingen dort zur Schule oder machten eine Ausbildung im angegliederten Berufsbildungswerk.

Die Geschlechtsverteilung war zufällig und nicht ganz ausgewogen. Es handelte sich um 29 Mädchen (40,8%) sowie 42 Jungen (59,2%) (Tab. II).

Tabelle I: Fallzahlen und Ausschlusskriterien

Patienten, n	Hüften, n	Ausschlusskriterien
258	516	Psoas-Rectus-Transfer - 31 x kombiniert knöcherne Eingriffe
227	454	Psoas-Rectus-Transfer - 15 x andere Grunderkrankung oder - erworbene Hemiparese
212	424	erfasst nach Diagnoseschlüssel - 50 x Alter bei Op > 12 Lebensjahre
162	324	- 38 x Patientenakten nicht auffindbar - 8 x unbekannt verzogen - 7 x präoperatives Röntgenbild nicht auffindbar - 2 x präoperative Hüftluxation - 2 x knöcherne Nachoperation
105	210	Patienten angeschrieben und einbestellt - 34 x Absagen
71	142	Patienten untersucht - 2 x nicht verwertbare Hüften
71	**140**	**Nachuntersuchungsgut**

Tabelle II: Geschlechtsverteilung

	n	%
Mädchen	29	40.8
Jungen	42	59.2

Das Alter zum Zeitpunkt der Operation betrug im Durchschnitt 7 Jahre. Der jüngste Patient wurde mit 3 Jahren operiert. Die obere Altersbegrenzung wurde auf 12 Jahre festgelegt, um mögliche Auswirkungen auf die knöcherne Formgebung der Hüfte durch die Operation am noch wachsenden Skelett zu ermöglichen.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug das Alter der Patienten durchschnittlich 19.8 (5 – 37) Jahre. Der Nachuntersuchungsabstand zur Operation betrug mindestens ein Jahr, um den Kindern die Gelegenheit zu geben, erste statomotorische Fortschritte

zu machen. Der längste Abstand betrug 27 Jahre. Dies entspricht einem durchschnittlichen Nachuntersuchungszeitraum von 12,8 Jahren (Tab. III).

Tabelle III: Altersverteilung und Zeitraum

	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum
Alter bei Operation	**7,0**	7,0	3,0	12,0
Alter bei Nachuntersuchung	**19,8**	19,0	5,0	37,0
Nachuntersuchungszeitraum	**12,8**	11,0	1,0	27,0

Für die Nachuntersuchung wurden ausschließlich Kinder mit infantiler Cerebralparese ausgewählt, erworbene Hemiplegien wurden nicht berücksichtigt. Sie wurden anhand von Lokalisation (Tab. IV) und Ausprägung des neuromotorischen Handicaps klassifiziert (Tab. V). In fast zwei Drittel der Fälle (64,8%), bei 46 Patienten, handelte es sich um eine Quadriplegie, ein gutes Drittel (33,8%) mit 24 Patienten hatte eine Diplegie, in nur einem Fall fand sich eine Triplegie (1,4%).

Tabelle IV: Diagnose, Lokalisation

	n	%
Quadriplegie	46	64,8
Diplegie	24	33,8
Triplegie	1	1,4

Bei 70 von 71 Patienten (98,6%) prägte eine Spastik das klinische Bild. Nur in einem Fall (1,4%) lag eine Athetose als Hauptkomponente vor. Als Nebenkomponente konnte in 14 Fällen (19,7%) eine Athetose gefunden werden. Jeweils einmal traten eine Ataxie (1,4%) und eine Spastik (1,4%) als Nebenkomponente in Erscheinung.

Tabelle V: Diagnose, Neuromotorischer Status

	Hauptkomponente		Nebenkomponente	
	n	%	n	%
Spastik	70	98,6	1	1,4
Athetose	1	1,4	14	19,7
Ataxie	-	-	1	1,4
gesamt	71	100	16	22,5

Neben dem Psoas-Rectus-Transfer, der jeweils beidseitig durchgeführt wurde, wurden in der gleichen Sitzung oder zu einem anderen Zeitpunkt diverse andere operative Eingriffe an den unteren Extremitäten durchgeführt (Tab. VI).

Tabelle VI: Weitere operative Eingriffe

Operationen		**n**	**%**
Psoas-Rectus-Transfer		140	100,0
Adduktorentenotomie		105	75,0
Mediale Kniebeugerverlängerung		51	36,4
Laterale Kniebeugerverlängerung		17	12,1
Achillotenotomie		69	49,3
Andere (20)	**- Op nach Grice-Schede**	8	5,7
	- Arthrodese des USG	5	3,6
	- Triplearthrodese	2	1,4
	- Op nach Lambrinudi	2	1,4
	- Dist. d. tub. tibiae	2	1,4
	- Supracond. Osteotomie	1	0,7

2. Methodik

2.1 Ausgangsbefund

2.1.1 Patientenakten

Mit Hilfe der Patientendaten aus den Operationsbüchern wurden die Krankenakten in den Archiven ausfindig gemacht. Die Unterlagen wurden durchgesehen, Diagnose und Zeitpunkt der Operation überprüft. Patienten mit knöchernen Voroperationen an der Hüfte sowie knöchernen Operationen im Anschluss an den Psoas-Rectus-Transfer wurden aussortiert. Alle weiteren Operationen an den unteren Extremitäten wurden vermerkt. Der präoperative Zustand der Patienten, insbesondere in Hinblick auf statomotorische Entwicklung und Mobilität sowie die Operationsindikation, wurden notiert.

2.1.2 Röntgenbilder

Es wurden ausschließlich a.-p. Beckenübersichtsaufnahmen verwendet. Unbedingte Voraussetzung war das Vorhandensein jeweils einer präoperativen und postoperativen Röntgenaufnahme. Die erste sollte möglichst kurz vor der Operation, die zweite zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung aufgenommen worden sein.

2.1.3 Anschreiben

Mit Hilfe der Patientenakten konnten die benötigten Adressen recherchiert werden. Alle Patienten, bzw. bei Minderjährigen deren Eltern, wurden schriftlich über die geplante Nachuntersuchung informiert und eingeladen. Erfolgte auf die schriftliche Einladung keine Reaktion, so wurde diese telephonisch im persönlichen Gespräch wiederholt.

2.1.4 Untersuchungsbogen

Für die klinische Untersuchung wurde, nach Sichtung der nationalen und internationalen Literatur, ein umfangreicher Untersuchungsbogen konzipiert. Ziel war es, ein umfassendes Bild des Patienten mit Cerebralparese zu erhalten, um darauf aufbauend, ein Bewertungsschema für den Psoas-Rectus-Transfer zu erarbeiten.

Folgende Kriterien wurden bei der Erstellung berücksichtigt:

(1) Die Untersuchung sollte kurz und wenig anstrengend sein.

(2) Sie sollte klinisch orientiert sein und es sollten wenig Hilfsmittel zum Einsatz kommen.

(3) Das Untersuchungsschema sollte verständlich und einfach durchführbar sein, um untersucherunabhängig Befunde erheben zu können.

(4) Es musste ein Konzept entwickelt werden, welches sowohl auf ein dreijähriges Kind als auch auf einen 40-jährigen anwendbar war.

(5) Die Dokumentation sollte in standardisierter Form erfolgen.

Dies alles ist nur durch eine Einbuße an individueller Information möglich. Insgesamt handelt es sich also um einen Kompromiss zwischen gründlicher Untersuchung und zeitlicher Durchführbarkeit, zwischen einem Höchstmaß an Individualität und statistischer Auswertbarkeit, zwischen dem Gerechtwerden einzelner Altersstufen und einer altersunabhängigen Anwendbarkeit. Nachfolgend der konzipierte Untersuchungs-bogen in Abbildung 5.

UNTERSUCHUNGSBOGEN

Name _____ Arztbrief an _____

Vorname _____

Geburtsdatum _____ Rezepte für _____

Untersuchungsdatum _____

I. ANAMNESE

1. Schwangerschaftsverlauf

☐ Unauffällig

☐ Komplikationen: _____

☐ Besonderheiten: _____

2. Geburt

Schwangerschaftswoche: _____

☐ Termingerecht (+/- 2 Wo.)

☐ Frühgeburt

☐ Übertragen

☐ Komplikationen: _____

☐ Besonderheiten: _____

3. Krankheitsursache

☐ A. Pränatal

☐ B. Perinatale Anoxie

☐ C. Postnatal:

- ☐ Trauma
- ☐ Infektion
- ☐ Toxische Gründe
- ☐ Gefäßereignisse
- ☐ Anoxie
- ☐ Neoplasie

4. Anlallsleiden

☐ Nein

☐ Ja

Beginn: _____

Häufigkeit: _____

Medikamente:	Früher	Heute
	_____	_____
	_____	_____
	_____	_____

5. Augen

☐ Keinerlei Beeinträchtigung

☐ Strabismus

☐ Sehschwäche

☐ Blindheit

☐ Hilfsmittel:

- ☐ Brille
- ☐ Andere _____

6. Ohren

☐ Keinerlei Beeinträchtigung

☐ Hörschwäche

☐ Taubheit

☐ Hilfsmittel:

- ☐ Hörgerät
- ☐ Andere _____

7. Motorische Meilensteine

	Alter	Präoperativ	Postoperativ
- Krabbeln/ Robben	_____	☐	☐
- Sitzen (frei)	_____	☐	☐
- Gehaltene Gewichtsübernahme	_____	☐	☐
- Selbständiges Stehen (mit "Einhalten")	_____	☐	☐
- Laufen (mit Hilfsmitteln)	_____	☐	☐

8. Alltagsaktivitäten

	Selbständig	Mit Hilfestellung	Maximale Hilfe
- Waschen	☐	☐	☐
- Anziehen	☐	☐	☐
- Essen	☐	☐	☐
- Toilette	☐	☐	☐
- Transfer	☐	☐	☐

9. Funktioneller Schmerzstatus

☐ 0 Keine Schmerzen

☐ 1 Gelegentliche leichte Schmerzen, nicht täglich

☐ 2 Mäßiger Schmerz; täglich spürbar, jedoch ohne deutliche Auswirkung auf die Lebensqualität, nur gelegentlich Schmerzmittel erforderlich.

☐ 3 Täglich vorhandener Schmerz mit deutlicher Auswirkung auf die Lebensqualität, täglich Schmerzmittel erforderlich.

10. Operationen

Psoas-Rectus-Transfer

- Operationsdatum: _____
- Alter bei Operation: _____

	Re	Li	Bds	Jahr	Voroperation
Hüfte:					
- Adduktorentenotomie	☐	☐	☐	_____	☐
- Andere: _____	☐	☐	☐	_____	☐
Knie:					
- Mediale Kniebeugerverlängerung	☐	☐	☐	_____	☐
- Laterale Kniebeugerverlängerung	☐	☐	☐	_____	☐
- Raffung des lig. patellae	☐	☐	☐	_____	☐
- Verlagerung des lig. patellae	☐	☐	☐	_____	☐
- Distaler Rectustransfer	☐	☐	☐	_____	☐
- Tripeltenotomie nach Thom	☐	☐	☐	_____	☐
- Andere: _____	☐	☐	☐	_____	☐
Fuß:					
- Achillessehnenverlängerung	☐	☐	☐	_____	☐
- Operation nach Grice-Schede	☐	☐	☐	_____	☐
- Arthrodese des unteren SG	☐	☐	☐	_____	☐
- Andere: _____	☐	☐	☐	_____	☐

11. Hilfsmittel

	Präoperativ	Postoperativ	Heute
- Gehstöcke	☐	☐	☐
- Gehwagen	☐	☐	☐
- Orthopädische Schuhe	☐	☐	☐
- Oberschenkelnachtschiene: mit Spreizstab	☐	☐	☐
ohne Spreizstab	☐	☐	☐
- Rollstuhl	☐	☐	☐
- Orthesen	☐	☐	☐

_____

_____

- Andere: ☐ ☐ ☐

_____

12. Krankengymnastik

Methode:	Präoperativ	Postoperativ	Von	Bis
- Bobath	☐	☐	_____	_____
- Vojta	☐	☐	_____	_____
- Petö	☐	☐	_____	_____
- Andere:	☐	☐	_____	_____
_____	☐	☐	_____	_____
_____	☐	☐	_____	_____
_____	☐	☐	_____	_____

13. Mobilität

Funktionsstufe:	Präoperativ	Postoperativ		Heute	
Frei gehfähig	☐ I	☐ I	☐ a ☐ b ☐ c	☐ I	☐ a ☐ b ☐ c
Gehfähig mit Stützen	☐ II	☐ II	☐ a ☐ b ☐ c	☐ II	☐ a ☐ b ☐ c
Gehfähig mit Rollator	☐ III	☐ III	☐ a ☐ b ☐ c	☐ III	☐ a ☐ b ☐ c
Frei sitzfähig	☐ IV	☐ IV		☐ IV	
Sitzfähig mit Hilfe	☐ V	☐ V		☐ V	

a = verbessert b = gleich c = verschlechtert

14. Schul-, Ausbildung und Beruf

Schulbildung:

- ☐ 0 Kindergarten
- ☐ 1 Grundschule
- ☐ 2 Sonderschule
- ☐ 3 Sonderschulabschluss
- ☐ 4 Hauptschule
- ☐ 5 Hauptschulabschluss
- ☐ 6 Realschule
- ☐ 7 Realschulabschluss
- ☐ 8 Gymnasium
- ☐ 9 Abitur

Ausbildung:

- ☐ 1 Un- / angelernt
- ☐ 2 Lehre
- ☐ 3 Abgeschlossene Lehre
- ☐ 4 Studium
- ☐ 5 Abgeschl. Studium
- ☐ FL Förderlehrgang

Beruf:

- ☐ 1 Behindertenwerkstatt
- ☐ 2 Freier Arbeitsmarkt
- ☐ 3 Geselle
- ☐ 4 Meister
- ☐ 5 Akademischer Beruf
- ☐ FB Fortbildung
- ☐ A Arbeitslos
- ☐ S Sozialhilfe

II. BEFUND

Größe: Gewicht: Alter:

1. Neuromotorischer Status und Lokalisation

Neuromotorischer Status:		Lokalisation:	Re	Li	
1. Spastik	☐	A. Monoplegie	☐	☐	OE/UE
2. Athetose	☐	B. Hemiplegie	☐	☐	
3. Ataxie	☐	C. Triplegie	☐	☐	
4. Hypotonie	☐	D. Diplegie	☐	☐	
5. Mischform	☐	E. Quadriplegie	☐	☐	

DIAGNOSE ☐☐☐ ☐

Box 1 Neuromotorische Hauptkomponente

Box 2 Neuromotorische Nebenkomponente

Box 3 0 = Eindeutige Differenzierung von Haupt- und Nebenkomponente
8 = Gleichstarke Ausprägung von Haupt- und Nebenkomponente

Box 4 Lokalisation

2. Spastizität

Re	Li		
☐	☐	0	Muskeltonus nicht erhöht.
☐	☐	1	Muskeltonus leicht erhöht. Minimaler Widerstand am Ende des Bewegungsausmaßes, wenn die betroffene Extremität gebeugt oder gestreckt wird.
☐	☐	2	Muskeltonus leicht erhöht. Minimaler Widerstand bei weniger als der Hälfte des Bewegungsausmaßes.
☐	☐	3	Muskeltonus fast während des gesamten Bewegungsausmaßes erhöht, Extremität kann jedoch problemlos bewegt werden.
☐	☐	4	Muskeltonus beträchtlich erhöht, passives Bewegen schwierig.
☐	☐	5	Betroffene Extremität starr in Beuge- oder Streckstellung.

3. Reflexe

Persistierende Primitivreflexe:

	-	+
ATNR	☐	☐
STNR	☐	☐

Pathologische Reflexe:

	Re	Li	
Babinski	☐	☐	
Oppenheim	☐	☐	
Fußklonus:			
	☐	☐	Spontan
	☐	☐	Induziert

Muskeleigenreflexe:

	Hyporeflexie		Normal		Hyperreflexie	
	Re	Li	Re	Li	Re	Li
PSR	☐	☐	☐	☐	☐	☐
ASR	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Passives Bewegungsausmaß

		Re	Li
Hüfte:	Ext / Flex	- -	- -
	Abd / Add	- -	- -
	Ar / Ir	- -	- -
Knie:	Ext / Flex	- -	- -

5. Aktives Bewegungsausmaß

		Re	Li
Hüfte:	Ext / Flex	- -	- -
	Abd / Add	- -	- -
	Ar / Ir	- -	- -
Knie:	Ext / Flex	- -	- -

6. Muskelkraft

1	2	3	4	5

	Re	Li	Re	Li	Re	Li	Re	Li	Re	Li
- Hüftabduktoren (SL Knie gestreckt)										
- Hüftadduktoren (SL Knie gestreckt)										
- Hüftstrecker (BL Knie gestreckt)										
- Hüftflexoren (Sitz / Knie gebeugt)										

0 / Null	Keine Kontraktion zu fühlen.
1 / Muskelzuckung	Kontraktion zu fühlen, aber keine Bewegung möglich.
2 / Schwach	Bewegung unter Ausschaltung der Schwerkraft möglich.
3 / Ausreichend	Bewegung gegen die Schwerkraft möglich.
4 / Gut	Bewegung gegen die Schwerkraft und gegen Widerstand.
5 / normal	Mehr Widerstand als bei einem guten Muskel möglich.

7. Aktive Hüftflexion im Stand

Re Li

☐ ☐ I = < 30°
☐ ☐ II = 31-60°
☐ ☐ III = 61-90°
☐ ☐ IV = 91-120°
☐ ☐ V = > 120°

Re Li

°/ °

Muskelkraft

	Re	Li
3		
4		
5		

8.a Status im Stand

	Re	Li	cm
Ventral:			
- X-Bein	☐	☐	
- O-Bein	☐	☐	
- Beckentiefstand	☐	☐	_____
- Beinlängendifferenz	☐	☐	_____
- Trendelenburg	☐	☐	
Lateral:			
- Hockstellung	☐	☐	
- Genu recurvatum	☐	☐	
- Tibia recurvata	☐	☐	
- Tibia antecurvata	☐	☐	
Dorsal:			
- Faltenasymmetrie	☐	☐	
- Zehenstand	☐	☐	
Fußstellung:			
- Knick-Senkfuß	☐	☐	
- Klumpfuß	☐	☐	
- Hohlfuß	☐	☐	
- Spitzfuß	☐	☐	
- Plattfuß	☐	☐	
- Hackenfuß	☐	☐	
- Hallux valgus	☐	☐	
- Spreizfuß	☐	☐	

8.b Gangbild

_____

_____

_____

9. Grobmotorische Funktionsmessung

		Ja	Nein	
A Sitz:	1.			Selbständiges Hochkommen zum Sitz
	2.			Sitz auf dem Boden mit Unterstützung der Arme (3 sek.)
	3.			Sitz auf dem Boden, Arme frei (3 sek.)
	4.			Sitz auf dem Boden, vorlehnen, Spielzeug berühren, wieder aufrichten
	5.			Aus dem Sitz in den Vierfüßlerstand
	6.			Sitz auf dem Stuhl / Füße berühren Boden (10 sek.)
	7.			Selbständiges Setzen und Aufstehen von einen Stuhl (mit "Einhalten")
	8.			Hoher Stuhl, Füße baumeln
B Kniestand:	1.			Hoher Kniestand, Hüften gestreckt (10 sek.)
	2.			Kniestand, rechter Fuß aufgestellt (10 sek.)
	3.			Kniestand, linker Fuß aufgestellt (10 sek.)
	4.			Aufstehen aus dem Kniestand
C Stand:	1.			Hochziehen zum Stand an Möbeln
	2			Kurzzeitiges freies Stehen
	3.			Gehaltener Stand / Heben des rechten Fußes (3 sek.)
	4.			Gehaltener Stand / Heben des linken Fußes (3 sek.)
	5.			Selbständiges Stehen (20 sek.)
	6.			Selbständiges Stehen auf rechtem Fuß (10 sek.) /(ohne "Einhalten")
	7.			Selbständiges Stehen auf linkem Fuß (10 sek.) /(ohne "Einhalten")
	8.			Aufheben eines Gegenstandes vom Boden (mit "Einhalten")
D Gang:	1.			Vorwärtsgehen, beide Hände gehalten
	2.			Vorwärtsgehen, eine Hand gehalten (10 Schritte)
	3.			Freies Vorwärtsgehen (10 Schritte)
	4.			Rückwärtsgehen, beide Hände gehalten (10 Schritte)
	5.			Rückwärtsgehen, eine Hand gehalten (10 Schritte)
	6.			Freies Rückwärtsgehen (10 Schritte)
	7.			Über einen Stock steigen mit dem rechten Fuß voran /(mit "Einhalten")
	8.			Über einen Stock steigen mit dem linken Fuß voran /(mit "Einhalten")
	9.			Laufen / Rennen
	10.			Ball kicken mit rechtem Fuß /(ohne "Einhalten")
	11.			Ball kicken mit linkem Fuß /(ohne "Einhalten")
	12.			Freies Hopsen auf rechtem Fuß
	13			Freies Hopsen auf linkem Fuß
E Treppe:	1.			Treppe rauf - eine Hand am Geländer, eine gehalten (4 Stufen)
	2.			Treppe rauf, eine Hand am Geländer (4 Stufen)
	3.			Treppe runter, eine Hand am Geländer (4 Stufen)
	4.			Treppe rauf ohne Festhalten (4 Stufen)
	5.			Treppe runter ohne Festhalten (4 Stufen)
	6.			Springen von Stufe

Abbildung 5: Untersuchungsbogen

2.1.5 Fragebogen

Der Fragebogen wurde dem Patienten nach der Untersuchung mitgegeben, damit er ihn in Ruhe zu Hause beantworten konnte (Abb. 6).

Fragebogen

		Ja	Nein
1.	Sind Ihre Erwartungen an die Operation erfüllt worden?	☐	☐
2.	Sind Sie heute der Meinung, dass die Operation damals sinnvoll war?	☐	☐
3.	Sind Sie insgesamt mit dem Operationsergebnis zufrieden?	☐	☐
4.	Sind Sie mit der Art und Weise, wie dieses Ergebnis erreicht worden ist, zufrieden?	☐	☐
5.	Sind Sie mit Ihrem jetzigen Gangbild zufrieden?	☐	☐
6.	War die Gipsversorgung nach der Operation für Sie akzeptabel?	☐	☐
7.	Haben Sie nach der Operation zunächst einen Rückschritt feststellen können?	☐	☐
8.	Haben Sie unter diesem Rückschritt gelitten?	☐	☐
9.	Hat es länger als ein Jahr gedauert, bis der Zustand vor der Operation wiederhergestellt war?	☐	☐
10.	Hat Ihnen die Stellung der Beine nach der Operation besser gefallen als vorher?	☐	☐
11.	Hat sich das zunächst erreichte Operationsergebnis später wieder verschlechtert?	☐	☐
12.	Haben sich im Laufe der Jahre die Beine wieder stärker gekrümmt?	☐	☐
13.	Haben Sie sich von den behandelnden Ärzten gut betreut gefühlt?	☐	☐
14.	Waren Sie mit der Nachbehandlung im Spastikerzentrum zufrieden gewesen?	☐	☐
15.	Leiden Sie unter Schmerzen an der Hüfte?	☐	☐

	Besser	Unverändert	Schlechter
16. Wie ist Ihr Zustand seit der Operation?	☐	☐	☐
17. Wie können Sie seit der Operation sitzen?	☐	☐	☐
18. Wie können Sie seit der Operation stehen?	☐	☐	☐
19. Wie können Sie seit der Operation gehen?	☐	☐	☐
20. Wie können Sie seit der Operation Treppen-steigen?	☐	☐	☐

	Größer	Gleich	Kleiner
21. Wie ist seit der Operation Ihre Sicherheit und Stabilität beim Gehen?	☐	☐	☐
22. Wie ist seit der Operation Ihr Tempo beim Gehen?	☐	☐	☐
23. Wie ist seit der Operation der Kraftaufwand beim Gehen?	☐	☐	☐

Wie lange liegt die Operation zurück? _____

Wie alt waren Sie bei der Operation? _____

Beantwortet wurde der Fragebogen von:

☐ Patient
☐ Eltern
☐ Gemeinsam

Name: _____
Vorname: _____
Geburtsdatum: _____

Abbildung 6: Fragebogen

2.2 Nachuntersuchung

2.2.1 Untersuchungsbedingungen

Die Nachuntersuchung wurde an zwei verschiedenen Orten durchgeführt. Der erste Ort war ein kombiniertes Arzt- und Untersuchungszimmer in der Orthopädischen Poliklinik. Der zweite Ort war das Spastiker-Zentrum München. Dort fand die Untersuchung in einem Behandlungsraum der Physiotherapeutischen Abteilung statt. Es handelte sich in beiden Fällen um geschlossene Räume mit Untersuchungsbank. Anamnese und Untersuchungen konnten so unter ähnlichen Bedingungen und vor allem in Ruhe durchgeführt werden. Der Zeitpunkt der Nachuntersuchung, ob Vor- oder Nachmittag, konnte vom Patienten gewählt werden. Angehörige und Betreuer konnten, falls erwünscht, bei der Untersuchung dabei sein. Am Anfang stand die Anamnese, um dem Patienten die Gelegenheit zu geben, Untersucher und Umgebung kennen zu lernen. Zusammen mit der Untersuchung nahm sie zwischen einer und eineinhalb Stunden in Anspruch. Alle Untersuchungen wurden von derselben Person durchgeführt.

2.2.2 Anamnese

Bei der Anamnese wurden vielfältige Daten bis hin zum Erwachsenenalter erhoben. Die Fragen bezogen sich auf Schwangerschaftsverlauf und Geburt, auf die mögliche Krankheitsursache, auf ein bestehendes Anfallsleiden sowie visuelle oder akustische Beeinträchtigungen. Weiterhin wurde nach Operationen, nach der Hilfsmittelversorgung und nach physiotherapeutischen Behandlungsmethoden gefragt. Auch Schulbildung, Ausbildung und Berufstätigkeit wurden berücksichtigt. Für die Dokumentation und Wertung der Anamnese wurden die nun folgenden Methoden im Einzelnen verwandt.

2.2.2.1 Statomotorischer Funktionsstatus

Für die Verlaufsdokumentation der Mobilität des Patienten entstand unten aufgeführtes Schema. Es basiert im Wesentlichen auf dem Rancho-los-amigos-Klassifikationssystem [48]. Neu hinzugefügt wurden zwei Dinge. Zum einen die Einbindung in einen zeitlichen Verlauf, für den präoperativer, postoperativer und Nachuntersuchungszeitpunkt gewählt wurden. Zum zweiten wurde bei den Funktionsstufen I - III eine weitere Unterteilung in a - c vorgenommen. Die Bewertung erfolgte nach den Kriterien verbessert (a), gleich geblieben (b) oder verschlechtert (c).

Veränderungen der Mobilitätsqualität bei den Patienten, die zu allen Zeitpunkten innerhalb einer Funktionsstufe lagen, konnten so dokumentiert werden.

Funktionsstufe	Präoperativ	Postoperativ		Heute	
Frei gehfähig	☐ I	☐	I a ☐ b ☐ c ☐	☐	I a ☐ b ☐ c ☐
Gehfähig mit Stützen	☐ II	☐	II a ☐ b ☐ c ☐	☐	II a ☐ b ☐ c ☐
Gehfähig mit Rollator	☐ III	☐	III a ☐ b ☐ c ☐	☐	III a ☐ b ☐ c ☐
Frei sitzfähig	☐ IV	☐	IV	☐	IV
Sitzfähig mit Hilfe	☐ V	☐	V	☐	V

a = verbessert b = gleich c = verschlechtert

2.2.2.2 Alltagsaktivitäten

Zur Einschätzung der Selbständigkeit des Patienten im alltäglichen Leben wurde nach fünf repräsentativen Alltagsaktivitäten gefragt. Beurteilt wurde die Eigenständigkeit beim Waschen, Anziehen und Essen, beim Transfer, sowie dem Verrichten der Toilette. Folgende Graduierung wurde verwendet:

Selbständig	=	Keinerlei Hilfestellung wird benötigt.
Mit Hilfestellung	=	Der Großteil der Aktivität wird selbständig durchgeführt.
Maximale Hilfe	=	Aktivität ist nur mit größtmöglicher Hilfe möglich.

2.2.2.3 Funktioneller Schmerzstatus

Die Schmerzanamnese erfolgte nach einer Skala von 0 – 3 nach Bagg et al. [4].

☐ 0 Keine Schmerzen

☐ 1 Gelegentliche leichte Schmerzen, nicht täglich

☐ 2 Mäßiger Schmerz, täglich spürbar jedoch ohne deutliche Auswirkung auf die Lebensqualität, nur gelegentlich Schmerzmittel erforderlich.

☐ 3 Täglich vorhandener Schmerz mit deutlicher Auswirkung auf die Lebensqualität, täglich Schmerzmittel erforderlich.

2.2.3 Klinische Untersuchung

2.2.3.1 Neuromotorischer Status

Die Diagnose der Cerebralparese war bei allen Patienten schon lange vor dem Psoas-Rectus-Transfer erfolgt. Die genaue Unterteilung und Zuordnung fehlte jedoch in vielen Fällen. Auf Grundlage der Klassifikationsrichtlinien von Blair [11] wurde folgendes Diagnoseschema entwickelt:

Neuromotorischer Status:		Lokalisation:	Re	Li	
1. Spastik	☐	A. Monoplegie	☐	☐	OE/UE
2. Athetose	☐	B. Hemiplegie	☐	☐	
3. Ataxie	☐	C. Triplegie	☐	☐	
4. Hypotonie	☐	D. Diplegie	☐	☐	
5. Mischform	☐	E. Quadriplegie	☐	☐	

DIAGNOSE ☐☐☐ ☐

Box 1 Neuromotorische Hauptkomponente

Box 2 Neuromotorische Nebenkomponente

Box 3 0 = Eindeutige Differenzierung von Haupt- und Nebenkomponente
8 = Gleichstarke Ausprägung von Haupt- und Nebenkomponente

Box 4 Lokalisation

Mit Hilfe der Diadochokinese, welche sowohl die Zielgerichtete Feinmotorik als auch die Fähigkeit zu raschen, rhythmisch alternierenden Bewegungen testet, konnte die Störung nach Lokalisation und Neuromotorik zugeordnet werden. Für die Lokalisation wurde zwischen der armbetonten Tetraplegie, der beinbetonten Diplegie und der Triplegie differenziert. Zugleich wurde im Schema dokumentiert, welche Seite betroffen bzw. stärker betroffen ist. Häufig findet man bei der Cerebralparese eine Mischung verschiedener neuromotorischer Komponenten. Dies sind Tonusanomalien wie die Spastik und die Hypotonie, extrapyramidale Hyperkinesien wie die Athetose, zerebelläre Symptome wie die Ataxie, aber auch Mischformen. Um diesen unterschiedlichen Bewegungsstörungen gerecht zu werden, konnte zwischen fünf verschiedenen Komponenten gewählt und diese, falls zutreffend, in Haupt- und Nebenkomponente unterteilt werden. Neuromotorischer Status und Lokalisation wurden

in Form von Zahlen und Buchstaben in ein vorgefertigtes Boxensystem eingetragen, welches eine Art diagnostischen Code ergab.

2.2.3.2 Muskelkraft

Das Testen der Kraft erfolgte in Muskelgruppen. Die Hüftabduktoren und -adduktoren wurden in der Seitenlage geprüft. Für die Abduktoren war das zu testende Bein oben bei abduziertem Hüft-, gestrecktem Kniegelenk und aus der Nullstellung in Bezug auf Hüftflexion, -extension, und -rotation. Für die Adduktoren war das zu testenden Bein unten, beide Beine in Knie- und Hüftgelenk gestreckt, das obere Bein vom Prüfer in Abduktion gehalten. Die Hüftstrecker, bei gestrecktem Kniegelenk in Bauchlage, mit ab dem Hüftgelenk über die Untersuchungsbank hängenden Beinen, das nicht zu testende Bein auf dem Boden abgestellt. Die Hüftflexoren als Gruppe im Sitz. beide Unterschenkel rechtwinkelig über die Tischkante hängend. Der Patient hält sich am Tisch fest. Es wurde die Testmethode nach *R. Lovett (1932)* angewendet.

0 / Null	Keine Kontraktion zu fühlen.
1 / Muskelzuckung	Kontraktion zu fühlen, aber keine Bewegung möglich.
2 / Schwach	Bewegung unter Ausschaltung der Schwerkraft möglich.
3 / Ausreichend	Bewegung gegen die Schwerkraft möglich.
4 / Gut	Bewegung gegen die Schwerkraft und gegen Widerstand.
5 / Normal	Mehr Widerstand als bei einem guten Muskel möglich.

2.2.3.3 Aktive Hüftflexion im Stand

Der nächste Untersuchungspunkt war die aktive Hüftflexion im Stand. Als Vorbild dient eine Studie von Matsuo et al. aus dem Jahre 1987 [106], die noch geringfügig variiert wurde. Im Stand wurde zunächst das Bewegungsausmaß der aktiven Hüftbeugung und an dessen Ende die Muskelkraft der Hüftbeuger als Gruppe beurteilt (Abb. 7). Hierzu stellt sich der Patient in aufrechter Position vor eine Stange oder Ähnliches und hält sich mit beiden Händen daran fest. Er wird aufgefordert, auf einer Seite seine Hüfte maximal zu beugen. Der Winkel der aktiven Hüftbeugung wird dann mit Hilfe eines Goniometers gemessen. Der Patient soll nun diese Position noch etwas halten, um die Kraft der Hüftbeuger im Stand im Anschluss an die Winkelmessung zu testen. Auch hier diente wieder die Einteilung der Muskelkraft nach R. Lovett als Grundlage. Diesmal beginnt die Einteilung erst bei Muskelkraftstufe 3, da für die aktive Hüftflexion im Stand

eine aktive Bewegung gegen die Schwerkraft Vorraussetzung ist. Die erreichten Winkel wurden fünf Bewertungsstufen zugeordnet.

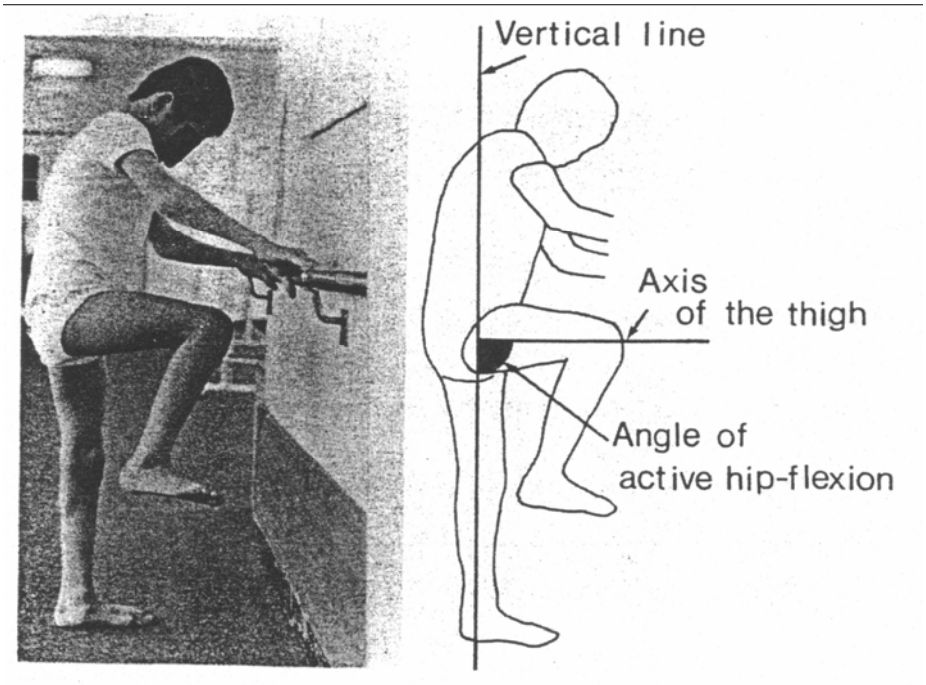

Abbildung 7: Aktive Hüftflexion im Stand [106].

Re	Li	Winkelgrad	
☐	☐	I = < 30°	Schlecht
☐	☐	II = 31-60°	Ausreichend
☐	☐	III = 61-90°	Befriedigend
☐	☐	IV = 91-120°	Gut
☐	☐	V = > 120°	Sehr gut

Muskelkraft

	Re	Li
3		
4		
5		

2.2.3.4 Spastizität

Für die Beurteilung der Spastizität wird die Rückenlage als Ausgangsstellung gewählt. Hierdurch soll eine große Unterstützungsfläche und damit bestmögliche Entspannung gewährleistet werden. Das Ausmaß der Spastizität wird nun beim passiven Bewegen der betroffenen Extremitäten und ihrer Gelenke im gesamten Bewegungsausmaß untersucht. Das passive Bewegen der jeweiligen Extremität wird so lange durchgeführt, bis der Patient spürbar locker lassen kann.

Bei der Einteilung dient die Modified Ashworth-Scale of Spasticity [18] als Vorlage, die fünf Schweregrade unterscheidet. Sie wurde übersetzt und noch geringfügig abgeändert. Es wurde eine getrennte Seitenbeurteilung hinzugefügt, um Seitendifferenzen gerecht zu werden.

	Re	Li	
0	☐	☐	Muskeltonus nicht erhöht.
1	☐	☐	Muskeltonus leicht erhöht. Minimaler Widerstand am Ende der Bewegung, wenn die betroffene Extremität gebeugt oder gestreckt wird.
2	☐	☐	Muskeltonus leicht erhöht. Minimaler Widerstand bei weniger als der Hälfte des Bewegungsausmaßes.
3	☐	☐	Muskeltonus fast während des gesamten Bewegungsausmaßes erhöht, die Extremität kann jedoch problemlos bewegt werden.
4	☐	☐	Muskeltonus beträchtlich erhöht, passives Bewegen schwierig.
5	☐	☐	Betroffene Extremität starr in Beuge- oder Streckstellung.

2.2.3.5 Passives Bewegungsausmaß

Da die spastische Tonuserhöhung umso größer ist, je rascher ein Muskel gedehnt wird, kam es bei der Untersuchung des passiven Bewegungsausmaßes darauf an, diese möglichst langsam und behutsam durchzuführen. Das Gewicht der jeweiligen Extremität wird dem Patienten vollständig abgenommen, am Ende jeder passiven Bewegung noch 30 – 60 sec. unter sanfter Dehnung verharrt. Durch diese Methode [168] wird die die Bewegung bremsende Spastik überwunden, um möglichst ausschließlich Muskel-, Sehnen- bzw. Gelenkkapselkontrakturen zu erfassen. Auch sanftes Schütteln der jeweiligen Extremität am Ende des Bewegungsausmaßes sollte prüfen, ob der Patient entspannt und damit das strukturelle Limit erreicht ist. Die Messungen wurden mit Hilfe eines Plastikgoniometers an Hüft- und Kniegelenken, basierend auf der Neutralnullmethode nach *Debrunner*, durchgeführt. Ausgangsstellung war die Rückenlage. Einzige Ausnahme bildete die Messung der passiven Hüftextension, welche am Schluss der Untersuchung in der überhängenden Bauchlage stattfand. Sie wurde nach dem Vorbild von Bartlett [7] als prone hip extension test durchgeführt (Abb. 8).

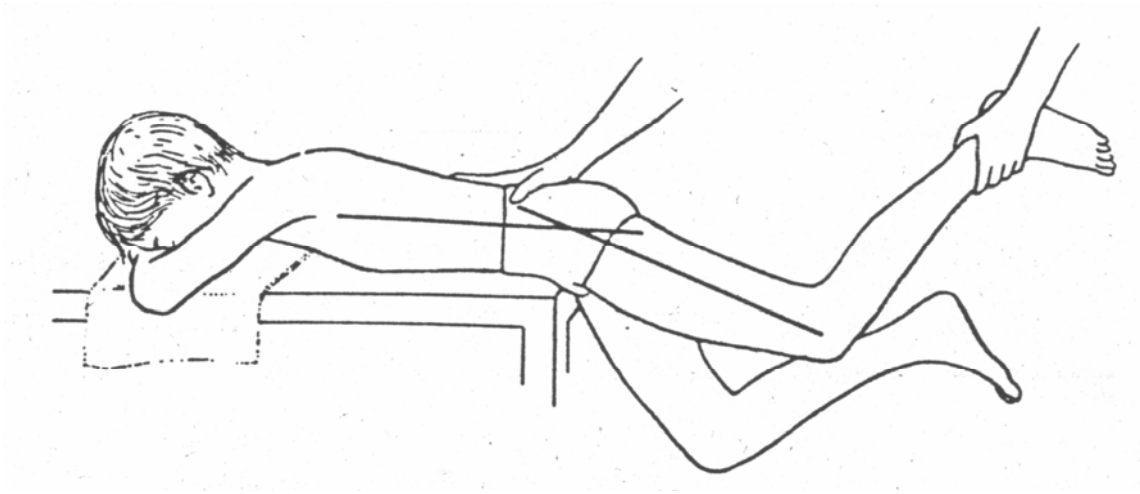

Abbildung 8: Prone hip extension test [7].

Hierbei liegt der Patient bis einschließlich seines Beckens auf der Untersuchungsbank in Bauchlage. Der Kopf wird soweit möglich auf den Armen abgelegt. Die nicht zu messende untere Extremität wird vom Untersucher zwischen dessen Beine geklemmt und dadurch gehalten. Die zu messende andere Seite wird in Neutralstellung bezüglich Abduktion, Adduktion und Rotation im Hüftgelenk gebracht. Das Gewicht wird vollständig abgenommen und so lange passiv im Hüftgelenk gestreckt, bis sich das Becken von der Unterlage abhebt.

2.2.3.6 Aktives Bewegungsausmaß

Gleich im Anschluss wurde mit Hilfe der Neutralnullmethode die aktive Hüft- und Kniegelenkbeweglichkeit untersucht. Hüftflexion, -abduktion und -adduktion sowie Knieflexion und –extension werden in der Rückenlage, Hüftextension und –rotation in der Bauchlage bestimmt. Der Patient wird aufgefordert, die jeweilige Bewegung auszuführen und wird falls nötig, auf der gegenüberliegenden Seite stabilisiert, um etwaige Mitbewegungen zu bremsen.

2.2.3.7 Sichtbefund im Stehen und Gehen

(1) Nun erfolgte der Sichtbefund im Stand. Soweit möglich, sollte der Patient freihändig stehen und das Gewicht auf beide Beine gleichmäßig verteilen. Dies war nicht immer möglich, so dass diverse Hilfestellungen gegeben wurden. Sie reichten von

der Erlaubnis, sich mit einer Hand festzuhalten, bis zur fast vollständigen Gewichtabnahme durch eine Hilfsperson, die den Patienten von hinten unter beiden Achseln unterstützte. Der Befund wird von allen Seiten erhoben. Zuerst von ventral. Hier wird auf X- bzw. O-Beine, auf einen Beckenschiefstand, auf Beinlängendifferenzen sowie das Auftreten eines Trendelenburg-Zeichens geachtet. Von Lateral wird nach einem genu recurvatum, einer tibia recurvata oder eine Hockstellung gesucht. Von Dorsal erfolgt die Ermittlung von Faltenasymmetrien und einer Spitzfußstellung bei Belastung. Die verschiedenen Fußstellungen werden sorgfältig begutachtet. Alle Befunde konnten in einem vorgefertigten Status angekreuzt werden, in dem die zu erwartenden Fehlstellungen aufgeführt waren.

(2) Falls möglich, wird nun das Gangbild des Patienten näher betrachtet. Er wurde aufgefordert, mehrmals das Zimmer der Länge nach zu durchqueren. Kriterien der Begutachtung sind verwendete Hilfsmittel, Sicherheit und Geschwindigkeit, Symmetrie der Körperbewegungen, Kompensationsmechanismen bzw. assoziierte Bewegungen der oberen Extremität und vieles mehr. Dies alles wurde als freier Text dokumentiert, da kein vorgefertigtes Schema für diesen Teil der Untersuchung überzeugen konnte. Dies sollte in zwei bis drei Sätzen erfolgen.

2.2.3.8 Grobmotorische Funktionsmessung GMFM

Die funktionelle Messung der Grobmotorik erfolgte nach dem Vorbild des Gross Motor Function Measure (GMFM) von Russel et al. [145]. Dieses wurde übersetzt, gekürzt und vereinfacht. Insgesamt wurden 39 Punkte in fünf verschiedenen Ausgangs-stellungen (Sitz, Kniestand, Stand, Gang und Treppe) für die grobmotorische Funktionsmessung übernommen. Alle Aufgaben sollten ohne Hilfsperson durchführbar sein. Bei manchen Übungen durfte der Patient seine Hände zur Stabilisierung einsetzen.

Die Bewertung der einzelnen Aufgaben erfolgte nach dem Ja/ Nein –Prinzip. Der Patient konnte die Aufgabe entweder laut Vorgabe erfüllen oder nicht. Keine Bedeutung wurde dem „Wie“, also der Qualität der Bewegung zugemessen. Es spielt also keine Rolle, ob sich der Patient dabei sehr anstrengen musste, ob er die Übung „schön“ oder flüssig usw. vollbrachte. Jedes Ja erbrachte einen Punkt, ein Nein bedeutete null Punkte. Alle fünf Ausgangsstellungen wurden einzeln, wie folgt gewertet:

Punktzahl des Kindes : Maximalpunktzahl x 100 %

Das Gesamtergebnis setzt sich aus der Summe der fünf Prozentangaben zusammen, welche dann noch mal durch die Anzahl der einzelnen Kategorien (5) geteilt werden. So können sowohl die einzelnen Kategorien als auch die gesamte Grobmotorische Funktionsmessung miteinander verglichen werden.

	Ausgangsstellung	**Punktzahl des Kindes**	**Maximal-Punktzahl**	**in %**	
A	Sitz		8		
B	Kniestand		4		
C	Stand		8		
D	Gang		13		
E	Treppe		6		
			39		**Summe**
					Gesamtergebnis

2.2.4 Röntgenaufnahme

Für die Beurteilung der Hüftpfannen wurden ausschließlich a.-p. Übersichtsaufnahmen des Beckens verwendet. Die Lagerung des Patienten erfolgt in Rückenlage mit gestreckten Kniegelenken. Die Patellae schauen nach ventral, die Kniegelenke berühren sich leicht. Die Aufnahme erfolgt in Neutralstellung, um eine Außen- oder Innenrotation des Schekelhalses und Fehlprojektionen zu vermeiden. Leider ergaben sich bei manchen Patienten aufgrund von Kontrakturen und Tonuserhöhung zum Teil abweichende Lagerungen. Röntgenaufnahmen mit verkipptem Becken bzw. bei sichtbaren Rotationsfehlern des Femur wurden von der Auswertung ausgeschlossen.

Auf eine Antetorsionsaufnahme nach Rippstein für die Bestimmung des reellen CCD-Winkels wurde verzichtet, da diese präoperativ nicht vorlag.

Nachfolgend eine Übersicht über die verwendeten Messlinien und Messwinkel:

2.2.4.1 Messlinien

(1) Linie nach Hilgenreiner

Es handelt sich um die Verbindungslinie der beiden Y-Fugen. Sie wird an den untersten Knochenpunkten der Beckenschaufel angelegt, an denen das Pfannendach beginnt. Sie ist die am häufigsten verwendete Beckenhorizontale (Abb. 9).

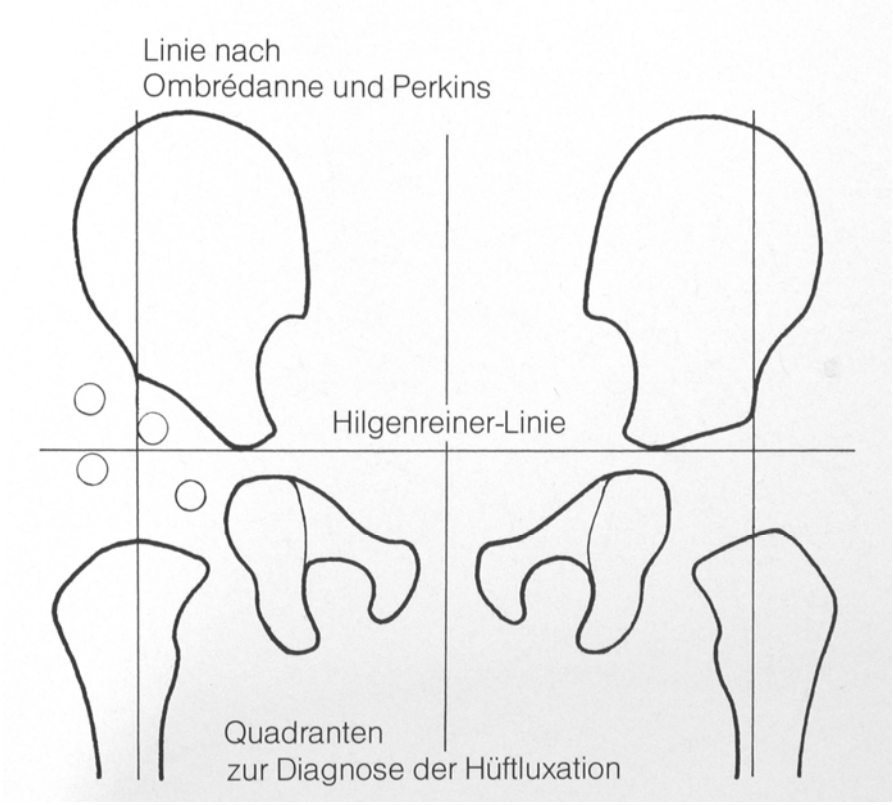

Abbildung 9: Hilgenreiner Linie und Linie nach Ombrédanne und Perkins.

(2) Linie nach Ombrédanne und Perkins

Sie wird vom seitlichsten Punkt des Pfannendachs senkrecht auf die Hilgenreiner-Linie herabgezogen und überkreuzt diese (Abb. 9). Bei Vorhandensein eines „Gotischen Bogens“ wird dessen lateraler Punkt verwendet, um die Perkins-Linie zu platzieren.

2.2.4.2 Der CCD (Centrum-Collum-Diaphysen) -Winkel

Der CCD-Winkel wird durch den Neigungswinkel der Schenkelhalsachse zur Schaftachse des Oberschenkels gebildet. Er wird auch als Schenkelhals-Schaft-Winkel bezeichnet (Abb. 10). Zur Festlegung des Hüftkopfzentrums muss der anzulegende Kreisbogen den äußersten Punkt der Epiphyse und den sog. Diaphysenstachel als medialen Bezugspunkt am kopfbildenden Teil des Schenkelhalses berühren. Dann wird an der stärksten Taille des Schenkelhalses lateral ein weiterer Punkt markiert und in einen Kreisbogen um den Hüftkopfmittelpunkt einbezogen. Die Schnittpunkte mit der Schenkelhalskortikalis werden verbunden. Die vom Kopfzentrum auf diese Linie gefällte Senkrechte stellt die Schenkelhalsachse dar. Die Oberschenkelschaftachse erhält man durch Zeichnung der Mittellinie zwischen den Schaftkonturen. Der CCD-Winkel wird

dann medial zwischen Schenkelhals- und Schenkelschaftachse abgelesen. Alle Angaben zum CCD-Winkel beziehen sich auf den projizierten Winkel.

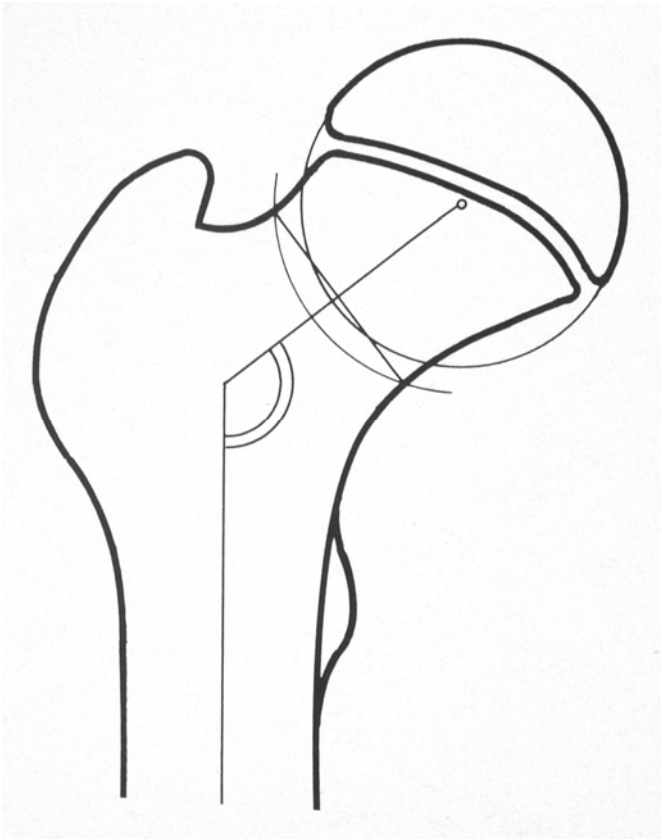

Abbildung 10: CCD (Centrum-Collum-Diaphysen) -Winkel.

2.2.4.3 Der Migrationswert (MP) nach Reimers

Dieser Winkel wurde 1980 von Reimers [140] nach einem Vorschlag von Rang aus dem Jahr 1975 angegeben und als „migration percentage“ MP bezeichnet. Er wird in der Deutschsprachigen Literatur auch als Instabilitätsindex nach Reimers verwendet. Er kennzeichnet die ungenügende Tiefeneinstellung des Hüftkopfes. Er zeigt, wie weit Anteile des Femurkopfes lateral der Perkinslinie liegen und somit von der Hüftpfanne nicht überdacht sind. Es wird die Breite des Hüftkopfes parallel zur Hilgenreiner-Linie als Strecke b gemessen, ferner der Abstand a von der seitlichen Hüftkopfbegrenzung zur Linie nach Ombrédanne und Perkins (Abb. 11). Reimers [140] errechnete 1980 den Prozentsatz der Migration. Er fand eine spontane Migrationsrate von 1% für normale Hüften, für subluxierte Hüften bei der ICP eine jährliche spontane Migration von 10%.

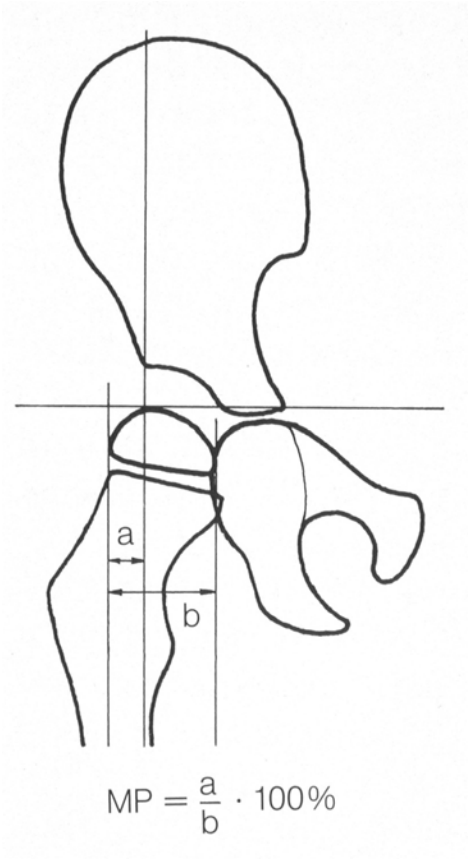

Abbildung 11: Migrationswert (MP = migration percentage). Der Migrationswert nach Reimers beschreibt das prozentuale Überdachungsdefizit des Hüftkopfes bei der neurogenen Hüftdezentrierung: Es werden drei parallele Linien zur Beckenvertikalen gezogen. Die beiden randständigen tangieren den Hüftkopf, die mittlere verläuft durch den Pfannendacherker.

2.2.4.4 Der AC (Acetabulum) -Winkel

Der AC-Winkel wird auch Pfannendachwinkel genannt. Er wurde 1925 von Hilgenreiner [70] eingeführt. In der englischsprachigen Literatur wird der Begriff des „acetabular index“, oder „acetabular angle“ verwendet. Er dient der Beurteilung der Steilheit der Pfanne, ohne dass sich daraus unmittelbare Aussagen über die Gelenkkongruenz machen lassen.

Um den Winkel festzulegen, sind 2 Punkte erforderlich. In der Y-Fuge wird an die unterste laterale Ecke des Os ilium auf beiden Seiten je ein Punkt gezeichnet. Diese werden durch die Hilgenreiner-Linie verbunden. Von diesem Punkt des Darmbeins wird eine zweite Linie zum seitlichen Pfannenerker gezogen. Der Winkel wird zwischen der Y-Fugen-Linie und der Linie zum Pfannenerker gemessen (Abb. 12).

Am Ende der Schwangerschaft und bei Geburt beträgt der AC-Winkel im Median 27°. Allerdings ist die Schwankungsbreite der Normwerte groß. Bei Geburt wurden zum Teil Werte von bis zu 42° gefunden. Der AC-Winkel variiert mit der Rassenzugehörigkeit, dem Geschlecht, der Seite und dem Alter.

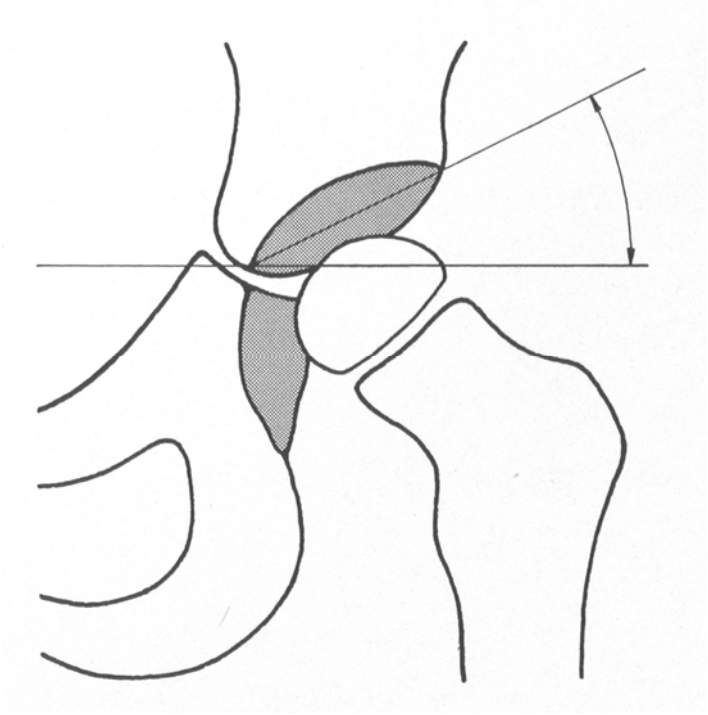

Abbildung 12: AC (Acetabulum)-Winkel

Die große Schwankungsbreite der Normalwerte sinkt während der Kindheit. Bis zum Alter von drei Jahren verkleinert sich der Winkel auf etwa 15°. Bis zum achten Lebensjahr erreicht er den Erwachsenenwert und beträgt etwa 11° [10], [29]. Tönnis und Brunken verfassten 1968 anhand eines großen Patientengutes altersbezogene Mittelwerte des AC-Winkels mit zugehörigen Standardabweichungen. Durch die Grenzwerte der einfachen und doppelten Standardabweichung ist die Abgrenzung der leichten, fraglichen zur schweren, eindeutigen Dysplasie möglich [177].

Patienten mit ICP weisen zunächst einen normalen AC-Winkel auf. Er verkleinert sich jedoch nicht wie bei der Normalpopulation bis zum achten Lebensjahr auf einen Normalwert. Beals geht davon aus, dass der AC-Winkel mit der einsetzenden Gehfähigkeit abnimmt [10].

2.2.4.5 Der BE (Pfannenneigungswinkel) -Winkel nach Sharp/ Ullmann

Sharp [153] beschrieb 1961 einen anderen „acetabular angle“, der auch als „acetabular inclination angle“ verwendet wird. Im deutschen Schrifttum wird er als Pfannen-neigungswinkel (BE-Winkel) bezeichnet (Abb. 13). Er ist Ausdruck der Ausbildung der Hüftpfanne [140]. Der BE-Winkel wird von dem untersten Punkt der Köhler-Tränenfigur aus gezeichnet. Hier schneidet sich eine horizontale Linie mit einer zweiten, die zum

Pfannenerker gezogen wird. Zwischen diesen beiden Linien wird der Pfannenneigungswinkel gemessen. Der Winkel bleibt auch messbar, wenn die Y-Fugen verknöchert sind. Umfangreiche Messungen aufgeteilt nach Altersstufen, liegen von Zippel [186] vor. Demnach beträgt der BE-Winkel im Alter von ein bis zwei Jahren im Durchschnitt 47°. Er verringert sich bis zum 20. Lebensjahr auf 39,5°. Ullmann (1939) gibt für das Alter bis zum 10. Lebensjahr 45° an, im Erwachsenenalter etwa 40°. Tönnis [176] fand für das erste bis 10. Lebensjahr 46°, ab dem 14. Lebensjahr einen Mittelwert von 40°.

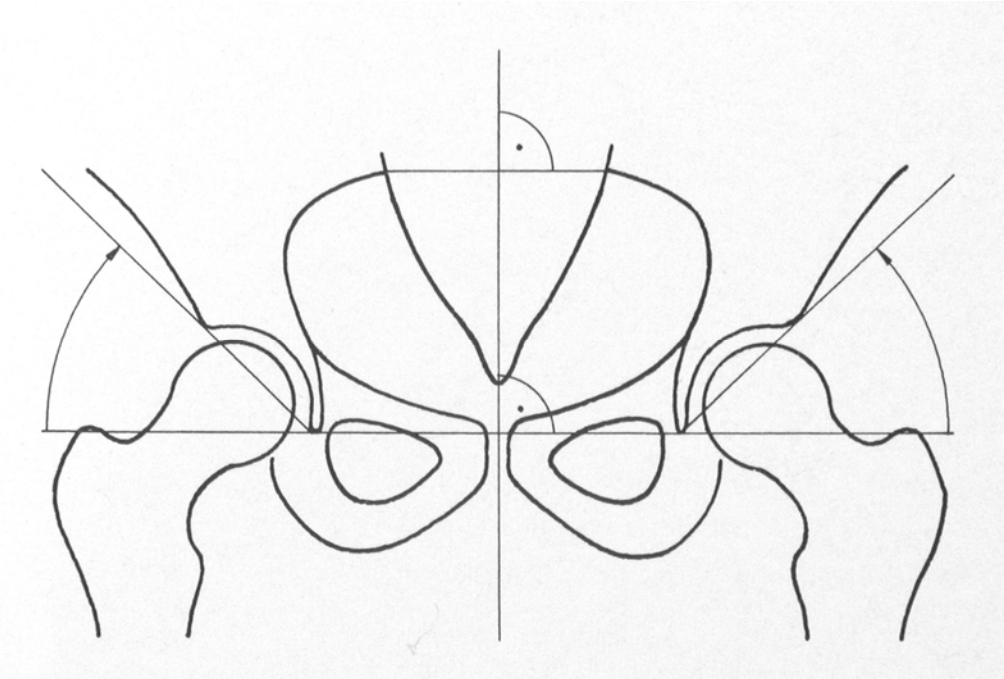

Abbildung 13: BE (Pfannenneigungs-) -Winkel

2.3 Fragebogen

Der Fragebogen wurde für die Nachuntersuchung eigens erstellt. Er besteht aus insgesamt 24 Fragen. Diese befassen sich mit den Empfindungen und Einschätzungen des Patienten rund um die Operation, die Nachbehandlung sowie eventuelle postoperative Veränderungen.

In Anlehnung an Davies et al. [34] wurden folgende zwei Frageformen verwendet. Die ersten 15 Fragen wurden nach der „Berichtform“ konzipiert. Es handelt sich hierbei um

Fragen, die mit Ja- oder Nein beantwortet werden können. Sie haben sowohl technische als auch interpersonelle Inhalte. Die weiteren 8 Fragen bedienen sich der „Einschätzungsform“; hier kann eine dreigestufte Bewertung bzw. Einschätzung durch den Patienten vorgenommen werden. Die Beantwortung erfolgte in typischer Manier durch Ankreuzen der entsprechenden Kästchen.

2.4 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung erfolgte in Zusammenarbeit mit dem Institut für Biometrie und Epidemiologie (IBE) der Universität München im Klinikum Großhadern. Für die Berechnungen wurde das Statistikprogramm SPSS für Windows 95 Version 7.0 verwendet. Es wurden folgende Tests verwendet:

1. Explorative Datenanalyse

Mit der Explorativen Datenanalyse werden Auswertungsstatistiken und deren graphische Darstellung (Boxplots) für alle Fälle oder für separate Fallgruppen erstellt. Sie dient der Sichtung und Beschreibung von Daten, dem Erkennen von Ausreißern, dem Überprüfen von Annahmen und dem Charakterisieren der Unterschiede zwischen den Fallgruppen. Die Auswertungsstatistiken beinhalten den Mittelwert, den Median, die Standardabweichung, das Minimum und Maximum sowie die Perzentile. Als Diagramm wurde die Darstellung als Boxplot gewählt. Die Auswertung erfolgte:

1.1 Nach Patientenanzahl, n= 71

1.2 Nach Anzahl der Patientenhüften, n = 140

1.3 Nach Zuordnung in separate Fallgruppen (Funktionsstatus I - V).

2. Test auf Normalverteilung

Im Test auf Normalverteilung zeigte der Kolmogorov-Smirnov-Z-Test ebenso wie der Shapiro-Wilk-Test, dass die Winkelmessungen und die Ergebnisse der Funktionsteste in allen Parametern nicht normal verteilt sind. Aus diesem Grund verwendeten wir nichtparametrische Tests zur Bestimmung von Unterschieden innerhalb und zwischen den Gruppen.

3. Nichtparametrische Tests

Zur Anwendung kam der Kruskal-Wallis-Test für die Testung von Unterschieden in nominalen Gruppen. Zur Feststellung signifikanter Unterschiede in binären Gruppen wurde der Mann-Whitney-U-Test für verbundene bzw. unverbundene Stichproben verwendet. Das Ergebnis wurde durch den Wilcoxon-Rangsummentest verifiziert.

4. Korrelationen

Für die Korrelationsanalyse der Funktionsgruppen mit den jeweiligen Untersuchungsparametern wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson und Spearman bestimmt.

5. Signifikanz

Die Richtigkeit einer Hypothese wurde ab einem Signifikanzniveau $p < 0,05$ als statistisch signifikant definiert. Insgesamt wurden drei verschiedene Wertungen signifikanter Ergebnisse unterschieden:

$0,01 < p \leq 0,05$	=	Schwach signifikant
$0,001 < p \leq 0,01$	=	Signifikant
$p < 0,001$	=	Hoch signifikant

D Ergebnisse

Tabelle VII: Übersichtstabelle Patientengut

Gesamtzahl der Patienten mit Psoas-Rectus-Transfer	**71**
Gesamtzahl der röntgenologisch gewerteten Hüftgelenke	**140**
Gesamtzahl der klinisch gewerteten Hüftgelenke	**142**
Alter bei Operation	**7,0 Jahre**
Alter bei Nachuntersuchung	**19,8 Jahre**
Nachuntersuchungszeitraum	**12,8 Jahre**
Geschlechtsverteilung (Mädchen : Jungen)	**29 : 42**
Diagnosen (Diplegie : Triplegie : Tetraplegie)	**24 : 1 : 46**

1. Statomotorischer Funktionsstatus

Aufgrund ihrer präoperativen statomotorischen Fähigkeiten wurden die Patienten fünf verschiedenen Funktionsstufen (Gruppe I - V) zugeordnet. Vor der Operation konnten 12 Patienten ohne Hilfe gehen (Gruppe I: 16,9%), 11 gingen mit Stützen (Gruppe II: 15,5%), 12 gingen mit Rollator (Gruppe III: 16,9%), 20 konnten frei sitzen (Gruppe IV: 28,2%), und 16 waren mit Hilfe sitzfähig (Gruppe V: 22,5%).

Postoperativ hatte sich der Funktionsstatus der Patienten hochsignifikant ($p<0,001$) verbessert. Insgesamt 42 (59,2%) Patienten verbesserten sich in eine höhere Leistungsgruppe, 29 (40,8%) Patienten verblieben in ihrer Gruppe, kein Patient verschlechterte sich. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, durchschnittlich 12,8 Jahre nach der Operation, konnten 56 (78,9%) Patienten ihre postoperative Position behaupten, aber in den Jahren danach nicht mehr steigern. Nur 1 (1,4%) Patient verbesserte sich noch einmal um eine Funktionsstufe. 14 (19,7%) verschlechterten sich wieder, vor allem im präpubertären Wachstumsschub.

Tabelle VIII und Abbildung 14 geben einen Überblick über die Patientenverteilung in den einzelnen Funktionsstufen im zeitlichen Verlauf (präoperativ, postoperativ und aktuell = Zeitpunkt der Nachuntersuchung).

Tabelle VIII: Prä-, postoperativer und aktueller statomotorischer Funktionsstatus, n = 71.

		Präoperativ		Postoperativ		Aktuell	
Gruppe	**Funktionsstufen**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
I	**frei gehfähig**	12	16,9	21	29,6	21	29,6
II	**gehfähig mit Stützen**	11	15,5	36	50,7	28	39,4
III	**gehfähig mit Rollator**	12	16,9	8	11,3	8	11,3
IV	**frei sitzfähig**	20	28,2	5	7,0	10	14,1
V	**sitzfähig mit Hilfe**	16	22,5	1	1,4	4	5,6

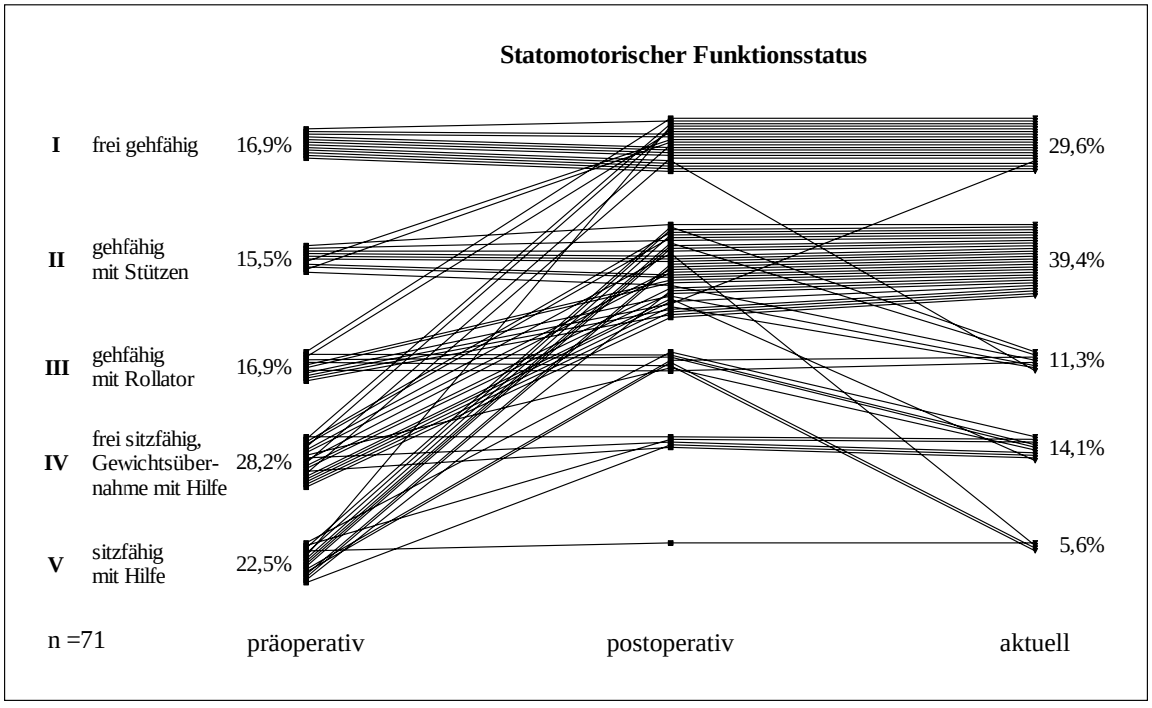

Abbildung 14: Statomotorische Funktionsstufen I – V im zeitlichen Verlauf. Die Zuordnung der Patienten in Gruppen erfolgte anhand der präoperativen statomotorischen Fähigkeiten, n = 71.

Bei weiterer Aufschlüsselung des statomotorischen Funktionsstatus, kann die Wanderung der Patienten innerhalb der einzelnen Funktionsstufen betrachtet werden.

Gruppe I:

Alle Patienten, die bereits präoperativ frei gehfähig waren, blieben dies auch postoperativ. Bis zur Nachuntersuchung hatten 11 (91,7%) Patienten ihre Position behauptet, ein Patient (8,3%) war nur noch mit Rollator gehfähig (Tab. IX, Abb. 15).

Tabelle IX: Statomotorischer Funktionsstatus der Gruppe I (präoperativ frei gehfähig) im zeitlichen Verlauf, n = 12.

		Präoperativ		Postoperativ		Aktuell	
	Funktionsstufen	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Gruppe I	**frei gehfähig**	12	100,0	12	100,0	11	91,7
	gehfähig mit Stützen						
	gehfähig mit Rollator					1	8,3
	frei sitzfähig						
	sitzfähig mit Hilfe						

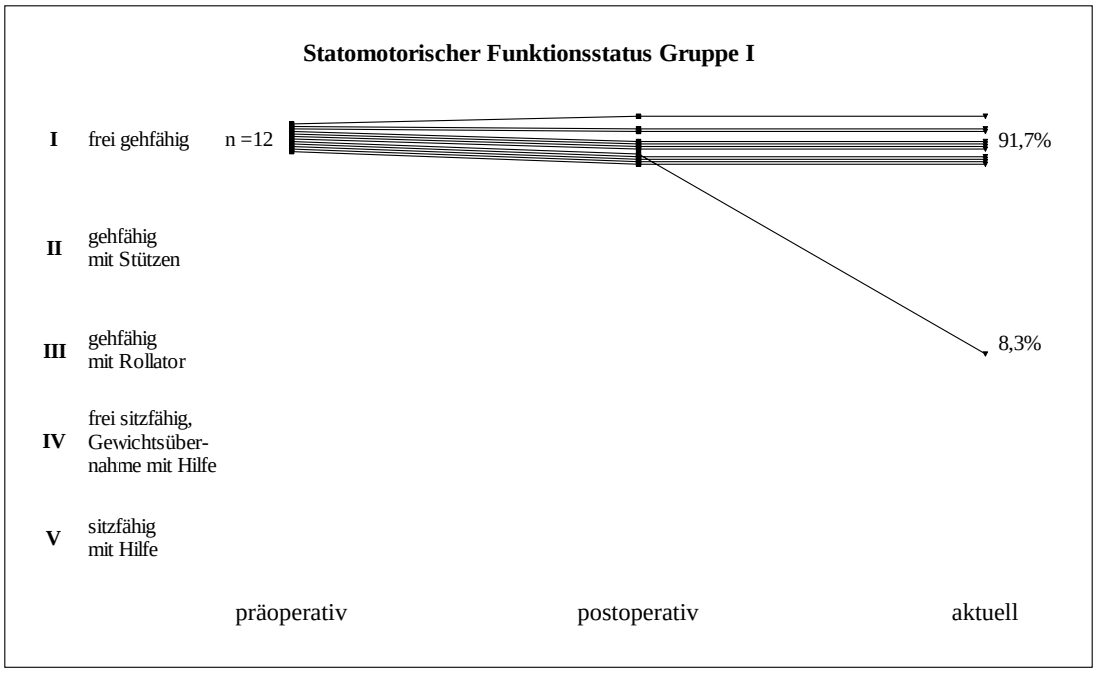

Abbildung 15: Statomotorische Funktionsstufe I im zeitlichen Verlauf, n = 12.

Gruppe II:

Von den Kindern, die präoperativ mit Stützen gehfähig waren, wurden zwei (18,2%) postoperativ frei gehfähig. Sie konnten diese Funktionsstufe auch nach der Pubertät halten. Die übrigen 9 (81,8%) Kinder konnten ihre Position postoperativ behaupten. Ein Patient (9,1%) hatte sich bis zur Nachuntersuchung verschlechtert und war jetzt noch mit dem Rollator gehfähig (Tab. X, Abb. 16).

Tabelle X: Statomotorischer Funktionsstatus der Gruppe II (präoperativ gehfähig mit Stützen) im zeitlichen Verlauf, n = 11.

		Präoperativ		Postoperativ		Aktuell	
	Funktionsstufen	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
	frei gehfähig			2	18,2	2	18,2
Gruppe II	**gehfähig mit Stützen**	11	100,0	9	81,8	8	72,7
	gehfähig mit Rollator					1	9,1
	frei sitzfähig						
	sitzfähig mit Hilfe						

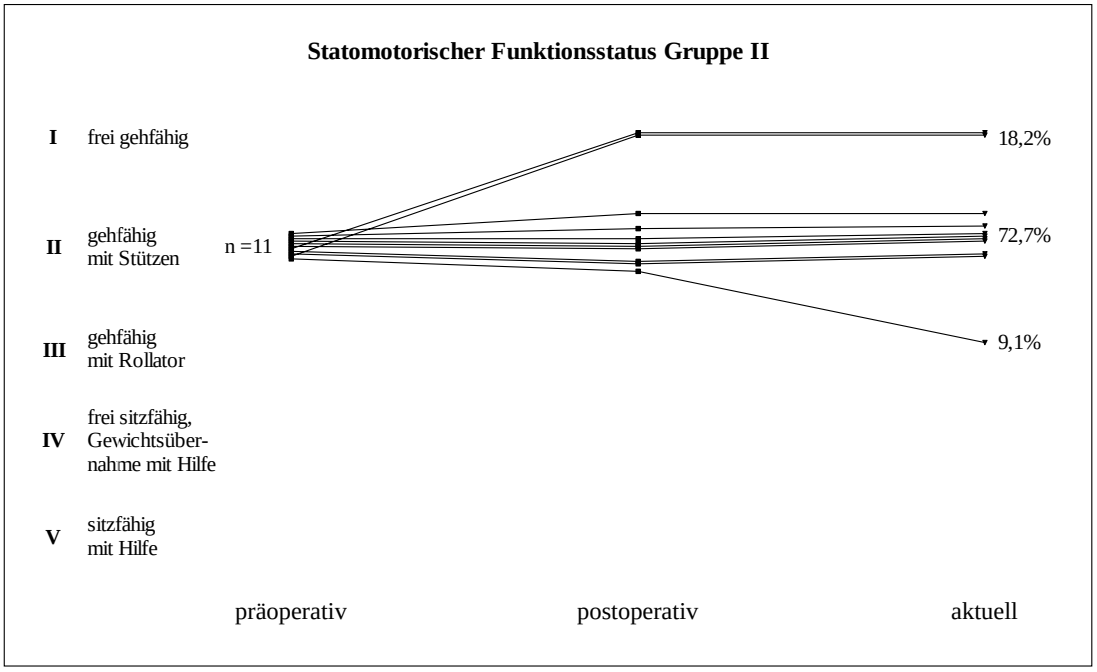

Abbildung 16: Statomotorische Funktionsstufe II im zeitlichen Verlauf, n = 11.

Gruppe III:

Von den präoperativ mit Rollator gehfähigen Patienten verbesserten sich postoperativ 8 (66,7%) in eine höhere Funktionsstufe, 4 (33,3%) verblieben in der gleichen Gruppe. Bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung konnte sich ein (8,3%) Patient noch mal steigern, er wurde frei gehfähig. 7 (58,3%) Patienten hielten ihren postoperativen Funktionsstatus, 4 (33,3%) Patienten verschlechterten sich um ein bis zwei Funktionsstufen (Tab. XI, Abb. 17).

Tabelle XI: Statomotorischer Funktionsstatus der Gruppe III (präoperativ gehfähig mit Rollator) im zeitlichen Verlauf, n = 12.

		Präoperativ		Postoperativ		Aktuell	
	Funktionsstufen	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
	frei gehfähig			2	16,7	3	25,0
	gehfähig mit Stützen			6	50,0	4	33,3
Gruppe III	**gehfähig mit Rollator**	12	100,0	4	33,3	2	16,7
	frei sitzfähig					2	16,7
	sitzfähig mit Hilfe					1	8,3

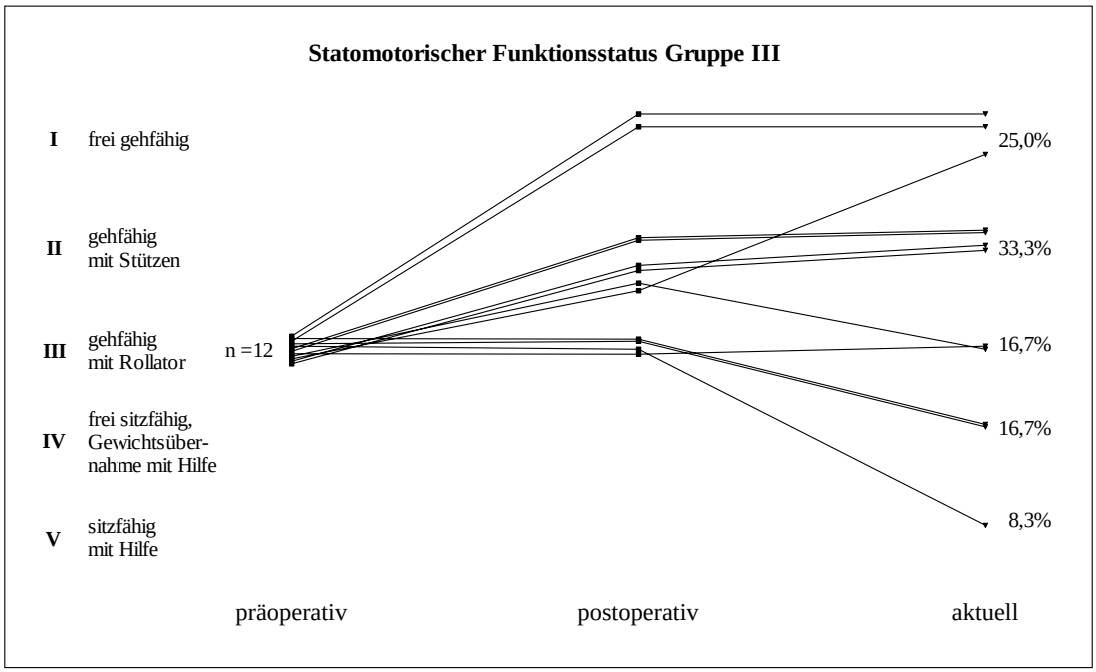

Abbildung 17: Statomotorische Funktionsstufe III im zeitlichen Verlauf, n = 12.

Gruppe IV:

Aus der Gruppe der präoperativ frei sitzfähigen Patienten konnten sich 17 (85%) Kinder nach der Operation statomotorisch verbessern, bei 3 Kindern traf dies nicht zu. Bei der Nachuntersuchung zeigte sich, dass 16 (80,0%) Patienten ihre postoperative Funktionsstufe bewahren konnten. Vier (20,0%) Patienten hatten sich um eine, bis drei Funktionsstufen verschlechtert (Tab. XII, Abb. 18).

Tabelle XII: Statomotorischer Funktionsstatus der Gruppe IV (präoperativ frei sitzfähig) im zeitlichen Verlauf, n = 20.

		Präoperativ		Postoperativ		Aktuell	
	Funktionsstufen	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
	frei gehfähig			4	20,0	4	20,0
	gehfähig mit Stützen			12	60,0	9	45,0
	gehfähig mit Rollator			1	5,0	1	5,0
Gruppe IV	**frei sitzfähig**	20	28,2	3	15,0	5	25,0
	sitzfähig mit Hilfe					1	5,0

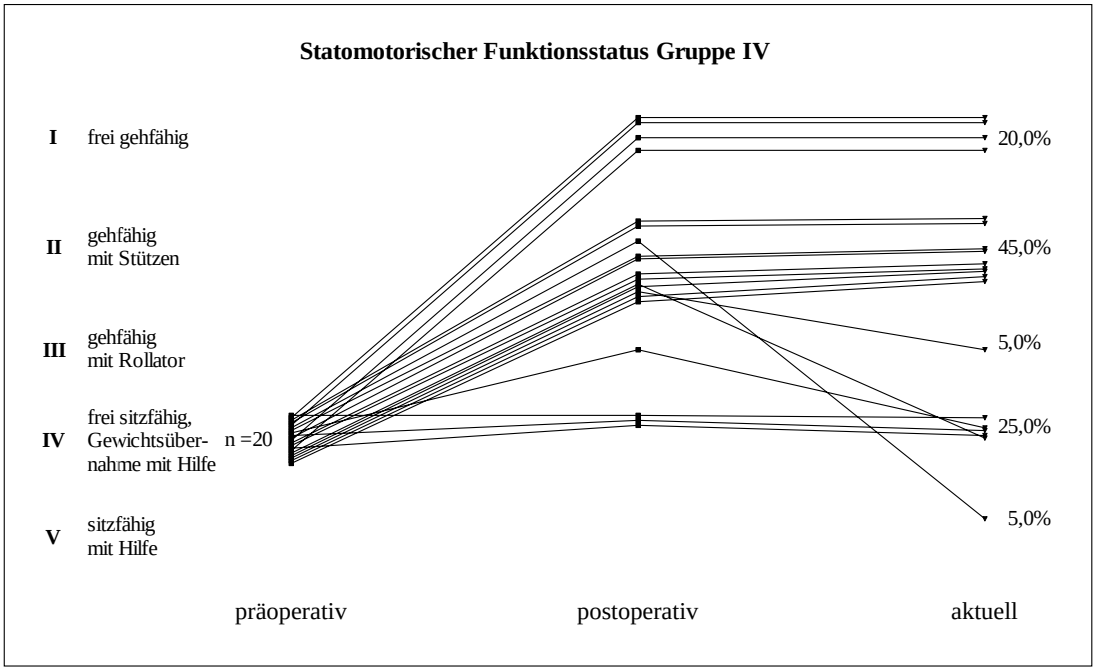

Abbildung 18: Statomotorische Funktionsstufe IV im zeitlichen Verlauf, n = 20.

Gruppe V:

In der Gruppe der präoperativ mit Hilfe sitzfähigen Patienten hatten sich alle (94%), bis auf ein Kind, nach der Operation um ein bis vier Leistungsstufen gesteigert. 12 (75%) Patienten konnten ihre postoperativ erworbenen statomotorischen Fähigkeiten langfristig bewahren, 4 (25%) Patienten sanken bis zur Nachuntersuchung um eine bis zwei Funktionsstufen ab (Tab. XIII, Abb. 19).

Tabelle XIII: Statomotorischer Funktionsstatus der Gruppe V (präoperativ sitzfähig mit Hilfe) im zeitlichen Verlauf, n = 16.

		Präoperativ		Postoperativ		Aktuell	
	Funktionsstufen	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
	frei gehfähig			1	6,3	1	6,3
	gehfähig mit Stützen			9	56,25	7	43,8
	gehfähig mit Rollator			3	18,8	3	18,8
	frei sitzfähig			2	12,5	3	18,8
Gruppe V	**sitzfähig mit Hilfe**	16	22,5	1	6,3	2	12,5

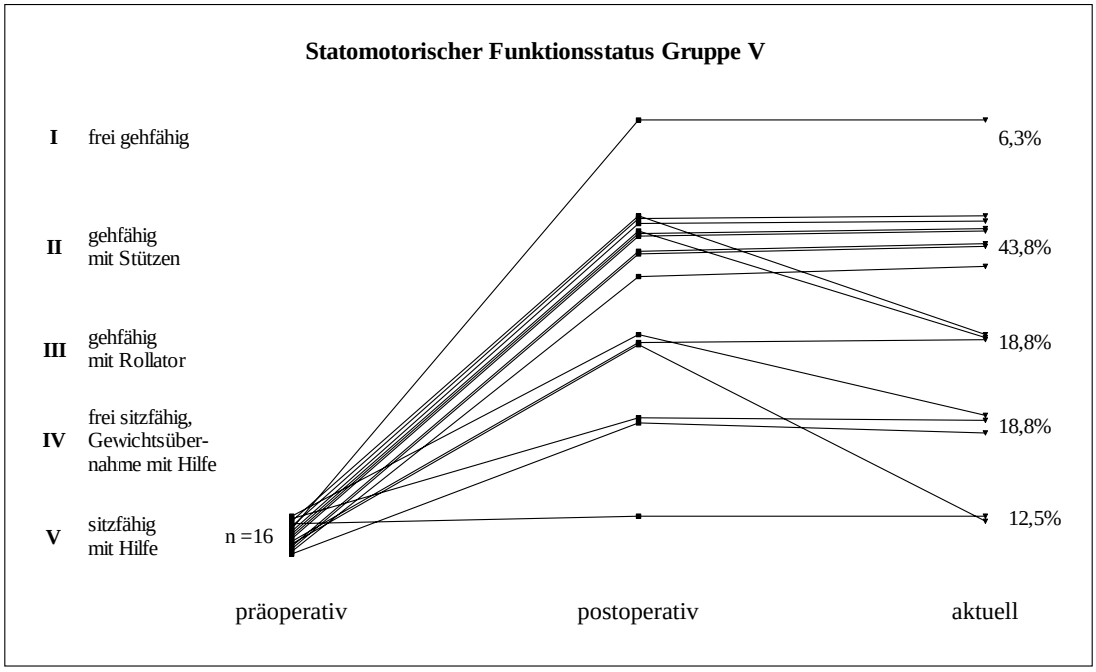

Abbildung 19: Statomotorische Funktionsstufe V im zeitlichen Verlauf, n = 16.

Subgruppen:

Viele der bereits vor der Operation gehfähigen Patienten aus den Gruppen I, II und III verblieben postoperativ in der gleichen Leistungsgruppe, obwohl sie deutlich von dem Eingriff profitieren konnten. So konnten sie z.B. aufrechter gehen, schneller gehen oder längere Strecken zurücklegen.

Anhand der oben dargestellten Einteilung in fünf statomotorische Funktionsstufen sind diese Fortschritte nicht darstellbar. Um ihren funktionellen Gewinn festzuhalten, werden diese 20 Patienten zusätzlich postoperativ und bei Nachuntersuchung in die Subgruppen a (verbessert), b (gleich) und c (verschlechtert) unterteilt. Von diesen 20 Patienten, die nach der Operation in der gleichen Leistungsgruppe verblieben waren, verbesserten sich zunächst alle 20 postoperativ. Hiervon konnten 17 Patienten (85%) diesen Status bis zur Nachuntersuchung halten, zwei Patienten (10%) erreichten wieder ihr präoperatives Niveau, und ein Patient (5%) verschlechterte sich innerhalb seiner Funktionsgruppe (Tab. XIV; Abb. 20).

Tabelle XIV: Prä-, postoperativer und aktueller statomotorischer Funktionsstatus innerhalb der Gruppen I – III, n = 20.

Präoperativer Funktionsstatus			**Postoperativ**		**Aktuell**	
			n	**%**	**n**	**%**
I	**a**	**verbessert**	11	100,0	9	81,8
frei gehfähig	**b**	**gleich**			2	18,2
n = 11	**c**	**verschlechtert**				
II	**a**	**verbessert**	8	100,0	7	87,5
gehfähig mit Stützen	**b**	**gleich**				
n = 8	**c**	**verschlechtert**			1	12,5
III	**a**	**verbessert**	1	100,0	1	100,0
gehfähig mit Rollator	**b**	**gleich**				
n = 1	**c**	**verschlechtert**				

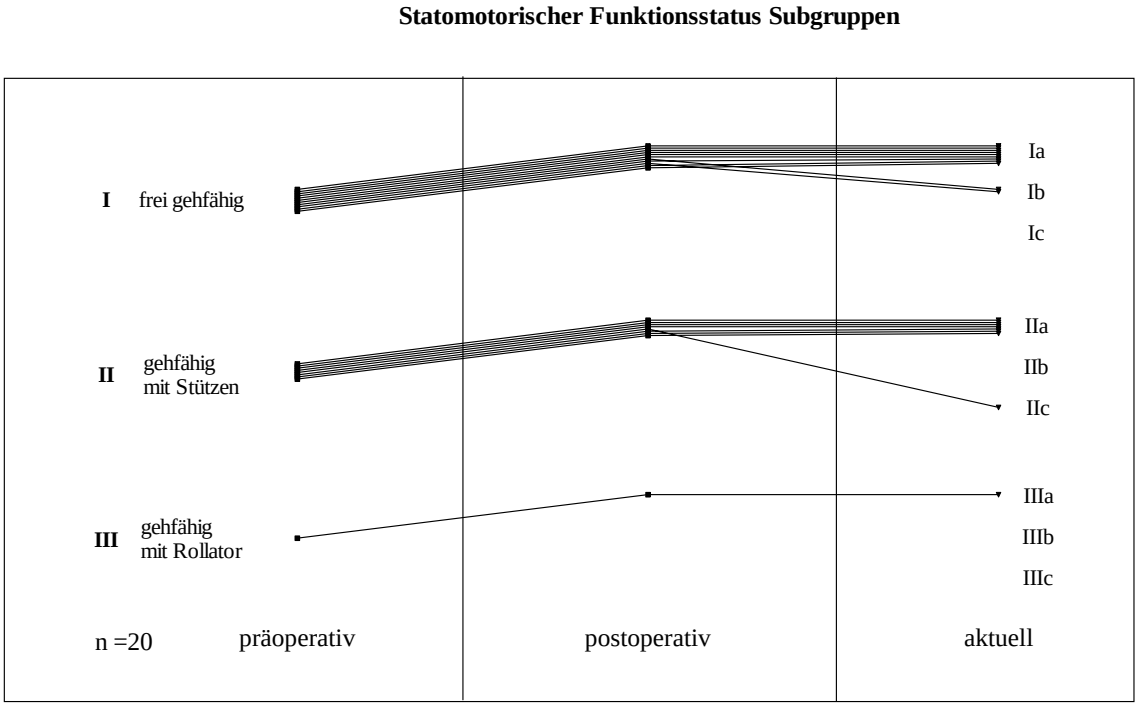

Abbildung 20: Statomotorischer Funktionsstatus im zeitlichen Verlauf innerhalb der Gruppen I – III, (a = verbessert, b = gleich, c = verschlechtert).

Zusammenfassung:

- Der präoperative Mobilitätsstatus der Patienten hat sich bis zur Nachuntersuchung signifikant ($p<0,001$) verbessert.
- Im Anschluss an die Operation konnten 59,1% der Patienten eine höhere Leistungsgruppe erreichen, 28,2% verbesserten sich geringfügig innerhalb ihrer Leistungsgruppe, 12,7% verblieben in ihrer Gruppe, ohne sich zu verbessern.
- Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, durchschnittlich 12,8 Jahre nach der Operation, konnten 78,9% ihre postoperative Position behaupten, aber in den Jahren danach nicht mehr steigern. Nur 1 Patient verbesserte sich noch einmal um eine Mobilitätsstufe. 19,7% der Patienten verschlechterten sich wieder, vor allem im präpubertären Wachstumsschub.
- Die eindruckvollste Verbesserung der statomotorischen Fähigkeiten zeigt Gruppe V, der präoperativ mit Hilfe sitzfähigen Kinder. Von diesen konnten 87,5% einen langfristigen Funktionsgewinn verzeichnen.

2. Klinisch-technische Ergebnisse

2.1 Muskelkraft

Die Muskelkraft konnte bei allen 71 Patienten (142 Hüften) in den vier Hauptmuskelgruppen beurteilt werden. Im Einzelnen handelt es sich um die Hüftextensoren, Hüftflexoren, Hüftabduktoren und Hüftadduktoren, die jeweils als Muskelgruppe geprüft wurden.

Wie in Tabelle XV ersichtlich, kann das Gesamtpatientengut im Median die Hüftextensoren nicht gegen die Schwerkraft bewegen (2 = schwach). Bei den Hüftflexoren und Abduktoren zeigt sich im Median mindestens eine ausreichende Muskelkraft (= 3), die eine Bewegung gegen die Schwerkraft ermöglicht. Am stärksten sind die Hüftadduktoren, sie können gegen Widerstand bewegt werden (= 4).

Tabelle XV: Aktuelle Muskelkraft (0 - 5) in vier Muskelgruppen, n = 142 Hüften.

Muskelgruppen	MW	SD	**ME**	25.P	75.P
Hüftextensoren	2,4	0,8	**2,0**	2,0	3,0
Hüftflexoren	3,2	1,1	**3,5**	2,0	4,0
Hüftabduktoren	3,1	0,9	**3,0**	2,0	4,0
Hüftadduktoren	3,3	0,9	**4,0**	3,0	4,0

Unterteilt man die 142 Patienten nach den einzelnen statomotorischen Funktionsstufen (I – V), bekommt man ein differenzierteres Bild der Muskelkraft. Bei der Auswertung anhand des präoperativen Funktionsstatus (Tab. XVI und Abb. 21) zeigen die Hüftextensoren bei allen Funktionsgruppen das schlechteste Ergebnis. In den Gruppen II – V ist die Bewegung im Median nur unter Ausschaltung der Schwerkraft möglich (= 2). Die Hüftflexoren können im Median in allen fünf Gruppen wenigstens gegen die Schwerkraft bewegt werden (3 = ausreichend). Hüftabduktoren und –adduktoren zeigen im Median eine gute bis ausreichende Kraft in allen Gruppen. Die Muskelkraft nimmt in allen Funktionsgruppen mit steigender statomotorischer Fähigkeit zu.

Tabelle XVI: Muskelkraft (0 - 5) in vier Muskelgruppen unterteilt nach präoperativem statomotorischen Funktionsstatus I – V, n = 142.

		I		II		III		IV		V	
		n	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Hüftextension	**0**					2	8,3			2	6,3
	1							4	10,0		
	2	3	12,5	11	50,0	14	58,3	21	52,5	23	71,9
	3	15	62,5	7	31,8	8	33,3	15	37,5	7	21,9
	4	6	25,0	4	18,2						
	5										
Median gesamt		**3,0**		**2,5**		**2,0**		**2,0**		**2,0**	
Hüftflexion	**0**					2	8,7				
	1							4	10,0	2	6,3
	2			5	22,7	7	29,2	11	27,5	9	28,1
	3	3	12,5	3	13,6	5	20,8	7	17,5	13	40,6
	4	16	66,7	14	63,6	10	41,7	18	45,0	6	18,8
	5	5	20,8							2	6,3
Median gesamt		**4,0**		**4,0**		**3,0**		**3,0**		**3,0**	
Hüftabduktion	**0**					2	8,3				
	1										
	2			3	13,6	9	37,5	18	45,0	12	37,5
	3	7	29,2	6	27,3	7	29,2	10	25,0	15	46,9
	4	16	66,7	12	54,5	6	25,0	12	30,0	3	9,4
	5	1	4,2	1	4,5					2	6,3
Median gesamt		**4,0**		**4,0**		**3,0**		**3,0**		**3,0**	
Hüftadduktion	**0**					2	8,3				
	1										
	2			2	9,1	4	16,7	10	25,0	11	34,4
	3			5	22,7	9	37,5	9	22,5	12	37,5
	4	24	100	15	68,2	9	37,5	21	52,5	8	25,0
	5									1	3,1
Median gesamt		**4,0**		**4,0**		**3,0**		**4,0**		**3,0**	

Tabelle XVII: Muskelkraft (0 - 5) in vier Muskelgruppen unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus I – V, n = 142.

		I		II		III		IV		V	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Hüftextension	**0**							4	20,0		
	1							4	20,0		
	2	7	16,7	34	60,7	13	81,3	10	50,0	8	100,0
	3	31	73,8	18	32,1	1	6,3	2	10,0		
	4	4	9,5	4	7,1	2	12,5				
	5										
Median gesamt		**3,0**		**2,0**		**2,0**		**2,0**		**2,0**	
Hüftflexion	**0**							2	10,0		
	1			2	3,6			2	10,0	2	25,0
	2			12	21,4	4	25,0	11	55,0	5	62,5
	3	6	14,3	11	19,6	9	56,3	4	20,0	1	12,5
	4	29	69,0	31	55,4	3	18,8	1	5,0		
	5	7	16,7								
Median gesamt		**4,0**		**4,0**		**3,0**		**2,0**		**2,0**	
Hüftabduktion	**0**							2	10,0		
	1										
	2			12	21,4	12	75,0	10	50,0	8	100,0
	3	13	31,0	23	41,1	2	12,5	7	35,0		
	4	26	61,9	20	35,7	2	12,5	1	5,0		
	5	3	7,1	1	1,8						
Median gesamt		**4,0**		**3,0**		**2,0**		**2,0**		**2,0**	
Hüftadduktion	**0**							2	10,0		
	1										
	2			8	14,3	8	50,0	8	40,0	3	37,5
	3	3	7,1	17	30,4	6	37,5	4	20,0	5	62,5
	4	38	90,5	31	55,4	2	12,5	6	30,0		
	5	1	2,4								
Median gesamt		**4,0**		**4,0**		**2,5**		**2,5**		**3,0**	

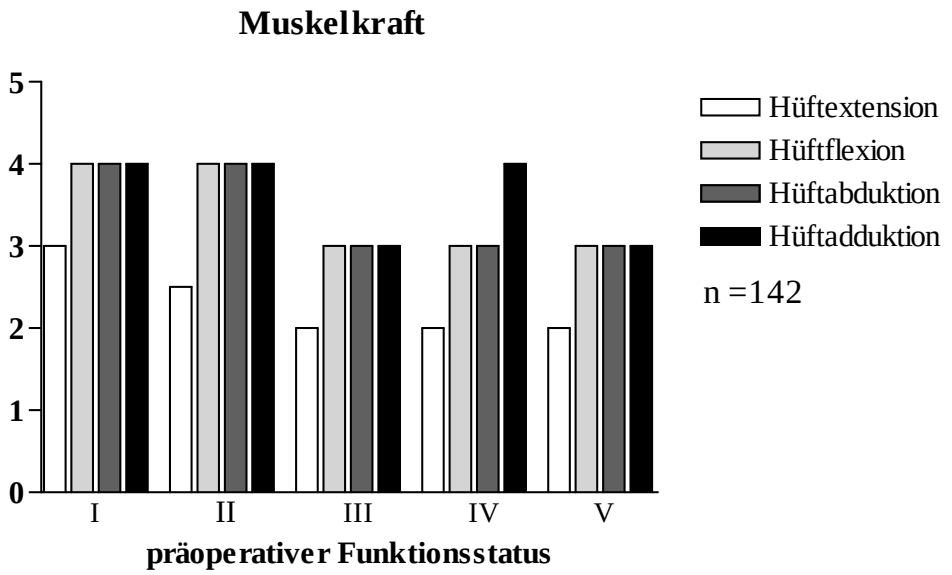

Abbildung 21: Graphische Darstellung der Muskelkraft (0 – 5) in vier Muskelgruppen unterteilt nach präoperativem statomotorischen Funktionsstatus, n = 142.

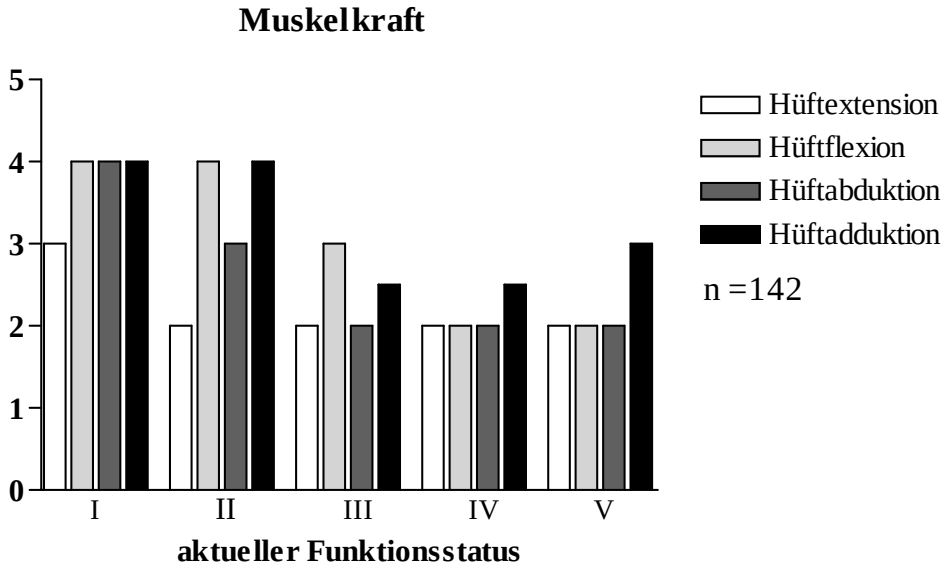

Abbildung 22: Graphische Darstellung der Muskelkraft (0 – 5) in vier Muskelgruppen unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus, n = 142.

Wertet man die Muskelkraft nun anhand des aktuellen Funktionsstatus aus (Tab. XVII, Abb. 22), so zeigt auch hier die Hüftextension nur in Gruppe I ein ausreichendes

Ergebnis (= 3). Alle anderen Gruppen haben eine schwache Streckung. Die Hüftbeugung sinkt kontinuierlich von guter Kraft (4) im Median in Gruppe I und II auf schwache (2) Muskelkraft im Median in Gruppe IV und V. Die Hüftabduktoren können ab Gruppe III im Median nicht gegen die Schwerkraft gehoben werden (= 2), sie werden von den Adduktoren in allen Gruppen überragt. Die Zunahme der Muskelkraft mit steigender statomotorischer Fähigkeit ist beim aktuellen statomotorischen Funktionsstatus wesentlich deutlicher erkennbar, als dies beim präoperativen Funktionsstatus der Fall war.

In der statistischen Analyse zeigt sich sowohl für den präoperativen als auch für den aktuellen statomotorischen Funktionsstatus eine hochsignifikante ($p<0,000$) Korrelation mit der Kraft der geprüften Muskelgruppen.

Zusammenfassung:

- Innerhalb des gesamten Patientengutes sind die Muskeln der Hüftbeugung und –Adduktion stärker als die der Streckung und Abduktion.
- Unterteilt nach präoperativen Funktionsstatus können alle Muskelgruppen bis auf die Extensoren im Median gegen die Schwerkraft bewegt werden.
- Unterteilt nach aktuellem Funktionsstatus sinkt die Kraft der Hüftbeuger in den einzelnen Gruppen kontinuierlich ab.
- Prä- und postoperativer statomotorischer Funktionsstatus korrelieren hochsignifikant ($p<0,000$) mit allen vier Muskelgruppen.

2.2 Aktive Hüftflexion im Stand

Die Bewertung der aktiven Hüftbeugung im Stand gegen die Schwerkraft erfolgte in 30°- Schritten, wodurch eine Klassifikation von 1 - 5 entstand.

Von insgesamt 142 Patientenhüften, sind zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung 45 (31,7%) der Klasse 1 (<30°) zugeordnet. Die Patienten dieser Gruppe können die aktive Hüftbeugung im Stand praktisch nicht ausführen, im Median beträgt die Hüftbeugung 0°. In Klasse 2 (31 – 60°) sind 33 (23,2%) Hüften eingeteilt. Sie können im Median 46° im Stand gebeugt werden. Der größte Teil (49 Patienten/ 34,5%) erreicht Klasse 3 (61 – 90°). Es wird im Median 76° Hüftbeugung erzielt. Klasse 4 (91 – 120°) beinhaltet noch 15 (10,6%) Hüften. Ihr Median liegt bei 97°. Klasse 5 (>120°) wird von keinem Patienten erreicht (Tab. XVIII).

Tabelle XVIII: Aktive Hüftflexion im Stand (1 - 5), n = 142 Hüften.

Klassifikation		N	%	MW	SD	ME	25.P	75.P
1	**< 30°**	45	31,7	7	9	0	0	15
2	**31 - 60°**	33	23,2	46	9	45	40	50
3	**61 - 90°**	49	34,5	76	9	75	70	80
4	**91 - 120°**	15	10,6	97	7	95	95	100
5	**> 120°**							
Gesamt		**142**	**100,0**	**49**	**34**	**53**	**20**	**80**

Tabelle XIX und Abbildung 23 zeigen die weiterführende Unterteilung der Patienten in die einzelnen präoperativen statomotorischen Funktionsstufenstufen I - V. Demnach können präoperativ frei gehfähige Patienten (Gruppe I) ihre Hüfte heute im Median 80° im Stand beugen. Vor der Operation mit Stützen gehfähige Patienten (Gruppe II), beugen im Median 65°. Die Beugung der Hüfte im Stand der zuvor mit Rollator gehfähigen Patienten und die der frei sitzfähigen Patienten erreicht aktuell 45 und 43° im Median. Präoperativ mit Hilfe sitzfähige Kinder zeigen heute im Median eine aktive Hüftflexion von 20° im Stand. Es präsentiert sich also eine Zunahme der aktiven Hüftflexion im Stand mit steigender präoperativer statomotorischer Funktion, welche statistisch hochsignifikant korreliert (p<0,000).

Tabelle XIX: Aktive Hüftflexion im Stand (1 - 5) in Winkelgraden (Median = ME) unterteilt nach präoperativem Funktionsstatus I – V, n = 142.

		I n = 24			**II n = 22**			**III n = 24**			**IV n = 40**			**V n = 32**		
Klassifikation		n	%	**ME**	n	%	**ME**	n	%	**ME**	n	%	**ME**	n	%	**ME**
1	**< 30°**				2	9,1	**5°**	10	41,7	**10°**	15	37,5	**0°**	18	56,3	**0°**
2	**31 - 60°**	2	8,3	**60°**	8	36,4	**50°**	4	16,7	**45°**	14	35,0	**45°**	5	15,6	**40°**
3	**61 - 90°**	15	62,5	**80°**	9	40,9	**70°**	6	25,0	**85°**	11	27,5	**70°**	8	25,0	**70°**
4	**91 - 120°**	7	29,2	**100°**	4	13,6	**95°**	4	16,7	**98°**				1	3,1	**95°**
Gesamt		24	100	**80°**	22	100	**65°**	24	100	**45°**	40	100	**43°**	32	100	**20°**

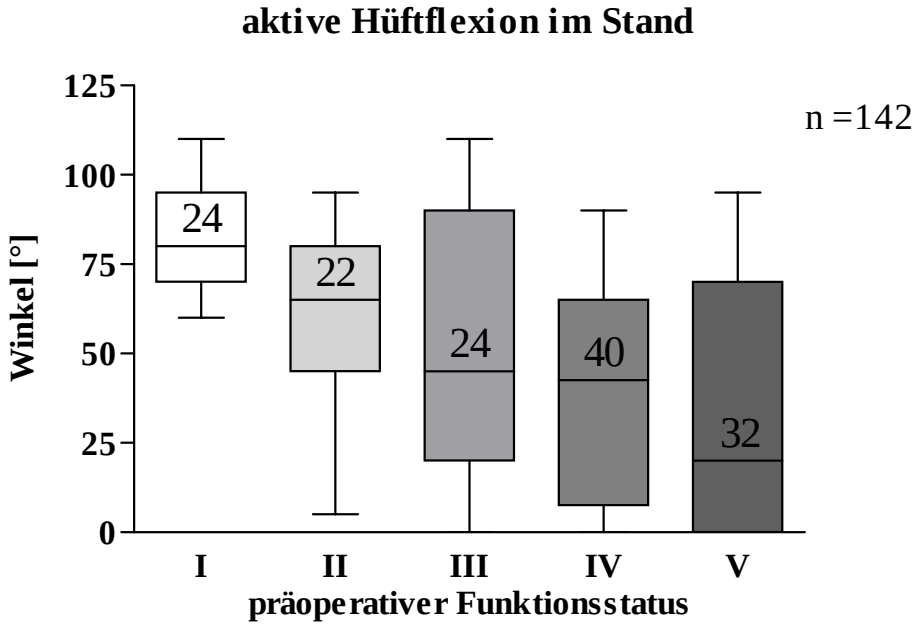

Abbildung 23: Graphische Darstellung der aktiven Hüftbeugung im Stand (°) innerhalb der präoperativen statomotorischen Funktionsstufen I – V, n = 142.

Unterteilt man das Patientengut nun anhand des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus I - V, ergibt sich ebenfalls eine hochsignifikante Korrelation (p<0,000) zwischen dem aktuellen Funktionsstatus und der aktiven Hüftflexion im Stand. Die kontinuierliche Zunahme der Hüftbeugung im Stand mit steigender statomotorischer Funktion ist jedoch deutlicher ausgeprägt (Tab. XX, Abb. 24).

Tabelle XX: Aktive Hüftflexion im Stand (1 - 5) in Winkelgraden (Median = ME) unterteilt nach aktuellem Funktionsstatus I – V, n = 142.

		I n = 42			II n = 56			III n = 16			IV n = 20			V n = 8		
Klassifikation		**n**	**%**	**ME**	**n**	**%**	**ME**	n	%	**ME**	n	%	**ME**	n	%	**ME**
1	**< 30°**				12	21,4	**10°**	8	50,0	**10°**	17	85,0	**0°**	8	100	**0°**
2	**31 - 60°**	5	11,9	**50°**	21	37,5	**45°**	4	25,0	**50°**	3	15,0	**40°**			
3	**61 - 90°**	27	64,3	**80°**	18	32,1	**70°**	4	25,0	**70°**						
4	**91 - 120°**	10	23,8	**95°**	5	8,9	**95°**									
Gesamt		42	100	**80°**	56	100	**50°**	16	100	**28°**	20	100	**0°**	8	100	**0°**

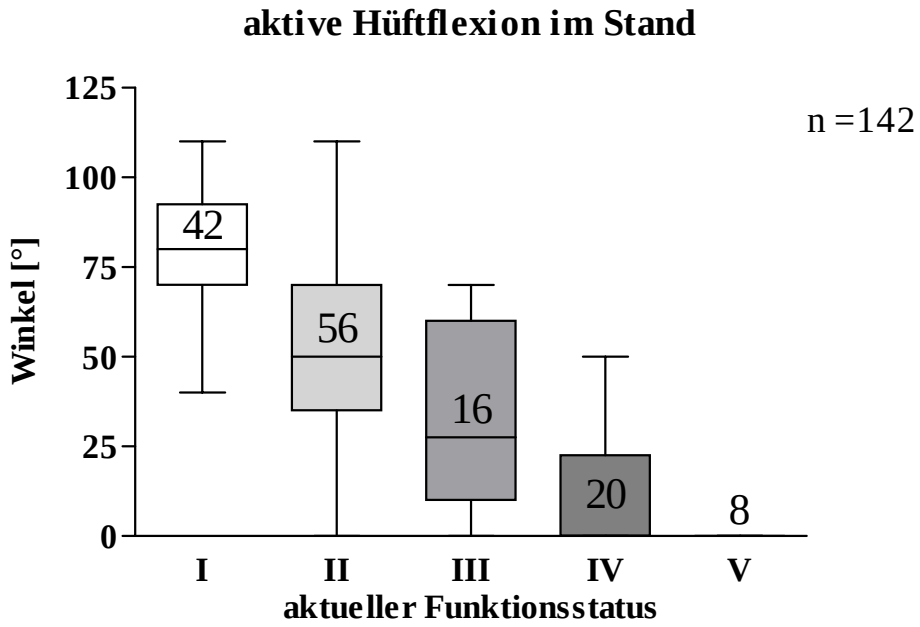

Abbildung 24: Graphische Darstellung der aktiven Hüftbeugung im Stand (°) innerhalb der aktuellen statomotorischen Funktionsstufen I – V, n = 142.

Aktuell frei gehfähige Patienten können ebenfalls im Median 80° im Stand beugen, obwohl sich die Anzahl der Hüften in Gruppe I fast verdoppelt hat. Mit Stützen gehfähige Patienten (Gruppe II) beugen 50°. Der Median dieser Gruppe sank leicht ab bei Anstieg der Gruppengröße auf das 2,5-fache. Aktuell mit Rollator gehfähige Patienten (Gruppe III) können im Median noch 28° im Stand beugen. 25 (89,3%), der in Gruppe IV und V verbliebenen Hüften können im Stand nicht aktiv gebeugt werden.

Zusammenfassung:

- Das Gesamtpatientengut (142 Hüften) erreicht postoperativ im Median eine aktive Hüftflexion im Stand von 53° im Median.
- Unterteilt nach präoperativem statomotorischen Funktionsstatus zeigt sich eine zunehmende aktive Hüftflexion im Stand bei steigender statomotorischer Funktion.
- Unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus wird dieser Trend noch deutlicher, die Gruppen homogener.
- Die aktive Hüftflexion im Stand korreliert hochsignifikant ($p<0,000$) mit dem präoperativen und aktuellen statomotorischen Funktionsstatus (I - V).

2.3 Spastizität

Die Bestimmung des Schweregrades der Spastizität (0 - 5) wurde für jede der beiden unteren Extremitäten getrennt durchgeführt (n = 142). War eine der beiden Seiten stärker betroffen, wurde diese Betonung zusätzlich vermerkt.

Die Auswertung der Patientendaten erfolgt zunächst anhand des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus I – V (Tab. XXI, Abb.25). Präoperativ frei gehfähige Patienten (Gruppe I) zeigen bei der Nachuntersuchung im Median einen leicht erhöhten Muskeltonus (Grad 1). Bei vor der Operation mit Stützen gehfähigen Patienten liegt die Spastizität im Median bei Grad 2. Bei weniger als der Hälfte des Bewegungsausmaßes ist ein minimaler Bewegungswiderstand spürbar. Die Patienten, die vor der Operation mit Rollator gehfähig waren (Gruppe III), zeigen im Median einen Schweregrad der Spastizität von 1,5, allerdings ist die Gruppe sehr heterogen. Alle Schweregrade sind vertreten, Minimum und Maximum liegen weit auseinander. Ebenfalls sehr inhomogen präsentieren sich die präoperativ frei sitzfähigen Patienten, obwohl 45% bereits einen beträchtlich erhöhten Muskeltonus mit erschwertem passiven Bewegen (Grad 4) aufweisen, liegt der Median noch bei Grad 2. In Gruppe V (vor der Operation nicht frei sitzfähige Patienten) liegt der Median bei Grad 3, der Muskeltonus ist nahezu während des gesamten Bewegungsausmaßes erhöht.

Insgesamt korreliert der Schweregrad der Spastizität mit den präoperativen statomotorischen Funktionsstufen I – V. Dies trifft nicht für die Seitenbetonung zu.

Bei nachfolgender Unterteilung des Patientengutes in die fünf aktuellen statomotorischen Funktionsstufen I - V (Tabelle XXII, Abb. 26), zeigt Gruppe I weiterhin eine leichte Spastizität (Grad 1) im Median trotz Verdoppelung der Patientenzahl. Aktuell mit Stützen gehfähige Patienten (Gruppe II) liegen weiter bei Spastizitätsgrad 2 im Median, obwohl die Patientenanzahl um mehr als das Zweifache gestiegen ist. In den Gruppen III – V zeigt sich bei reduzierter Patientenzahl ein deutlicher Anstieg der Spastizität im Median (Grad 4) mit beträchtlich erhöhtem Muskeltonus und schwierigem passivem Bewegen.

Der aktuelle statomotorische Funktionsstatus I - V korreliert mit Ausprägung und Seitenbetonung der Spastizität.

Tabelle XXI: Schweregrad und Betonung der Spastizität (1-5) unterteilt nach präoperativem statomotorischen Funktionsstatus I – V, n = 142.

		I n = 24		II n = 22		III n = 24		IV n = 40		V n = 32	
Spastizität		**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
	0	4	16,7			2	8,3	2	5,0		
	1	14	58,3	6	27,3	10	41,7	12	30,0	6	18,8
	2	6	25,0	7	31,8	2	8,3	7	17,5	4	12,5
	3			2	9,1	6	25,0	1	2,5	8	25,0
	4			7	31,8	2	8,3	18	45,0	13	40,6
	5					2	8,3			1	3,1
Median gesamt		**1,0**		**2,0**		**1,5**		**2,0**		**3,0**	
Betonung	**keine**	22	91,7	18	81,8	19	79,2	33	82,5	25	78,1
	rechts	1	4,2	4	18,2	2	8,2	4	10,0	6	18,8
	links	1	4,2			3	12,5	3	7,5	1	3,1

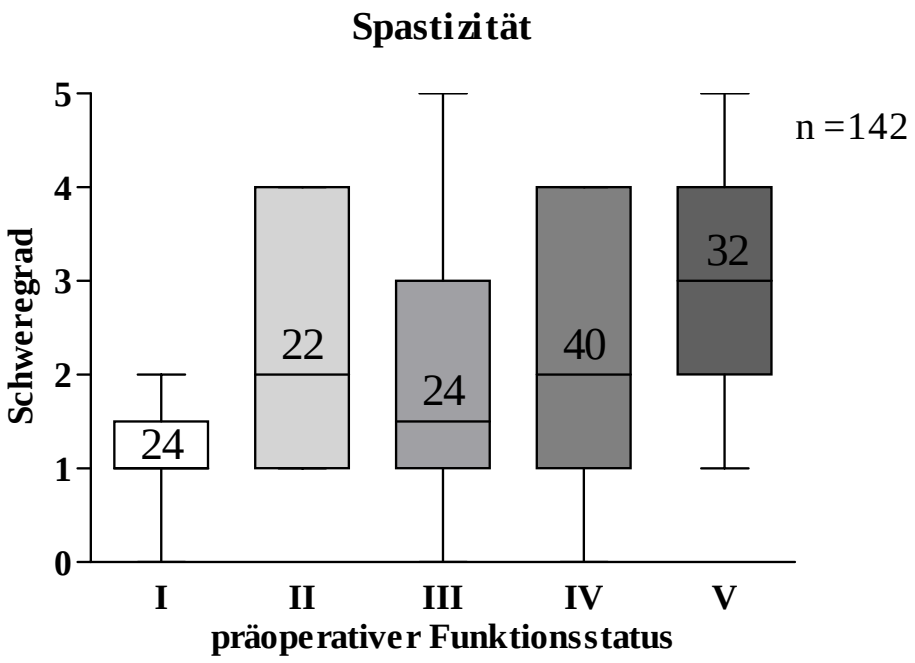

Abbildung 25: Graphische Darstellung der Spastizität (Schweregrad 0 – 5) innerhalb des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus, n = 142.

Tabelle XXII: Schweregrad und Betonung der Spastizität (1-5) unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus I – V, n = 142.

		I N = 42		II N = 56		III = 16		IV N = 20		V N = 8	
Spastizität		**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
	0	6	14,3	2	3,6						
	1	26	61,9	18	32,1	4	25				
	2	10	23,8	13	23,2			3	15,0		
	3			11	19,6	2	12,5	2	10,0	2	25,0
	4			12	21,4	10	62,5	12	60,0	6	75,0
	5							3	15,0		
Median gesamt		**1,0**		**2,0**		**4,0**		**4,0**		**4,0**	
Betonung	**keine**	39	92,9	47	83,9	12	75,0	14	70,0	5	62,5
	rechts	1	2,4	7	12,5	3	18,8	4	20,0	2	25,0
	links	2	4,8	2	3,6	1	6,3	2	10,0	1	12,5

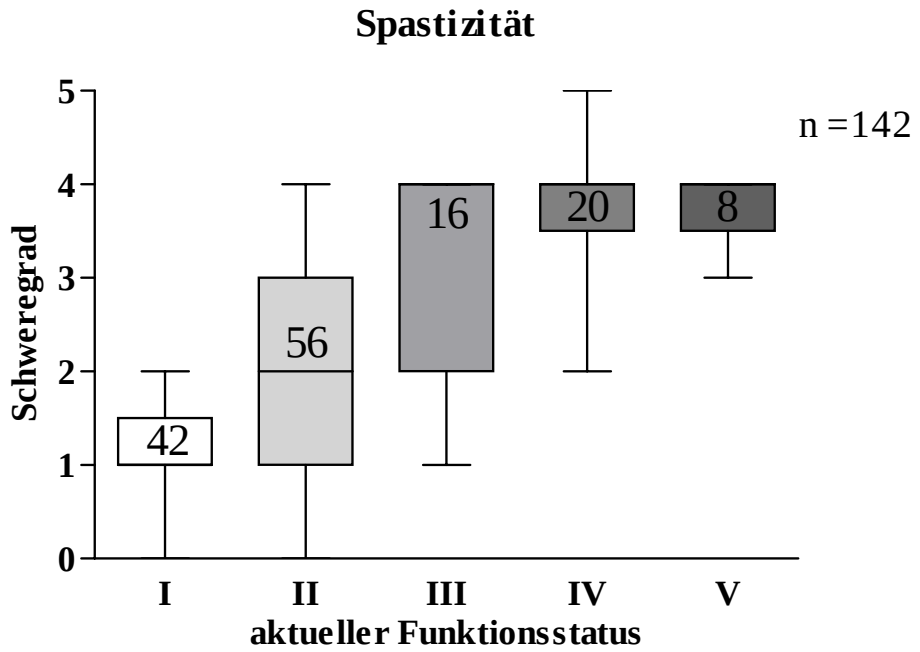

Abbildung 26: Graphische Darstellung der Spastizität (Schweregrad 0 – 5) innerhalb des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus, n = 142.

Zusammenfassung:

- Innerhalb des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus zeigt sich ein Anstieg der Spastizität mit sinkenden statomotorischen Fähigkeiten.
- Diese Tendenz wird bei Einteilung nach aktuellem Funktionsstatus noch deutlicher.
- Der Schweregrad der Spastizität korreliert mit dem präoperativen und aktuellen statomotorischen Funktionsstatus I – V.
- 12% des Gesamtpatientengutes weisen eine Seitenbetonung der Spastizität auf. Diese korreliert mit dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus I – V.

2.4 Passives Bewegungsausmaß

Einen Überblick über das passive Bewegungsausmaß von Hüft- und Kniegelenken zeigt Tabelle XXIII. Im Gegensatz zum aktiven Bewegungsausmaß konnte hier bei allen 142 Hüften eine aussagekräftige Untersuchung durchgeführt werden. Insgesamt zeigt sich für alle Patienten ein wesentlich größeres passives als aktives Bewegungsausmaß nach Überwindung des durch die Spastizität verursachten passiven Widerstandes. Das Gesamtpatientengut kann die Hüfte im Median 10° passiv strecken, die Beugung beträgt 100°. Passive Hüftabduktion ist im Median bis 20° möglich, passive Adduktion bis 30°. Bei der passiven Hüftrotation beträgt die Außenrotation im Median 30°, die Innenrotation 60°. Das Kniegelenk kann im Median passiv bis zur Nullstellung gestreckt werden, die Kniebeugung beträgt 130°.

Tabelle XXIII: Passives Bewegungsausmaß (Neutral-0-Methode in [°]) von Hüft- und Kniegelenk, n = 142.

	MW [°]			SD [°]			ME [°]			25.P			75.P		
Hüfte															
Extension/Flexion	8	2	99	7	7	19	10	0	100	0	0	90	10	0	110
Abd-/Adduktion	24	0	27	10	3	8	20	0	30	20	0	20	30	0	30
Außen-/Innenrotation	25	0	57	16	2	18	30	0	60	10	0	50	40	0	70
Knie															
Extension/Flexion	3	7	126	6	13	21	0	0	130	0	0	120	5	10	140

Betrachtet man nun vor allem die Einschränkung der passiven Bewegung, also das Ausmaß möglicher Kontrakturen (Tab. XXIV und XXV), findet man diese in 57 (40,1%) Fällen. Hüftbeugekontrakturen sind selten, mit 11 Fällen betreffen sie nur 7,7% des Gesamtpatientengutes. Häufiger ist die Kniebeugekontraktur. Sie betrifft mit 40 Fällen 28,8% der Patienten. Adduktions- und Innenrotationskontrakturen sind die Ausnahme (3 Fälle = 2.1%).

Für den präoperativen Funktionsstatus ergibt sich nur für die Kniebeugekontraktur eine signifikante Korrelation. Beim aktuellen Funktionsstatus korreliert zusätzlich auch die Hüftbeugekontraktur mit den einzelnen Funktionsstufen.

Tabelle XXIV: Kontrakturen an Hüft- und Kniegelenk in [°] unterteilt nach präoperativem statomotorischen Funktionsstatus, n = 142.

	I n = 24			II n = 22			III n = 24			IV n = 40			V n = 32		
	n	%	ME	n	%	ME	n	%	ME	n	%	ME	n	%	ME
Hüfte															
Flexionskontraktur							4	16,7	35	4	10,0	20	3	9,4	25
Adduktionskontraktur	2	8,3	20							1	2,5	20			
Innenrotationskontraktur										3	7,5	10			
Knie															
Flexionskontraktur	2	8,3	13	3	13,6	10	12	50,0	15	12	30,0	20	11	34,4	20

Tabelle XXV: Kontrakturen an Hüft- und Kniegelenk in [°] unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus, n = 142.

	I n = 42			II n = 56			III n = 16			IV n = 20			V n = 8		
	n	%	ME	n	%	ME	n	%	ME	n	%	ME	n	%	ME
Hüfte															
Flexionskontraktur							2	12,5	10	5	25,0	30	4	50,0	28
Adduktionskontraktur	2	4,8	20										1	12,5	20
Innenrotationskontraktur	1	2,4	20	1	1,8	10							1	12,5	10
Knie															
Flexionskontraktur	5	11,9	10	10	17,9	10	7	43,8	20	11	55,0	30	7	87,5	30

Zusammenfassung:

- Von 142 Patienten zeigen postoperativ lediglich 11 (7,7%) eine Hüftbeugekontraktur, immerhin 40 (28,2 %) Patienten eine Kniebeugekontraktur.
- Adduktions- und Rotationskontrakturen sind selten.
- Zwischen dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus I - V und der Hüft- und Kniebeugekontraktur besteht eine positive Korrelation.
- Insgesamt zeigt sich ein deutlich größeres passives als aktives Bewegungsausmaß.

2.5 Aktives Bewegungsausmaß

Bei 6 von insgesamt 71 Patienten konnte aufgrund der starken Spastik mit Massenbewegungen keine aussagekräftige Untersuchung des aktiven Bewegungsausmaßes durchgeführt werden. Es verblieben noch 65 Patienten mit 130 Hüften (Tab. XXVI). Das Gesamtpatientengut streckt im Median die Hüfte bis zur Nullstellung, die Hüftbeugung beträgt 80°. Aktive Abd- und Adduktion ergeben im Median je 20°. Die aktive Außenrotation ist nicht möglich, die Innenrotation beträgt 10°. Die Einschränkung der aktiven Kniestreckung ist im Median 8°, die Kniebeugung beträgt 100°. Hohe Standardabweichungen finden sich bei Hüftbeugung und –innenrotation sowie bei der aktiven Kniebeugung.

Tabelle XXVI: Aktives Bewegungsausmaß (Neutral-0-Methode in [°]) von Hüft- und Kniegelenk, n = 130.

	MW [°]			SD [°]			ME [°]			25.P			75.P		
Hüfte															
Extension/Flexion	3	2	70	5	5	28	**0**	**0**	**80**	0	0	40	10	0	90
Abd-/Adduktion	21	0	19	9	1	10	**20**	**0**	**20**	20	0	10	30	0	30
Außen-/Innenrotation	6	2	17	10	6	18	**0**	**0**	**10**	0	0	0	10	0	30
Knie															
Extension/Flexion	0	9	93	1	11	32	**0**	**8**	**100**	0	0	80	0	15	120

Für die weitere Auswertung wurde das Patientengut in die einzelnen Funktionsstufen I - V unterteilt. Tabelle XXVII zeigt die Medianwerte des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus. Präoperativ frei gehfähige Patienten können ihre Hüfte aktiv 10° strecken, alle anderen Funktionsgruppen strecken im Median bis zur Nullstellung. Die

aktive Hüftbeugung liegt zwischen 95 und 60°. Aktive Abduktion und Adduktion sind in allen Funktionsstufen in etwa gleich groß. Die aktive Außenrotation ist im Median bei allen Gruppen nicht möglich, die aktive Innenrotation mit 25° bei den präoperativ frei gehfähigen Patienten am größten. Vor der Operation frei- und mit Stützen gehfähige Patienten können ihr Knie im Median bis zur Nullstellung strecken. Statomotorisch schlechter gestellte Gruppen weisen eine Einschränkung von 10° im Median auf. Die aktive Kniebeugung nimmt mit steigender statomotorischer Fähigkeit zu.

Tabelle XXVII: Medianwerte des aktiven Bewegungsausmaßes (Neutral-0-Methode in [°]) an Hüft- und Kniegelenk unterteilt nach präoperativen Funktionsstatus, n = 130.

	I n = 24			II n = 22			III n = 20			IV n = 36			V n = 28		
Hüfte															
Extension/ Flexion	10	0	95	0	0	70	0	0	90	0	0	75	0	0	60
Abd-/ Adduktion	20	0	30	25	0	20	20	0	20	20	0	20	20	0	10
Außen-	0	0	25	0	0	10	10	0	15	0	0	10	0	0	10
Knie															
Extension/ Flexion	0	0	115	0	0	100	0	10	95	0	10	90	0	10	90

Tabelle XXVIII: Medianwerte des aktiven Bewegungsausmaßes (Neutral-0-Methode in [°]) an Hüft- und Kniegelenk unterteilt nach aktuellem Funktionsstatus, n = 130.

	I n = 42			II n = 56			III n = 16			IV n = 12			V n = 4		
Hüfte															
Extension/ Flexion	10	0	90	0	0	68	0	0	55	0	0	40	0	18	40
Abd-/ Adduktion	20	0	25	23	0	20	20	0	20	15	0	10	3	0	8
Außen-/Innenrotation	0	0	30	0	0	10	0	0	5	5	0	5	5	0	15
Knie															
Extension/ Flexion	0	0	120	0	8	90	0	10	90	0	20	80	0	35	90

Beim aktuellen statomotorischen Funktionsstatus (Tab. XXVIII) zeigt sich deutlich die kontinuierliche Bewegungseinschränkung mit Abnahme der statomotorischen Fähigkeiten. Das geringste aktive Bewegungsausmaß findet sich in Gruppe IV und V. In letzterer ist die aktive Hüftstreckung bereits 18° im Median eingeschränkt. Die Einschränkung der aktiven Kniestreckung beginnt bei Gruppe II mit 8° und steigert sich

bis 35° in Gruppe V. Das aktive Bewegungsausmaß von Hüftstreckung und –beugung, Hüftabduktion und –adduktion korreliert signifikant mit dem präoperativen und aktuellen Funktionsstatus. Bei der Hüftrotation trifft dies nur noch für die aktive Innenrotation des aktuellen Funktionsstatus zu. Am Kniegelenk korrelieren Knieflexion und Nullstellung mit präoperativem und aktuellem Funktionsstatus.

Zusammenfassung:

- Insgesamt können die Hüftgelenke im Median bis zur Nullstellung gestreckt und bis 100° gebeugt werden.
- Präoperativ und aktuell gehfähige Patienten (Gruppe I) zeigen im Median eine aktive Hüftstreckung von 10°. Die aktive Hüftbeugung nimmt mit steigender Funktionsstufe zu. Diese Zunahme ist beim aktuellen Funktionsstatus kontinuierlich.
- Auch bei der Abduktion und Adduktion ist die Zunahme des Bewegungsausmaßes innerhalb der Funktionsstufen deutlicher beim aktuellen Funktionsstatus nachweisbar.
- Bei der aktiven Hüftrotation zeigt sich nur bei der Innenrotation unterteilt nach aktuellem Funktionsstatus eine Korrelation mit den einzelnen Funktionsstufen.
- Die zunehmende Einschränkung der aktiven Knieextension zeigt sich am deutlichsten beim aktuellen Funktionsstatus.
- Je besser die statomotorische Fähigkeit (also je kleiner die Mobilitätsstufe) ist, desto größer ist das aktive Bewegungsausmaß.

2.6 Grobmotorische Funktionsmessung

Die grobmotorische Funktionsmessung erfolgte in fünf verschiedenen Ausgangsstellungen (ASTE = Sitzen, Kniestand, Stand, Treppe und Gang), welche einzeln bewertet und zum Schluss zu einer Gesamtpunktzahl zusammengezählt wurden. Tabelle XXIX zeigt eine Übersicht über die erreichten Punktzahlen für das Gesamtpatientengut. Die besten Ergebnisse konnten mit 7 Punkten im Median von 8 Gesamtpunkten (87,5%) im Sitzen erreicht werden. Auch im Stand wurden mit 5 von 8 möglichen Punkten noch 62,5% erreicht. Bei Gang und Kniestand sinkt die erreichte Punktzahl im Median auf 5 (38,4%) und 1 (25,0%) ab. Die schlechtesten Ergebnisse zeigten sich auf der Treppe mit noch 16,7% der erreichbaren Punkte im Median.

Tabelle XXIX: Grobmotorische Funktionsmessung in Punkten (Median von P) in fünf Ausgangstellungen (ASTE), n = 71 Patienten.

ASTE (Punkte)	MW	SD	ME	25.P	75.P
Sitzen (8)	5,5	2,0	**7,0**	4,0	7,0
Kniestand (4)	1,1	1,3	**1,0**	0,0	2,0
Stand (8)	4,3	2,3	**5,0**	3,0	6,0
Gang (13)	5,9	4,4	**5,0**	1,0	11,0
Treppe (6)	2,1	2,1	**1,0**	0,0	3,0
Gesamt (39)	**19,0**	**11,0**	**19,0**	**8,0**	**29,0**

Unterteilt man das Patientengut anhand des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus I - V, so zeigt sich ein kontinuierlicher Anstieg der Gesamtpunktzahl mit zunehmender statomotorischer Kompetenz (Tab. XXX, Abb. 27). Da in den verschiedenen Ausgangsstellungen unterschiedliche Gesamtpunkte erreicht werden können, wird neben den erreichten Punkten im Median zusätzlich die jeweilige Prozentangabe aufgeführt, um die einzelnen Ausgangstellungen besser miteinander vergleichen zu können. Nach Unterteilung der Patienten anhand des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus (Tab. XXXI, Abb. 28) sieht man ebenfalls eine kontinuierliche Zunahme der Gesamtpunkte im Median innerhalb der einzelnen Funktionsstufen mit zunehmender statomotorischer Kompetenz. Die erreichten Gesamtpunkte sind jedoch in allen Gruppen niedriger. Die Ergebnisse der Patienten aus den Gruppe III, IV und V sind erheblich homogener, Minimum und Maximum liegen dicht beieinander bei geringer Standardabweichung.

Tabelle XXX: Grobmotorische Funktionsmessung in Punkten (Median von P) und Prozent (%) unterteilt nach präoperativem statomotorischen Funktionsstatus (I - V) in fünf Ausgangstellungen (ASTE), n = 71 Patienten.

	I		**II**		**III**		**IV**		**V**	
	n = 12		**n = 11**		**n = 12**		**n = 20**		**n = 16**	
ASTE (Punkte)	**P**	**%**	**P**	**%**	**P**	**%**	**P**	**%**	**P**	**%**
Sitzen (8)	7	87,5	7	87,5	7	87,5	6	75,0	5	62,50
Kniestand (4)	3	63,0	1	25,0	1	25,0	0	0	1	13,0
Stand (8)	7	87,5	6	75,0	5	56,3	4	50,0	3	37,5
Gang (13)	11	85,0	9	69,0	5	38,0	4	31,0	2	12,0
Treppe (6)	6	100	3	50,0	1	17,0	1	17,0	0	0
Gesamt (39)	**33**	**80,75**	**24**	**56,70**	**17**	**41,75**	**14**	**36,05**	**9**	**21,05**

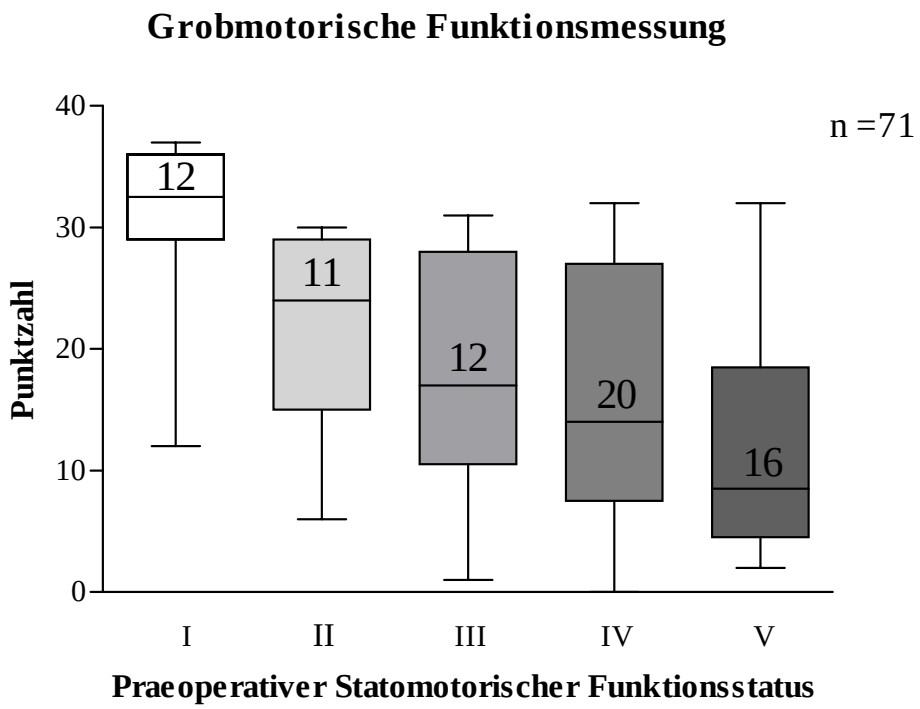

Abbildung 27: Graphische Darstellung der erreichten Gesamtpunkte in den einzelnen präoperativen statomotorischen Funktionsstufen I - V.

Sowohl präoperativer als auch aktueller Funktionsstatus korrelieren signifikant ($p<0,005$) mit den einzelnen Ausgangsstellungen sowie dem Gesamtergebnis.

Tabelle XXXI: Grobmotorische Funktionsmessung in Punkten (Median von P) und Prozent (%) unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus (I - V) in fünf Ausgangstellungen (ASTE), n = 71 Patienten.

	I n = 21		II n = 28		III n = 8		IV n = 10		V n = 4	
ASTE (Punkte)	**P**	**%**	**P**	**%**	**P**	**%**	**P**	**%**	**P**	**%**
Sitzen (8)	7	87,5	7	87,5	5	62,5	4	50,0	3	37,5
Kniestand (4)	2	50,0	1	25,0	0	0	0	0	0	0
Stand (8)	7	87,5	6	85,7	3	37,5	1	12,50	0	0
Gang (13)	11	84,6	5	38,5	2	15,4	1	7,7	0	0
Treppe (6)	6	100,0	1	16,7	1	16,7	0	0	0	0
Gesamt (39)	**31**	**79,5**	**20**	**51,3**	**10**	**32,3**	**6**	**15,4**	**3**	**7,7**

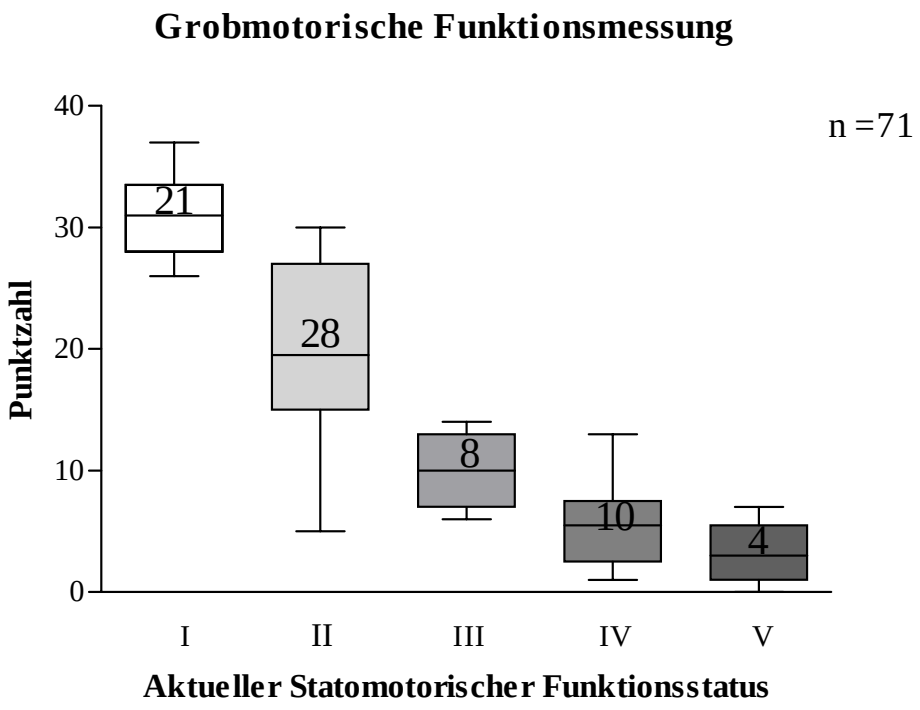

Abbildung 28: Graphische Darstellung der erreichten Gesamtpunkte in den einzelnen aktuellen statomotorischen Funktionsstufen I - V.

Zusammenfassung:

- Das Gesamtpatientengut konnte im Median mit 87,5% in der ASTE Sitzen die meisten der möglichen Punkte erzielen.
- Der präoperative statomotorische Funktionsstatus zeigt einen Anstieg der Gesamtpunktzahl mit zunehmender statomotorischer Kompetenz.
- Die Ergebnisse der Gesamtpunktzahlen der einzelnen Funktionsstufen des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus liegen sehr dicht beieinander, die Gruppen sind homogen.
- Der funktionelle Gesamtstatus korreliert signifikant ($p<0,005$) mit den präoperativen und aktuellen Funktionsstufen I –V.

3. Radiologisch-technische Ergebnisse

3.1 Projizierter CCD-Winkel

Bei Patienten mit ICP findet man in der Regel eine spastische Coxa valga antetorta vor. Von 142 Hüften unseres Patientengutes konnten 140 ausgewertet werden. Präoperativ lag der Median der projizierten CCD-Winkel bei 146,0°, postoperativ bei 141,0°. Diese Reduktion um 5° ist statistisch hochsignifikant (p<0,000), (Abb. 29 & Tab. XXXII).

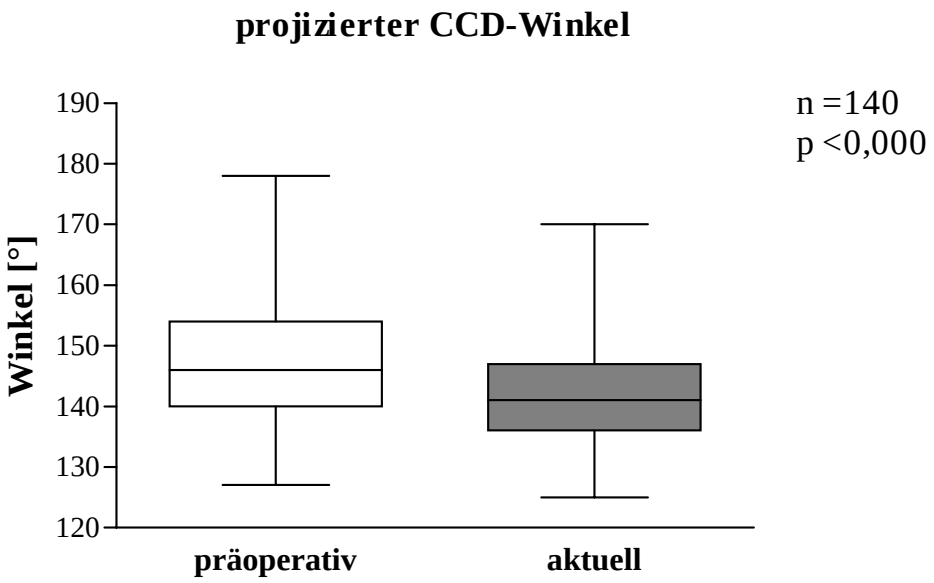

Abbildung 29: Boxplot-Graphik projizierter CCD-Winkel präoperativ und bei Nachuntersuchung, n = 140.

Tabelle XXXII: Projizierter CCD-Winkel präoperativ und bei Nachuntersuchung, n = 140.

	Präoperativ	Aktuell	Signifikanz
Anzahl	140	140	**p < 0,000**
Mittelwert	147,2	141,7	
Standardabweichung	9,9	8,6	
Median	**146,0**	**141,0**	
25. Perzentil	140,0	136,0	
75. Perzentil	154,0	147,0	

Nach Zuordnung anhand der einzelnen präoperativen statomotorischen Funktionsstufen I – V (Tab. XXXIII, Abb. 30) ergeben sich für den CCD-Winkel in den Gruppen I, II und IV weiterhin signifikante Winkelabnahmen ($p<0,05$). Die Winkelveränderung in den Funktionsstufen III (präoperativ gehfähig mit Rollator) und V (präoperativ sitzfähig mit Hilfe) liegen oberhalb der Signifikanzgrenze ($p>0,05$). Präoperativ zeigen Gruppe IV (präoperativ frei sitzfähig) und V mit 150,5 und 148,0° den größten projizierten CCD-Winkel im Median. Die Hüften aus Gruppe IV erlangen mit einer Abnahme um 9,5° auf 141,0° im Median die größte Winkelreduktion innerhalb einer Gruppe. Gruppe V hingegen zeigt auch postoperativ den höchsten projizierten CCD-Winkel im Median mit 145,5°.

Prä- und postoperative projizierte CCD-Winkel korrelieren mit den einzelnen präoperativen statomotorischen Funktionsstufen I – V.

Unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus (Tab. XXXIV, Abb. 31) kommt es in den Funktionsgruppen I – IV zu signifikanten Winkelreduktionen postoperativ. Wiederum keine signifikante Abnahme des projizierten CCD-Winkel weist Gruppe V auf, obwohl die Winkelreduktion im Median 10° beträgt. Ebenfalls in Gruppe V befinden sich mit 159,0° und 149,0°die höchsten prä- und postoperativen projizierten CCD-Winkel im Median.

Prä- und postoperativer projizierter CCD-Winkel korrelieren ebenfalls mit dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus.

Tabelle XXXIII: Präoperative (p) und aktuelle (a) projizierte CCD-Winkel in Abhängigkeit vom präoperativen Funktionsstatus I – V.

	I frei gehfähig		**II gehfähig mit Stützen**		**III gehfähig mit Rollator**		**IV frei sitzfähig**		**V sitzfähig mit Hilfe**	
präoperativ/ aktuell	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**
Anzahl	23	23	22	22	23	23	40	40	32	32
Mittelwert	141,	136,	146,	139,	145,	145,	150,	141,	149,	145,
SD	7,2	5,1	9,5	6,7	9,4	8,0	8,4	9,8	12,1	8,2
Median	**139,**	**137,**	**145,**	**139,**	**144,**	**143,**	**150,**	**141,**	**148,**	**145,**
25. Perzentil	137,	133,	140,	134,	139,	140,	145,	133,	141,	138,
75. Perzentil	149,	140,	154,	144,	151,	148,	156,	149,	155,	150,
Signifikanz	**p < 0,005**		**p < 0,001**		**p < 0,767**		**p < 0,000**		**p < 0,060**	

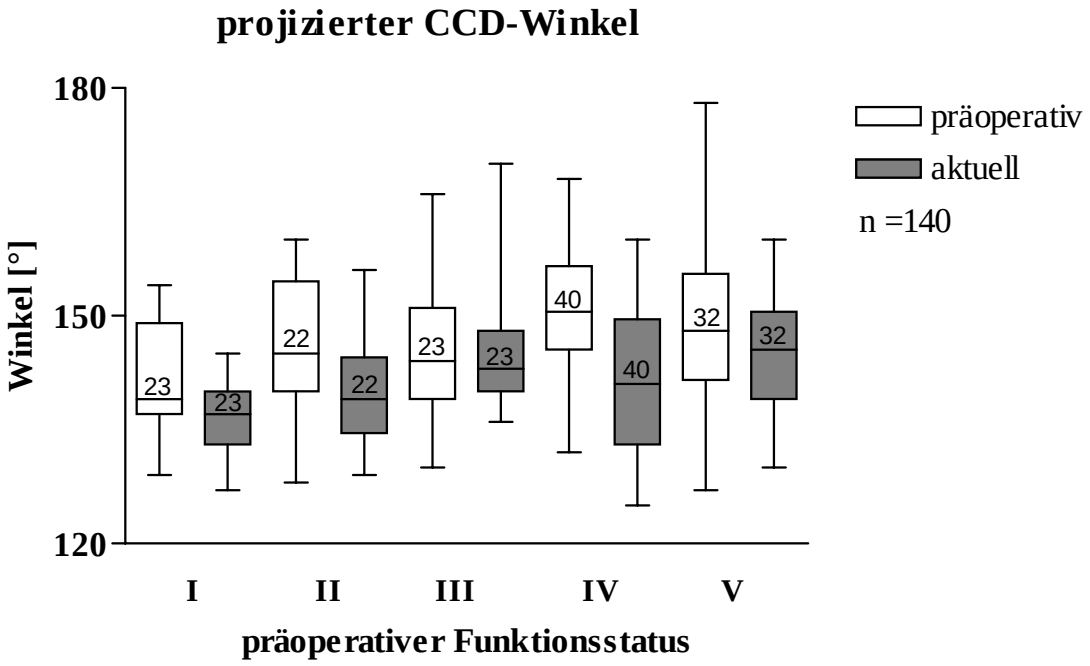

Abbildung 30: Boxplot-Graphik präoperative und aktuelle projizierte CCD-Winkel in Abhängigkeit vom präoperativen statomotorischen Funktionsstatus I - V.

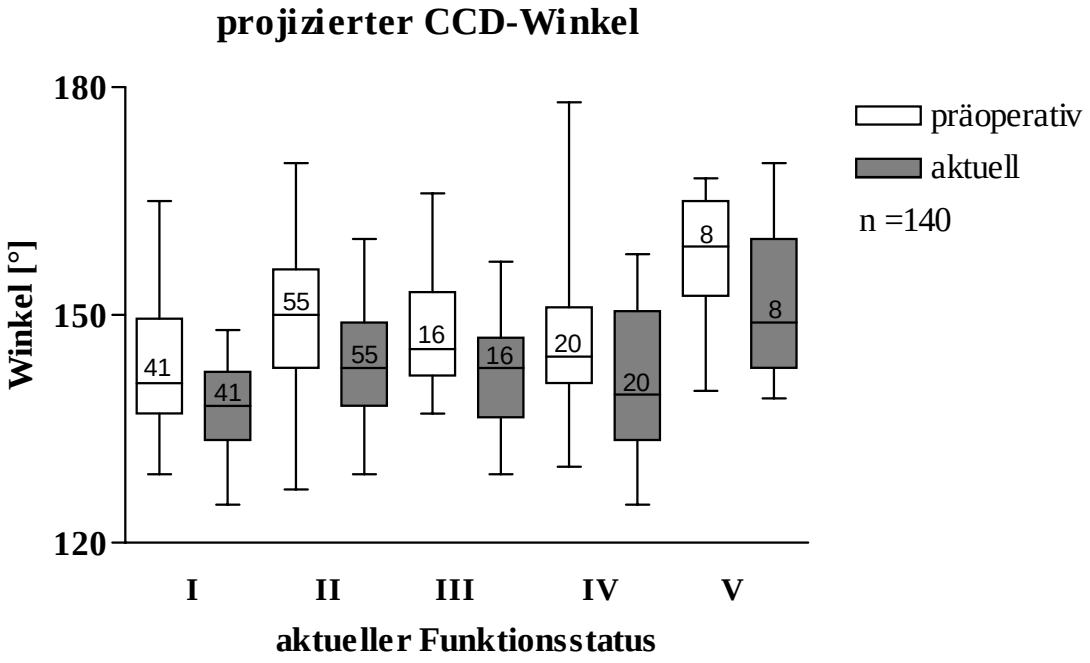

Abbildung 31: Boxplot-Graphik präoperative und aktuelle projizierte CCD-Winkel in Abhängigkeit vom aktuellen statomotorischen Funktionsstatus I - V.

Tabelle XXXIV: Präoperative (p) und aktuelle (a) projizierte CCD-Winkel in Abhängigkeit vom aktuellen statomotorischen Funktionsstatus I – V.

	I frei gehfähig		II gehfähig mit Stützen		III gehfähig mit Rollator		IV frei sitzfähig		V sitzfähig mit Hilfe	
präoperativ/	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**
Anzahl	41	41	55	55	16	16	20	20	8	8
Mittelwert	143,3	137,8	148,6	143,4	147,7	142,6	147,1	140,6	157,6	151,6
SD	8,3	6,0	10,2	8,1	8,0	8,2	10,8	10,2	9,4	10,7
Median	**141,0**	**138,0**	**150,0**	**143,0**	**145,5**	**143,0**	**144,5**	**139,5**	**159,0**	**149,0**
25. Perzentil	137,0	133,5	143,0	138,0	142,0	135,8	141,0	132,3	152,3	143,0
75. Perzentil	149,5	142,5	156,0	149,0	153,5	147,0	151,5	150,8	166,0	160,8
Signifikanz	**p < 0,001**		**p < 0,000**		**p < 0,034**		**p < 0,040**		**p < 0,058**	

Unabhängig von Diagnose oder statomotorischem Funktionsstatus betrachtet, weisen individuell 91 (65%) Patientenhüften postoperativ einen um - 8° im Median kleineren projizierten CCD-Winkel auf. 21 (15%) Patientenhüften verändern sich nicht, 28 (20%) vergrößern ihren projizierten CCD-Winkel postoperativ um 7° im Median (Tab. XXXV).

Tabelle XXXV: Individuelle Veränderungen des projizierten CCD-Winkel, n = 140

	n	%	MW	SD	ME	25. P	75. P
verkleinert	91	65	- 11	7	**- 8**	-16	- 5
gleich	21	15,0	0	1	**0**	-1	1
vergrößert	28	20,0	7	4	**7**	3	11

Für die weitergehende Auswertung des projizierten CCD-Winkel wird folgende Klassifizierung nach Tönnis [176] verwendet, die eine Einteilung in Coxa valga (Grad **+** 2 bis **+** 4), normale Hüften (Grad + 1), sowie Coxa vara (Grad - 2 bis **-** 4) vorsieht. Diese Gradeinteilung berücksichtigt für fünf verschiedene Altersstufen die entsprechenden Grenzbereiche mit Mittelwerten (Tab. XXXVI).

Tabelle XXXVI: CCD-Winkel-Klassifizierung nach Tönnis [176]

		Grad -	Grad - 3	Grad -2	Grad + 1	Grad + 2	Grad + 3	Grad +
Alter	**MW**	**extrem**	**schwer**	**leicht**	**normal**	**leicht**	**schwer**	**extrem**
(Jahren)		**pathologisch (Coxa vara)**				**pathologisch (Coxa valga)**		
1 - < 3	**140**	< 105	105-<115	115-<125	125-<150	150-<155	155-<160	> 160
3 - < 5	**135**	< 105	105-<115	115-<125	125-<145	145-<150	150-<155	> 155
5 - < 10	**132**	< 100	100-<110	110-<120	120-<145	145-<150	150-<155	> 155
10 - < 14	**130**	< 100	100-<110	110-<120	120-<140	140-<145	145-<155	> 155
Ab > 14	**128**	< 100	100-<110	110-<120	120-<135	135-<140	140-<150	> 150

Unter Verwendung dieser Klassifikation wird eine Adaptation an das individuelle Alter des Patienten zu den unterschiedlichen Zeitpunkten der Röntgenaufnahme (unmittelbar präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung) möglich, welche durch die starke Altersabhängigkeit des Winkels erforderlich ist.

In Tabelle XXXVII und Abb. 32 werden anhand einer Kreuztabelle alle 140 präoperativen und postoperativen projizierten CCD-Winkel alterskorrigiert aufgeführt. Da keine einzige Coxa vara in unserem Patientengut vorliegt, wurde der Übersicht halber auf die Darstellung der Grade - 2 bis - 4 verzichtet.

Präoperativ waren 52 (37,1%) Patientenhüften Grad + 1 zugeordnet und sind somit für das entsprechende Alter als normal zu bezeichnen. 27 (19,3%) Patientenhüften wurden in Grad + 2 (leicht pathologisch), 31 (22,2%) Hüften in Grad + 3 (schwer pathologisch) und 30 (21,4%) Hüften in Grad + 4 (extrem pathologisch) eingeteilt. Die drei letzteren Gruppen wiesen also eine leicht bis extrem pathologische spastische Coxa valga auf.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung waren 35 (25,0%) Hüften Grad + 1 zugeordnet, 38 (27,1%) Hüften in Grad + 2, 48 (34,3%) Hüften in Grad + 3 und 19 (13,6%) in Grad + 4 eingeteilt.

Innerhalb der präoperativ als normal klassifizierten Hüften (Grad + 1) veränderten sich 22 (15,7%) Hüftbefunde nicht. 16 (11,4%) verschlechterten sich auf Grad + 2. 13 (9,3%) auf Grad + 3 und 1 (0,7%) Hüfte auf Grad + 4. Innerhalb der Gruppe der leichten Coxa valga (Grad + 2) blieben 10 Befunde gleich, 12 (8,6%) Mal kam es zu einer Verschlechterung um eine Gradeinteilung, 5 (3,6%) CCD-Winkel konnten sich normalisieren. In der Gruppe der Patientenhüften die präoperativ eine schwere Coxa

valga aufwiesen (Grad + 3), blieben 14 (10%) Befunde unverändert, 4 (2,9%) verschlechterten sich, 13 (9,3%) Hüften konnten sich um eine bis zwei Stufen verbessern. In der Gruppe der präoperativ extremen Coxa valga (Grad + 4) blieben ebenfalls 14 (10%) Befunde gleich, 16 (11,4%) Patientenhüften verbesserten sich um ein - bis drei Gradeinteilungen.

Tabelle XXXVII: Kreuztabelle präoperative und aktuelle projizierte CCD-Winkel (Alterskorrigiert), n = 140 Hüften.

		CCD-Winkel präoperativ									
		Grad +1		Grad +2		Grad +3		Grad +4		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
CCD-Winkel aktuell	**Grad +1**	22	15,7	5	3,6	5	3,6	3	2,1	**35**	**25,0**
	Grad +2	16	11,4	10	7,1	8	5,7	4	2,9	**38**	**27,1**
	Grad +3	13	9,3	12	8,6	14	10,0	9	6,4	**48**	**34,3**
	Grad +4	1	0,7	0	,0	4	2,9	14	10,0	**19**	**13,6**
	Gesamt	**52**	**37,1**	**27**	**19,3**	**31**	**22,2**	**30**	**21,4**	**140**	**100**

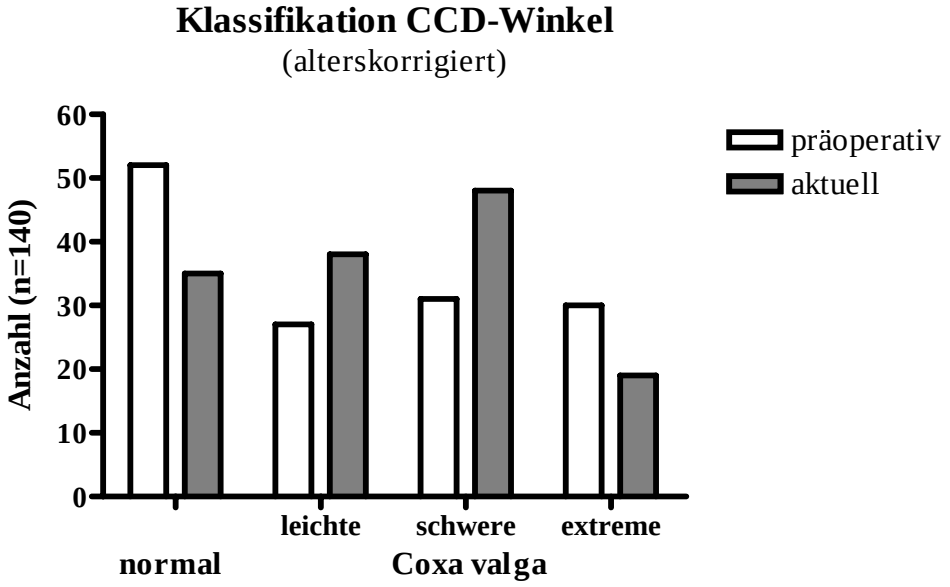

Abbildung 32: Alterskorrigierte CCD-Winkel-Klassifikation prä- und postoperativ (= aktuell), n = 140.

Insgesamt verbesserten sich 34 (24,3%) Patientenhüften um ein bis drei Gradeinteilungen. 60 (42,9%) Befunde verblieben in derselben Gradeinteilung und 46 (32,9%) Patienten verschlechterten sich. Die höchste Verschlechterungsquote zeigt die Gruppe der präoperativ normalen Hüften (Grad + 1), in der sich allein 39 (27,9%) Befunde verschlechterten.

Prä- und postoperative Klassifikation unterscheiden sich statistisch hochsignifikant.

Zusammenfassung:

- Der CCD-Winkel gesamt verkleinert sich hochsignifikant von 146,0 ° präoperativ auf 141,0 ° bei Nachuntersuchung.
- Anhand des präoperativen Funktionsstatus verbessern Gruppe I, II und IV ihren projizierten CCD-Winkel postoperativ signifikant. Keine signifikanten Winkeländerungen ergeben sich für Gruppe III und V.
- Unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus ergibt sich für die Gruppe I – IV eine signifikante Winkelabnahme postoperativ. Patienten der Funktionsstufe V können ihren projizierten CCD-Winkel nicht signifikant verbessern.
- Prä- und postoperative projizierte CCD-Winkel korrelieren mit dem präoperativen, sowie dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus.
- Individuell betrachtet verbessern sich 91 (65%) Hüften im Sinne einer CCD-Winkelabnahme von 8° im Median. 21 (15%) Hüften bleiben gleich, 28 (20%) Hüften verschlechtern sich um 7° im Median.
- Alterskorrigiert konnten sich 34 (24,3%) Hüftbefunde um ein bis drei Gradeinteilungen verbessern, 60 (42,9%) Befunde verblieben in derselben Gradeinteilung. 46 (32,3%) Hüften verschlechterten sich um ein bis drei Grade, hiervon hatten allein 30 präoperativ normale Hüften eine leichte bis extreme Coxa valga bei Nachuntersuchung entwickelt.

3.2 Migrationswert nach Reimers

Für die Auswertung des Migrationswerts nach Reimers (MP = migration percentage) konnten 140 der insgesamt 142 Hüften sowohl prä- als auch postoperativ verwendet werden. Vergleicht man diese gesamt (Tab. XXXVIII), so zeigt sich im Median eine Abnahme des MP von präoperativ 26,6% auf 17,3% bei Nachuntersuchung (Abb.33). Dies stellt eine statistisch signifikante (p<0,000) Abnahme des Überdachungsdefizits um 9,3% dar.

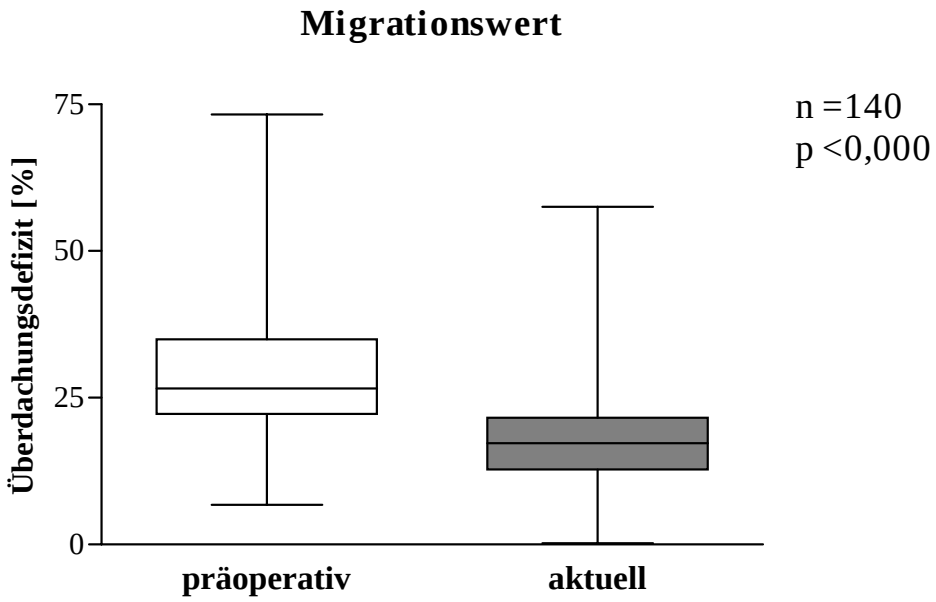

Abbildung 33: Boxplot-Graphik Migrationswert nach Reimers (MP in %). Vergleich des präoperativen Überdachungsdefizits mit dem aktuellen, durchschnittlich 12,8 Jahre nach der Operation, n = 140 Hüften.

Tabelle XXXVIII: Migrationswert präoperativ und bei Nachuntersuchung, n = 140.

	Präoperativ	Aktuell	Signifikanz
Anzahl	140	140	**p < 0,000**
Mittelwert	28,4	18,2	
Standardabweichung	11,4	8,7	
Median	**26,6**	**17,3**	
25. Perzentil	22,2	12,8	
75. Perzentil	35,0	21,6	

Gliedert man den Migrationswert anhand der einzelnen Mobilitätsstufen (I – V), so präsentiert sich für den präoperativen Funktionsstatus in allen fünf Gruppen postoperativ eine statistisch hochsignifikante Abnahme (p<0,000) des Migrationswertes (Tab. XXXIX & Abb. 34). Die höchsten präoperativen Migrationswerte finden sich im Median in den Gruppen IV (frei sitzfähig) und V (sitzfähig mit Hilfe) mit 29,3 und 28,6%. In diesen beiden Gruppen zeigt sich postoperativ allerdings auch die größte Reduktion des MP, nämlich um 12,8 und 10,0%. Im Gegensatz zum postoperativen MP korreliert der präoperative MP mit der Einteilung der statomotorischen Funktionsstufen vor der Operation.

Bei Einteilung anhand des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus ergibt sich für Funktionsgruppe I - IV ein hochsignifikanter Rückgang (p<0,000) des Migrationswertes postoperativ (Tab. XL & Abb. 35). Nach der Operation beträgt die Verringerung des Überdachungsdefizits in Gruppe II (gehfähig mit Stützen) 11,6%. In Gruppe I und IV werden durchschnittlich eine Abnahme um 7,5% erreicht. Die stärkste Reduktion zeigt Gruppe III (aktuell gehfähig mit Rollator). Hier sinkt der MP von präoperativ 33,4 auf 18,7% postoperativ. Dies entspricht einem Rückgang von 14,7%. Gruppe V zeigt ausgesprochen hohe präoperative Migrationswerte mit 41,0% im Median und hat auch postoperativ mit noch 33,2% den höchste MP aller Gruppen. Somit reduziert sich der MP auch in Gruppe V nach der Operation. Dieser Rückgang ist jedoch statistisch nicht signifikant. Alle fünf Gruppen korrelieren signifikant (p<0,05) sowohl mit dem präoperativen als auch dem postoperativen Migrationswert.

Tabelle XXXIX: Präoperative (p) und aktuelle (a) Migrationswerte innerhalb der einzelnen präoperativen statomotorischen Funktionsstufen, n= 140.

	I frei gehfähig		**II gehfähig mit Stützen**		**III gehfähig mit Rollator**		**IV frei sitzfähig**		**V sitzfähig mit Hilfe**	
präoperativ/ aktuell	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**
Anzahl	23	23	22	22	23	23	40	40	32	32
Mittelwert	23,1	15,1	28,9	18,0	26,6	19,0	30,2	17,7	31,2	20,6
Standardabweichung	5,7	7,3	12,3	8,0	12,2	8,2	10,9	8,0	13,0	10,9
Median	**23,3**	**16,7**	**26,4**	**15,9**	**25,0**	**19,0**	**29,3**	**16,5**	**28,6**	**18,6**
25. Perzentil	18,9	9,4	23,4	11,4	15,0	12,9	23,6	12,5	22,8	14,0
75. Perzentil	26,7	20,6	34,5	24,2	34,1	25,0	36,9	20,7	38,3	22,1
Signifikanz	**p < 0,000**		**p < 0,000**		**p < 0,000**		**p < 0,000**		**p < 0,000**	

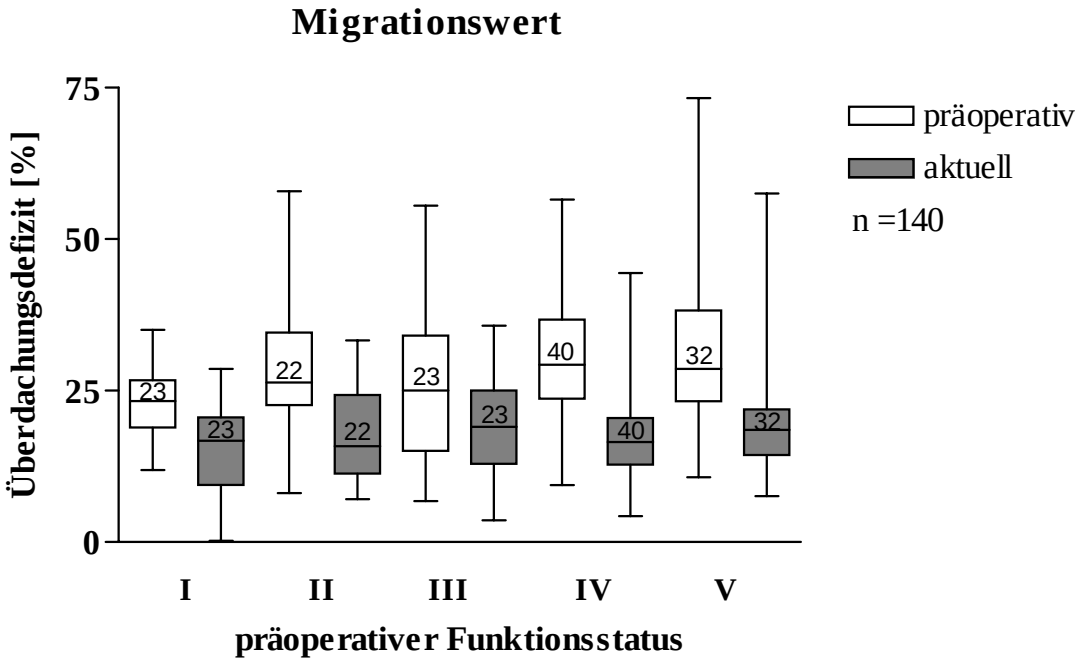

Abbildung 34: Boxplot-Graphik präoperative und aktuelle Migrationswerte in Abhängigkeit vom präoperativen statomotorischen Funktionsstatus I - V, n = 140.

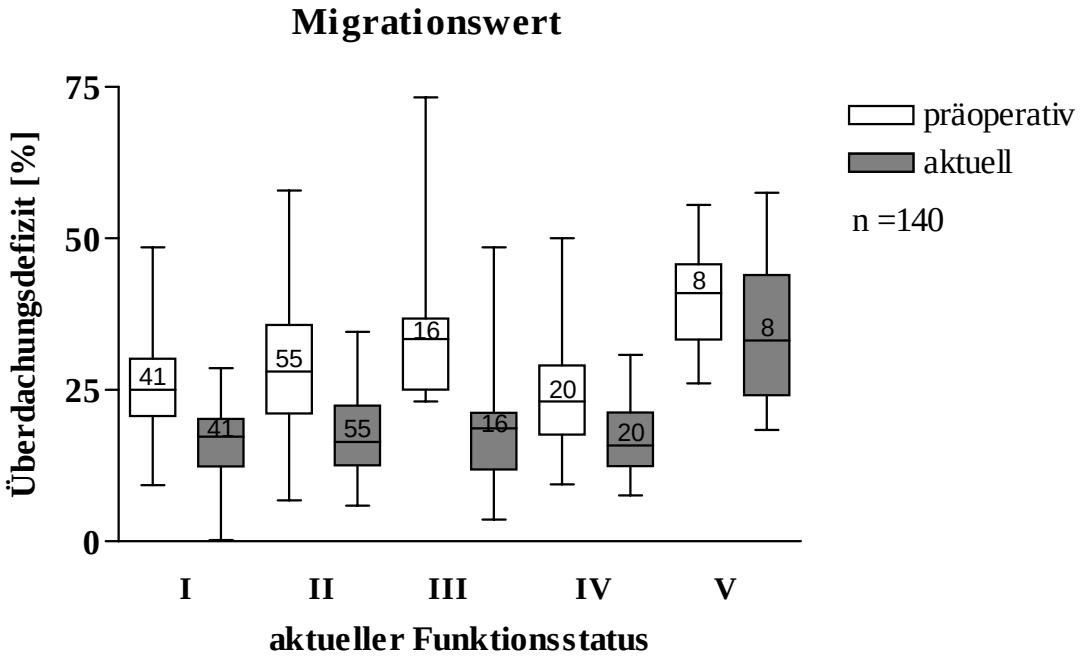

Abbildung 35: Boxplot-Graphik präoperative und aktuelle Migrationswerte in Abhängigkeit vom aktuellen statomotorischen Funktionsstatus I - V, n = 140.

Tabelle XL: Präoperative (p) und aktuelle (a) Migrationswerte innerhalb der einzelnen aktuellen statomotorischen Funktionsstufen I - V, n= 140.

	I frei gehfähig		II gehfähig mit Stützen		III gehfähig mit Rollator		IV frei sitzfähig		V sitzfähig mit Hilfe	
präoperativ/ aktuell	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**
Anzahl	41	41	55	55	16	16	20	20	8	8
Mittelwert	25,7	16,0	28,5	18,1	33,8	17,9	24,9	16,6	40,2	34,8
Standardabweichung	8,4	6,2	12,1	7,4	12,3	10,6	11,0	6,2	9,4	13,1
Median	**25,0**	**17,3**	**28,0**	**16,4**	**33,4**	**18,7**	**23,1**	**15,9**	**41,0**	**33,2**
25. Perzentil	20,7	12,4	21,1	12,5	25,0	10,6	16,4	12,2	32,1	23,2
75. Perzentil	30,2	20,2	35,7	22,4	36,9	21,3	29,0	21,4	46,1	44,2
Signifikanz	**p < 0,000**		**p < 0,000**		**p < 0,000**		**p < 0,004**		**p < 0,263**	

Betrachtet man den Migrationswert unabhängig von klinischen Einteilungen oder Diagnosen, also nur anhand des Röntgenbildes, so verbessern sich 118 (84,3%) von insgesamt 140 Patientenhüften im Median um 11°. 5 Hüften bleiben unverändert und 17 (12,1%) Hüften verschlechtern sich trotz Operation. Diese Verschlechterung beträgt im Median 3° (Tab. XLI).

Tabelle XLI: Individuelle Veränderungen des Migrationswert, n = 140.

MP (%)	N	%	MW	SD	ME	25.P	75.P
verkleinert	118	84,3	-13	-9	**-11**	-6	-18
gleich	5	3,6	0	0	**0**	0	0
vergrößert	17	12,1	5	5	**3**	7	2

Für die weitere Auswertung wird eine Subluxationseinteilung nach Miller verwendet [113]. Sie sieht eine Einteilung in vier Stufen vor. Die erste Stufe umfasst normale Hüften (MP < 25%), die zweite Stufe leicht subluxierte Hüften (MP 25 – 39%), die dritte Stufe moderat subluxierte (MP 40 – 59%) und Stufe vier schwer subluxierte (MP > 60%) Hüftgelenke. Anhand dieser Subluxationsklassifikation von Miller ergibt sich für unser Patientengut folgendes, in Tab. XLII und Abb. 36 ersichtliches Bild: Präoperativ weisen 53 (37,9%) von 140 Hüften einen normalen Migrationswert (< 25%) auf. 68

(48,6%) Hüften sind leicht luxiert (MP: 25 – 39%), 18 (12,9%) Hüften moderat subluxiert (MP: 40 -59%) und 1 (0,7%) Hüfte schwer subluxiert (MP: > 60%).

Postoperativ stieg die Anzahl der normalen Hüften auf 118 (84,3%) und konnte sich somit mehr als verdoppeln. Die Anzahl der präoperativ leicht luxierten Hüften verringerte sich auf 18 Stück (12,9%), die Zahl der moderat subluxierten Hüften auf 4 (2,9%). Beide verringerten sich damit auf ca. ein Viertel des Ausgangswertes. Eine schwere Subluxation trat nicht mehr auf. Insgesamt konnten sich durch die Operation 73 (52,1%) Hüften um einen bis zwei Luxationsgrade verbessern. 66 (47,1%) Hüften verblieben postoperativ innerhalb ihres Luxationsgrades (53 bereits vor der Operation als normal, 11 als leicht subluxiert und 2 als moderat subluxiert klassifizierte Hüften). Nur 1 (0,7%) der insgesamt 140 Hüften verschlechterte sich. Diese präoperativ leicht subluxierte Hüfte ging in eine moderat subluxierte Hüfte über. Die oben genannten Veränderungen der präoperativen zur aktuellen MP-Klassifikation sind statistisch hochsignifikant (p<0,000).

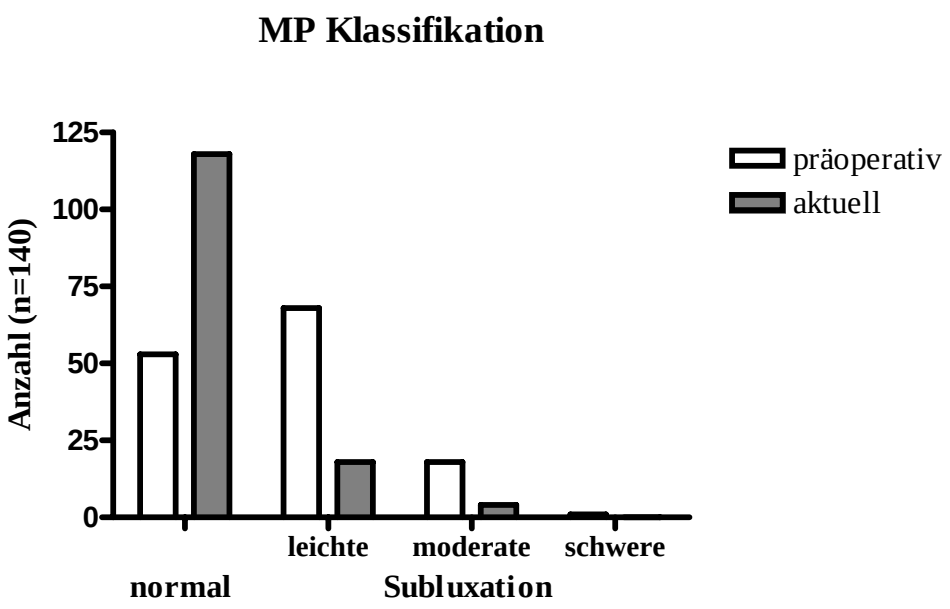

Abbildung 36: Migrationswert-Klassifikation prä- und postoperativ, n = 140.

Tabelle XLII: Kreuztabelle MP-Klassifikation präoperativ und aktuell, n = 140.

	MP-Klassifikation präoperativ									
	normal		leichte Sublux.		moderate Sublux.		schwere Sublux.			
	< 25 %		25 – 39 %		40 – 59 %		> 60 %		Gesamt	
MP-Klassifikation aktuell	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
normal	53	37,9	56	40,0	9	6,4			**118**	**84,3**
Leichte Subluxation			11	7,9	7	5,0			**18**	**12,9**
Moderate Subluxation			1	0,7	2	1,4	1	0,7	**4**	**2,9**
Schwere Subluxation										
Gesamt	**53**	**37,9**	**68**	**48,6**	**18**	**12,9**	**1**	**0,7**	**140**	**100**

Wählt man nun für den postoperativen Migrationswert eine weitere Klassifikation nach Miller [113], welche sich am radiologischen „outcome“ orientiert, so erhält man im wesentlichen ähnliche Ergebnisse (Tab. XLIII). Demnach erzielen 119 (85%) von 140 Hüften ein gutes (good) Ergebnis (MP < 25%), 17 (12,1%) ein ordentliches (fair) Ergebnis (MP 25 – 39%) und 4 (2,9%) Hüften ein unbefriedigendes (poor) Ergebnis (MP > 40%). Postoperativ liegen somit 4 Hüften mit dem Migrationswert über 40% und müssen als unbefriedigend bewertet werden. Hiervon war eine Hüfte präoperativ leicht subluxiert, zwei Hüften waren moderat subluxiert und eine Hüfte war schwer subluxiert.

Tabelle XLIII: Kreuztabelle MP-Klassifikation präop. und aktueller outcome, n = 140.

	MP-Klassifikation präoperativ									
	Normaler Hüftbefund		leichte Subluxation		moderate Subluxation		schwere Subluxation			
	< 25 %		25 – 39 %		40 – 59 %		> 60 %		Gesamt	
Aktueller Outcome	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
good (< 25)	53	37,9	57	40,7	9	6,4			**119**	**85,0**
fair (25–39) %)			10	7,1	7	5,0			**17**	**12,1**
poor (> 40)			1	0,7	2	1,4	1	0,7	**4**	**2,9**
Gesamt	**53**	**37,9**	**68**	**48,6**	**18**	**12,9**	**1**	**0,7**	**140**	**100**

Zusammenfassung:

- Der Migrationswert MP des Gesamtpatientengutes verringert sich hochsignifikant im Median von 26,6% präoperativ auf 17,3% postoperativ.
- Unterteilt nach präoperativem statomotorischen Funktionsstatus können alle fünf Funktionsgruppen ihren MP postoperativ hochsignifikant reduzieren.
- Bei Einteilung anhand des aktuellen Funktionsstatus ergibt sich nur für Gruppe V (sitzfähig mit Hilfe) keine signifikante Verkleinerung des MP nach der Operation.
- Im Gegensatz zum postoperativen Migrationswert korreliert der präoperative MP mit der Einteilung der statomotorischen Funktionsstufen vor der Operation.
- Alle fünf aktuellen Funktionsstufen korrelieren signifikant mit dem Migrationswert vor und nach der Operation.
- Individuell verbessern sich 118 (84,3%) Patientenhüften im Median um - 11°. 5 (3,6%) Hüften bleiben unverändert, 17 (12,1%) Hüften verschlechtern sich wieder um 3°.
- Durch die Operation konnten 73 (52,1%) Hüften um einen bis zwei Luxationsgrade gebessert werden, 66 (47,1%) Hüften verblieben innerhalb ihres Luxationsgrades, 1 (0,7%) der insgesamt 140 Hüften hatte sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung um einen Luxationsgrad verschlechtert.
- 119 (85%) von 140 Hüften zeigen postoperativ ein gutes (good) Ergebnis (MP < 25%), 17 (12,1%) ein ordentliches (fair) Ergebnis (MP 25 – 39%) und 4 (2,9%) Hüften ein unbefriedigendes (poor) Ergebnis (MP > 40%).

3.3 AC-Winkel nach Hilgenreiner

Für die Auswertung des AC-Winkels anhand unseres Patientengutes wurden nur jene Hüften ausgewählt, bei denen sowohl ein präoperatives als auch ein postoperatives Röntgenbild vor Wachstumsabschluss und damit Verknöcherung der Y-Fuge vorhanden war. Somit konnten 80 von insgesamt 140 Hüften berücksichtigt werden.

Von diesen betrug der präoperative AC-Winkel im Median 21,0°. Postoperativ verringerte er sich statistisch hochsignifikant auf 16,0° (Abb. 37, Tab. XLIV).

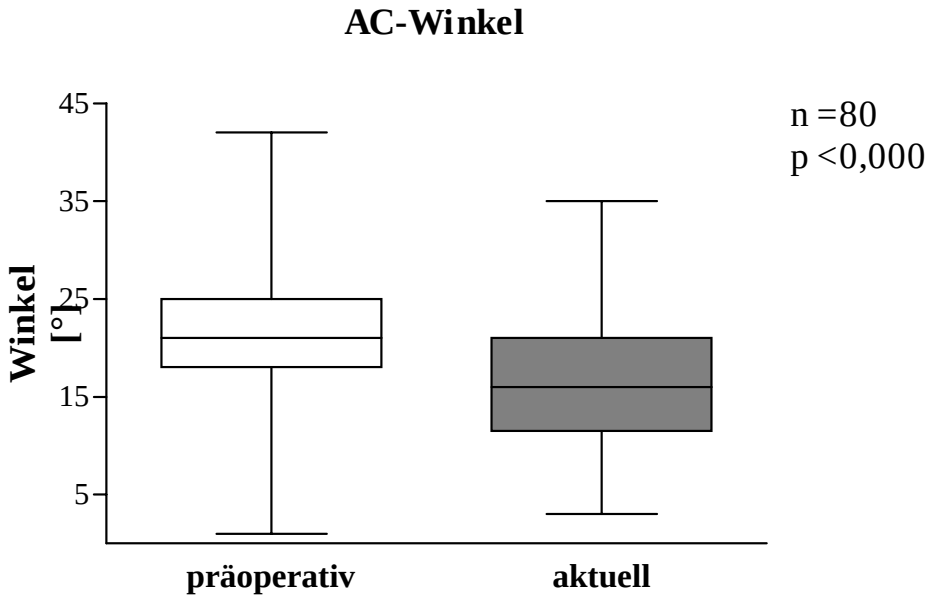

Abbildung 37: Boxplot-Graphik AC-Winkel präoperativ und aktuell, n = 80.

Tabelle XLIV: AC-Winkel präoperativ und bei Nachuntersuchung (= aktuell).

AC Winkel	Präoperativ	Aktuell	Signifikanz
Fallzahl	80	80	**p<0,000**
Mittelwert	20,6	16,7	
Standardabweichung	7,2	7,1	
Median	**21,0**	**16,0**	
25. Perzentil	18,0	11,3	
75. Perzentil	25,0	21,0	

Unterschieden nach den einzelnen präoperativen statomotorischen Funktionsstufen kann man für alle 5 Gruppen postoperativ eine Verkleinerung des AC-Winkels beobachten (Tab. XLV, Abb. 38). Statistisch signifikante Veränderungen zeigen Gruppe I (präoperativ frei gehfähig) und Gruppe V (präoperativ sitzfähig mit Hilfe), die sich um 7° und 6° im Median verbessert haben. Nicht signifikant verbessert haben sich Gruppe II, III und IV. Der AC-Winkel konnte aber im Median um ca. 4° verkleinert werden. Der präoperative statomotorische Funktionsstatus korreliert nicht mit dem prä- oder postoperativen AC-Winkel.

Unterteilt man nun anhand des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus (Tab. XLVI, Abb. 39), so ergeben sich für die Gruppen I – III also die höheren Leistungsgruppen, jeweils statistisch signifikante Verbesserungen des AC-Winkels postoperativ. Gruppe III (aktuell gehfähig mit Rollator) zeigt im Median sogar eine Reduktion des Winkels um 9° im Median. Gruppe IV (aktuell frei sitzfähig) konnte sich im Median zwar noch um 1° verbessern, diese Verbesserung ist statistisch jedoch nicht signifikant. Einzig in Gruppe V (aktuell sitzfähig mit Hilfe) kam es postoperativ im Median zu einer Verschlechterung des AC-Winkels, die Zunahme beträgt 1° im Median. Dieser postoperative Median des AC-Winkels mit 24° von Gruppe V hebt sich deutlich vom Resultat der anderen Gruppen ab, deren Median im Vergleich zwischen 13,5 und 18° liegt. Auch der postoperative statomotorische Funktionsstatus korreliert nicht mit dem prä- oder postoperativen AC-Winkel.

Tabelle XLV: Präoperative und aktuelle AC-Winkel in Abhängigkeit vom präoperativen statomotorischen Funktionsstatus I – V, n = 80.

	I frei gehfähig		**II gehfähig mit Stützen**		**III gehfähig mit Rollator**		**IV frei sitzfähig**		**V sitzfähig mit Hilfe**	
präoperativ/ aktuell	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**
Fallzahl	7	7	10	10	15	15	20	20	28	28
Mittelwert	18,3	12,1	22,7	18,7	19,1	18,0	19,5	17,4	22,0	15,8
Standardabweichung	5,7	5,6	10,0	7,3	8,1	6,0	6,0	8,9	6,8	6,1
Median	**18,0**	**11,0**	**22,5**	**18,5**	**21,0**	**17,0**	**19,0**	**15,5**	**22,0**	**16,0**
25. Perzentil	14,0	7,0	20,0	12,5	16,0	13,0	15,3	11,3	19,0	10,3
75. Perzentil	24,0	15,0	27,3	23,5	26,0	23,0	24,5	23,3	27,0	20,8
Signifikanz	**p < 0,018**		**p < 0,173**		**p < 0,420**		**p < 0,083**		**p < 0,000**	

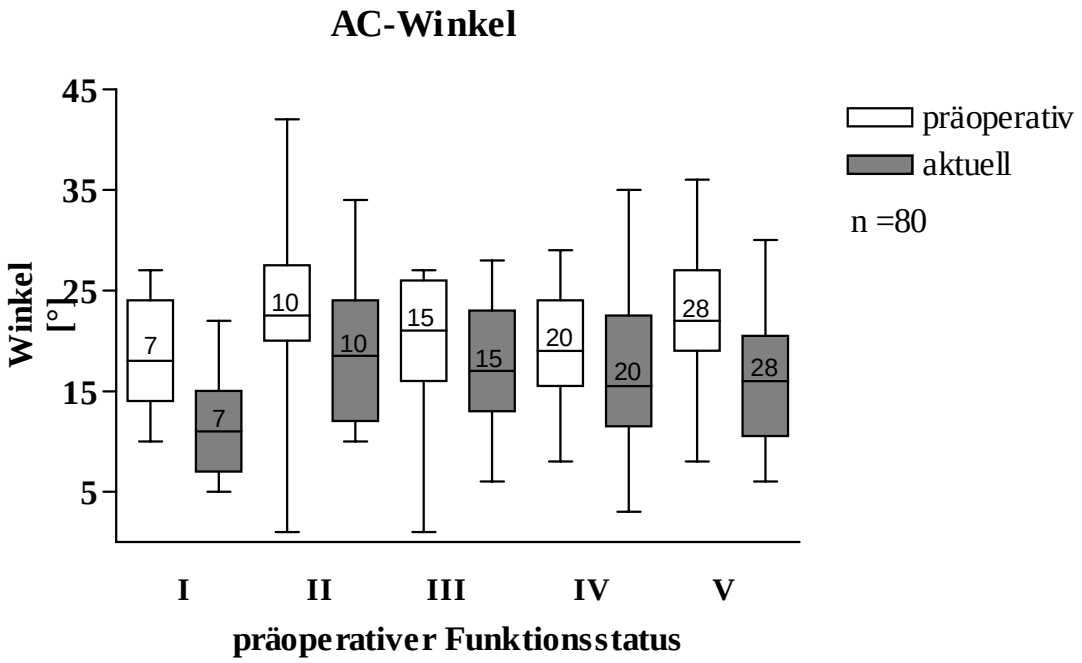

Abbildung 38: Boxplot-Graphik präoperative und aktuelle AC-Winkel in Abhängigkeit vom präoperativen statomotorischen Funktionsstatus I - V, n = 80.

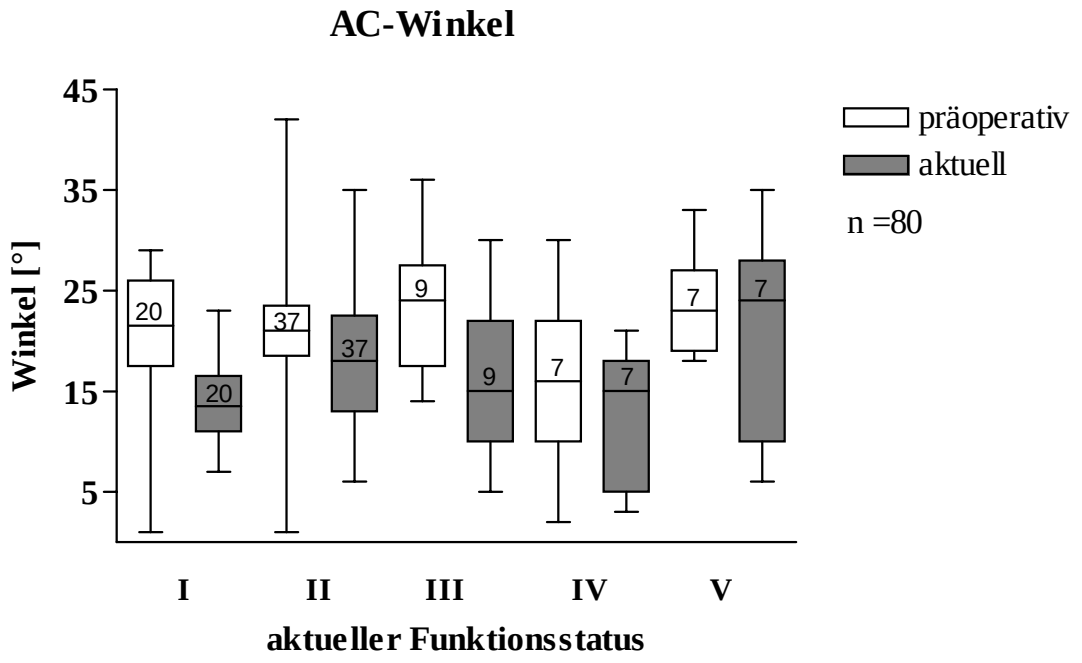

Abbildung 39: Boxplot-Graphik präoperative und aktuelle AC-Winkel in Abhängigkeit vom aktuellen Funktionsstatus I - V, n = 80.

Tabelle XLVI: Präoperative und aktuelle AC-Winkel in Abhängigkeit vom aktuellen Funktionsstatus I – V, n = 80.

	I frei gehfähig		II gehfähig mit Stützen		III gehfähig mit Rollator		IV frei sitzfähig		V sitzfähig mit Hilfe	
präoperativ/ aktuell	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**	**p**	**a**
Fallzahl	20	20	37	37	9	9	7	7	7	7
Mittelwert	20,1	14,1	20,4	18,1	23,4	16,1	15,7	12,3	24,0	21,1
Standardabweichun	7,5	4,4	6,9	6,8	6,8	7,8	9,1	7,4	5,3	10,1
Median	**21,5**	**13,5**	**21,0**	**18,0**	**24,0**	**15,0**	**16,0**	**15,0**	**23,0**	**24,0**
25. Perzentil	17,3	11,0	18,5	13,0	17,5	10,0	10,0	5,0	19,0	10,0
75. Perzentil	26,5	16,8	23,5	22,5	27,5	22,0	22,0	18,0	27,0	28,0
Signifikanz	**p < 0,001**		**p < 0,011**		**p < 0.017**		**p < 0,173**		**p < 0,445**	

Individuell betrachtet können von 80 Patientenhüften insgesamt 55 (68,8%) ihren AC-Winkel verringern und sich im Median um – 6° verbessern. Keine Veränderung weisen 12 (15,0%) Hüften auf. Weitere 13 (16,3%) verschlechtern sich postoperativ. Ihr AC-Winkel nimmt im Median um 4° zu (Tab. XLVII).

Tabelle XLVII: Individuelle Veränderungen des AC-Winkels, n = 80.

Anzahl / Prozent	**n**	**%**	**MW**	**SD**	**ME**	**25.P**	**75.P**
verkleinert	55	68,8	-7	4	**-6**	-9	-4
gleich	12	15,0	0	1	**0**	0	1
vergrößert	13	16,3	7	5	**4**	3	11

Es folgt nun die Klassifizierung des AC-Winkels anhand der Grad-Einteilung vom Arbeitskreis für Hüftdysplasie, übernommen aus Tönnis [176]. Diese sieht zum einen eine Gradeinteilung von normal (Grad 1), über leicht (Grad 2) und schwer (Grad 3) pathologischen Befunden, bis hin zu extrem (Grad 4) pathologischen Hüftbefunden vor. Zum anderen ermöglicht sie eine Zuordnung zum Alter und somit eine alterskorrigierte Auswertung der Befunde (Tab. XLVIII). Die ersten beiden Altersstufen sind nur der Vollständigkeit halber aufgeführt. Keines der ausgewerteten präoperativen Bilder unserer Patienten ist vor dem zweiten Lebensjahr aufgenommen worden.

Tabelle XLVIII: AC-Winkel-Klassifizierung des AK für Hüftdysplasie der DGOT.

		Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Alter (J/ Mo)	**MW**	**normal**	**leicht pathologisch**	**schwer pathologisch**	**extrem pathologisch**
0/3 & 0/4	**25**	< 30 °	> 30 - < 35 °	> 35 - < 40 °	> 40 °
0/5 < 2/0	**20**	< 25 °	> 25 - < 30 °	> 30 - < 35 °	> 35 °
2 < 3/0	**18**	< 23 °	> 23 - < 28 °	> 28 - < 33°	> 33 °
3 < 7/0	**15**	< 20 °	> 20 - < 25°	> 25 - < 30°	> 30 °
7 - 14	**10**	< 15 °	> 15 - < 20°	> 20 - < 25°	> 25 °

Bei unserem Patientengut wiesen präoperativ 27 (33,8%) Hüften einen Normalbefund auf (Grad 1). Weitere 26 (32,5%) Hüften wurden als leicht pathologisch (Grad 2), 19 (23,8%) Stück als schwer pathologisch (Grad 3) und 8 (10,0%) Hüften als extrem pathologisch (Grad 4) klassifiziert (Tab. XLIX, Abb. 40).

Postoperativ konnten 33 (41,3%) der Hüften als normal bezeichnet werden (Grad 1), 24 (30%) Hüften als leicht pathologisch (Grad 2), 15 (18,8%) als schwer pathologisch und 8 (10%) Hüften als extrem pathologisch bezeichnet werden.

Innerhalb des präoperativen Grad 1 verblieben somit 18 (22,5%) Hüften. 6 (7,5%) Hüften verschlechterten sich um eine Gradeinteilung in leicht pathologische Hüften. 3 (3,8%) Hüften verschlechterten sich um zwei Gradeinteilungen in schwer pathologische Befunde. Im präoperativen Grad 2 verbesserten sich 8 (10%) Patientenhüften hin zu einem Normalbefund. 14 (17,5%) blieben gleich und 4 Hüften verschlechterten sich um ein bis zwei Grade. Vom präoperativen Grad 3 konnten sich 10 (12,5%) Hüften verbessern. 7 (8,8%) blieben gleich und 2 Befunde verschlechterten sich um einen Grad. Innerhalb des Grad 4 verblieben 4 (5,0%) Patientenhüften, weitere 4 (5,0%) konnten sich um bis zu drei Gradeinteilungen steigern.

Insgesamt verbesserten sich 22 (27,5%) Hüften um ein bis drei Gradeinteilungen, 43 (53,75%) Patientenhüften veränderten ihre Gradeinteilung nicht und 15 (18,75%) der Befunde verschlechterten sich um ein bis zwei Grade.

Innerhalb der alterskorrigierten Klassifikation kommt es postoperativ zu hochsignifikanten Veränderungen im Sinne einer Verbesserung.

Tabelle XLIX: Kreuztabelle präoperative und aktuelle AC-Winkel (alterskorrigiert), n = 80.

		AC-Winkel präoperativ									
		Grad 1		Grad 2		Grad 3		Grad 4		**Gesamt**	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	**%**
AC-Winkel aktuell	Grad 1	18	22,5	8	10,0	6	7,5	1	1,3	33	**41,3**
	Grad 2	6	7,5	14	17,5	4	5,0			24	**30,0**
	Grad 3	3	3,8	2	2,5	7	8,8	3	3,8	15	**18,8**
	Grad 4			2	2,5	2	2,5	4	5,0	8	**10,0**
	Gesamt	**27**	**33,8**	**26**	**32,5**	**19**	**23,8**	**8**	**10,0**	**80**	**100,0**

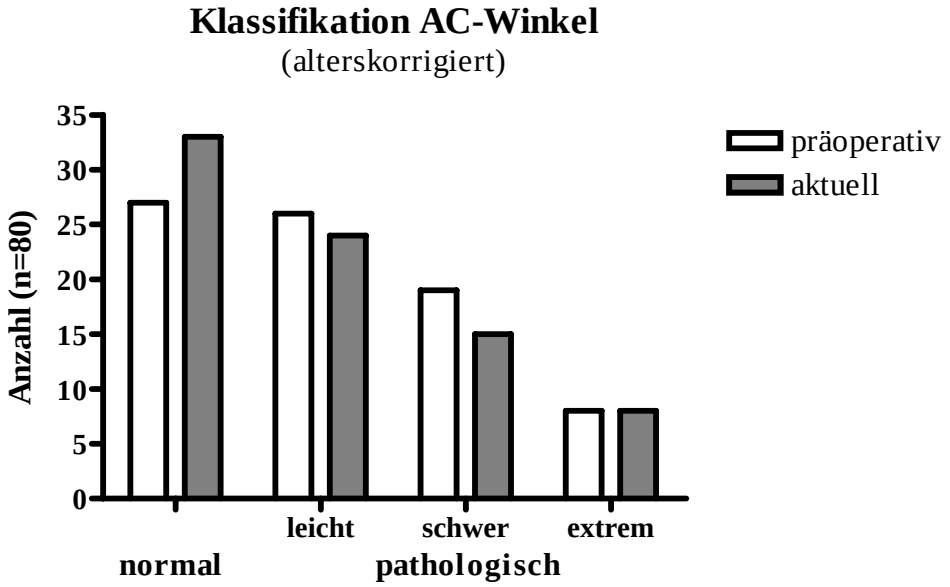

Abbildung 40: Alterskorrigierte AC-Winkel-Klassifikation prä- und postoperativ, n = 80.

Zusammenfassung:

- Der präoperative AC-Winkel sinkt hochsignifikant im Median von 21,0 auf 16,0° nach der Operation.
- Alle fünf Funktionsgruppen des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus können ihren AC-Winkel postoperativ verbessern. Diese Verbesserung ist für Gruppe I und V statistisch signifikant.

- Innerhalb des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus können die Funktionsgruppen I – III ihren AC-Winkel postoperativ statistisch signifikant reduzieren. Dies trifft nicht für die Mobilitätsgruppen IV und V zu.
- Prä- und postoperative AC-Winkel korrelieren weder mit dem präoperativen, noch mit dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus I – V.
- Individuell verbessern sich 55 (68,8%) Patientenhüften im Median um - 6°. 12 Befunde verändern sich nicht, 13 Mal kommt es zu einer Verschlechterung im Sinne einer Winkelzunahme von + 4° im Median.
- Nach vorgenommener Klassifikation (Grad 1 - 4) mit Alterskorrektur können insgesamt 65 (81,2%) Patientenhüften ihre Gradeinteilung verbessern oder behaupten.

3.4 BE-Winkel nach Sharp und Ullmann

Die Röntgenbilder wurden hinsichtlich des BE-Winkel nur postoperativ, bzw. aktuell nach Verknöcherung der Y-Fugen ausgewertet, um inkompatible Winkelmessungen zu vermeiden. Da zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei einigen Patienten das Knochenwachstum noch nicht abgeschlossen war, wurden 101 von insgesamt 142 Hüften berücksichtigt.

Für die Bewertung der BE-Winkelwerte unserer Patienten erfolgte für alle 101 Hüften die Zuordnung der dem jeweiligen Patientenalter zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme entsprechende Normwert (Mittelwert) nach Tönnis [176]. Vergleicht man nun den Median dieser 101 Hüften mit dem Median der alterskorrigierten Normwerte, so erhält man für den BE-Winkel 41,0°, der Median der altersentsprechenden Norm liegt bei 40,0°. Diese beiden Werte unterscheiden sich nicht signifikant (Abb. 41, Tab. L).

Tabelle L: BE-Winkel aktuell im Vergleich zum alterskorrigierten Normwert, n = 101.

	Aktuell	Normwerte	Signifikanz
Fallzahl	101	101	**p = 0,05**
Mittelwert	40,8	40,2	
Standardabweichung	7,9	0,9	
Median	**41,0**	**40,0**	
25. Perzentil	39,0	40,0	
75. Perzentil	44,0	40,0	

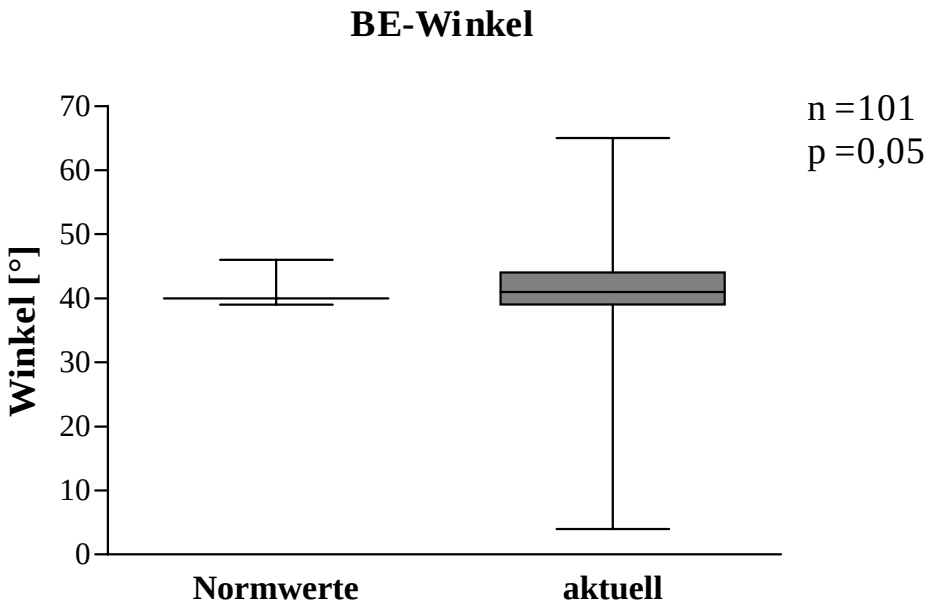

Abbildung 41: Boxplot-Graphik BE-Winkel aktuell im Vergleich zum Normwert, n = 101.

In Tabelle LI und Abbildung 42 ist die weitere Unterteilung des Patientengutes in die einzelnen präoperativen statomotorischen Funktionsstufen aufgeführt. Gruppe I – IV weisen hierbei einen BE-Winkel von ca. 41° im Median auf. Anders in Gruppe V, hier beträgt der BE im Median 44,5° und liegt somit deutlich höher. Gruppe V ist ebenfalls die einzige Gruppe, die sich signifikant von den altersentsprechenden Normwerten unterscheidet. Insgesamt korreliert der präoperative statomotorische Funktionsstatus mit den aktuellen BE-Winkeln.

Nach Einteilung anhand des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus fällt wiederum die Gruppe V (aktuell sitzfähig mit Hilfe) heraus. Mit einem BE-Winkel von 49,0° im Median liegt sie um bis zu 7° höher als die anderen Gruppen. Interessanterweise unterscheidet sie sich nicht signifikant von den altersentsprechenden Normwerten. Dies gilt auch für die Gruppen I – IV (Tab. LII, Abb. 43). Eine Korrelation zwischen dem aktuellen Funktionsstatus und den aktuellen BE-Winkeln liegt nicht vor.

Tabelle LI: BE-Winkel aktuell in Abhängigkeit vom präoperativen Funktionsstatus I - V. Signifikanzen im Vergleich mit den alterskorrigierten Normwerten, n = 101.

	I frei gehfähig	II gehfähig mit	III gehfähig mit Rollator	IV frei sitzfähig	V sitzfähig mit Hilfe
Fallzahl	23	18	14	32	14
Mittelwert	39,0	40,1	40,0	40,3	46,4
Standardabweichung	8,3	7,3	6,1	7,3	9,3
Median	**40,0**	**41,0**	**41,0**	**41,0**	**44,5**
25. Perzentil	36,0	38,5	35,0	40,0	40,8
75. Perzentil	44,0	42,3	45,0	43,0	53,5
Signifikanz (im Vergleich zum	**p < 0,944**	**p < 0,797**	**p < 0,972**	**p < 0,090**	**p < 0,019**

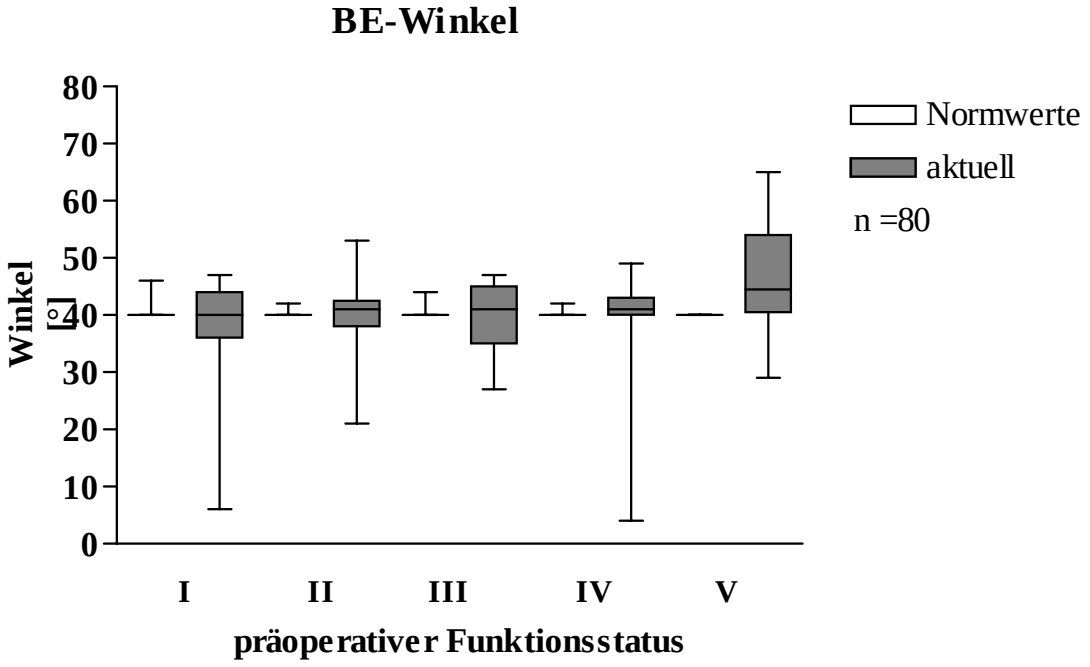

Abbildung 42: Boxplot-Graphik BE-Winkel aktuell im Vergleich zum Normwert in Abhängigkeit vom präoperativen Funktionsstatus I – V, n= 101.

Tabelle LII: BE-Winkel aktuell in Abhängigkeit vom aktuellen Funktionsstatus I - V. Signifikanzen im Vergleich mit den alterskorrigierten Normwerten, n = 101.

	I frei gehfähig	II gehfähig mit Stützen	III gehfähig mit Rollator	IV frei sitzfähig	V sitzfähig mit Hilfe
Fallzahl	38	29	11	16	7
Mittelwert	41,0	38,4	38,7	43,3	47,0
Standardabweichung	4,1	9,0	11,1	7,7	9,5
Median	**41,0**	**40,0**	**42,0**	**41,0**	**49,0**
25. Perzentil	37,0	38,5	39,0	40,0	41,0
75. Perzentil	44,3	42,0	43,0	45,0	53,0
Signifikanz (im Vergleich zum	**p > 0,178**	**p > 0,708**	**p > 0,535**	**p > 0,102**	**p > 0,108**

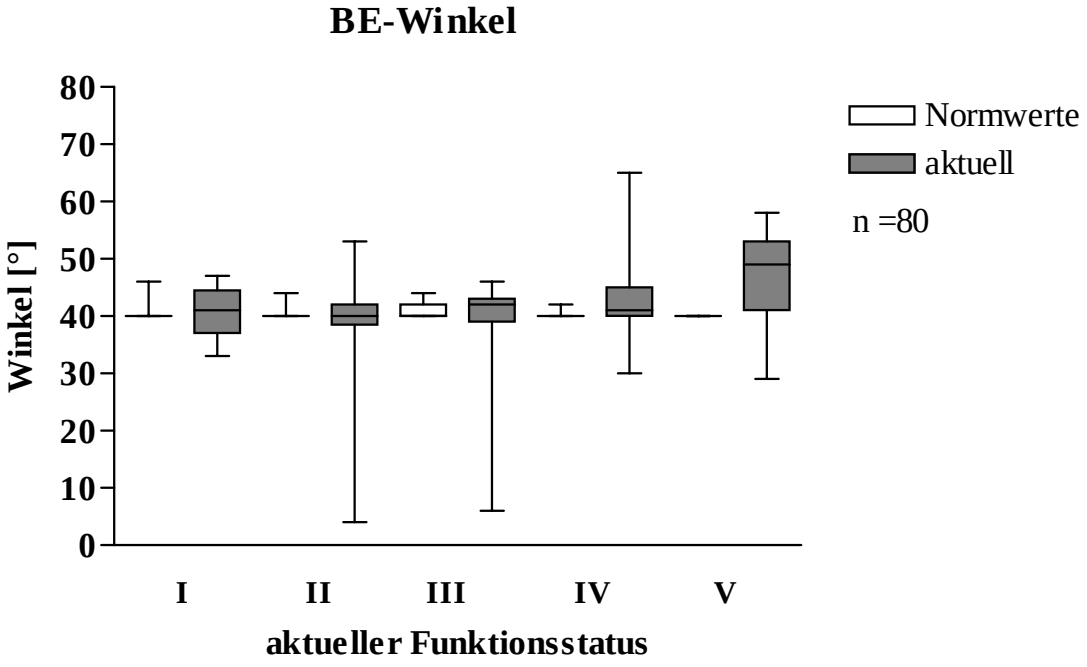

Abbildung 43: Boxplot-Graphik BE-Winkel aktuell im Vergleich zum Normwert in Abhängigkeit vom aktuellen Funktionsstatus I – V, n= 101.

Der BE-Winkel zeigt eine deutliche Altersabhängigkeit. Von 46° im Median zwischen dem ersten und 10. ten Lebensjahr sinkt er bis zum Alter von 15 Jahren auf einen Mittelwert von 40° ab. Einen Überblick über die Normwerte und ihre Abweichungen, erstellt vom Arbeitskreis für Hüftdysplasie der DGOT, gibt Tabelle LIII [176].

Tabelle LIII: BE-Winkel-Klassifizierung des AK für Hüftdysplasie der DGOT.

		Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Alter (Jahre)	**MW**	**normal**	**leicht pathologisch**	**schwer pathologisch**	**extrem pathologisch**
1 – 10	**46**	< 49 °	50 -52	53 – 55	> 56
11 – 12	**44**	< 47 °	48- 52	52 – 54	> 55
13 – 14	**42**	< 45 °	46 – 49	50 – 52	> 53
< 15	**40**	< 43 °	44 - 46	47 - 49	> 50

Daraus ergibt sich für unser Patientengut die in Tabelle LIV aufgeführte Gradeinteilung, welche bereits alterskorrigiert ist. Demnach sind 74 (73,3%) Hüften zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung Grad 1 zugeordnet und somit als normal zu bezeichnen. 13 (12,9%) Patientenhüften sind leicht pathologisch (Grad 2), 7 (6,9%) Hüften schwer pathologisch und weitere 7 (6,9%) extrem pathologisch (Abb. 44).

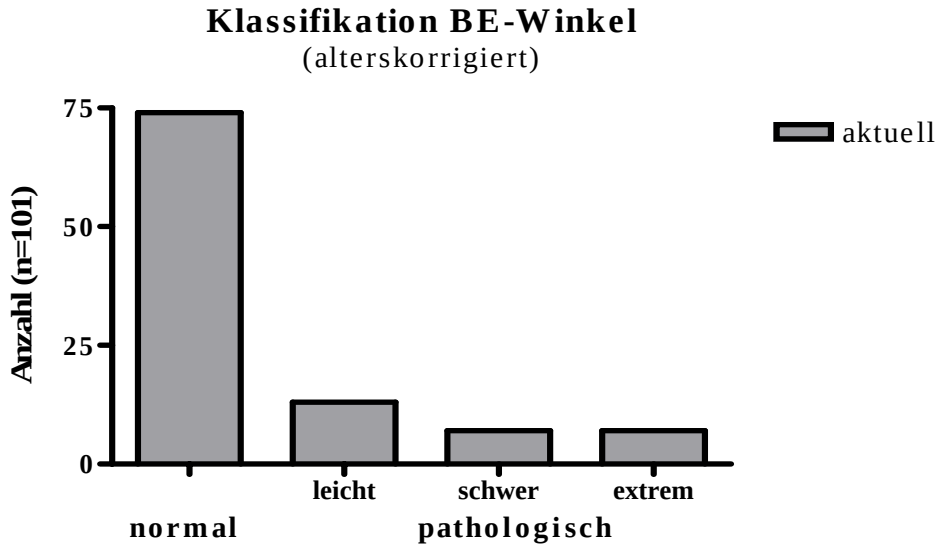

Abbildung 44: Alterskorrigierte BE-Winkel-Klassifikation (Grad 1 - 4) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, n = 101.

Tabelle LIV: Aktuelle alterskorrigierte BE-Winkel-Klassifikation, n = 101.

		n	%	MW	SD	ME	25 P	75 P
BE-Winkel aktuell	**Grad 1**	74	73,3	38,0	6,9	**40,0**	37,0	41,0
	Grad 2	13	12,9	45,0	0,8	**45,0**	44,0	46,0
	Grad 3	7	6,9	47,4	0,8	**47,0**	47,0	48,0
	Grad 4	7	6,9	55,1	5,0	**53,0**	51,0	58,0

Zusammenfassung:

- Der Median des BE-Winkel bei Nachuntersuchung beträgt 41,0°. Statistisch gesehnen zeigt er keinen signifikanten Unterschied zum Median des alterskorrigierten mittleren Normwert, der bei 40° liegt.
- Innerhalb des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus unterscheidet sich lediglich der BE-Winkel von Gruppe V signifikant von den altersentsprechenden Normwerten.
- Präoperativer statomotorischer Funktionsstatus und aktuelle BE-Winkel korrelieren.
- Alle fünf Gruppen des aktuellen statomotorischen Funktionsstaus unterscheiden sich nicht signifikant von den altersentsprechenden Normwerten.
- Aktueller statomotorischer Funktionsstatus und aktuelle BE-Winkel korrelieren nicht.
- Zwei Drittel von 101 Patientenhüften zeigen bei Nachuntersuchung einen Normalbefund (Grad 1).

4. Subjektive Ergebnisse

4.1 Schul-, Ausbildung und Beruf

4.1.1 Schulbildung

Für die Auswertung der Schulbildung konnte von allen 71 Patienten die entsprechenden Daten erhoben werden. Die Zuordnung erfolgte entweder nach der aktuell besuchten Schule, oder falls bereits beendet, nach dem höchsten erzielten Schulabschluss. Drei Patienten mit ICP besuchten noch den Kindergarten und wurden der Vollständigkeit halber mit aufgeführt.

Vom Gesamtpatientengut besuchten knapp die Hälfte (47,9%) eine Sonderschuleinrichtung, über ein Viertel (28,2%) die Hauptschule und ein Zehntel (9,9%) das Gymnasium.

Die weitere Einteilung erfolgt zunächst anhand des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus (Tab. LV). Demzufolge besuchte in den präoperativen Funktionsstufen I und II jeweils der größte Patientenanteil die Hauptschule (58,3% und 36,4%), gefolgt vom Sonderschulbesuch (33,3% und 27,3%). In Gruppe II hatten weitere 27,3% das Gymnasium besucht. In den Gruppen III bis V steigt der Anteil der Sonderschüler kontinuierlich bis auf 62,5% an. Der Anteil der Hauptschulbesucher sinkt auf durchschnittlich unter 20%.

Tabelle LV: Kindergarten und Schulbildung unterteilt nach präoperativem statomotorischen Funktionsstatus, n = 71.

	I		II		III		IV		V		Gesamt	
Schulbildung	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Kindergarten					2	16,7			1	6,3	**3**	**4,2**
Grundschule					1	8,3			1	6,3	**2**	**2,8**
Sonderschule	4	33,3	3	27,3	6	50,0	11	55,0	10	62,5	**34**	**47,9**
Hauptschule	7	58,3	4	36,4	2	16,7	4	20,0	3	18,8	**20**	**28,2**
Realschule			1	9,1	1	8,3	2	10,0	1	6,3	**5**	**7,0**
Gymnasium	1	8,3	3	27,3			3	15,0			**7**	**9,9**
Gesamt	**12**		**11**		**12**		**20**		**16**		**71**	**100,0**

Tabelle LVI: Kindergarten und Schulbildung unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus, n = 71.

	I		II		III		IV		V		Gesamt	
Schulbildung	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Kindergarten	1	4,8	2	7,1							**3**	**4,2**
Grundschule			2	7,1							**2**	**2,8**
Sonderschule	6	28,6	10	35,7	6	75,0	9	90,0	3	75,0	**34**	**47,9**
Hauptschule	11	52,4	8	28,6					1	25,0	**20**	**28,2**
Realschule	1	4,8	2	7,1	2	25,0					**5**	**7,0**
Gymnasium	2	9,5	4	14,3			1	10,0			**7**	**9,9**
Gesamt	**21**		**28**		**8**		**10**		**4**		**71**	**100,0**

Unterteilt man das Patientengut nun anhand des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus (Tab. LVI), so ändern sich die Verteilungen innerhalb der einzelnen Funktionsstufen nicht wesentlich. Gruppe I und II bleiben weiterhin relativ heterogen, in den Gruppen III – V besuchen bereits 75 – 90% aller Patienten die Sonderschule.

Die Schulbildung korreliert weder mit dem präoperativen, noch mit dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus.

4.1.2 Ausbildung

Von den insgesamt 71 Patienten haben bereits 40 (56,3%) die Schule beendet. Von diesen konnte fast die Hälfte (45%) eine Lehre absolvieren, ein knappes Drittel (30,0%) wurde angelernt, 15% besuchen einen Förderlehrgang und 10% studierten. Unterteilt man nun anhand des präoperativen und aktuellen Funktionsstatus (Tab. LVII und LVIII), so ergeben sich jeweils ähnliche Verteilungen in den einzelnen Funktionsstufen. Eine statistische Korrelation zwischen Ausbildung und Funktionsstatus ist nicht vorhanden.

Tabelle LVII: Ausbildung unterteilt nach präoperativen Funktionsstatus, n = 40.

	I		II		III		IV		V		Gesamt	
Ausbildung	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Un- / Angelernt	2	18,2	1	14,3	2	40,0	4	33,3	3	60,0	**12**	**30,0**
Förderlehrgang	1	9,1	1	14,3	1	20,0	3	25,0			**6**	**15,0**
Lehre	8	72,7	3	42,9	2	40,0	3	25,0	2	40,0	**18**	**45,0**
Studium			2	28,6			2	16,7			**4**	**10,0**
Gesamt	**11**		**7**		**5**		**12**		**5**		**40**	**100,0**

Tabelle LVIII: Ausbildung unterteilt nach aktuellen Funktionsstatus, n = 40.

	I		II		III		IV		V		Gesamt	
Ausbildung	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Un- / Angelernt	4	23,5	2	16,7	2	50,0	2	50,0	2	66,7	**12**	**30,0**
Förderlehrgang	1	5,9	3	25,0			1	25,0	1	33,3	**6**	**15,0**
Lehre	11	64,7	5	41,7	2	50,0					**18**	**45,0**
Studium	1	5,9	2	16,7			1	25,0			**4**	**10,0**
Gesamt	**17**		**12**		**4**		**4**		**3**		**40**	**100,0**

4.1.3 Beruf

31 der insgesamt 71 Patienten mit ICP standen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bereits im Berufsleben. Hiervon arbeiten über die Hälfte (51,6%) in ihrem Lehrberuf mit abgeschlossener dreijähriger Berufsausbildung. Ein knappes Drittel (29%) arbeitet in einer Behindertenwerkstätte, 16,1% sind arbeitslos oder leben von der Sozialhilfe. Ein Patient arbeitet als Akademiker.

Unterteilt man das Patientengut nun anhand des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus (Tab. LIX), findet man in der Gruppe I noch 66,7% als Geselle tätige Patienten, diese Zahl sinkt bis zur Gruppe V auf 20,0%. Umgekehrt steigt bei den statomotorisch schlechter gestellten Patienten die Zahl der in der Behindertenwerkstatt Beschäftigten von 22,2 auf 60,0%. Statistisch findet sich keine Korrelation zwischen der Berufsausübung und dem präoperativen Funktionsstatus.

Tabelle LIX: Beruf unterteilt nach präoperativem Funktionsstatus, n = 31.

	I		II		III		IV		V		Gesamt	
Beruf	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Behindertenwerkstatt	2	22,2			1	25,0	3	37,5	3	60,0	**9**	**29,0**
Arbeitslos	1	11,1	1	20,0	1	25,0	1	12,5	1	20,0	**5**	**16,1**
Lehrberuf/ Geselle	6	66,7	3	60,0	2	50,0	4	50,0	1	20,0	**16**	**51,6**
akademischer Beruf			1	20,0							**1**	**3,2**
gesamt	**9**		**5**		**4**		**8**		**5**		**31**	**100,0**

Tabelle LX: Beruf unterteilt nach aktuellem Funktionsstatus, n = 31.

	I		II		III		IV		V		Gesamt	
Beruf	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
Behindertenwerkstatt	2	13,3	1	12,5	2	50,0	2	100	2	100	**9**	**29,0**
Arbeitslos	1	6,7	2	25,0	2	50,0					**5**	**16,1**
Lehrberuf/ Geselle	12	80,0	4	50,0							**16**	**51,6**
akademischer Beruf			1	12,5							**1**	**3,2**
gesamt	**15**		**8**		**4**		**2**		**2**		**31**	**100,0**

Im Gegensatz hierzu korreliert die Berufsausübung mit dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus. Aktuell frei- oder mit Stützen gehfähige Patienten arbeiten bis zu 80%

bzw. 50% in ihrem Lehrberuf. Mit Rollator gehfähige Patienten sind zur Hälfte arbeitslos, die andere Hälfte ist in einer Behindertenwerkstatt beschäftigt. Frei- oder mit Hilfe sitzfähige Patienten sind bereits zu 100% in der Behindertenwerkstätte beschäftigt (Tab. LX).

Zusammenfassung:

- Hinsichtlich Schulbildung und Ausbildung zeigen sich zwischen dem präoperativen und aktuellen Funktionsstatus nur geringe Unterschiede. Sowohl die Schulausbildung als auch das Ausbildungsniveau korrelieren nicht mit dem präoperativen oder aktuellen statomotorischen Funktionsstatus.
- Knapp die Hälfte (47,9%) aller Patienten besucht die Sonderschule, ein Drittel (35,2%) die Haupt- und Realschule.
- 10% der Auszubildenden absolvieren ein Hochschulstudium, 45% eine dreijährige Lehre, 15% befinden sich noch in einem Förderlehrgang.
- 45% der bereits im Berufsleben stehenden Patienten arbeiten in ihrem Lehrberuf, 29% in einer Behindertenwerkstätte, 16,1% sind arbeitslos.
- Der aktuelle statomotorische Funktionsstatus korreliert hochsignifikant mit der Berufsausübung. Je besser die statomotorische Restfunktion, desto besser die spätere berufliche Position.

4.2 Alltagsaktivitäten

Die Datenerhebung für die Alltagsaktivitäten erfolgte im Rahmen der Anamnese. Hierfür wurden fünf Aktivitäten des alltäglichen Lebens (Waschen, Anziehen, Essen, Toilette und Transfer) ausgewählt, die repräsentativ für die Selbständigkeit und damit Unabhängigkeit der Patienten im Alltag sind.

Für die Auswertung erfolgt die Einteilung des Patientengutes anhand des statomotorischen Funktionsstatus. Tabelle LXI zeigt die Ergebnisse für die präoperativen Funktionsgruppen I - V.

Präoperativ frei- oder mit Stützen gehfähige Patienten (Gruppe I und II) zeigen in allen Alltagsaktivitäten im Median völlige Selbständigkeit. Leichte Hilfestellungen sind selten, maximale Hilfe eine Rarität.

Tabelle LXI: Selbständigkeit bei Alltagsaktivitäten unterteilt nach präoperativem statomotorischen Funktionsstatus I - V, n = 71.

		I		II		III		IV		V	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Waschen	**selbstständig**	12	100,0	8	72,7	3	25,0	9	45,0	2	12,5
	mit Hilfe			2	18,2	4	33,3	7	35,0	7	43,8
	max. Hilfe			1	9,1	5	41,7	4	20,0	7	43,8
Anziehen	**selbstständig**	12	100,0	8	72,7	4	33,3	8	40,0	4	25,0
	mit Hilfe			2	18,2	3	25,0	7	35,0	6	37,5
	max. Hilfe			1	9,1	5	41,7	5	25,0	6	37,5
Essen	**selbstständig**	11	91,7	9	81,8	5	41,7	11	55,0	3	18,8
	mit Hilfe	1	8,3	2	18,2	7	58,3	9	45,0	13	81,3
	max. Hilfe										
Toilette	**selbstständig**	12	100,0	10	90,9	4	33,3	12	60,0	6	37,5
	mit Hilfe					5	41,7	7	35,0	8	50,0
	max. Hilfe			1	9,1	3	25,0	1	5,0	2	12,5
Transfer	**selbstständig**	11	91,7	10	90,9	7	58,3	12	60,0	9	56,3
	mit Hilfe	1	8,3	1	9,1	3	25,0	7	35,0	6	37,5
	max. Hilfe					2	16,7	1	5,0	1	6,3

Anders in den Gruppen III und V. Hier wird bei vier von fünf Alltagsaktivitäten im Median Hilfe benötigt. Beim Waschen und Anziehen sogar maximale Hilfe in bis zu 43,8% der Fälle. Gruppe IV schneidet demgegenüber besser ab. Drei von fünf Aktivitäten (Essen, Toilette, Transfer) werden im Median selbständig durchgeführt. Beim Waschen und Anziehen benötigen sie deutlich seltener maximale Hilfe.

Statistisch gesehen zeigt sich eine hochsignifikante Korrelation zwischen den Alltagsaktivitäten und den präoperativen Funktionsgruppen I - V.

Unterschieden anhand des aktuellen Funktionsstatus (Tab. LXII) bleiben die Ergebnisse für die erste Gruppe (aktuell frei gehfähig) im Wesentlichen gleich.

Tabelle LXII: Selbständigkeit bei Alltagsaktivitäten unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus I - V, n = 71.

		I		II		III		IV		V	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Waschen	**selbstständig**	19	90,5	13	46,4	2	25,0				
	mit Hilfe	1	4,8	10	35,7	2	25,0	4	40,0	3	75,0
	max. Hilfe	1	4,8	5	17,9	4	50,0	6	60,0	1	25,0
Anziehen	**selbstständig**	20	95,2	14	50,0	2	25,0				
	mit Hilfe			9	32,1	2	25,0	4	40,0	3	75,0
	max. Hilfe	1	4,8	5	17,9	4	50,0	6	60,0	1	25,0
Essen	**selbstständig**	20	95,2	15	53,6	2	25,0	1	10,0	1	25,0
	mit Hilfe	1	4,8	13	46,4	6	75,0	9	90,0	3	75,0
	max. Hilfe										
Toilette	**selbstständig**	19	90,5	17	60,7	4	50,0	3	30,0	1	25,0
	mit Hilfe	1	4,8	9	32,1	2	25,0	5	50,0	3	75,0
	max. Hilfe	1	4,8	2	7,1	2	25,0	2	20,0		
Transfer	**selbstständig**	21	100,0	23	82,1	3	37,5	1	10,0	1	25,0
	mit Hilfe			5	17,9	4	50,0	7	70,0	2	50,0
	max. Hilfe					1	12,5	2	20,0	1	25,0

In Gruppe II (aktuell gehfähig mit Stützen) zeigt sich bei mehr als einer Verdoppelung der Patientenzahl eine Abnahme der Selbständigkeit beim Waschen und Anziehen. Hier wird im Median eine leichte Hilfestellung benötigt. Die übrigen drei Aktivitäten werden zwar im Median noch selbständig durchgeführt, jedoch brauchen bis zu 46,4% der Patienten bereits leichte Hilfestellungen. Aktuell mit Rollator gehfähige Patienten (Gruppe III), brauchen im Median zumeist nur leichte Hilfestellung. Sie sind jedoch beim Waschen und Anziehen bereits in 50% auf maximale Hilfe angewiesen. Dieser Prozentsatz steigt in Gruppe IV auf 60% an. Die in Gruppe V verbliebenen Patienten sind selbständiger, hier benötigen durchschnittlich 75% der Patienten nur leichte Hilfestellungen.

Auch der aktuelle statomotorische Funktionsstatus korreliert hochsignifikant mit den einzelnen Alltagaktivitäten.

Zusammenfassung:

- Insgesamt wird von den Alltagsaktivitäten der Transfer am besten bewältigt, die größte Mühe bereiten das selbständige Waschen und Anziehen.
- Bei Einteilung anhand der aktuellen Funktionsgruppen zeigt sich eine stärkere Zunahme der benötigten Hilfestellung mit sinkender statomotorischer Restfunktion.
- Präoperativer und aktueller statomotorischer Funktionsstatus korrelieren mit den einzelnen Alltagsaktivitäten.

4.3 Funktioneller Schmerzstatus

Für die Schmerzerfassung war ursprünglich eine Skala von 0 - 3 vorgesehen. Bei der Nachuntersuchung berichteten allerdings nur 9,9% aller Patienten mit ICP überhaupt über Schmerzen. Hierbei handelte es sich durchweg um leichte sporadische Schmerzen. Von den insgesamt 7 Patienten mit gelegentlichen Schmerzen kommen anhand des präoperativen Funktionsstatus 57,1% aus der Gruppe der frei gehfähigen Patienten (Tab. LXIII). Unterteilt man das Patientengut anhand des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus (Tab. LVIII), so sieht man, dass alle 7 Patienten mit Schmerzen aus der Gruppe der aktuell Gehfähigen stammen.

Tabelle LXIII: Schmerzstatus unterteilt nach präoperativem Funktionsstatus, n = 71.

		I		II		III		IV		V	
	Schmerzen	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**	**n**	**%**
0	**keine**	8	66,7	10	90,9	12	100	19	95,0	15	93,8
1	**gelegentlich**	4	33,3	1	9,1			1	5,0	1	6,3
2	**täglich mäßig**										
3	**täglich stark**										

Tabelle LXIV: Schmerzstatus unterteilt nach aktuellem Funktionsstatus, n = 71.

		I		II		III		IV		V	
	Schmerzen	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
0	**keine**	18	85,7	27	96,4	5	62,5	10	100,0	4	100,0
1	**gelegentlich**	3	14,3	1	3,6	3	37,5				
2	**täglich mäßig**										
3	**täglich stark**										

Zusammenfassung:

- 64 Patienten (90,1%) mit ICP haben keinerlei Schmerzen.
- Gelegentliche leichte Schmerzen geben 7 Patienten (9,9%) an.
- Alle Patienten mit gelegentlichen Schmerzen stammen aus den statomotorischen Funktionsstufen I – III und sind somit aktuell gehfähig.

4.4 Fragebogen

Um die subjektive Meinung der Patienten und ihrer Eltern bezüglich der Operation und ihrer Ergebnisse zu evaluieren, war ein Fragebogen mit 24 Fragen konzipiert worden. Von den 71 Patienten, die diesen im Anschluss an die Untersuchung erhalten hatten, beantworteten ihn 65 (91,5%) Patienten und schickten ihn zurück. In der Mehrzahl der Fälle wurde der Fragebogen vollständig ausgefüllt. Einige Patienten ließen einzelne Fragen unbeantwortet. Eine Auflistung der Antworten gibt Tabelle LXV wieder.

Tabelle LXV: Fragebogenauswertung, n = 65.

	Antworten							
	Gesamt		**Ja**			**Nein**		
Fragen	n	%	n	%	Punkte	n	%	Punkte
F1	62	95,4	45	72,6	1	17	27,4	2
F 2	65	100,0	53	81,5	1	12	18,5	2
F 3	61	93,8	47	77,0	1	14	23,0	2
F 4	59	90,8	45	76,3	1	14	23,7	2
F 5	58	89,2	27	46,6	1	31	53,4	2
F 6	63	96,9	48	76,2	1	15	23,8	2
F 7	65	100,0	26	40,0	2	39	60,0	1
F 8	54	83,1	16	29,6	2	38	70,4	1
F 9	55	84,6	13	23,6	2	42	76,4	1
F 10	61	93,8	52	85,2	1	9	14,8	2
F 11	61	93,8	24	39,3	2	37	60,7	1
F 12	63	96,9	19	30,2	2	44	69,8	1
F 13	64	98,5	56	87,5	1	8	12,5	2
F 14	51	78,5	39	76,5	1	12	23,5	2
F 15	60	92,3	9	15,0	2	51	85,0	1

Fragen	n	%	n	%	Punkte	n	%	Punkte	n	%	Punkte
	Gesamt		**Besser**			**Gleich**			**Schlechter**		
F 16	63	96,9	49	77,8	1	7	11,1	2	7	11,1	3
F 17	65	100,0	27	41,5	1	32	49,2	2	6	9,2	3
F 18	62	95,4	41	66,1	1	18	29,0	2	3	4,8	3
F 19	62	95,4	43	69,4	1	11	17,7	2	8	12,9	3
F 20	**60**	**92,3**	**34**	**56,7**	**1**	**16**	**26,7**	**2**	**10**	**16,7**	**3**
	Gesamt		**Größer**			**Gleich**			**Kleiner**		
F 21	61	93,8	42	68,9	1	11	18,0	2	8	13,1	3
F 22	58	89,2	30	51,7	1	20	34,5	2	8	13,8	3
F 23	55	84,6	18	32,7	3	21	38,2	2	16	29,1	1
	Gesamt		**Gemeinsam**			**Patient**			**Eltern**		
F 24	65	100,0	33	50,8	1	10	15,4	2	22	33,8	3

Die fünf zentralen Fragen des Fragebogens wurden im Durchschnitt von 63 der 65 Patienten beantwortet. Hiervon geben 72,6% an, dass ihre Erwartungen an die Operation erfüllt worden sind (Frage 1). 81,5% halten die Operation retrospektiv für sinnvoll (Frage 2). 77% sind mit dem Operationsergebnis zufrieden (Frage 3). 87,5% fühlen sich von den damals behandelnden Ärzten gut betreut (Frage 13) und 77,8% sind der Meinung, dass ihr Zustand seit der Operation besser ist (Frage 16). Über die Hälfte (50,8%) der Fragebögen wurde von Patienten und Eltern gemeinsam bearbeitet. Ein gutes Drittel (33,8%) beantwortete den Fragebogen für ihre Kinder. Nur 15,4% wurden von den Patienten selber ausgefüllt.

Für die weitere statistische Auswertung und die Erstellung eines Gesamtscores wurden pro Antwort 1 bis maximal 3 Punkte vergeben. Beantwortete der Patient eine Frage positiv, erhielt er 1 Punkt, bei indifferenter Antwort 2 Punkte und bei negativer Antwort 3 Punkte (Tab. LXVI). In den Score aufgenommen wurden nur all jene Fragen, die von mindestens 60 Patienten beantwortet worden waren. Dadurch fielen 7 Fragen (Nr. 4, 5, 8, 9, 14 und 21) heraus. Statistisch ausgewertet konnten nur jene Patientenfragebögen werden, bei denen alle 17 verbliebenen Fragen vollständig beantwortet worden waren. Dies war bei 43 (66,2%) Patienten der Fall. Durch Addition der Antworten konnte so für jeden einzelnen Patienten ein Gesamtscore errechnet werden. Dieser erstreckt sich von minimal 17 bis maximal 41 Punkte. Je niedriger die Gesamtpunktzahl, desto größer die Patientenzufriedenheit und umgekehrt (Tab. LXVI).

Tabelle LXVI: Patientenzufriedenheit.

Gesamtscore (Punkte)	Bewertung
17 – 21	**Sehr zufrieden**
22 – 26	**Zufrieden**
27 – 31	**Wenig zufrieden**
32 – 36	**Unzufrieden**
37 – 41	**Sehr unzufrieden**

Bei der Auswertung wurde nach präoperativen und aktuellen statomotorischen Funktionsstatus unterschieden. Einen Überblick über ersteren gibt Tabelle LXVII. In allen fünf Funktionsstufen zeigt sich eine sehr große Zufriedenheit, der Gesamtscore liegt im Median zwischen 17,0 und 20,0 Punkte.

Die Patientenzufriedenheit korreliert nicht mit den einzelnen Funktionsgruppen. Die Ergebnisse liegen eng beieinander und lassen keinen Trend erkennen.

Anders beim aktuellen statomotorischen Funktionsstatus (Tab. LXVIII). Hier sind die Patienten von Gruppe I (aktuell gehfähig) und Gruppe II (aktuell mit Stützen gehfähig) sehr zufrieden, von Gruppe III (aktuell gehfähig mit Rollator) noch zufrieden. In Gruppe IV (aktuell frei sitzfähig) zeigt sich mit 29 Gesamtpunkten im Median nur noch eine geringe Zufriedenheit. Gruppe V (aktuell mit Hilfe sitzfähig) fällt aus dieser Serie heraus. Diese Gruppe ist wieder sehr zufrieden mit den Operationsergebnissen. Allerdings konnte bei der Auswertung nur 1 von 4 möglichen Patienten berücksichtigt werden. Insgesamt zeigt die Patientenzufriedenheit eine signifikante Korrelation mit dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus.

Tabelle LXVII: Gesamtscore unterteilt nach präoperativen Funktionsstatus, n = 43.

Gruppe	n	%	MW	SD	ME	25 P	75 P
I	9	20,9	20,6	3,2	**19,0**	18,5	22,0
II	6	14,0	17,3	1,0	**17,0**	16,8	18,3
III	7	16,3	21,9	7,1	**19,0**	17,0	28,0
IV	14	32,6	20,8	4,0	**20,0**	17,0	23,3
V	7	16,3	20,9	4,6	**20,0**	17,0	22,0

Tabelle LXVIII: Gesamtscore unterteilt nach aktuellen Funktionsstatus, n = 43.

Gruppe	n	%	MW	SD	ME	25 P	75 P
I	13	30,2	19,6	3,0	**19,0**	17,5	20,5
II	20	46,5	19,0	2,6	**19,0**	17,0	20,0
III	3	7,0	20,7	4,2	**22,0**	16,0	
IV	6	14,0	27,0	6,6	**29,0**	21,3	31,3
V	1	2,3	21,0		**21,0**	21,0	21,0

Zusammenfassung:

- Durchschnittlich 63 von 71 der untersuchten Patienten äußerten sich wie folgt: 72.6% geben an, dass ihre Erwartungen an die Operation erfüllt worden sind. 81.5% halten die Operation retrospektiv für sinnvoll. 77% sind mit dem Operationsergebnis zufrieden, und 87,5% fühlen sich von den damals behandelnden Ärzten gut betreut.
- Die Patientenzufriedenheit ist abhängig von der aktuellen Mobilität. Aktuell gehfähige Patienten sind sehr zufrieden bis zufrieden, frei sitzfähige Patienten wenig zufrieden.

E Diskussion

1. Methodendiskussion

1.1 Statomotorischer Funktionsstatus

Der statomotorische Funktionsstatus basiert im Wesentlichen auf dem Rancho-los-amigos-Klassifikationssystem [48]. Er ordnet die Mobilität eines Patienten anhand eines Fünfpunkteschemas zu, welches auf dem „functional mobility score“ von Hoffer [74] aufbaut. Es handelt sich um eine funktionelle Klassifikation zur Schweregradeinteilung der infantilen Cerebralparese. Sie orientiert sich am präoperativen Funktionszustand jedes einzelnen Patienten (C 2 Methodik, 2.2.2.1 Statomotorischer Funktionsstatus, S. 63). Der statomotorische Funktionsstatus zielt darauf ab, funktionelle Veränderungen eines Patienten, die z.B. durch eine Operation entstanden sind, zu dokumentieren. Er ermöglicht, Ergebnisse verschiedener Operationsverfahren, unabhängig von topographischen Einteilungen der ICP, miteinander zu vergleichen.

Eine methodische Schwäche ergibt sich allerdings für präoperativ bereits gehfähige Patienten. Sie profitieren zwar durch die Operation, indem sie danach z.B. schneller, ausdauernder und physiologischer gehen können, jedoch verbleiben sie postoperativ in der gleichen Funktionsstufe. Daher ist also die Verbesserung des Gangbildes anhand des statomotorischen Funktionsstatus nicht darstellbar [48], wenn sich der Hilfsmittelbedarf (z.B. Stützen) durch die Operation nicht geändert hat. Für diese Patienten wäre die Durchführung einer Ganganalyse die geeignete Messmethode. Diese ist jedoch technisch sehr aufwendig und bedarf besonders bei der Auswertung speziellen Sachverstand und Routine. Bei unserem Patientengut waren präoperativ 36 (50,7%) Patienten nicht gehfähig und hätten somit nicht anhand der Ganganalyse beurteilt werden können. Da es sich bei dieser Arbeit um eine Langzeitnachuntersuchung handelt, steckte die Ganganalyse bei vielen Patienten zum Operationszeitpunkt noch in den Kinderschuhen. Deshalb entschieden wir uns für die funktionelle Einteilung anhand des statomotorischen Funktionsstatus.

In den meisten Fällen war dieser präoperativ in den Patientenakten vermerkt worden. War dies nicht der Fall, wurde der präoperative Ausgangsbefund anamnestisch eruiert. Dies könnte zu einem möglichen Methodenfehler geführt haben, ist jedoch anhand der einfachen Zuordnung in fünf Gruppen nicht sehr wahrscheinlich. Insbesondere, da

gerade der präoperative Funktionsstatus für die Eltern von enormer Wichtigkeit war und in der Regel noch genau erinnert werden konnte.

Im Gegensatz zu anderen Arbeiten betteten wir den statomotorischen Funktionsstatus in einen zeitlichen Verlauf ein. So konnte der direkte postoperative Funktionsgewinn festgehalten und darüber hinaus dokumentiert werden, ob sich dieser im Langzeitverlauf nochmals änderte.

1.2 Klinisch-technische Ergebnisse

1.2.1 Muskelkraft

Die Testmethode von Dr. Lovett (C 2 Methodik, 2.2.3.2 Muskelkraft, S. 66) kann bei Anwendung an Patienten mit spastischer ICP, aufgrund fehlender selektiver Kontroll-mechanismen, unter Umständen zu verfälschten Ergebnissen führen. Vielfach benützen diese Patienten einfachere Kontrollmechanismen, primitive Massenbewegungen oder gar Reflexaktivität [130]. Die gemessene Kraft stellt somit eine Mischung aus Kontrolle und Muskelfaseraktivität dar. Die genannten Kontrolldefizite können zu ausgeprägter Inkonsistenz zwischen der klinisch gemessenen Kraft und der dynamischen Funktion der selben Muskeln in der Ganganalyse führen [160]. Es ist somit außerordentlich schwierig, zwischen der Muskelkraft und der zumeist zugleich vorliegenden Spastizität zu differenzieren.

Die grobe Kraft der betroffenen Muskelgruppen kann in verschiedenen Ausgangsstellungen erheblich variieren, weshalb auf eine möglichst korrekte Lagerung bei der Durchführung geachtet wurde. Gleichwohl konnte diese zum Beispiel bei bestehenden Kontrakturen der unteren Extremitäten nicht durchgehend eingehalten werden. Da die Messung der Muskelkraft auch vom vorhandenen Bewegungsausmaß abhängt, könnte beispielsweise die Kraft der Hüftextension aufgrund zum Teil vorliegender Hüftbeugekontrakturen schwächer ausfallen sein als reell zutreffend.

Muskelkraft und Beweglichkeit sind auch immer dem normalen Wachstums- und Entwicklungsverlauf unterworfen, und es kann schwierig sein, Veränderungen als alleinigen Therapieeffekt zu werten [182].

1.2.2 Aktive Hüftflexion im Stand

Schwachpunkt der Messung der aktiven Hüftflexion im Stand ist, dass eine ausreichend entwickelte Stehfähigkeit die Vorraussetzung für ihre Durchführung ist. Wesentlich

erleichtert wird sie durch die Möglichkeit sich festzuhalten. Allerdings war ja bei unseren Patienten eine adäquate Gewichtsübernahme Bedingung für die Operation.

Weiterhin benötigt man zur Durchführung eine ausreichende Willkürmotorik sowie das Vorhandensein von mindestens der Muskelkraftstufe 3 (Bewegung gegen die Schwerkraft). Hierdurch muss damit gerechnet werden, dass nicht alle Patienten den Test durchführen können.

Die Messung der aktiven Hüftbeugung im Stand bietet eine hervorragende Möglichkeit, Ergebnisse verschiedener Operationstechniken auf einer funktionellen Ebene miteinander zu vergleichen. Insbesondere die mögliche Schwächung der Hüftbeuger nach Weichteiloperationen ist hierdurch quantifizierbar. Da bei zugrunde liegender Spastik die Willkürmotorik in verschiedenen Ausgangsstellungen erheblich differieren kann, ist sie der Messung der aktiven und passiven Hüftbeugung in der Rückenlage deutlich überlegen. Dieser funktionelle Test macht eine bessere Aussage über die Funktion der Hüftbeuger im Stand und damit letztlich eine Prognose ihrer Funktionalität beim Gehen und Treppensteigen möglich. Dies sind die entscheidenden Kriterien für die Patienten und deren Eltern, die ja vor allem einen Funktionsgewinn durch die Operation erhoffen. Im Gegensatz zur Ganganalyse ist dieser Test im klinischen Alltag äußerst praktikabel, da einfach und schnell durchführbar (C 2 Methodik, 2.2.3.3 Aktive Hüftflexion im Stand, S. 67). Selbstverständlich kann er nicht die gleiche Qualität und Quantität wie z.B. die Ganganalyse bieten.

1.2.3 Spastik

Der Mangel an objektiven und verlässlichen Ergebnismessungen für die Spastik hat die akkurate Dokumentation der Effektivität vieler Behandlungen der ICP verhindert [110].

Bei der modifizierten Ashworth Scale of Muscle Spasticity (C 2 Methodik, 2.2.3.4 Spastizität, S 67) handelt es sich um eine semiquantitative, klinische Gradeinteilung der Spastik [111]. Bohannon und Smith [18] konnten bei ihrer Messung der Spastik der Ellenbogenbeugemuskulatur mit Hilfe dieser modifizierten Skala eine 86,5% Übereinstimmung in der Bewertung der Spastizität durch zwei verschiedene Untersucher nachweisen. Sie vermuten, dass unterschiedliche Muskelgruppen zum Teil unterschiedlich hohe Zuverlässigkeiten bei den Messungen ergeben. Eine Aussage über die Verlässlichkeit der klinischen Messung der Spastizität der Hüftbeugemuskeln liegt nicht vor.

Andere Autoren halten subjektive Methoden zur Einschätzung eines so variablen Phänomens wie der Spastik für unzuverlässig. Sie machten die Bewertung von Therapieergebnissen schwierig und seien anfällig für Fehler und Voreingenommenheit [83]. Unbestritten ist, dass dieser klinische Test schnell durchführbar und überall verfügbar ist. Er kommt ohne jegliches Equipment oder Materialaufwand aus. Qualitativ ist er technisch hoch entwickelten Methoden, wie zum Beispiel der elektromyographischen Muskelaktivitätsmessung, nicht gewachsen. Im direkten Vergleich fanden Simon et al. [160], dass die klinische Messung der Spastik von Muskelgruppen nicht immer mit dem spastischen Verhalten in der Ganganalyse korreliert. Leider wurde in der Studie keine Angaben darüber gemacht, mit welcher klinischen Methode der Spastizitätsgrad gemessen worden war.

Viele Faktoren (propriozeptive Reize, enterozeptive Reize, exterozeptive Reize und psychische Belastungen) können eine Spastik auslösen, oder verstärken [84], [6]. Um diese Fehlermöglichkeiten zu minimieren, fand die Untersuchung in einem ruhigen ungestörten Untersuchungszimmer statt. Der Test wurde ausnahmslos in der Rückenlage durchgeführt, in welcher der Patient im allgemeinen den niedrigsten Grad an Spastik zeigt [81], [80], [130].

1.2.4 Passives Bewegungsausmaß

Bei der Neutralnullmethode handelt es sich um eine etablierte, seit vielen Jahren gebräuchliche und anerkannte klinische Methode zur Erfassung des aktiven und passiven Bewegungsausmaßes der Gelenke. Eine klar definierte Befunddokumentation erlaubt die Verlaufskontrolle zur Einschätzung der Wirksamkeit therapeutischer Maßnahmen wie zum Beispiel einer Operation. Ein geringer Messfehler sollte aber immer mit einkalkuliert werden, er beträgt ca. $\pm$ 5°. Einstimmigkeit herrscht in der Literatur darüber, dass Messungen durch einen Untersucher zuverlässiger sind als durch mehrere Untersucher. Weiterhin kann eine große Verlässlichkeit durch gut geschulte professionelle Untersucher und eine standardisierte Durchführung erzielt werden. Messungen können aufgrund technischer Schwierigkeiten bei manchen Gelenken (zum Beispiel der Schulter) stärker variieren [19].

Schwieriger wird die Situation, wenn diese Methode bei Patienten mit ICP angewandt wird. Nach Perry et al. [131] kann bei diesem Patientengut nur unter Narkose einwandfrei zwischen einer echten strukturellen Kontraktur und einer eingeschränkten Beweglichkeit aufgrund erhöhtem Muskeltonus unterschieden werden. Stuberg et al. [168] zeigten die Grenzen der Neutralnullmethode bei Patienten mit ICP an den unteren

Extremitäten auf. Sie fanden geringere Variationen bei Messungen eines einzelnen Untersuchers (10 – 15°) als zwischen verschiedenen Untersuchern (> 15°). Akzeptable Messergebnisse eines einzelnen Untersuchers wurden für die Hüftextension, die Hüftabduktion und die Knieextension gefunden. Spätere Studien von Harris et al. [62] bestätigten diese Ergebnisse für die oberen Extremitäten bei einem Mädchen mit schwerer spastischer Tetraparese. Ihrer Meinung nach können signifikante Verbesserungen oder Verschlechterungen nur schwer beurteilt werden, wenn der Messfehler bis zu 15° betragen kann.

Die Messung der Hüftextension ist aufgrund der Beweglichkeit des Beckens und der unteren Lendenwirbelsäule besonders schwierig. Der hierfür wohl gebräuchlichste Test ist der Thomas-Test. Bartlett und Mitarbeiter [7] konnten jedoch belegen, dass der „prone hip extension test“ (C 2 Methodik, 2.2.3.5 Passives Bewegungsausmaß, S. 69) nach Staheli [163] für Patienten mit spastischer Cerebralparese dem Thomas Test überlegen ist. Letzterer bewirkt durch die Hüftbeugung der einen Seite eine assoziierte Beugung der Gegenseite, und kann somit die tatsächliche Hüftstreckung verschleiern. Auch Bleck [13] betont, dass beim Thomas-Test zur Beurteilung einer Hüftbeugekontraktur bei spastischen Patienten Vorsicht geboten sei. Insbesondere dann, wenn die Hüftbeugung durch eine erhöhte Spastik der Ischiokruralen Muskulatur bedingt ist.

1.2.5 Aktives Bewegungsausmaß

Für die Messung des aktiven Bewegungsausmaßes mit der Neutralnullmethode gelten im Grunde die gleichen Schwachpunkte und Fehlermöglichkeiten, wie bereits beim passiven Bewegungsausmaß beschrieben (E 1 Methodendiskussion, 1.2.4 Passives Bewegungsausmaß, S. 147). Zusätzlich muss der Spastik ein größerer Einfluss auf das Messergebnis eingeräumt werden, da sie bei Willküraktivität deutlich höher sein kann als bei passiven Bewegungen. Dies trifft vor allem dann zu, wenn bei der passiven Messung durch vorherige Dehnung eine Tonusreduktion der Muskulatur erzielt werden konnte.

Weiterhin entscheidend ist die gewählte Ausgangsstellung, die ebenfalls deutliche Auswirkungen auf den Muskeltonus hat. Hier bietet die Rückenlage den Vorteil einer maximalen Unterstützungsfläche und gewährleistet somit eine größtmögliche Entspannung.

1.2.6 Grobmotorische Funktionsmessung

Beim Gross Motor Function Measure (GMFM) handelt es sich um einen quantitativen Funktionstest für Grobmotorik bei Kindern mit ICP. Es wird die Funktion und vor allem eine Veränderung dieser (besser- oder schlechter) quantitativ beurteilt. Keine Beachtung wird der Qualität der Bewegungsdurchführung geschenkt. Somit ist es sehr wahrscheinlich, dass der GMFM nur einen Teil tatsächlicher Veränderungen aufspürt, da viele Aspekte einer Verbesserung vielmehr qualitativer Natur sind. Dieser vermeintliche Schwachpunkt liegt jedoch bereits im Konzept des GMFM begründet. Vorsätzlich wurden qualitative Belange, aufgrund der Komplexität dieser Fragestellung bei Kindern mit ICP, ausklammert. Ein Einfluss der physiologischen Reifung auf die Fortschritte und damit auf das Testergebnis kann nicht ausgeschlossen werden [182]. Ein gesundes Kind sollte im Alter von 5 Jahren alle Aufgabenstellungen des GMFM nach Russel komplett bewältigen können [145].

Die Untersuchung der grobmotorischen Funktion in fünf Ausgangsstellungen (C 2 Methodik, 2.2.3.8 Grobmotorische Funktionsmessung, S. 70) erfordert einen gewissen zeitlichen Aufwand. Dieser kann unter Umständen in einigen Kliniken zu Spitzenbelastungszeiten vom ärztlichen Personal nicht geleistet werden.

Wie bei den meisten klinischen Testmethoden gibt es auch beim GMFM Fehlermöglichkeiten durch inter- und intraindividuelle Abweichungen der Untersucher. Um eine möglichst große Reliabilität zu erzielen, sollten Schulungen in der Testdurchführung vorgenommen werden. Ebenfalls zuträglich ist ein möglichst konstantes Untersucherteam. Denkbar wäre zum Beispiel die Durchführung dieses Tests im Rahmen der Physiotherapeutischen Abteilung.

Der große Vorteil des GMFM ist, dass er im Gegensatz zu anderen klinischen Testmethoden sowohl bezüglich seiner Validität als auch seiner Realibilität, genauestens überprüft wurde [145]. Ein weiterer Vorteil ist, dass sowohl das Gesamttestergebnis als auch die Ergebnisse der einzelnen Ausgangsstellungen, direkt miteinander verglichen werden können.

1.3 Radiologisch-technische Ergebnisse

1.3.1 Projizierter CCD-Winkel

Die von uns verwendete Meßmethode des projizierten CCD-Winkel (C 2 Methodik, 2.2.4.2 CCD-Winkel, S. 72) ist mit einem systematischen Fehler behaftet. Dieser

resultiert aus der Tatsache, dass beim projizierten CCD-Winkel immer zugleich auch die Antetorsion des Schenkelhalses mit gemessen wird. Hierdurch erscheint der CCD-Winkel höher als er reell ist. Der reelle CCD-Winkel kann zwar anhand von den von Müller [117] angegebenen Tabellen abgelesen werden. Hierzu benötigt man jedoch einen zweiten Winkel, den projizierten Antetorsionswinkel. Um diesen zu erhalten, wäre neben der Beckenübersichtsaufnahme eine zweite Röntgenaufnahme nach Rippstein [141] in 90° Hüftflexion und 20° Hüftabduktion erforderlich gewesen. Diese Aufnahmen wurden jedoch aus Gründen der hohen zusätzlichen Strahlenbelastung und aufgrund häufig schwieriger Lagerungsbedingungen bei spastischer ICP bereits präoperativ nicht routinemäßig durchgeführt. Sie lagen somit zur Auswertung nicht vor.

Exakte Messungen anhand standardisierter Beckenübersichtsaufnahmen sind nur bei korrekter Lagerung des Patienten in Rotations-Null-Stellung des Hüftgelenkes möglich. Als projizierter Winkel ist der CCD-Winkel abhängig von der Rotationsstellung des Beines. Bei Innenrotation des Beines wird er kleiner, bei Außenrotation größer. Und eben hier ergeben sich bei ICP-Patienten, aufgrund vorliegender fixierter Deformitäten, athetoiden Bewegungen sowie Verhaltensschwierigkeiten, zum Teil erhebliche Hindernisse bei der praktischen Durchführung [29].

Eine alternative Methode, AT-Winkel und CCD-Winkel zu messen, stellt die Computertomographie dar, bei der Messfehler bei Patienten mit ICP gering sind [102]. Nachteile ergeben sich durch die erhöhte Strahlenbelastung. In vielen Fällen ist eine intravenöse Sedierung nötig, die Kosten dieser Untersuchung sind beträchtlich. Eine weitere Option stellt die AT-Bestimmung mittels „real-time“-Ultraschall dar. Sie ist schnell, kostengünstig und eine Röntgenbelastung wird vermieden [173], [174].

1.3.2 Migrationsindex nach Reimers

Nach Reimers selbst [140] muss bei der Messung des Migrationswertes (C 2 Methodik, 2.2.4.3 Migrationswert, S. 73) mit einem Messfehler von bis zu ± 10% gerechnet werden. Er erklärt diesen zum einen durch eine gewisse Unsicherheit bei kleinen Femurköpfen mit noch unzureichender Verknöcherung, zum anderen durch die zum Teil schwierige Pfannenerkerbestimmung. Dietz und Knutson [36] fanden einen Messfehler zwischen einzelnen untersuchenden Ärzten von ± 9% im Durchschnitt. Parrot et al. [127] konnten den Messfehler auf ± 8% senken, wenn ein erfahrener Untersucher mit standardisiertem Messprotokoll die Messungen vornahm. Bei verschiedenen Untersuchern stieg der Messfehler auf über 11,6%. Sie vermuten, dass der Messfehler mit zunehmender Größe des Femurkopfes und somit mit steigendem

Alter der Patienten sinkt. Das Altersspektrum ihrer Studie lag jedoch zwischen einem und 8,5 Jahren.

Die exakte Bestimmung der Hilfslinien für die Winkelmessung auf dem Röntgenbild ist von erheblicher Bedeutung. Je nach Positionierung der Perkins-Linie bei Vorliegen eines „Gotischen Bogens“ am lateralen, medialen, oder mittleren Punkt resultieren unterschiedlichen Winkelwerte [127]. Messfehler können sich ebenfalls aus mangelhafter Lagerung der Patienten ergeben. Dabei ist der Effekt von Rotations-fehlstellungen auf den Migrationswert gering, der von Abduktion oder Adduktion signifikant [151], [29].

Bei der spastischen Hüfterkrankung ergeben sich folgende Anforderungen an eine Messmethode für die Subluxation. Sie muss, erstens über eine weite Altersspanne anwendbar sein und zweitens einen großen Spielraum für Veränderungen beinhalten. Diese Kriterien werden vom MP am besten erfüllt [112]. Zusätzlich ist der MP einfach zu bestimmen, die Meßmethode bestens beschrieben [140].

1.3.3 AC-Winkel nach Hilgenreiner

Auch Messungen des AC-Winkels (C 2 Methodik, 2.2.4.4 AC-Winkel, S. 74) auf einer BÜS-Aufnahme sind mit einem möglichen Messfehler behaftet. In einer neueren Studie bei Kindern mit ICP fanden Parrot et al. [127] Abweichungen von $\pm$ 2,6° bei wiederholten Messungen des gleichen Röntgenbildes durch einen einzelnen erfahrenen Untersucher. Sollte dieser anhand zweier verschiedener Aufnahmen die Veränderung des AC-Winkels messen, stieg der Messfehler auf $\pm$ 3,7° an. Nahmen zwei verschiedene Untersucher die Messung vor, stieg der Fehler über 6°. Ähnliche Ergebnisse waren bereits von anderen Autoren für die angeborene Hüftdysplasie gefunden worden [162], [22]. Dietz und Knutson [36] hingegen fanden im Durchschnitt lediglich $\pm$ 3° Abweichungen zwischen verschiedenen Untersuchern.

Mögliche Messfehler des AC-Winkels können sich auch durch unzureichende Lagerung des Patienten bei der Beckenübersichtsaufnahme ergeben. Eine Beckenkippung nach ventral, wie sie zum Beispiel bei Hüftflexionskontrakturen sowie bei signifikanter Lumbarlordose auftritt, verkleinert den AC-Winkel. Die Beckenkippung nach dorsal, wie etwa bei der fixierten Lumbarkyphose, vergrößern den Winkel. Auch eine Beckendrehung kann den AC-Winkel verfälschen [176], [29]. Cornell et al. [30] schlugen 1994 die Positionierung der Patienten auf dem Rücken mit maximaler Hüft- und Kniebeugung der Gegenseite vor. Diese modifizierte Lagerung gleicht jener beim

Thomas-Test. Sie gewährleistet den Ausgleich einer bestehenden Lumbarlordose und korrigiert die Beckenkippung. Hierdurch wird eine korrekte Lagerung für die Beckenübersichtsaufnahme ermöglicht und somit der AC-Winkel einer besseren Beurteilung zugänglich. Laut Autoren ist diese modifizierte a.p.-Röntgenaufnahme des Beckens bei ICP-Patienten sowohl der Arthrographie, welche invasiv ist, als auch dem CT, das sehr strahlenbelastend und zum Teil eine Sedierung erforderlich macht, überlegen. Aufgrund fehlender präoperativer Anwendung dieser modifizierten Lagerung bei der BÜS-Aufnahme haben wir darauf auch bei der Nachuntersuchung verzichtet.

Eine andere Möglichkeit, die Röntgenaufnahme bei bestehender Lumbarlordose aufgrund fixierter Hüftbeugekontrakturen zu verbessern, besteht in dem Ausgleich der Lordose durch Unterlagerung beider Beine in Rotationsnullstellung [127].

1.3.4 BE-Winkel nach Sharp und Ullmann

Die Messung des Pfannenneigungswinkel (C 2 Methodik, 2.2.4.5 BE-Winkel, S. 75) nach Sharp und Ullman ist nicht streng anatomisch, da die Köhler Tränenfigur etwas medialer liegt [153]. Bei Hüftluxationen und stärkeren Hüftdysplasien kann die Horizontale nicht als Tangente an beide Tränenfiguren angelegt werden, da die erkrankte Seite verformt ist. Als Bezugsebene dient in diesem Fall die Längsachse des Beckens, und die Senkrechte muss auf sie gefällt werden [176].

1.4 Subjektive Ergebnisse

1.4.1 Schul-, Ausbildung und Beruf

Für die Beurteilung von Schulbildung, Ausbildung sowie der späteren Berufstätigkeit unserer Patienten konnte lediglich eine deskriptive Form gewählt werden. Die Daten wurden für die einzelnen Bereiche getrennt anhand des statomotorischen Funktionsstatus ausgewertet. Leider kann trotz genauer Angaben, z.B. der Schulbildung, keine exakte Auskunft über das Intelligenzniveau der Betroffenen gemacht werden. Insbesondere die Patienten, die eine Sonderschule aufgrund der körperlichen Beeinträchtigung besuchen, können durch diese Zuordnung intellektuell schlechter eingeschätzt werden als zutreffend. Dies gilt in gleichem Maße für Patienten mit Sprech- und Sprachstörungen. Somit kann nur darüber Auskunft geben werden, wie viele Patienten welche Schule besuchen, oder welche Ausbildung sie absolvieren. Nicht beantwortet wird, ob aufgrund körperlicher, intellektueller oder die Wahrnehmung beeinträchtigender Ursachen. Dies ist bedauerlich, da inzwischen exakte Tests für

Patienten mit ICP für verschiedene Altersstufen vorliegen, die Sprech- und Sprachstörungen berücksichtigen [27], [108]. Leider waren diese Tests zum Zeitpunkt der präoperativen Befunddokumentation, bei einem maximalen Nachuntersuchungszeitraum von 27 Jahren, noch nicht etabliert.

1.4.2 Alltagsaktivitäten

Der größte Schwachpunkt der Datenerhebung für die Alltagsaktivitäten liegt darin, dass sie anamnestisch erfolgte. Eine genauere und objektivere Beurteilung der Selbständigkeit bei einzelnen Aktivitäten des alltäglichen Lebens wäre mit Hilfe eines standardisierten Tests, wie beispielsweise dem TAMP [51], möglich gewesen. Leider hätte dieser den Untersuchungsrahmen unserer Studie überstiegen. Viele wichtige Aktivitäten des Alltags wie Waschen, Toilettengang etc., die in unseren Augen synonym für die Selbständigkeit und Unabhängigkeit stehen, sind allerdings in Testsituationen nur bedingt nachahmbar.

Die Angaben der Patienten oder deren Eltern müssen mit einer gewissen Vorsicht interpretiert werden, da eine subjektive Beurteilung immer auch gewisse Fehleinschätzungen implementiert. Die Bewertung der Alltagsaktivitäten anhand von drei Abstufungen (ohne Hilfe- oder Hilfsmittel, mit wenig Hilfe oder maximaler Hilfe) ist einfach und klar, weshalb die Zuordnung der eigenen Fähigkeiten den meisten Patienten mühelos gelang (C 2 Methodik, 2.2.2.2 Alltagsaktivitäten, S. 64).

1.4.3 Funktioneller Schmerzstatus

Im Gegensatz zu vorhergehenden Studien, bezüglich vorhandener Schmerzen bei Patienten mit ICP und Hüftluxation [106], [129], legten wir bei der Erhebung des Schmerzstatus ausdrücklich Wert auf die Kombination anamnestischen Angaben (persönlicher und falls möglich zusätzlicher Fremdanamnese) mit dem Auftreten von Schmerzen bei der körperlichen Untersuchung. Hierbei wurde auch das Auftreten von Schmerzen beim Windelwechseln, Baden oder anderen Aktivitäten berücksichtigt. Hierdurch können auch bei Patienten mit verminderter Kommunikationsfähigkeit verlässliche Angaben über Auftreten und Ausmaß der Schmerzen im Hüftgelenk erhoben werden. Die Dokumentation und Bewertung der Schmerzangaben erfolgte jeweils im Zusammenhang mit der durchgeführten medikamentösen Schmerztherapie (C 2 Methodik, 2.2.2.3 Funktioneller Schmerzstatus, S. 64).

1.4.4 Fragebogen

Im Vergleich zu vielen anderen Studien stellt unser eigens konzipierter Fragebogen, bezüglich der subjektiven Patienten- und Elternmeinung, ein in standardisierter Form vorliegendes reelles Instrument dar. Er beinhaltet sowohl die Berichtform (ja/nein), als auch die Einschätzungsform. Mit insgesamt 23 Fragen können die wesentlichen Aspekte der Operation und ihre subjektive Bewertung berücksichtigt werden (C 2 Methodik, 2.1.5 Fragebogen, S. 61-62).

Aufgrund der teilweise vorliegenden geistigen Beeinträchtigung der Patienten wird ein hohes Maß an Kooperation von Seiten der Betreuer verlangt. Daneben standen manche Angehörige, bzw. von Ihnen benötigte Informationen, wegen des zum Teil sehr langen Nachuntersuchungszeitraumes nicht mehr zur Verfügung.

Da der Fragebogen im Anschluss an die Nachuntersuchung mit nach Hause gegeben wurde, waren teilweise mehrfache Nachfragen nötig, um schließlich eine Quote beantworteter Fragebögen von 91,5% zu erzielen. Andere Untersucher erreichten dem hingegen lediglich eine Quote von beispielsweise 36% auswertbarer Fragebögen [103]. Das größte Problem war, dass vielfach nicht alle Fragen beantwortet wurden. Dadurch wurde die spätere statistische Auswertung erschwert. Dieses Problem ist in Zukunft besser lösbar, indem der Fragebogen noch in der Klinik ausgefüllt wird. Bei Abgabe kann er sofort auf die Vollständigkeit der Angaben hin überprüft werden.

Zusätzliche Patienten- und Elterninformationen könnte man sicherlich durch wiederholte Befragungen im Langzeitverlauf einer solchen Grunderkrankung erhalten. Eine weitere Verbesserungsmöglichkeit stellt die Bewertung des postoperativen Resultates durch die behandelnden Ärzte als zusätzliches subjektives Kriterium dar.

1.5 Statistik

Da sowohl unsere Patienten (n = 71) als auch deren Hüften (n = 140) keine Normalverteilung zeigen, wurden nichtparametrische Testungen (Mann-Whitney U-Test/ Wilcoxon-Test) für unverbundene bzw. verbundene Stichproben gewählt.

Die Patientenhüften werden statistisch einzeln bewertet, da keine übereinstimmende Beziehung zwischen der einen und anderen Hüfte des gleichen Kindes zu finden ist. Somit kann jede Hüfte als unabhängige Einheit betrachtet werden [113].

Statistisch signifikante Ergebnisse werden verlässlicher, je größer die Fallzahl in den einzelnen Gruppen ist. Unsere Auswertung der jeweiligen Winkelmessungen bei einer

Fallzahl von 140 Hüften kann somit als eine zuverlässige Aussage gewertet werden. Aufgrund der weiteren Einteilung in fünf Funktionsgruppen verteilten sich bei der Analyse jeweils ca. 20 Patienten auf die einzelnen präoperativen Gruppen. Somit war die Fallzahl eingeschränkt. Durch die homogene Verteilung in die einzelnen präoperativen Funktionsgruppen sowie die Fokussierung auf nur eine Operationsmethode konnten dennoch aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden. Eine Erhöhung der Fallzahl war aufgrund der speziellen Fragestellung dieser Studie nicht möglich. Es waren bereits alle Patienten vollständig in die Arbeit eingeschlossen. Mit einem Rücklauf von 67,6% erreicht unsere Studie das geforderte statistische Niveau für die Durchführung der Analysen. Im Vergleich mit der internationalen Literatur zeigt sich im Übrigen, dass diese Arbeit mit einer der höchsten Fallzahlen, unter Anwendung nur einer Operationsmethode, durchgeführt wurde.

Trotz hoher Fallzahl und guter Homogenität der Patientengruppen führten wir keine Multivarianzanalyse durch. Für diese komplexe mathematische Statistikmethode wäre eine noch höhere Fallzahl für verwertbare Ergebnisse wünschenswert gewesen. Stattdessen wurden, mittels der in der internationalen Literatur bewährten nichtparametrischen Tests, arbeitsaufwendige und detaillierte Analysen der Subgruppen durchgeführt. Zusätzlich wurden zur besseren Übersicht Korrelationskoeffizienten erstellt (C 2 Methodik, 2.4 Statistische Methoden, S. 78).

2. Ergebnisdiskussion

2.1 Statomotorischer Funktionsstatus

2.1.1 Statomotorische Funktionsstufen I – V

Es konnten 71 Patienten nach beidseitigem Psoas-Rectus-Transfer untersucht werden. Im ersten Jahr nach der Operation verbesserten sich 59,1% der Patienten um mindestens eine Funktionsstufe, 28,2% verbesserten sich geringfügig innerhalb ihrer Funktionsstufe, 12,7% verblieben in ihrer Funktionsgruppe, ohne sich zu verbessern.

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, durchschnittlich 12,8 Jahre später, konnten 78,9% ihre postoperative Position behaupten, aber danach nicht mehr steigern. Nur 1 Patient verbesserte sich noch einmal um eine Mobilitätsstufe. 19,7% der Patienten verschlechterten sich wieder, vor allem im präpubertären Wachstumsschub. Beim direkten Vergleich des präoperativen mit dem aktuellen Funktionsstatus ergibt sich für

52,1% eine Verbesserung um eine oder mehrere Funktionsstufen. 39,4% verblieben in ihrer Funktionsstufe. Innerhalb der jeweiligen Funktionsstufe verbesserten sich 23,9%, blieben 14,1% gleich und verschlechterten sich 1,4%. Bei 8,5% kam es zu einer Verschlechterung um eine bis mehrere Funktionsstufen. Postoperativ waren 83,3% der zuvor nicht gehfähigen Patienten gehfähig. Dieser Prozentsatz sank bis zur Nachuntersuchung auf 61,1% ab (D Ergebnisse, Tab. VIII, Abb. 14, S. 80).

Die Ermittlungsrate unserer Studie beträgt 67,6%. Eine so genannte positive Selektion (nur jene Patienten erscheinen zur Nachuntersuchung, die mit dem Operationsergebnis zufrieden sind) kann deshalb nicht völlig ausgeschlossen werden.

Interessanterweise zeigt sich durch die Darstellung des statomotorischen Funktionsstatus im zeitlichen Verlauf, dass ein postoperativer Funktionsgewinn (im Sinne des Erreichens einer besseren Funktionsstufe) in 98,6% der Fälle im ersten postoperativen Jahr erfolgte. Mit unterstützenden Maßnahmen, wie regelmäßiger Physiotherapie auf neurophysiologischer Grundlage oder konsequenter Nacht-schienenversorgung, können diese Ergebnisse langfristig bestenfalls gehalten werden. Eine Verschlechterung trat zumeist im präpubertären Wachstumsschub bzw. bei zusätzlich vorhandener Athetose auf.

Viele Patienten (75%) erhielten zusätzlich zum Psoas-Rectus-Transfer beidseitige Adduktorentenotomien. Weitere operative Eingriffe wurden innerhalb des langen Nachuntersuchungszeitraumes vorgenommen. Der Einfluss dieser zusätzlichen Operationen (C 1 Untersuchungsgut, Tab. I, S. 46) auf das Erlangen oder den Erhalt bereits erreichter statomotorischer Funktionen ist schwer abzuschätzen.

Vergleicht man die Ergebnisse mit denen anderer Autoren, so stößt man zunächst auf Bleck [13], der als einer der Ersten funktionelle Ergebnisse nach Weichteiloperationen publizierte. Er führte bei 25 Patienten (spastische Diplegie 16, spastische Triplegie 1, spastische Tetraplegie 1, spastische Paraplegie 7) eine Iliopsoasrezession durch, je nach Gangmuster in Kombination mit medialer oder lateraler Kniebeugerverlängerung bzw. „rectus femoris release“. Wie in dieser Studie lag das mittlere Alter bei Operation bei sieben Jahren Der Nachuntersuchungszeitraum betrug maximal 5 Jahre und ist somit deutlich kürzer. Präoperativ waren 21 Patienten frei gehfähig, ein Patient gehfähig mit Unterstützung, 3 Patienten nicht gehfähig. Postoperativ konnten alle Kinder frei gehen. Demzufolge konnten sich 19% der Patienten um mindestens eine statomotorische Funktionsstufe verbessern. Das funktionelle Ergebnis wurde außerdem mit Hilfe von Filmaufnahmen beurteilt. Bei 23 Kindern hatte sich das Gangbild

verbessert, bei zwei Kindern war es unverändert geblieben. Der Vergleich mit unserer Studie ist insofern schwierig, da bei Bleck 88% der Patienten bereits präoperativ gehfähig waren. Sharrard et al. [155] veröffentlichten eine Studie über 69 Kinder (134 Hüften), bei denen eine Adduktorentenotomie und -myotomie sowie eine Iliopsoassehnenverlängerung, in manchen Fällen in Kombination mit einer Obturatorneurektomie, durchgeführt worden waren. Postoperativ konnte bei allen Patienten eine Funktionsverbesserung gefunden werden. Selbst Kinder, die eine schlechte Prognose bezüglich ihrer Gehfähigkeit hatten, konnten diese erreichen. Leider wird eine detaillierte Aufschlüsselung der Funktionsverbesserungen nicht aufgeführt, weshalb ein direkter Vergleich mit unseren Ergebnissen nur bedingt möglich ist. Matsuo et al. [106] untersuchten retrospektiv 52 Kinder (86 Hüften), bei denen eine selektive Z-förmige Iliopsoasverlängerung und zum Teil Adduktorentenotomien sowie eine mediale Hamstringablösung durchgeführt worden waren. Der mittlere Nachuntersuchungszeitraum betrug fünf Jahre, das mittlere Alter bei Operation dreizehn Jahre. Postoperativ kam es zu deutlichen Verbesserungen im Funktionsstatus. Insgesamt konnten sich 44,2% der Patienten um eine oder mehrere Funktionsstufen verbessern, nur ein Patient (1,9%) verschlechterte sich. Innerhalb ihrer Funktionsstufe konnten sich 38,5% verbessern, bei 15,4% blieben Funktionsstufe und klinischer Zustand unverändert. Diese Resultate sind im Wesentlichen mit unseren Ergebnissen vergleichbar. Allerdings ist bei uns der Prozentsatz derer, die sich um eine oder mehrere Funktionsstufen verbesserten oder auch verschlechterten, jeweils um ca. 8% höher. Heid [63] führte eine Nachuntersuchung bei 41 Kindern (14 Diplegie, 27 Tetraplegie) durch, die ebenfalls an der Orthopädischen Universitätspoliklinik München mit einem Psoas-Rectus-Transfer operiert worden waren. Zum Teil ist sein Patientengut mit unserem identisch. Das mittlere Alter bei Operation betrug knappe acht Jahre, der mittlere Nachuntersuchungszeitraum dreizehn Jahre. Es wurde ebenfalls eine Einteilung nach funktionellem Status in fünf Gruppen vorgenommen. An Stelle der Gehfähigkeit mit Rollator wurde damals die Stehfähigkeit mit und ohne Unterstützung als dritte Funktionsstufe verwandt. Bei der Nachuntersuchung zeigten 58,5% weiterhin eine Verbesserung um eine oder mehrere Funktionsstufen, 36,6% hatten die präoperative Funktionsstufe beibehalten, und 4,9% hatten sich um mindestens eine Funktionsstufe verschlechtert. Seine Daten entsprechen im Wesentlichen unseren Ergebnissen bei ähnlichen Prozentzahlen für Di- und Tetraplegiker. Deutlich unterschiedliche Ergebnisse liegen bei der Erlangung der Gehfähigkeit durch die Operation vor. Heid gibt hier eine Rate von 90% an. Selbst ein

Jahr postoperativ liegt diese bei uns nur bei 83% und sinkt bis zur Nachuntersuchung noch mal auf 61% ab. Eventuell hat die deutlich niedrigere Rückrufrate von nur 23% mit möglicher positiver Selektion bei Heid eine Rolle gespielt.

2.1.2 Statomotorische Funktionsstufe I

In die statomotorische Funktionsstufe I sind 12 Patienten eingeteilt, die präoperativ bereits frei gehfähig waren. Postoperativ waren alle weiterhin frei gehfähig. Bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung, also durchschnittlich 12,8 Jahre später, konnten 91,7% ihre Position behaupten. Ein Patient (8,3%) benötigte inzwischen einen Rollator für die Fortbewegung. Von den 11 Patienten, die bei der Nachuntersuchung frei gehfähig waren, hatten 81,8% ihr Gangbild langfristig verbessern können, 18,2% verbesserten sich nur vorübergehend und sind langfristig als unverändert einzustufen (D Ergebnisse, Tab. IX, Abb. 15, S. 81).

Dieses Ergebnis war zu erwarten, da Patienten mit ICP, die die Gehfähigkeit vor einer Operation an den unteren Extremitäten erlangen, diese in den meisten Fällen auch bewahren. Eine objektivere Beurteilung der Gangbildverbesserung wäre durch die Ganganalyse möglich gewesen. Diese konnte, aus bereits genannten Gründen (E Methodendiskussion, 1.1 Statomotorischer Funktionsstatus, S. 144) nicht durchgeführt werden.

In der bereits vorgestellten Studie von Matsuo et al. [106] konnte bei neun von dreizehn präoperativ frei gehfähigen Patienten (69,2%) der Scherengang durch die Operation aufgelöst werden. Drei Patienten (23,1%) veränderten ihr Gangbild nicht, ein Patient (7,7%) verschlechterte sich postoperativ und war später mit Stützen gehfähig. Diese Daten entsprechen in etwa unseren Ergebnissen bei präoperativ frei gehfähigen Kindern. Sutherland et al. [170] veröffentlichten eine Studie über 17 Patienten (29 Hüften) mit ICP (14 Diplegie, 1 Hemiplegie, 2 Tetraplegie), die mit einer Psoasverlängerung auf Höhe des Beckenkamms, unter Schonung des M. iliacus versorgt worden waren. In den meisten Fällen wurden zusätzlich Adduktoren-tenotomien, eine Kniebeugerverlängerung sowie ein Rectus-Transfer durchgeführt. Postoperativ konnten anhand von Ganganalysen deutliche Funktionsverbesserungen nachgewiesen werden. Die Schrittlänge nahm signifikant zu, die Schrittfrequenz ab, die Schrittgeschwindigkeit blieb unverändert. Leider sind die Ergebnisse aufgrund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden auf unsere Studie nicht direkt übertragbar.

Präoperativ bereits gehfähige Patienten profitieren in einem hohen Prozentsatz (91,7%) vom Psoas-Rectus-Transfer. Ihre Verbesserungen sind anhand des statomotorischen Funktionsstatus nicht darstellbar, da sie diesen nicht mehr verbessern können.

2.1.3 Statomotorische Funktionsstufe II

Von 11 Kindern die präoperativ mit Stützen gehfähig waren, wurden 18,2% postoperativ frei gehfähig. Sie konnten diese Funktionsstufe auch nach der Pubertät halten. 72,7% der Kinder konnten ihre Funktion innerhalb der Funktionsstufe verbessern, ein Patient verschlechterte sich langfristig innerhalb der Funktionsstufe. Ein weiterer Patient (9,1%) hatte sich bis zur Nachuntersuchung um eine Funktionsstufe verschlechtert und war jetzt noch mit dem Rollator gehfähig (D Ergebnisse, Tab. X, Abb. 16, S. 82).

In den meisten Fällen kann bei präoperativ mit Stützen gehfähigen Patienten durch den Psoas-Rectus-Transfer, in Kombination mit Adduktorentenotomien, der Scherengang aufgelöst werden. Häufig ist jedoch postoperativ weiterhin der Einsatz von Stützen notwenig, um das nötige Gleichgewicht bei der Fortbewegung zu gewährleisten.

Bei Matsuo et al. [106] erreichten zwei von fünf Patienten, die präoperativ mit Hilfe gehen konnten, freie Gehfähigkeit. Damit liegt er mit einer Quote von 40% für die Erlangung der freien Gehfähigkeit deutlich über unserer. Eine mögliche Erklärung ist die deutlich höhere Anzahl von Patienten mit Tetraplegie (64,8 gegenüber 48,1%) in unserem Untersuchungsgut. Einschränkend muss auf die niedrige Patientenzahl in dieser Funktionsgruppe hingewiesen werden.

Patienten, die bereits präoperativ mit Stützen laufen, können in ca. 20% der Fälle postoperativ auf diese verzichten. Der überwiegende Anteil bleibt jedoch auch nach der Operation mit Stützen gehfähig. In den meisten Fällen kann der Scherengang aufgelöst, die Ausdauer gesteigert werden. Diese Veränderungen sind nur durch die weitere Unterteilung des statomotorischen Funktionsstatus in a: verbessert, b: gleich oder c: verschlechtert, darstellbar wie bereits bei den frei gehfähigen Patienten demonstriert.

2.1.4 Statomotorische Funktionsstufe III

Von den präoperativ mit Rollator gehfähigen Patienten verbesserten sich langfristig 58,3% in eine höhere Funktionsstufe, 16,7% verblieben in ihrer Gruppe und 25,0% der

Patienten verschlechterten sich um ein bis zwei Funktionsstufen (D Ergebnisse, Tab. XI, Abb. 17, S. 83).

Auch präoperativ mit Rollator gehfähige Patienten haben ein großes Potential, durch den Psoas-Rectus-Transfer eine höhere Funktionsstufe zu erreichen. In einigen Fällen ist dieser Funktionsgewinn nur vorübergehend, insbesondere wenn sich Komplikationen wie zum Beispiel eine Skoliose entwickeln. Leider konnten wir keine Studien über den Verlauf von Patienten mit ICP, die präoperativ mit dem Rollator gehfähig waren, finden. Trotzdem erscheint es sinnvoll Patienten, die mit Stützen oder dem Rollator gehfähig sind, zu differenzieren, da beide Gruppen unterschiedliche Vorraussetzungen für die jeweilige Fortbewegungsform mitbringen. Im Gegensatz dazu scheint eine Einteilung nach Stehfähigkeit, wie von Heid [63] vorgeschlagen, schwierig. Diese ist schwer zu differenzieren und damit sehr subjektiv.

2.1.5 Statomotorische Funktionsstufe IV

Die Gruppe der präoperativ frei sitzfähigen Patienten war mit 20 Kindern die größte. Dauerhaft konnten 70% in eine höhere Funktionsstufe wechseln, 45% wurden mit Stützen gehfähig, 20% frei gehfähig. Weitere 25% blieben langfristig in ihrer Funktionsstufe, ein Patient verschlechterte sich (D Ergebnisse, Tab. XII, Abb. 18, S. 84).

Dies bedeutet ein hohes Potential für eine Funktionsverbesserung nach Psoas-Rectus-Transfer von präoperativ frei sitzfähigen Patienten. 85% dieser Patienten waren zumindest für einige Zeit gehfähig, langfristig immerhin noch 70%.

Vergleicht man unsere Daten wiederum mit jenen von Matsuo et al. [106], so liegt bei ihnen die Quote jener, die postoperativ gehfähig werden, mit 57,1% deutlich niedriger als bei uns. Obwohl in unserem Patientengut prozentual mehr Patienten mit Tetraplegie vertreten sind. Auch die Quote der langfristig in der gleichen Funktionsstufe Verbliebenen ist bei Matsuo mit 42,9% fast doppelt so hoch. Allerdings hatte sich keiner seiner Patienten langfristig verschlechtert. Kriterien für den Operationserfolg waren bei ihm trotz Beibehaltung der gleichen Funktionsstufe eine Schmerzreduktion bzw. die perineale Pflegerleichterung.

Präoperativ frei sitzfähige Patienten mit ICP können in einem sehr hohen Prozentsatz vom Psoas-Rectus-Transfer profitieren. Bis zu 70% werden langfristig gehfähig.

2.1.6 Statomotorische Funktionsstufe V

Postoperativ konnten sich 94% der präoperativ mit Hilfe sitzfähigen Patienten um eine bis vier Leistungsstufen steigern. Bis zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung verschlechterten sich hiervon nochmals 25%. Langfristig befinden sich 87,5% in einer höheren statomotorischen Funktionsstufe als präoperativ, 68,75% konnten die Gehfähigkeit dauerhaft erwerben (D Ergebnisse, Tab. XIII, Abb. 19, S. 85).

Interessanterweise profitiert gerade die präoperativ schwächste Gruppe am meisten von der Durchführung des Psoas-Rectus-Transfers in funktioneller Hinsicht. Dies liegt natürlich auch daran, dass nur wer große Defizite aufweist, auch große Fortschritte machen kann.

Feldkamp [42] untersuchte 38 schwer betroffene Kinder mit 58 Hüftsubluxationen und Luxationen, die verschiedene Weichteiloperationen, zum Teil in Kombination mit knöchernen Eingriffen, erhalten hatten. Präoperativ konnten die Patienten weder frei sitzen, stehen oder gehen, noch den Vierfüßlerstand durchführen. Statomotorisch wurden postoperativ nur geringe Fortschritte erzielt. Immerhin erlernten 9 Kinder das freie Sitzen, 6 den Vierfüßlerstand und 4 das Kriechen. Aber keines der Kinder konnte frei stehen oder gehen. Der Vergleich mit unseren Ergebnissen ist schwierig, da die Anzahl der zusätzlichen athetotischen Komponente mit 50% bei Feldkamp wesentlich höher liegt. Zudem handelte es sich teilweise um bereits luxierte Hüften, die bei uns präoperativ zu den Ausschlusskriterien zählten. Bei Matsuo et al.[106] waren lediglich 4 Kinder der Gruppe präoperativ mit Unterstützung sitzfähiger Patienten zugeordnet. Hiervon blieben 50% postoperativ unverändert, 50% wurden frei sitzfähig. Diese wiederum schlechteren Ergebnisse im Vergleich zu uns können zum einen auf die kleine Fallzahl zurückgeführt werden. Zum anderen waren in der Studie von Matsuo teilweise auch Patienten mit präoperativ luxierten Hüften eingeschlossen worden.

Um von einer Operation wie dem Psoas-Rectus-Transfer funktionell zu profitieren, müssen bestimmte Restfunktionen vorhanden sein. Hier ist vor allem eine gewisse Stehfähigkeit, wenn präoperativ eventuell auch nur mit Unterstützung, zu nennen. Des Weiteren darf die athetotische Komponente der ICP nicht zu schwerwiegend, z.B. gleichstark wie die Spastizität ausgeprägt sein. Auch eine präoperativ bereits eingetretene Hüftluxation lässt nur wenig Spielraum für statomotorische Funktionsgewinne. Der beidseitige Psoas-Rectus-Transfer in Kombination mit konsequenten konservativen Methoden hat eine äußerst günstige Wirkung auf die statomotorischen Fähigkeiten der Patienten. Der präoperative statomotorische Funktionsstatus allein

erlaubt keine Prognose über den funktionellen Gewinn durch die Operation. Durch die Dokumentation des statomotorischen Funktionsstatus im zeitlichen Verlauf konnten in unserer Studie neue Erkenntnisse gewonnen werden.

2.2 Klinisch-technische Ergebnisse

2.2.1 Muskelkraft

Die Muskelkraft konnte bei allen 71 Patienten in den vier Hauptmuskelgruppen gemessen werden. Innerhalb des gesamten Patientengutes sind die Muskeln der Hüftbeugung und –adduktion stärker (3,5; 4,0) als die der Streckung und Abduktion (2,0; 3,0). Unterteilt nach präoperativen Funktionsstatus können alle Muskelgruppen bis auf die Extensoren im Median zumindest gegen die Schwerkraft bewegt werden. Unterteilt nach aktuellen Funktionsstatus sinkt die Kraft der Hüftbeuger in den einzelnen Gruppen kontinuierlich ab (D Ergebnisse, Tab. XVI & XVII, Abb. 21 & 22, S 89-91). Prä- und postoperativer statomotorischer Funktionsstatus korrelieren hochsignifikant ($p<0,000$) mit allen vier Muskelgruppen.

Das Muskelungleichgewicht mit geschwächten Hüftstreckern und -abduktoren sowie spastischen und damit überwiegenden Hüftbeugern und –adduktoren stellt eine der Hauptursachen für die Entstehung der spastischen Hüftluxation dar. Dieses Muskelungleichgewicht konnte auch bei unserem Patientengut angetroffen werden. Interessanterweise überwiegen auch postoperativ die Hüftbeuger und –adduktoren, obwohl erstere in allen Fällen transferiert und letztere in 75% der Fälle tenotomiert worden waren. Rang [134] geht von einer Schwächung der operierten Muskeln von ca. einem Kraftgrad aus. Würde dies zutreffen, müssten präoperativ noch stärkere Muskelkräfte vorhanden gewesen sein. Allerdings spielt bei der Kraftmessung spastischer Muskeln der erhöhte Muskeltonus bei Willküraktivität ebenfalls eine Rolle.

Prä- und postoperativer statomotorischer Funktionsstatus korrelieren hochsignifikant mit allen vier Muskelgruppen. Dies bedeutet, dass unabhängig von prä- oder postoperativem Funktionsstatus, Patienten mit größeren statomotorischen Restfunktionen ebenfalls eine größere Muskelkraft aufweisen. Die Auswirkung der Operation auf die Muskelkraft ist deshalb nur im Verglich mit präoperativen Ausgangsbefunden ausreichend aussagekräftig.

In der nationalen und internationalen Literatur gibt es kaum Untersuchungen zur Muskelkraft am Hüftgelenk bei Patienten mit ICP. Lediglich Roosth [142] beschreibt die

postoperative Muskelkraft der Hüftabduktoren bei 37 Patienten (21 Diplegie/12 Tetraplegie/ 4 Hemiplegie), die mit einer kombinierten Weichteiloperation versorgt worden waren. Die Untersuchung erfolgte in Seitenlage, eine Hüftbeugung wurde verhindert. 48,7% der Patienten konnten das Bein über die Horizontale gegen Widerstand bewegen, 37,8% das Bein bis zur Horizontale gegen die Schwerkraft bewegen, weitere 13,5% konnten das Bein nicht gegen die Schwerkraft bewegen. Die Daten seiner Untersuchungen sind mit unseren Ergebnissen vergleichbar. Allerdings werteten wir jedes Hüftgelenk einzeln, da häufig Seitendifferenzen vorlagen. In Prozent ergibt das 37,3% der Hüften für die Hüftabduktion gegen Widerstand, 31,7% für die Hüftabduktion gegen die Schwerkraft und 31,0% der Hüften konnten nicht gegen die Schwerkraft abduziert werden. Der letzte Anteil liegt damit deutlich höher, als bei Roosth [142].

2.2.2 Aktive Hüftflexion im Stand

Im Median erzielt unser Gesamtpatientengut (142 Hüften) postoperativ eine aktive Hüftflexion im Stand von 53°. Innerhalb des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus zeigt sich bei steigender statomotorischer Funktion eine zunehmende aktive Hüftflexion im Stand. Dieser Trend wird innerhalb des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus noch deutlicher, die Gruppen homogener.

Eine aktive Hüftflexion im Stand von 10° ist eine der Grundvorrausetzungen für die Gehfähigkeit mit Hilfsmitteln in der Ebene. So zeigen 21,4% der aktuell mit Stützen gehfähigen und 50% der mit Rollator gehfähigen Patientenhüften im Median wenigstens diese 10° aktiver Hüftbeugung im Stand. Noch 15% der aktuell frei sitzfähigen Patienten können ihre Hüften im Median bis 40° anheben. Die Ursache für das Nichterreichen der Gehfähigkeit muss bei ihnen somit andere Gründe haben. Ein Mangel an Stabilität wäre beispielsweise denkbar.

Weichteiloperationen der Hüftbeuger wie der Psoas-Rectus-Transfer können postoperativ möglicherweise eine Schwächung dieser Muskeln zur Folge haben. Diese mögliche Nebenwirkung betrifft alle Patienten in gleichem Maße. Man kann deshalb davon ausgehen, dass die Hüftbeugefunktion der einzelnen Patienten im Verhältnis zueinander präoperativ ähnlich ausgesehen haben muss. Unsere Daten und Abbildungen der aktiven Hüftflexion im Stand innerhalb des präoperativen und aktuellen Funktionsstatus (D Ergebnisse, Tab. IXX & XX, Abb. 23 & 24, S. 93-95) zeigen, dass Patienten mit guter aktiver Hüftbeugefunktion vor der Operation sich

postoperativ statomotorisch verbessern konnten. Jene mit präoperativ schlechter aktiver Hüftflexion im Stand konnten dagegen die Gehfähigkeit auch postoperativ nicht erlangen. Eine exakte Aussage über den möglichen Kraftverlust der aktiven Hüftbeugefunktion gegen die Schwerkraft ist uns leider, aufgrund fehlender präoperativer Daten, nicht möglich. Wir gehen jedoch davon aus, dass die Prüfung der aktiven Hüftflexion im Stand ein geeignetes Instrument darstellt, das statomotorische Potential jedes einzelnen Kindes bereits präoperativ besser abzuschätzen.

Matsuo et al. [106] führten oben genannten manuellen Muskeltest der Hüftbeuger im Stand ein. Sie stellten einen Vergleich zwischen zwei Patientengruppen an. Gruppe I bestand aus 23 Patienten (46 Hüften), die mit einer Iliopsoastenotomie in Kombination mit einer Tenotomie von M. gracilis und M. adductor longus behandelt worden waren. Gruppe II bestand aus 52 Kindern (86 Hüften), die eine selektive Z-förmige Iliopsoas-verlängerung und zum Teil Adduktorentenotomien sowie eine mediale Hamstring-ablösung erhalten hatten. In beiden Gruppen kam es postoperativ zu deutlichen Verbesserungen im Funktionsstatus. Der Hauptunterschied betraf die Kraft der Hüftbeuger. Es wurde der Winkel der maximalen Hüftbeugung in Stand gemessen (C 2 Methodik, Abb. 7, S. 67). Bei Gruppe I zeigte sich postoperativ eine evidente Hüftbeugerschwäche, welche sich in einem Zirkumduktionsgang sowie der Unfähigkeit, Treppen zu steigen, manifestierte. Im Einzelnen lagen in Gruppe I die Ergebnisse von 32 (69,6%) aus 46 Hüften für die Auswertung der aktiven Hüftflexion im Stand vor. Von diesen wurden 46.9% als ordentlich gewertet (71 – 90°), und weitere 53,1% als schwach gewertet (< 70°). Bessere Ergebnisse zeigte die zweite Gruppe, hier lagen die Werte von 50 (58,1%) aus 86 Hüften vor. Ein gutes Ergebnis (> 90°) erreichten 40%, ein ordentliches weitere 48% und 12% ein schwaches (< 70°) Resultat. Die Autoren wiesen auf die große Bedeutung des M. iliacus hin, welcher zum Erhalt der Hüftbeugekraft geschont werden muss. Ein direkter Vergleich mit unseren Ergebnissen ist nur leicht eingeschränkt möglich, da wir eine Einteilung in fünf Stufen gegenüber den drei Stufen von Matsuo vornahmen. Wobei unsere Stufen 1 und 2 im Wesentlichen dem schlechten Ergebnis (54,9%), unsere Stufe 3 dem ordentlichen Ergebnis (34,5%) und unsere Stufen 4 und 5 dem guten Ergebnis (10,6%) von Matsuo entsprechen. Somit scheinen Matsuo et al. [106] mit den Ergebnissen ihrer Gruppe II, deren operativer Eingriff mit dem Psoas-Rectus-Transfer am ehesten vergleichbar ist, den unseren deutlich überlegen. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass wir alle unsere Patienten in die Auswertung einbezogen haben. Matsuo et al. hingegen beurteilten nur die postoperativ gehfähigen Patienten. Weiterhin war der Anteil an

Patienten mit Tetraplegie bei unserem Patientengut mit 64,8% deutlich höher als bei Matsuo. Bei ihm lag er nur bei 48,1%. Insgesamt halten wir eine Unterteilung der aktiven Hüftflexion im Stand in fünf Stufen für sinnvoller, da es sehr wohl eine Aussage macht, ob die aktive Hüftflexion im Stand 20° oder 60° beträgt. Im ersten Fall wird dann vermutlich eher ein Zirkumduktionsgang erfolgen, während im zweiten Fall eventuell bereits Treppenstufen bewältigen werden können. Andere Autoren, die funktionelle Ergebnisse nach Psoasverlängerung auf Höhe des Beckenkamms unter Schonung des M. iliacus veröffentlichten, waren Sutherland et al. [170]. Sie untersuchten 17 Patienten (29 Hüften) mit ICP (14 Diplegie, 1 Hemiplegie, 2 Tetraplegie), zusätzlich waren Adduktorentenotomien, eine Kniebeugerverlängerung sowie ein Rectus-Transfer durchgeführt worden. Bei der körperlichen Untersuchung wurde postoperativ der Erhalt der Hüftbeugekraft festgestellt. Alle Patienten konnten die Hüftbeugung gegen die Schwerkraft mit Widerstand ausführen. Die aktive Hüftbeugung im Stand sank signifikant von 56° auf 48° postoperativ. In der Ganganalyse wurden eine signifikante Zunahme der Schrittlänge und eine Abnahme der Schrittfrequenz dokumentiert. Der Vergleich mit unseren Ergebnissen ist insofern schwierig, da bei Sutherland et al. alle Patienten bereits präoperativ gehfähig waren, bei uns weniger als die Hälfte. Nur 11,8% ihrer Patienten litten an einer Tetraplegie, in unserem Patientengut waren es 64,8%. Trotzdem zeigen unsere Patienten (gesamtes Patientengut = 142 Hüften) postoperativ eine aktive Hüftflexion von vergleichbaren 53° im Median. Bezüglich der postoperativen Kraft der Hüftbeuger im Stand ist der Psoas-Rectus-Transfer, trotz erheblich stärker betroffenem Patientengut unsererseits, dem Operationsverfahren von Sutherland et al. ebenbürtig, wenn nicht überlegen.

2.2.3 Spastik

Innerhalb des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus zeigt sich ein Anstieg der Spastizität mit sinkenden statomotorischen Fähigkeiten. Diese Tendenz nimmt innerhalb des aktuellen Funktionsstatus weiter zu. Der Schweregrad der Spastizität korreliert mit dem präoperativen und dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus I – V. 12% des Gesamtpatientengutes weisen eine Seitenbetonung der Spastizität auf. Diese korreliert nur mit dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus I – V.

Sowohl für den präoperativen als auch für den aktuellen Funktionsstatus zeigt sich eine signifikante Abhängigkeit (Korrelation) der statomotorischen Funktion von der Spastizität. Die Patienten, die in der Untersuchung eine geringe Spastizität zeigen, wurden nach dem Psoas-Rectus-Transfer häufiger gehfähig. Anhand der Tabellen und

Abbildungen (D Ergebnisse, Tab. XXI & XXII, Abb. 25 & 26, S 97 & 98) aus dem Ergebnisteil kann man die Wanderung der Patienten verfolgen. Viele der Patienten mit mittlerer (3) bis geringer (2) Spastik wechseln postoperativ in die ersten beiden Funktionsstufen (frei gehfähig; gehfähig mit Stützen). Sie konnten durch die operative Auflösung der Hüftbeuge- und Adduktionskontrakturen die Aufrichtung und damit in vielen Fällen auch die Fortbewegung erlangen. Patienten mit schwerer (4) bis schwerster Spastizität (5) bleiben postoperativ in den Funktionsstufen III – V zurück. Es gibt jedoch auch Ausnahmen. So erlernten 7 Patienten trotz schwerer Spastizität (4) die Gehfähigkeit mit Stützen bereits präoperativ, weitere 5 Patienten nochmals nach der Operation. Die Wahrscheinlichkeit, die Gehfähigkeit mit Hilfe des Psoas-Rectus-Transfer zu erlangen, sinkt mit steigender Spastizität und Asymmetrie. Eine direkte Auswirkung der Operation auf die Spastizität der unteren Extremitäten konnte nicht nachgewiesen werden, da keine präoperativen Daten vorlagen.

Perry et al. [131] konnten bei 23 Patienten mit Diplegie nach Weichteiloperationen im EMG eine postoperativ verminderte Aktivität der spastischen Muskeln nachweisen. Inwieweit sich diese verminderte Aktivität in einer verminderten Spastik im klinischen Test ausgewirkt hätte, kann nur spekuliert werden.

2.2.4 Passives Bewegungsausmaß

Die aktuelle passive Hüftstreckung von 10° im Median unseres Gesamtpatientengutes belegt die Effizienz des Psoas-Rectus-Transfer. Er stellt eine wirksame Methode dar, um Hüftbeugekontrakturen nachhaltig (Nachuntersuchungszeitraum 12,8 Jahre) aufzulösen. Das erneute Auftreten von nur 11 (7,7%) Hüftbeugekontrakturen im Laufe der Jahre ist ein sehr zufrieden stellendes Ergebnis. Anhand des aktuellen Funktionsstatus sieht man, dass das Neuauftreten sowie das Ausmaß der Kontrakturen mit der postoperativen Funktion korrelieren. Dies entspricht der Kenntnis, dass Patienten, die viel im Rollstuhl sitzen, mit großer Wahrscheinlichkeit erneut Kontrakturen entwickeln.

Deutlich zahlreicher sind Kniebeugekontrakturen. Ihre Häufigkeit ist bei allen Funktionsstufen in etwa gleich. Das Ausmaß nimmt allerdings bei sinkender statomotorischer Restfunktion deutlich zu. Die passive Kniestreckung bis zur Nullstellung im Median ist ein zufrieden stellender Befund. Inwieweit dieses Ergebnis dem Psoas-Rectus-Transfer bzw. der Adduktorentenotomie zugeschrieben werden kann, sei dahingestellt.

Die passive Adduktion mit 30° im Median liegt deutlich über der passiven Abduktion von 20°. Im Normalfall ist dieses Verhältnis genau umgekehrt. Die verminderte passive Abduktion setzt sich vermutlich aus dem erhöhten Muskeltonus der Adduktoren sowie aus einer, sich im Laufe der Jahre erneut ausgebildeten, Kontraktur derselben zusammen. Funktionell spielt diese geringe Einschränkung keine Rolle. Echte Kontrakturen sind mit 2,1% extrem selten. Dies ist ein Beleg für die Effizienz der bei den meisten Patienten ebenfalls durchgeführten Adduktorentenotomien. Abduktions-kontrakturen, die für eine chirurgische Überkorrektur sprechen würden, traten in keinem einzigen Fall auf.

Die passive Außenrotation liegt mit 30° im Median im Normbereich. Anders die passive Innenrotation, welche mit 60° im Median deutlich über der Norm (40–50°) ausfällt. Kontrakturen kommen nur bei der Innenrotation vor und sind mit 2,1% die Ausnahme (D Ergebnisse, Tab. XXIII - XXV, S. 99 & 100).

Das wesentlich größere passive als aktive Bewegungsausmaß spricht für zwei Dinge. Erstens spiegeln aktive Bewegungsabläufe den zum Teil ausgeprägten Kontrollverlust bei spastischer Cerebralparese wider. Zweitens konnte die Spastik durch passiven Stretch bei der Untersuchung gemindert werden. Gleichwohl kann bei der Untersuchung der passiven Bewegung nicht immer eine vollständige Überwindung des passiven Widerstandes gewährleisten werden. Unter Umständen spiegelt das Ende der passiven Bewegung noch nicht die strukturelle Verkürzung wider.

Bleck [13] fand bei seinen Patienten nach Iliopsoasrezession eine Korrektur der Hüftbeugekontraktur von 20° im Median. Die klinische Messung erfolgte mit Hilfe des Thomas-Tests. Der Autor wies auf die methodische Schwäche dieser Untersuchungstechnik bei spastischen Patienten hin. Postoperativ betrug die durchschnittliche Hüftbeugekontraktur seiner Patienten 16°. Unser Patientengut zeigt demgegenüber eine durchschnittliche Kontraktur der Hüftbeuger von nur 8°. Aronson et al. [2] untersuchten 42 Kinder, die einen posterioren Adduktorentransfer erhalten hatten. Sie fanden präoperativ bei der passiven Hüftextensionsmessung eine Hüftbeugekontraktur von durchschnittlich 26°, sowie deren signifikante Verbesserung auf 9° durchschnittlich 5,7 Jahre postoperativ. Bei 40% der Patienten war eine zusätzliche Iliopsoastenotomie durchgeführt worden. Sie resultierte in einem noch größeren passiven Bewegungsausmaß und zeigte eine Reduktion der Hüftbeugekontraktur von 31 auf 11°. Unser Ergebnis der komplett aufgelösten Hüftbeugekontraktur bei erhaltener passiver Hüftextension von 10° weist auf die

Bedeutung des M. rectus femoris hin, der beim Psoas-Rectus-Transfer ebenfalls verlängert wird.

Messungen der Hüftabduktion wurden von Wheeler und Weinstein [181] vor und nach Adduktorentenotomien mit Obturatorneurektomie vorgenommen. Hierbei betrug die durchschnittliche passive Hüftabduktion präoperativ 27° und konnte postoperativ signifikant auf 64° gesteigert werden. Auch Smith und Stevens [161] führten Messungen der passiven Hüftabduktion durch. Das Operationsverfahren bestand aus einer Kombination von Adduktorentransfer, Iliopsoasverlängerung und proximaler Kniebeugerverlängerung. Die passive Abduktion bei gestrecktem Kniegelenk konnte hierbei im Durchschnitt von präoperativen 21° auf postoperative 55,7° gesteigert werden. Der mittlere Nachuntersuchungszeitraum der Studie betrug allerdings weniger als 2 Jahre, so dass es sich im Gegensatz zu unserer Studie nicht um Langzeitergebnisse handelt. In einer neueren Untersuchung von Miller et al. [113] wurden ebenfalls prä- und postoperative passive Abduktionsmessungen durchgeführt. 74 Kinder mit 147 Hüften waren im Median im Alter von durchschnittlich 4,5 Jahren mit einer offenen Adduktoren- und Iliopsoasverlängerung behandelt worden. Die passive Hüftabduktion stieg von präoperativen 31° im Median auf 48° postoperativ. Nach vier weiteren Jahren war sie auf 40° abgesunken. In den drei oben genannten Nachuntersuchungen, betrug die passive Hüftabduktion zwei bis viereinhalb Jahre postoperativ 64° [181] 56° [161] und 48° [113]. Bereits vier Jahre später gaben Miller et al. ein Absinken der passiven Abduktion um 8° an. Somit ist es nicht verwunderlich, wenn unsere Patienten durchschnittlich 12,8 Jahre postoperativ nur noch über eine passive Abduktion von 20° im Median verfügen.

Zusammenfassend ist eine klinisch verwertbare Messung des passiven Bewegungsausmaßes unter Beachtung genannter Kriterien auch bei Patienten mit ICP möglich (E 1 Methodendiskussion, 1.2.4 Passives Bewegungsausmaß, S. 147). Schwieriger zu beantworten ist die Frage, welche funktionellen Aussagen durch diese Messung getroffen werden können. Simon et al. [160] konnten durch passive Gelenkmessungen häufig nicht das später in der Ganganalyse gefundene aktive Bewegungsausmaß vorhersagen. Passives Bewegungsausmaß und aktive Funktion desselben Muskels können demnach deutlich differieren. Leider war ein exakter Vergleich mit präoperativen Werten in unserer Studie nicht möglich. In vielen Fällen war zwar die Kontraktur vermerkt worden, häufig lagen jedoch keine genauen Winkelmessungen vor. Sehr interessant wäre der zusätzliche Vergleich mit intraoperativ, also in Narkose gefundenen, Winkelgraden gewesen.

2.2.5 Aktives Bewegungsausmaß

Von 71 Patienten können die Ergebnisse des aktiven Bewegungsausmaßes an Hüft- und Kniegelenk bei 6 Patienten (12 Hüften) nicht gewertet werden. Aufgrund der starken Spastik kam es zu Massenbewegungen und assoziierte Bewegungen, wodurch eine korrekte Bewertung nicht möglich war. Somit verblieben noch 130 Hüften für die Auswertung. Diese können im Median bis zur Nullstellung gestreckt und bis 100° gebeugt werden. Präoperativ und aktuell frei gehfähige Patienten (Gruppe I) zeigen im Median eine aktive Hüftstreckung von 10°. Die aktive Hüftbeugung nimmt mit steigender Funktionsstufe zu. Diese Zunahme ist beim aktuellen Funktionsstatus kontinuierlich. Die Zunahme der Abduktion und Adduktion innerhalb der Funktionsstufen ist beim aktuellen Funktionsstatus deutlicher nachweisbar. Je besser die statomotorische Fähigkeit, desto größer das aktive Bewegungsausmaß (D Ergebnisse, Tab. XXVI–XXVIII, S. 101 & 102).

Ingesamt sind die Ergebnisse des aktiven Bewegungsausmaßes aufgrund der Grunderkrankung der Patienten nur eingeschränkt verwertbar. Letzten Endes machen sie immer auch eine Aussage über die Stärke der spastischen Tonuserhöhung bei willkürlicher Muskelaktivität. Dementsprechend zeigt sich eine Korrelation für die meisten Bewegungen mit dem statomotorischen Funktionsstatus. Interessanterweise war bei allen Funktionsgruppen die Durchführung der aktiven Hüftaußenrotation nicht möglich.

Vermutlich aufgrund der methodischen Schwierigkeiten bei spastischen Patienten mit eingeschränkter Aussagekraft fanden wir in der Literatur keine Untersuchungen zum aktiven Bewegungsausmaß. Einzige Ausnahme bildet die aktive Hüftflexion im Stand, die unter E Diskussion 1.2.2 (S. 145) näher diskutiert wird.

2.2.6 Grobmotorische Funktionsmessung GMFM

Die Grobmotorische Funktionsmessung korreliert signifikant mit dem präoperativen und aktuellen statomotorischen Funktionsstatus. Unterteilt nach präoperativen Funktionsstatus, zeigt sich ein Anstieg der Gesamtpunktzahl in der GMFM mit zunehmender statomotorischer Kompetenz. Beim aktuellen statomotorischen Funktionsstatus liegen die Ergebnisse der Gesamtpunktzahlen der GMFM innerhalb der einzelnen Funktionsstufen sehr dicht beieinander, die Gruppen sind homogen (D Ergebnisse 2.6, Tab. XXIX-XXXI, Abb. 27 & 28, S 103-106).

Unsere Daten zeigen, dass die Ergebnisse des GMFM mit dem präoperativen statomotorischen Funktionsstatus korrelieren. Dies bedeutet, dass Patienten mit hohen präoperativen statomotorischen Kompetenzen auch postoperativ im spezifischen GMFM hohe Punkte erzielen. Anhand des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus erkennt man, dass viele der Patienten mit hohen Punktzahlen in der GMFM postoperativ gehfähig wurden. Die Patienten mit geringer Punktzahl blieben in den schlechten Funktionsstufen zurück.

Mit der grobmotorischen Funktionsmessung kann eine differenzierte Aussage über die statomotorischen Funktionen eines Patienten mit ICP gemacht werden. Ebenso können Auswirkungen einer Operation auf die Grobmotorik, also Verbesserungen, ein Gleichbleiben – oder aber auch eine Verschlechterung, sensitiv dokumentieren werden. Dies war bisher mit der Einteilung in statomotorische Funktionsstufen nicht in diesem Ausmaß möglich. Selbst kleinere Veränderungen werden sichtbar gemacht, direkte Rückschlüsse auf die Funktion des einzelnen Patienten sind möglich. Patienten, die sich postoperativ klinisch verbessern, jedoch in der gleichen Funktionsstufe verbleiben, können differenzierter beurteilt und klassifiziert werden. Ob die Patienten, die in der GMFM gute Resultate erzielten und heute hohe statomotorische Restfunktionen aufweisen, bereits präoperativ bessere Ergebnisse in der GMFM erzielt hätten als jene mit schlechten statomotorischen Funktionen, konnten wir nicht klären. Ebenfalls denkbar ist, dass erst mit Hilfe des Psoas-Rectus-Transfers die entsprechenden Vorraussetzungen dafür geschaffen wurden. Diese Frage kann nur unter Zuhilfenahme von präoperativen grobmotorischen Funktionsmessungen im Rahmen einer prospektiven Studie geklärt werden. Interessant wäre ebenfalls herauszufinden, ob die präoperative GMFM eine geeignete Methode ist, um das postoperative statomotorische Ergebnis zu prognostizieren.

Mc Laughlin et al. [111] verwandten in ihrer Studie über die Auswirkungen dorsaler Rhizotomien unter anderem ebenfalls den GMFM nach Russel [145]. Unterteilt anhand der Diagnose fanden sie postoperativ eine Verbesserung der Gesamtpunktzahl im GMFM um 9% bei Tetraplegikern sowie um 9,8% bei Diplegikern. Abschließend bewerteten sie den GMFM nach Russel als ein gültiges und verlässliches Instrument, um klinische Veränderungen der Grobmotorik zu messen.

2.3 Radiologisch-technische Ergebnisse

2.3.1 Projizierter CCD-Winkel

Innerhalb des Gesamtpatientengutes verkleinert sich der projizierte CCD-Winkel im Median hochsignifikant von 146,0° präoperativ auf 141,0° bei Nachuntersuchung. Innerhalb des präoperativen Funktionsstatus können alle fünf Gruppen ihren CCD-Winkel verkleinern. Bei den Gruppen I, II und IV ist diese Abnahme signifikant. Unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus zeigen die Gruppen I – IV eine signifikante postoperative Winkelabnahme. Prä- und postoperative projizierte CCD-Winkel korrelieren mit dem präoperativen sowie dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus. 65% der Hüften verbessern ihren CCD-Winkel um 8° im Median. 15% der Winkel verändern sich nicht, 20% verschlechtern sich um 7°. Nach vorgenommener Alterskorrektur haben 24,3% der Hüften ihre Gradeinteilung innerhalb der Klassifikation verbessert, 42% verblieben in der gleichen Gradeinteilung, und bei 32% verschlechterte sich diese (D Ergebnisse, Tab. XXXII-XXXVII, Abb. 29-32, S. 107-112).

Der projizierte CCD-Winkel des Gesamtkollektivs zeigt postoperativ eine signifikante Verkleinerung um 5°. Insgesamt liegt er damit prä- und postoperativ im pathologischen Bereich im Sinne einer Coxa valga. Bei der spastischen Cerebralparese ist vor allem der AT-Winkel erhöht. Durch Schwächung der Antagonisten führt der Psoas-Rectus-Transfer zu einer Abnahme der Antetorsion und folglich indirekt auch zur Abnahme des projizierten CCD-Winkel. Diese Abnahme wurde bereits bei zum Teil identischem Patientengut von Heimkes et al. [68] 1992 dokumentiert. Auch Miller, Cardoso et al. [113] fanden bei ihrem Patientengut eine postoperative Abnahme des reellen CCD-Winkel um 2°. Sie werteten diesen Befund jedoch als unverändert, da sich diese geringe Winkelabnahme innerhalb des möglichen Messfehlers befindet. Manolikakis und Zeiler [103] verwendeten wie wir den projizierten CCD-Winkel, konnten jedoch nach kombiniertem Weichteileingriff bei 296 Hüftgelenken ebenfalls keine Winkeländerungen nachweisen. Auch Wheeler und Weinstein [181] konnten nach Weichteileingriffen am Hüftgelenk keine wesentlichen Veränderungen des projizierten CCD-Winkel erkennen. Bei ihnen handelte es sich allerdings um eine kleine Serie (25 Patienten; 41 Hüften) nach Adduktorentenotomie mit Obturatorneurektomie, genaue Messungen des CCD-Winkel wurden nicht durchgeführt.

Es war zu erwarten, dass der prä- und postoperative projizierte CCD-Winkel mit dem präoperativen sowie dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus korrelieren

würde. Der CCD-Winkel ist unter anderem von dem Ausmaß der Funktionsverbesserung abhängig. Je eher und besser die Patienten bereits vor der Operation gehfähig waren, oder falls sie postoperativ gehfähig wurden, desto mehr Gelegenheit hatten sie, die primär bestehende „Entlastungs-Coxa valga“ zu reduzieren [68], [67]. Postoperativ kommt zusätzlich die Verminderung der muskulären Imbalance durch den Psoas-Rectus-Transfer und falls erfolgt, die zusätzliche Adduktorenschwächung mit Hilfe der Adduktorentenotomie zum Tragen.

Die Betroffenen aus allen fünf statomotorischen Funktionsstufen konnten postoperativ ihren CCD-Winkel reduzieren, wenn diese Reduktion auch nicht in jeder Funktionsstufe signifikant war. Obwohl nicht allen die Gewichtsübernahme, bzw. die Gehfähigkeit glückte, führte allein die Verminderung des muskulären Ungleichgewichts an der Hüfte zu einer Varisierung bzw. Detorquierung am Schenkelhals. Das größte Varisierungspotential mit einer Abnahme des projizierten CCD-Winkel um 9,5° im Median zeigt die präoperative Funktionsstufe IV sowie die postoperative Funktionsstufe V mit 10°.

Unabhängig vom statomotorischen Verlauf konnten sich 65% der projizierten CCD-Winkel um 8° im Median verkleinern. Legt man Messfehler von 5° zugrunde, sprechen unsere Daten dafür, dass bei der großen Mehrheit eine Verringerung des projizierten CCD-Winkel erreicht werden konnte. Bereits ein unveränderter Winkel (15%) stellt einen Erfolg dar, da die Wahrscheinlichkeit einer zunehmenden Hüftsubluxation, bzw. -luxation mit der Vergrößerung des AT-Winkels steigt. Die Zunahme des projizierten CCD-Winkel von 7° im Median bei 20% der Betroffenen ist ein akzeptables Ergebnis. Wir gehen davon aus, dass der Winkel ohne Operation noch stärker zugenommen hätte.

Nimmt man bei der Auswertung der Ergebnisse eine Alterskorrektur vor, so erhält man unwillkürlich eine schlechtere Bewertung der Gesamtergebnisse. Dies liegt daran, dass der CCD-Winkel unter physiologischen Bedingungen in der späteren Adoleszenz nochmals abnimmt. Ältere Patienten, die präoperativ im Vergleich mit der Normalpopulation noch einen normalen CCD-Winkel aufwiesen und diesen Winkel bis zur Nachuntersuchung beibehielten, fallen allein aufgrund niedrigerer Normalwerte mit zunehmendem Alter in der altersbezogenen Klassifikation nach Tönnis [176] automatisch in eine pathologische Gradeinteilung.

Ein anderer, nicht gelöster Punkt ist, inwieweit man einen projizierten CCD-Winkel mit reellen Normwerttabellen vergleichen kann. Wir halten jedoch die Forderung nach Alterskorrektur für künftige Studien für wesentlich. Diese muss für alle stark

altersabhängigen Winkel erfolgen, um Änderungen durch physiologische Reifung gerecht zu werden. Eine exakte Einteilung in Coxa norma oder Coxa vara setzt allerdings die Kenntnis der reellen CCD-Winkel voraus.

Nach unserer Überzeugung ist der Psoas-Rectus-Transfer durch Förderung der statomotorischen Funktion und Minderung der muskulären Imbalance geeignet, den CCD-Winkel zu reduzieren. Leider lässt der projizierte CCD-Winkel keine eindeutige Aussage darüber zu, ob es sich um die Reduktion der Varisierung oder der Detorquierung des Femur handelt. Für weitere Studien halten wir deshalb die Kombination von BÜS-Aufnahmen mit sonographischen Methoden für überlegen.

2.3.2 Migrationsindex nach Reimers

Das Gesamtpatientengut konnte den Migrationswert hochsignifikant von 26,6% präoperativ auf 17,3% postoperativ verringern. Alle fünf Funktionsgruppen des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus können ihren MP postoperativ hochsignifikant reduzieren. Innerhalb des aktuellen Funktionsstatus ergibt sich nur für Gruppe V keine signifikante Verkleinerung. Insgesamt verbessern sich 118 Hüften um 11%, 5 bleiben unverändert, und 17 Hüften verschlechtern sich um 3% im Median. Durch die Operation konnten 52,1% der Hüften um einen bis zwei Luxationsgrade gebessert werden, 47,1% verblieben innerhalb ihres Luxationsgrades, 0,7% der insgesamt 140 Hüften hatten sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung um einen Luxationsgrad verschlechtert.

Innerhalb des Gesamtpatientengutes konnte mit Hilfe des Psoas-Rectus-Transfer eine langfristige Reduktion des MP um 9,3% im Median erzielt werden. Wie bereits in der Methodendiskussion (E 1.3.2 Migrationswert, S. 150) dargestellt, kann bei MP-Unterschieden von $\pm$ 8 - 10° [140], [36], [127] davon ausgegangen werden, dass eine echte klinische Veränderung vorliegt, und man nicht einem Messfehler aufsitzt.

Innerhalb des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus können alle fünf Funktionsstufen ihren MP im Median signifikant verkleinern. Dies bedeutet, dass alle Patienten, unabhängig von ihrer präoperativen statomotorischen Funktion, vom Psoas-Rectus-Transfer im Sinne einer Verringerung des Überdachungsdefizites profitieren. Eine Korrelation des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus erhält man nur für den präoperativen MP, nicht jedoch für den aktuellen MP. Dieses Ergebnis spiegelt die zusätzliche Wirkung der Aufrichtung und Belastung der Hüften wieder. Patienten, die bereits vor der Operation belasten konnten, zeigten folgerichtig niedrigere, in den

Funktionsstufen IV & V entsprechend höhere präoperative MP-Werte. Das postoperative Überdachungsdefizit korreliert hingegen nicht, da die einzelnen Patienten der präoperativen statomotorischen Funktionsstufen ganz unterschiedliche statomotorische Verläufe einschlugen (D Ergebnisse, 1. Statomotorischer Funktionsstatus, Tab. VIII, Abb. 14, S. 80), und somit die postoperative Gewichtübernahme nicht der präoperativen Funktionseinteilung entspricht.

Auch innerhalb des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus können alle Patientengruppen ihren MP im Median reduzieren. Allein die Gruppe der aktuell mit Hilfe Sitzfähigen (Gruppe V) zeigt keine signifikante Reduktion, auch wenn der MP im Median um 7,8% abnimmt. Wiederum haben also alle Patienten von der Operation, im Sinne einer Zentrierung des Hüftkopfes, profitiert. Allerdings haben die Betroffenen, die ihre Hüfte postoperativ nicht ausreichend belasten konnten, entsprechend weniger gewonnen. Einschränkend muss gesagt werden, dass die aktuelle Funktionsstufe V mit nur 8 Hüften, die mit Abstand kleinste Gruppe darstellt. Möglicherweise konnte aus diesem Grund keine statistisch signifikante Winkelabnahme errechnet werden (D Ergebnisse, Tab. XXXVIII-XLIII, Abb. 33-36, S. 114-119).

Bei nicht operierten spastischen ICP-Patienten mit subluxierten Hüften muss mit einer jährlichen spontanen Luxationsrate zwischen 4% [150], 5,5% [179] und 10% [140] gerechnet werden. Diese Angaben verdeutlichen die Effizienz des Psoas-Rectus-Transfer. Er bewirkte bei unserem Patientengut bei 84,3% der Patienten eine Reduktion des MP um 11%, bei 3,6% einen Stillstand und bei 12,1% eine Zunahme um lediglich 3% im Median über einen Nachuntersuchungszeitraum von durchschnittlich 12,8 Jahren. Das Fortschreiten der Subluxation wurde somit effizient gestoppt, und in den meisten Fällen eine Zunahme der Überdachung der Hüftköpfe erzielt. Diese liegt mit 11% im Median hoch genug, um einen möglichen Messfehler von maximal 10% auszuschließen [140], [36], [127].

Übernimmt man für die Beurteilung des Operationserfolges eine Subluxationseinteilung nach Miller et al. [113], so finden sich in ihrem Patientengut vor der Operation 20% normale Hüften (MP < 25%), 52% waren leicht (MP 25 – 39%), 22% moderat (40 - 49%) und 6% schwer (MP > 60%) subluxiert. Unsere Patienten zeigten präoperativ in 37,9% normale Hüften, 48,6% waren leicht, 12,9% moderat und 0,7% schwer subluxiert. Postoperativ weist unser Patientengut in 85% ein gutes Ergebnis (MP < 25%), in 12,1% ein ordentliches Ergebnis (MP 25 – 39%), und in 2,9% der Hüften ein

unbefriedigendes Ergebnis (MP >40 %) auf. Bei Miller et al. hingegen wurden 54% als gut, 34% als ordentlich und 12% als unbefriedigend klassifiziert.

Betrachtet man diese Bilanz, hat man zunächst den Eindruck, dass bereits vor der Operation fast 40% unserer Patienten eine normale Hüfte aufwiesen. Dies ist natürlich nicht der Fall, denn Miller et al. definieren normale Hüften bis zu einem MP < 25%. Man müsste also viel eher von einer für Spastiker „normalen“ Hüfte sprechen [44], denn nach Reimers beträgt der MP bei gesunden Populationen maximal 10% [140]. Vermutlich ist der Prozentsatz „normaler“ Hüften bei Miller et al. so niedrig, da sie als Operationsindikation einen MP > 25% verwendeten. Die Anzahl der leicht subluxierten Hüften ist annähernd gleich, die der moderat und schwer subluxierten Hüften liegt bei Miller et al. deutlich höher. Die operativen Eingriffe sind im Wesentlichen vergleichbar. Bei 75% unserer Patienten wurde der Psoas-Rectus-Transfer in Kombination mit einer Adduktorentenotomie durchgeführt. Miller et al. verwendeten in allen Fällen die Kombination aus Adduktorentenotomie und Iliopsoasverlängerung. Eine große Schwäche ihrer Untersuchung ist der kurze Nachuntersuchungszeitraum von 3 Jahren im Median. Bei uns lag die Operation im Median 11 Jahre zurück. Bezüglich der statomotorischen Fähigkeiten sind die Patientenkollektive nur bedingt vergleichbar. Bei Miller et al. waren 69%, bei uns nur 51% der Betroffenen präoperativ nicht gehfähig. Onimus et al. [126] präsentieren in ihrer radiologischen Nachuntersuchung von 40 Hüften, nach kombinierter Psoas- und Adduktorentenotomie mit Obturatorneurektomie, in 65% der Fälle eine Abnahme des MP um wenigstens 10%. Die übrigen 35% konnten sich nicht um mindestens 10% verbessern und wurden somit als Misserfolg gewertet. Es handelte sich ausschließlich um schwer betroffene, weder sitz- noch gehfähige Patienten, weshalb wir ihre Ergebnisse mit der präoperativen statomotorischen Funktionsstufe V unseres Patientengutes vergleichen möchten. Diese konnten ihren MP signifikant von 28,6 auf postoperativ 18,6% im Median reduzieren. Dies entspricht ebenfalls einer Abnahme des MP um 10%. Frischhut et al. [48] führten Adduktorentenotomien, bei ca. 50% der Patienten in Kombination mit einer Psoastenotomie, durch. Sie unterteilten ihr Patientengut anhand der topographischen Diagnose. Demnach konnten Diplegiker ihren MP von durchschnittlich 48% auf 39% postoperativ reduzieren. Am meisten profitierten die Tetraplegiker. Bei ihnen war jeweils eine kombinierte Adduktorenpsoastenotomie durchgeführt worden. Ihr MP verkleinerte sich von 73% auf 33% bis zur Nachuntersuchung. Zwei Kinder hatten postoperativ eine Hüftluxation entwickelt. Insgesamt konnte bei 90% der Betroffenen eine drohende Hüftluxation verhindert sowie eine bessere Hüftzentrierung erzielt

werden. Unsere Patienten hingegen zeigten in keiner der Funktionsstufen eine derart ausgeprägte MP-Reduktion. Die größte Differenz des Median vor und nach Operation beträgt 14,4%. Eine Luxation konnte in allen Fällen verhindert werden. Ebenfalls signifikante MP-Reduktionen nach kombiniertem Weichteileingriff, bestehend aus Adduktorentransfer, Iliopsoastenotomie und proximaler Kniebeugerverlängerung, wurden von Smith und Stevens [161] vorgestellt. Sie konnten bereits nach eineinhalb Jahren einen Rückgang des MP von 32,8 auf 25,5% postoperativ beobachten. Somit liegen sie knapp unter der von Parrott gefundenen $\pm$ 8% Mindeständerung zum Ausschluss möglicher Messfehler. Ihre MP-Reduktion von 7,3% liegt deutlich unter den 9,3% unserer Patienten. Zudem war unser Nachuntersuchungszeitraum siebenmal länger, die Anzahl der untersuchten Hüften um ein vierfaches höher. Kalen und Bleck [85] fanden bei ihrem Patientengut, welches mit Adduktorentenotomien in Kombination mit einer Iliopsoasrezession versorgt worden war, in 80% der Fälle eine Verbesserung oder ein Gleichbleiben der Femurkopfüberdachung. Dieses Ergebnis entspricht weitgehend den 87,9% (84,3% Verbesserung und 3,6% Gleichbleiben) unserer Patienten. Zusammenfassend sind wir der Überzeugung, dass insbesondere kombinierte Weichteileingriffe (Psoas-Rectus-Transfer und Adduktorentenotomie) signifikante Verbesserungen der Hüftkopfüberdachung bewirken. Dieses Ergebnis wird durch die Studien o.g. Autoren bestätigt, auch wenn aufgrund unterschiedlicher Operationsverfahren und abweichender Einteilungen die einzelnen Ergebnisse häufig nicht direkt miteinander vergleichbar sind.

Andere Autoren sind der Meinung, dass Adduktorentenotomien die Hüftzentrierung fördern, zusätzliche Hüftbeugeroperationen aber keinen entscheidenden Einfluss auf das röntgenologische Ergebnis haben. Reimers [140] selber fand nach Adduktorentenotomien eine Reduktion des MP von 15%. Bei nur weiteren 11 Patienten waren Hüftbeugerverlängerungen nach Anthonsen [1] durchgeführt worden, welche zu keiner signifikanten MP-Veränderung führten. Bei der Hälfte der Operationen waren zusätzlich Gracilisresektionen durchgeführt worden. Der Nachuntersuchungszeitraum betrug 3 Jahre. Auch Silver et al. [159] konnten nach Adduktorentenotomien mit Obturatorneurektomie bei nicht gehfähigen ICP-Patienten keinen positiven Effekt auf die Hüftkopfzentrierung durch zusätzliche Psoas- und Kniebeugertenotomien feststellen. Beidseitige Adduktorentenotomien führten in 80% der Fälle zu einer Hüftluxationsprophylaxe. Allerdings konnten die zusätzlichen Psoastenotomien die Ausbildung von Abduktionskontrakturen verhindern.

2.3.3 AC-Winkel nach Hilgenreiner

Der AC-Winkel sinkt postoperativ hochsignifikant von 21 auf 16° im Median. Unterteilt nach präoperativem statomotorischen Funktionsstatus können alle Gruppen ihren AC-Winkel postoperativ verkleinern. In den Gruppe I und V ist diese Verbesserung signifikant. Innerhalb des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus kommt es in den Funktionsgruppen I – III zu signifikanten Verbesserungen des AC-Winkels. 68,8% der Patientenhüften verbessern sich um 6°, 15% bleiben gleich und 13% der Hüftbefunde verschlechtern sich um 4° im Median. Nach vorgenommener Klassifikation mit Alterskorrektur können insgesamt 81,25% der Patientenhüften ihre Gradeinteilung verbessern oder behaupten.

Bei einer signifikanten Abnahme um 5° im Median gehen wir davon aus, dass eine echte Verkleinerung des AC-Winkels als Folge des Psoas-Rectus-Transfer stattgefunden hat. Wie bereits bei der Methodendiskussion (E Methodendiskussion, 1.3.3 AC-Winkel, S. 151) beschrieben, kann bei einer Differenz von $\pm$ 3,7° ein Messfehler weitgehend ausgeschlossen werden [127], [36].

Anhand des präoperativen statomotorischen Funktionsstatus wird deutlich, dass alle fünf Funktionsgruppen ihren AC-Winkel im Median zwischen 3,6 – 7° postoperativ verkleinern können. Somit liegen alle Gruppen, bis auf Gruppe IV (präoperativ frei sitzfähig), über den geforderten 3,7° Mindestdifferenz zum Ausschluss von Messfehlern. Das Ergebnis spricht für eine Minderung der vorhandenen Pfannendachdysplasie durch die Ausschaltung des pathologischen Muskelzuges der Hüftbeuger und –adduktoren. Die statistisch signifikante Winkelabnahme der Gruppe I (präoperativ frei gehfähig) untermauert die Bedeutung der Beseitigung des Muskelungleichgewichts. Die zweite signifikante AC-Winkelabnahme betrifft die Gruppe V (präoperativ mit Hilfe sitzfähig). Aus dieser Gruppe konnte postoperativ der größte Prozentsatz statomotorisch profitieren (87,5%). Diese Gruppe steht somit für die zusätzliche Bedeutung der postoperativen Gewichtsübernahme und Belastung der Hüftgelenke.

Betrachtet man den aktuellen statomotorischen Funktionsstatus, so findet man hier in den ersten drei Funktionsgruppen, sprich bei den drei postoperativ „gehfähigen“ Patientengruppen, jeweils signifikante AC-Winkelabnahmen. Diese Patienten haben also sowohl von der Belastung der Hüftgelenke als auch von der Ausschaltung des pathologischen Muskelzugs profitiert. In den Gruppen IV und V (postoperativ frei – und mit Hilfe sitzfähig) veränderte sich der AC-Winkel postoperativ $\pm$ 1°. Die Aufhebung der muskulären Imbalance konnte eine weitere signifikante Zunahme der Hüftpfannen-

dysplasie verhindern, eine Reduktion des AC-Winkels jedoch nicht bewirken. Nach unserer Meinung war dieses aufgrund der fehlenden postoperativen Gewichtsübernahme nicht möglich.

Eine mögliche Erklärung dafür, dass die prä- und postoperativen AC-Winkel weder mit dem präoperativen noch mit dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus korrelieren, könnte die reduzierte Anzahl der Hüftgelenke sein. Wie bereits erwähnt, konnten für den AC-Winkel nur 80 von insgesamt 140 Hüften ausgewertet werden. Die übrigen postoperativen Bilder zeigten bereits verknöcherte Hüftpfannen. Ein weiterer Grund könnte sein, dass die Dauer, wie lange eine Hüfte bereits unter Funktion war, ebenfalls eine Rolle spielt [10]. Dieser Zeitfaktor wurde von uns nicht berücksichtigt. Drittens erhielten lediglich 2/3 unserer Patienten neben dem Psoas-Rectus-Transfer eine zusätzliche Adduktorentenotomie. Doch gerade die Entspannung dieser Muskelgruppe scheint eine enorme Auswirkung auf die Entwicklung der Hüftpfannen zu haben.

In fast 70% der Fälle kommt es durch den Psoas-Rectus-Transfer zu einer Verbesserung der Pfannendysplasie um 6° im Median. Bei 15% der untersuchten AC-Winkel ist keine Veränderung festzustellen. Es konnte somit durch die Operation eine Zunahme der Dysplasie verhindert werden. In 16% der Fälle konnte eine Vergrößerung des AC-Winkels nicht verhindert werden. Sie liegt mit 4° im Median ebenfalls über dem möglichen Messfehler. Wir gehen jedoch davon aus, dass bei diesen Hüften ohne die Operation eine weit größere Winkelzunahme zu befürchten gewesen wäre.

Obwohl wir bei der Klassifizierung des AC-Winkels anhand des Arbeitskreises für Hüftdysplasie [176] eine Alterskorrektur durchführten, konnten noch 81,2% der Hüften ihre Gradeinteilung verbessern- oder behaupten (D Ergebnisse, Tab. XLIV-XLIX, Abb. 37-40, S. 120-127). Diese Zahlen sprechen für die Wirksamkeit des Psoas-Rectus-Transfers, insbesondere in Kombination mit einer beidseitigen Adduktorentenotomie.

Smith uns Stevens [161] berichten ebenfalls über eine signifikante AC-Winkel-Reduktion von 31,6° auf 25,7° nach kombiniertem posterioren Adduktorentransfer, Iliopsoastenotomie und proximaler Kniebeugerverlängerung. Im Durchschnitt waren die Patienten bei der Operation 4,5 Jahre alt. Die Nachuntersuchung erfolgte 1,5 Jahre später. Somit lag das durchschnittliche Alter bei der Nachuntersuchung bei 6 Jahren, wodurch sich auch die relativ hohen AC-Winkelwerte erklären. Bezüglich der erreichten Winkelreduktion von 5,9° sind ihre Ergebnisse mit unseren vergleichbar. Miller et al. [113] fanden bei ihrem Patientengut von 74 Kindern nach kombinierter offener

Adduktoren- und Iliopsoasverlängerung eine Reduktion des AC-Winkels von 21° auf 16° im Median, also ebenfalls um 5°. Bei 23 gehfähigen Patienten wurde lediglich der M. psoas, bei 51 nicht gehfähigen Patienten der gesamte M. Iliopsoas durchtrennt, 42 Patienten erhielten zusätzlich eine Obturatorneurektomie. Das Alter der Patienten bei der Operation betrug 4,5 Jahre, der Nachuntersuchungszeitraum vier Jahre. Die Ergebnisse von Miller et al. sind bezüglich der Reduktion des AC-Winkels identisch mit unseren. Sie belegen die Effizienz kombinierter Weichteiloperationen bei der Reduktion der Pfannendysplasie. Allerdings unterscheiden sich die jeweiligen Operationsverfahren zum Teil erheblich von unseren. Weiterhin ist der Nachuntersuchungszeitraum unserer Studie mit 11 Jahren zweieinhalb Mal länger. Unsere Patienten konnten in weit größerem Ausmaß statomotorisch von der Operation profitieren. Dies führen wir insbesondere auf das Intaktlassen des M. iliacus bei allen Patienten zurück. Andere Autoren untersuchten die isolierte Wirksamkeit verschiedener Adduktoreneingriffe auf die Entwicklung und Ausbildung des AC-Winkel. So auch Feldkamp in einer bereits oben erwähnter Studie [42]. Sie untersuchte 38 schwer betroffene Kinder mit 58 Hüftsubluxationen und –luxationen, die verschiedene Operationen erhalten hatten. Postoperativ zeigten sich wenige Veränderungen der AC-Winkel. Vor der Operation lagen 23, danach 24 Hüften über 25°. Die durchgeführten Operationen umfassten zumeist Adduktorentenotomien. Mehrfach wurden zusätzlich knöcherne Eingriffe (meist Dreh-Varisierungs-Osteotomien) durchgeführt. Leider enthält diese Veröffentlichung keine exakten Angaben bezüglich der AC-Winkel. Wheeler und Weinstein hingegen fanden bei ihren Patienten [181], knappe 4 Jahre nach Adduktorentenotomie mit Obturatorneurektomie, eine signifikante Reduktion des AC-Winkels von 27,4 auf 23°, also um 4,4°. Ihre Ergebnisse führen zu dem Schluss, dass bereits durch rechtzeitig durchgeführte Adduktorentenotomien die fortschreitende Hüftdysplasie aufgehalten bzw. gemindert werden kann. Welche Rolle hierbei die zusätzlich durchgeführte Neurektomie spielt, ist schwer abzuschätzen.

Bezüglich der knöchernen Veränderungen des AC-Winkels bleibt es schwierig, zwischen der Wirksamkeit von Psoas-Rectus-Transfer und Adduktorentenotomie zu differenzieren. Vermutlich ist die Kombination beider Verfahren die effizienteste Methode.

2.3.4 BE-Winkel nach Sharp und Ullmann

Der BE-Winkel (D Ergebnisse, Tab. L-LIV, Abb. 41-44, S. 127-132) beträgt bei Nachuntersuchung 41° im Median. Innerhalb des präoperativen statomotorischen

Funktionsstatus unterscheidet sich lediglich der BE-Winkel von Gruppe V signifikant von den altersentsprechenden Normwerten. Unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus, unterscheiden sich alle fünf Gruppen nicht signifikant von den altersentsprechenden Normwerten. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zeigen zwei Drittel der Patienten einen normalen BE-Winkel.

Alle Patienten unserer Studie wurden vor dem 12. Lebensjahr operiert. Da die Hüftpfannen in diesem Alter noch nicht verknöchert sind, konnten wir den präoperativen BE-Winkel nicht beurteilen. Alle Hüften, bei denen die Y-Fugen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ebenfalls noch nicht verknöchert waren, wurden nicht berücksichtigt. Für die Auswertung des postoperativen BE-Winkels wurden demzufolge 101 (72,1%) von 140 Hüftgelenken eingeschlossen. Somit wird nur eine Aussage über die BE-Winkel von 2/3 unserer Patienten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gemacht. Veränderungen durch die Operation können nicht beurteilt werden. Die Auswertung orientiert sich deshalb an den altersentsprechenden Normwerten und deren Abweichungen aus Tönnis [176].

Unser Patientengut zeigt zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung im Median einen BE-Winkel von 41°. Der altersentsprechende mittlere Normwert beträgt 40°. Beide sind, statistisch gesehen, nicht signifikant unterschiedlich. Als Gesamtpatientengut betrachtet, liegt der BE-Winkel unserer Patienten im Median nur leicht über dem der Normalpopulation.

Unterteilt nach präoperativem statomotorischen Funktionsstatus, fällt die Gruppe V mit einem BE-Winkel von 44,5° im Median deutlich heraus. Sie ist die einzige Gruppe, die sich signifikant von der altersentsprechenden Norm unterscheidet. Wir gehen davon aus, dass bei diesen Patienten bereits präoperativ ein extrem pathologischer BE-Winkel vorgelegen haben muss. Dieser konnte durch die Operation zwar gebessert, aber nicht mehr normalisiert werden.

Unterteilt nach aktuellem statomotorischen Funktionsstatus, ergibt sich für alle fünf Funktionsgruppen kein signifikanter Unterschied zu dem alterskorrigierten Normwert. Dieses Resultat ist bei Betrachtung der Mediane der ersten vier Gruppen, welche mit 40 – 42° alle nahe dem Normwert liegen, einleuchtend. Unglaubwürdig scheint dieses Ergebnis für die fünfte Gruppe. Hier fällt der Median deutlich heraus und liegt bei 49°. Aus unserer Sicht ist dies nur aufgrund der geringen Fallzahl von 7 Patientenhüften erklärbar. Das statistische Ergebnis muss demnach akzidentell sein. In jedem Fall wird klar, dass die Patienten, die bereits präoperativ stark dysplastische Hüften aufwiesen,

durch die Operation zwar einer Luxation entgehen, dass aber bei ihnen bereits erworbene pathologische Veränderungen nicht mehr reversibel sind.

Vergleicht man das Gesamtpatientengut mit den alterskorrigierten Normwerten und deren Abweichungen des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT, so zeigen 73,3% zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung einen Normalbefund. Weitere 12,9% weisen leicht pathologische Werte und je 6,9% schwer- und extrem pathologische Werte auf.

In der gesamten nationalen und internationalen Literatur über Patienten mit ICP sind uns keine Veröffentlichungen über den BE-Winkel bei ausschließlicher Weichteiloperation der Hüftgelenke bekannt. Lediglich Root [143] verwendete unter anderem den BE-Winkel bei einer Nachuntersuchung von 31 Patienten mit luxierten oder stark subluxierten Hüften. Die Operation bestand aus einer offenen Reposition mit Beckenosteotomie und Femurrotationsosteotomie. Zusätzlich erhielten alle Patienten eine Iliopsoassehnenablösung. Der BE-Winkel von 50 $\pm$ 5° zeigte durchschnittlich 7 Jahre nach der Operation eine Abnahme auf 40 $\pm$ 1°.

2.4 Subjektive Ergebnisse (Zufriedenheit des Patienten)

2.4.1 Schul-, Ausbildung und Beruf

2.4.1.1 Schulbildung

Etwa die Hälfte des Gesamtpatientengutes besucht(e) die Sonderschule, ein Drittel die Haupt- und Realschule, ein Zehntel das Gymnasium. Präoperativer und aktueller Funktionsstatus zeigen hinsichtlich der Schulbildung nur geringe Unterschiede (D Ergebnisse, Tab. LV & LVI, S. 133).

Das Schulsystem in Deutschland ermöglicht auch körperlich beeinträchtigten Patienten bei entsprechendem Intelligenzniveau den Zugang zu einer höheren Schulbildung. In vielen Fällen ist die Integration an Regelschulen möglich, anderenfalls stehen Sonderschulen für vorwiegend körperlich behinderte Kinder zur Verfügung. Diese Einrichtungen haben den Vorteil, dass sie die notwendige Physiotherapie in den Tagesablauf integrieren. Aus unserem Patientengut besucht(e) über die Hälfte eine Regelschule, die andere knappe Hälfte eine Sonderschuleinrichtung. Anhand der Unterteilung nach präoperativem und aktuellem statomotorischen Funktionsstatus erkennt man, dass die Patienten, die postoperativ gehfähig wurden, aus allen

Schulformen stammen. Allerdings besuchen aus den aktuell statomotorisch schlechter gestellten Gruppen (IV - V) bereits 93% die Sonderschule.

2.4.1.2 Ausbildung

10% der Auszubildenden absolvieren ein Hochschulstudium, 45% eine dreijährige Lehre, 15% befinden sich noch in einem Förderlehrgang. 30% der Patienten wurden angelernt, ohne eine Ausbildung im eigentlichen Sinn zu absolvieren. Das Ausbildungsniveau korreliert nicht mit dem präoperativen oder aktuellen statomotorischen Funktionsstatus. Präoperativer und aktueller Funktionsstatus unterscheiden sich nur geringfügig (D Ergebnisse, Tab. LVII & LVIII, S. 134).

10% unserer Patienten erlangten den Zugang zu einem Hochschulstudium. Dieser Prozentsatz liegt deutlich unter dem der Gesamtbevölkerung (ca. 30%). Vermutlich spielen hier vor allem intellektuelle Handicaps eine Rolle. Sehr erfreulich ist, dass knapp die Hälfte des Patientengutes eine dreijährige Lehre mit anerkanntem Abschluss beendet. Dies ist unseres Erachtens auf die konsequente Ausbildungsförderung im Behindertenbereich, mit Beachtung der häufig vorhandenen Mehrfachbehinderung, zurückzuführen. Weitere 15% der Patienten machen von der Möglichkeit eines Förderlehrgangs Gebrauch. Hierbei können die späteren Betätigungsmöglichkeiten jedes Einzelnen herausgefunden werden. Knapp ein Drittel wird für eine einfache Tätigkeit, entweder in einer Behindertenwerkstatt oder auf dem freien Arbeitsmarkt, angelernt. Hierdurch wird eine sinnvolle Beschäftigung ermöglicht, auch wenn sie ohne Erwerbsabsicht erfolgt.

Das Ausbildungsniveau korreliert interessanterweise nicht mit dem präoperativen oder aktuellen statomotorischen Funktionsstatus. Anhand unserer Daten kann man davon ausgehen, dass das Ausbildungsniveau Mehrfachbehinderter in Deutschland erstaunlich wenig vom statomotorischen Zustand der Patienten abhängt.

2.4.1.3 Beruf

51,6% der bereits im Berufsleben stehenden Patienten arbeiten in ihrem Lehrberuf, 29% in einer Behindertenwerkstätte und 16,1% sind arbeitslos. Ein Patient (3,2%) arbeitet als Akademiker. Der aktuelle statomotorische Funktionsstatus korreliert hochsignifikant mit der Berufsausübung. Je besser die postoperative statomotorische Funktion, desto besser die spätere berufliche Position.

Anhand unserer Ergebnisse (D Ergebnisse, Tab. LIX & LX, S. 135) kann man erkennen, dass die spätere Berufsausübung, im Gegensatz zur Schul- und Ausbildung, in hohem Maße von der statomotorischen Funktionsstufe zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung abhängt. Im Wettbewerb des Berufsalltags macht es sehr wohl einen Unterschied, wie stark die körperliche Behinderung ausgeprägt ist. Ob hierbei auch zusätzliche Störungen wie beispielsweise eine Intelligenzminderung, die ja mit zunehmender körperlicher Behinderung häufiger auftritt [81], eine Rolle spielen, kann aus unseren Daten nicht geschlossen werden. Insgesamt kann die Quote der Patienten von über 50%, die in ihrem Lehrberuf arbeiten, als ein außerordentlich gutes Ergebnis gesehen werden. Dieses ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass ein Großteil unseres Patientengutes im Spastikerzentrum München angebunden war. Im angegliederten Berufsbildungszentrum wurde vielen Jugendlichen eine geeignete Berufsausbildung ermöglicht und zum Teil bereits der spätere Arbeitsplatz gefunden. Für die übrige Gruppe der schwer behinderten Patienten bleibt lediglich die Integration im Rahmen einer Behindertenwerkstätte.

Ausdauerndes Steh- und Gehvermögen, körperliche Gewandtheit, Gleichgewicht und Schnelligkeit der Fortbewegung spielen für den beruflichen Erfolg nicht die entscheidende Rolle. Bei ca. 75% aller Berufe erfolgt der eigentliche Arbeitsvorgang an einem Sitzarbeitsplatz. Es sind deshalb viel mehr die Arme und Hände von ausschlaggebender Bedeutung. Manuelle Behinderungen stellen berufliche Hindernisse dar, da sie sich technisch nur partiell kompensieren lassen. Hierbei sind insbesondere Verlangsamung, Koordinationsstörung, Bewegungsunsicherheit und mangelnde Geschicklichkeit die eigentlichen Hindernisse. Da in der Wirtschaft neben Qualität auch Quantität gefordert werden, können Geschick und Arbeitstempo ausschlaggebend sein [119]. Dies sind sicherlich die Hauptgründe für die hohe Zahl der Arbeitlosen in unserem Patientengut. Patienten mit ICP haben auf dem allgemeinen Arbeitsmarkt sogar deutlich geringere Chancen als ausschließlich Körperbehinderte [119]. Einen Arbeitsplatz zu finden und ihn zu behalten, hängt bei Ihnen sehr von der familiären Unterstützung ab [124]. Die spätere Unabhängigkeit, z.B. das Leben in einer eigenen Wohnung, korreliert mit der Erwerbstätigkeit.

2.4.2 Alltagsaktivitäten

Der Transfer wird insgesamt am besten bewältigt. Die größte Mühe bereiten das selbständige Waschen und Anziehen. Präoperativer und aktueller Funktionsstatus korrelieren mit den einzelnen Alltagsaktivitäten. Unterteilt nach aktuelle

Funktionsgruppen zeigt sich mit sinkender statomotorischer Restfunktion eine stärkere Zunahme der benötigten Hilfestellungen (D Ergebnisse, Tab. LXI & LXII, S. 137 & 138).

Es war zu erwarten, dass die fünf gewählten Alltagsaktivitäten unterschiedlich gut bewältigt werden würden. So handelt es sich beispielsweise beim Transfer um eine täglich mehrmals benötigte Aktion, die auch therapeutisch viel geübt wird. Anders die Aktivitäten wie Waschen und Anziehen, die wesentlich komplexere Anforderungen an die Fein- und Grobmotorik sowie das Gleichgewicht stellen. Alle Alltagsaktivitäten korrelieren sowohl mit dem präoperativen, als auch mit dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus. Bei genauer Betrachtung der Daten erkennt man, dass Patienten die statomotorisch von der Verbundoperation profitieren konnten, eine größere Selbständigkeit in den Alltagaktivitäten zeigen. Diejenigen, die auf größere Hilfestellungen angewiesen sind, verbleiben in den statomotorisch schlechter gestellten Gruppen. Mit sinkender statomotorischer Restfunktion nimmt die benötigte Hilfe zu.

Im Rahmen unserer Studie konnten die Aktivitäten des alltäglichen Lebens lediglich anhand des prä- und postoperativen Funktionsstatus ausgewertet werden. Um bei einer weiteren Arbeit direkte Auswirkungen der Operation erkennen zu können, müssten präoperative Daten vorliegen und ein standardisierter Test (zum Beispiel TAMP, [51]) angewendet werden. Von Vorteil wäre die Auswahl von Alltagaktivitäten, bei denen insbesondere eine gute Funktion der Hüfte und Beine benötigt wird. Bereits 1971 integrierte Roosth [142] auch Alltagsaktivitäten in die Bewertung seiner Hüftoperation. Er fand postoperativ eine Verbesserung dieser Aktivitäten. Im Einzelnen handelte es sich zum Beispiel um das Vorlehnen beim Schuhe binden oder das Fahrrad fahren. Wie diese Veränderungen quantifiziert und beurteilt wurden, ist der Veröffentlichung leider nicht zu entnehmen.

2.4.3 Funktioneller Schmerzstatus

90,1% unserer Patienten zeigen 12,8 Jahre postoperativ keinerlei Schmerzen. Gelegentliche leichte Schmerzen treten bei 9,9% auf. Alle Patienten mit gelegentlichen Schmerzen sind aktuell gehfähig (D Ergebnisse, Tab. LXIII & LXIV, S. 139).

Aufgrund des retrospektiven Studiendesigns lagen keine präoperativen Daten bezüglich des Schmerzbefundes der Patienten vor. Allerdings stellten Schmerzen bei unserem Patientengut, im Gegensatz zu anderen Studien und Autoren [38], keine Operationsindikation dar. Insgesamt überraschend war, wie wenige Patienten (9,9%) zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung über Schmerzen berichteten und wie wenig

ausgeprägt (1 = gelegentliche Schmerzen) diese sind. Immerhin fanden sich postoperativ noch bei 12,9% der Patienten leichte und bei 2,9% moderate Subluxationen. Im Grunde decken sich aber unsere Befunde mit Berichten von Bagg [4]. Demnach entwickeln luxierte Hüften signifikant mehr degenerative Veränderungen und Schmerzen als behandelte Hüften. Bei kompletter Hüftluxation, die bei unserem Patientengut allerdings nicht auftrat, geht man davon aus, dass bei der Hälfte der Hüftgelenke früher oder später Schmerzen entstehen [116], [28]. Interessanterweise zeigen anhand des aktuellen statomotorischen Funktionsstatus ausschließlich gehfähige Patienten gelegentliche Schmerzen. Dieses Ergebnis steht im Gegensatz zu den Studien von Moreau und Cooperman, in denen ein Zusammenhang zwischen der Schmerzstärke und der Schwere der Grunderkrankung hergestellt wird [116], [38]. Matsuo et al. [106] konnten nach kombinierter Weichteilverlängerung bei ihren Patienten postoperativ eine Milderung des Schmerzbefundes feststellen. Leider enthält ihre Veröffentlichung keine Angaben über die Art der Schmerzevaluierung.

2.4.4 Fragebogen

Durchschnittlich 63 von 71 der untersuchten Patienten äußerten sich wie folgt: 72.6% geben an, dass ihre Erwartungen an die Operation erfüllt worden sind, 77.0% sind mit dem Operationsergebnis zufrieden, 81.5% halten die Operation retrospektiv für sinnvoll und 87,5% fühlen sich von den damals behandelnden Ärzten gut betreut. Die Patientenzufriedenheit ist abhängig von der aktuellen Mobilität. Aktuell gehfähige Patienten sind sehr zufrieden bis zufrieden, frei sitzfähige Patienten wenig zufrieden.

Mit einem Ergebnis von 72,6% positiver Antworten auf die Frage, ob die Erwartungen an die Operation erfüllt worden seien, kann man sehr zufrieden sein. Häufig ist es schwierig, genaue Prognosen über den individuellen postoperativen Verlauf zu machen. So können durch den Psoas-Rectus-Transfer Kontrakturen beseitigt und die statomotorische Funktion gebessert werden. Die zugrunde liegende zentrale Erkrankung der ICP kann nicht grundlegend beeinflusst werden. Es ist daher nicht verwunderlich, dass manche Eltern überhöhte Erwartungen an die Operation haben. Diese werden zwangsläufig enttäuscht. Bei der nächsten Frage, ob Patienten und Eltern mit dem Ergebnis der Operation zufrieden sind, liegt der prozentuale Anteil mit 77% bereits deutlich höher. Kann man doch mit einem Operationsergebnis zufrieden sein, welches den Zustand des Kindes verbessert, obwohl man vielleicht noch größere Erwartungen hatte. Ebenfalls sehr wichtig ist die nächste Frage, ob die Operation sinnvoll war. Sie wurde von 81,5% positiv beantwortet. Dies bedeutet, die Betroffenen

bereuen es nicht, dass sie die Operation haben durchführen lassen. Sie wissen um die prophylaktische Wirkung der Operation. Diese wurde in vielen Fällen vorgenommen, um bei bestehender Subluxation die drohende Luxation mit allen schwerwiegenden Folgeschäden abzuwenden. Diese Frage ist auch deshalb sehr wichtig, weil die Eltern präoperativ abwägen müssen, ob die Schmerzen und der vorübergehende statomotorische Rückschritt aus ihrer Sicht in Kauf genommen werden können. Am erfreulichsten ist das Resultat der Frage nach der Betreuung durch die behandelnden Ärzte, welche mit überwältigender Mehrheit (87,5%) positiv beantwortet wurde. Für die Compliance der Betroffenen ist es von immenser Bedeutung, wie das Ergebnis erzielt wurde und nicht nur, ob es erzielt wurde.

Interessanterweise korreliert die Patientenzufriedenheit signifikant mit dem aktuellen statomotorischen Funktionsstatus. Keine Korrelation liegt für den präoperativen statomotorischen Funktionsstatus vor. Die Patientenzufriedenheit hängt also davon ab, wie gut die aktuelle statomotorische Funktion ist. Aktuell gehfähige Patienten sind sehr zufrieden bis zufrieden, frei sitzfähige Patienten wenig zufrieden. Dieses Ergebnis ist einleuchtend, da viele Lebensbereiche (Mobilität, Alltagsaktivitäten, Berufsauswahl) von den statomotorischen Fähigkeiten und der damit verbundenen Selbständigkeit abhängen. Kritisch betrachtet werden muss das Gesamtergebnis der Gruppe V (sitzfähig mit Hilfe). Hier konnte mangels vorliegender Daten bei der Auswertung nur 1 von 4 möglichen Patienten berücksichtigt werden. Dieser Patient äußerte sich anhand des Fragebogens überwiegend positiv, im Score zeigt er eine sehr zufriedene Gesamteinschätzung. Hätten alle vier Patienten eine Bewertung abgegeben, so wäre das Ergebnis der Gruppe V vermutlich schlechter ausgefallen (D Ergebnisse, Tab. LXV-LXVIII, S. 140-143).

Noch immer findet bei 80% aller Arbeiten über Patienten mit ICP die subjektive Meinung von Eltern und Patienten keine Berücksichtigung. Ist sie Bestandteil der Studien, so beschränkt sich die Aussage häufig darauf, dass eine Datenerhebung diesbezüglich erfolgte. Genauere Angaben oder Zahlen sind die Ausnahme [87]. Vergleicht man konkrete Zahlen, so empfanden bei Manolokakis et al. [103] 50,6% der bereits präoperativ gehfähigen Patienten nach der Operation eine Besserung des Gangbildes, 9,4% empfanden ihr Gangbild als gleich bleibend und 4,4% beobachteten eine Verschlechterung. Vergleicht man dieses Ergebnis mit der Auswertung von Frage 19 (Wie können Sie seit der Operation gehen?), so findet sich in 69,4% eine Besserung, in 17,7% ein gleich bleibendes Gangbild und in 12,9% subjektiv eine Verschlechterung des Gangbildes. Eine aussagekräftige Antwort lag bei unserem

Patientengut in 95,4% (n = 62 von 71 Patienten) der Fälle vor. Bei Manolokakis lagen offensichtlich bei nur 64,4% der Patienten verwertbare Fragebögen vor. Außerdem schließen unsere Daten sowohl aktuell gehfähige (80,3%) als auch nicht gehfähige Patienten (19,7%) ein. Eine andere Art von Fragebogen an die Eltern verwandten Novacheck et al. [123]. Ihr funktioneller Bewertungsbogen setzt sich aus zehn Levels zusammen, die Abstufungen von nicht gehfähig bis hin zu frei gehfähig repräsentieren. Anhand dieser konnten die Eltern das prä- und postoperative Gangbild ihrer Kinder einschätzen. Unserer Meinung nach stellt dieser standardisierte Bewertungsfragebogen ein aufschlussreiches Instrument dar, um die persönliche funktionelle Einschätzung der Eltern kennen zu lernen. Er geht jedoch noch nicht weit genug. Viele andere Aspekte einer persönlichen Einschätzung werden nicht berücksichtigt. Auch Brunner et al. [23] unternahmen nach Rekonstruktion subluxierter oder luxierter Hüften eine Befragung der Eltern mittels Fragebogen. Von ihnen werteten 89,4% der Eltern das postoperative Resultat als Erfolg. Weitere Ergebnisse persönlicher Bewertungen durch die Betroffenen, falls erfragt, wurden nicht aufgeführt. Sehr gute Ergebnisse bei der postoperativen Patientenbefragung nach proximaler Femurosteotomie können Cooke et al. [25] vorweisen. Die Operation wurde bei frei gehfähigen Adoleszenten durchgeführt. Alle waren mit dem postoperativen Erscheinungsbild ihrer Beine zufrieden. Diese Frage ist mit unserer Frage Nr. 10 vergleichbar. Immerhin 85,2% unserer Patienten gefielen die Stellung ihrer Beine postoperativ besser. Und das, obwohl beim Psoas-Rectus-Transfer keine vergleichbare Rotationskorrektur der Beinstellung erwartet werden kann. Ebenfalls subjektive Erhebungen führten Couch et al. [32] durch. 32 Patienten waren mit beidseitigem Adduktorentransfer versorgt worden. Die untersuchenden Ärzte verglichen präoperative Videoaufnahmen mit den Befunden in der postoperativen Untersuchung. Alle Patienten, bei denen eine verwertbare Videoaufnahme vorlag, zeigten ihrer Meinung nach eine Verbesserung des Gangbildes und der funktionellen Fähigkeiten. Zusätzlich wurde nach der subjektiven Meinung der Eltern gefragt. 96,9% gaben an, dass die Operation geholfen habe. 3,1% waren der Meinung, dass sich ihr Kind durch die Operation verschlechtert habe.

Es ist dringend erforderlich, dass subjektive Meinungen und Einschätzungen von Seiten der Betroffenen berücksichtigt werden. Durch sie können Informationen gewonnen werden, die man sonst nicht zur Verfügung hätte. Auf ihrer Grundlage müssen Diagnostik und Therapie neu überprüft werden.

F Zusammenfassung

Einleitung/ Ziel

Durch die weichteilentspannende Operation des Psoas-Rectus-Transfers wird die Hüftbeugekontraktur bei Kindern mit infantiler Cerebralparese aufgelöst. Die Beseitigung des Muskelungleichgewichtes unterstützt die statomotorische Aufrichtung der Kinder, eine spastische Hüftluxation wird verhindert. Ziel dieser Untersuchung war, anhand technischer und subjektiver Kriterien zu überprüfen, welche Bedeutung der präoperative statomotorische Funktionsstatus für die im Erwachsenenalter erreichten Spätergebnisse hat.

Untersuchungsgut und Methode

Es wurden insgesamt 71 Patienten (46 Tetraparesen, 24 Diparesen, 1 Triparese), die zwischen 1971 und 1996 im Durchschnittsalter von 7 Jahren einen beidseitigen Psoas-Rectus-Transfer erhalten hatten, nachuntersucht. Die statomotorische Funktion wurde mit einem 5-teiligen Beurteilungsschema im zeitlichen Verlauf dargestellt. Das Spätergebnis im Alter von 19,8 Jahren wurde im Hinblick auf den präoperativen Funktionsstatus anhand klinisch-technischer, radiologisch-technischer und subjektiver Kriterien gewertet.

Ergebnisse

1. Funktionsstatus: Präoperativ frei gehfähige Patienten (n = 12) blieben auch postoperativ zu 100% frei gehfähig. 75% (n = 9) hiervon verbesserten sich innerhalb ihres Funktionsstatus, indem sich beispielsweise ihr Gangbild verbesserte. Bei 16,7% (n = 2) blieb es unverändert, bei 8,3% (n = 1) war es postoperativ schlechter. Präoperativ mit Stützen gehfähige Patienten (n = 11) wurden zu 18,2% (n = 2) frei gehfähig. 72,7% (n = 8) benötigten weiterhin Stützen für die Fortbewegung, verbesserten aber in 87% (n = 7) der Fälle Gangbild und Schrittgeschwindigkeit. Ein Patient (9,1%) verschlechterte sich und wurde zum Rollatorgeher. Präoperativ mit Rollator gehfähige Patienten (n = 12) wechselten in 58,3% (n = 7) in eine bessere Funktionsstufe, 16,7% (n = 2) verblieben in ihrer Funktionsstufe, 20,5% (n = 3) verschlechterten sich. Bei den präoperativ frei sitzfähigen Patienten (n = 20) erlangten 70% (n =14) eine besserer Funktionsstufe, 25% (n = 5) blieben gleich, 5% (n = 1) verschlechterten sich. Präoperativ mit Hilfe sitzfähige Patienten (n = 16) erreichten zu 87,5% (n = 14) einen besseren Funktionsstatus, 12,5% (n = 2) blieben gleich.

2. Radiologische Ergebnisse: Der Migrationsindex nach Reimers verbesserte sich im Median insgesamt hochsignifikant von 26,6% auf 17,3% postoperativ. Auch innerhalb der einzelnen Funktionsstufen zeigte sich eine statistisch hochsignifikante Abnahme des Migrationswertes. Präoperativ frei gehfähige Patienten verbesserten sich von 23,3% auf 16,7%, mit Stützen gehfähige Patienten von 26,4% auf 15,9%, mit Rollator gehfähige Patienten von 25% auf 19%, frei Sitzfähige von 29,3% auf 16,5%, mit Hilfe sitzfähige Patienten von 28,6% auf 18,6%.

3. Subjektive Ergebnisse: 65 von 71 Fragebögen konnten vollständig ausgewertet werden. Bei 72,6% der Patienten waren die Erwartungen an die Operation erfüllt worden, 81,5% hielten die Operation retrospektiv für sinnvoll, 77% waren mit dem Operationsergebnis zufrieden, 87,5% fühlten sich von den behandelnden Ärzten gut betreut. Patientenzufriedenheit und soziale Integration korrelieren mit den statomotorischen Spätergebnissen.

Schlussfolgerung

Bei mittelschweren Funktionsdefiziten verhindert das vorgestellte Therapiekonzept die spastische Hüftluxation sicher, die Hüfte remodelliert sich und bleibt zentriert. Der Großteil der Patienten erzielte einen deutlichen, über das Jugendalter hinaus wirksamen Funktionsgewinn. Interessanterweise profitierten Rollstuhlkinder und Rollatorgeher am häufigsten von der Operation. Über die Hälfte erlernte postoperativ das freie Gehen oder Gehen mit Stützen. Präoperativ mit Stützen gehfähige Patienten hingegen erlernten das freie Gehen unerwartet selten. Die Zufriedenheit und soziale Integration hängt vom Status der Spätergebnisse ab.

Literaturverzeichnis

1. **Anthonsen W**: Treatment of hip flexion contracture in cerebral palsy patients. *Acta Orthop Scand. 1966;37:387-393*

2. **Aronson DD, Zak PJ, Lee CL, Bollinger RO, Lamont RL**: Posterior transfer of the adductors in children who have cerebral palsy. A long-term study. *J.Bone Joint Surg.[Am.] 1991;73:59-65*

3. **Ashton BB, Pickles B, Roll JW**: Reliability of goniometric measurements of hip motion in spastic cerebral palsy. *Dev.Med.Child Neurol. 1978;20:87-94*

4. **Bagg MR, Farber J, Miller F**: Long-term follow-up of hip subluxation in cerebral palsy patients. *J.Pediatr.Orthop. 1993;13:32-36*

5. **Bairstow P, Cochrane R, Rusk I**: Selection of children with cerebral palsy for conductive education and the characteristics of children judged suitable and unsuitable. *Dev.Med.Child Neurol. 1991;33:984-992*

6. **Bar-On E, Malkin C, Eilert RE, Luckey D**: Hip flexion contracture in cerebral palsy. The association between clinical and radiologic measurement methods. *Clin.Orthop. 1992,97-100*

7. **Bartlett MD, Wolf LS, Shurtleff DB, Stahell LT**: Hip flexion contractures: a comparison of measurement methods. *Arch.Phys.Med.Rehabil. 1985;66:620-625*

8. **Baumann JU**: Operative Behandlung der infantilen Zerebralparese. *Thieme Verlag, Stuttgart, 1970*

9. **Baumann JU, Meyer E, Schurmann K**: Hip adductor transfer to the ischial tuberosity in spastic and paralytic hip disorders. *Arch.Orthop Trauma Surg. 1978;92:107-112*

10. **Beals RK**: Developmental changes in the femur and acetabulum in spastic paraplegia and diplegia. *Dev.Med.Child Neurol. 1969;11:303-313*

11. **Blair E, Stanley F**: Interobserver agreement in the classification of cerebral palsy. *Dev.Med.Child Neurol. 1985;27:615-622*

12. **Bleck EE**: Surgical management of spastic hip-flexion gait patterns with special reference to iliopsoas recession. *J.Bone Joint Surg.[Am.] 1970;52:829-830*

13. **Bleck EE**: Postural and gait abnormalities caused by hip-flexion deformity in spastic cerebral palsy. Treatment by iliopsoas recession. *J.Bone Joint Surg.[Am.] 1971;53:1468-1488*

14. **Bleck EE**: Locomotor prognosis in cerebral palsy. *Dev.Med.Child Neurol. 1975;17:18-25*

15. **Bleck EE**: The hip in cerebral palsy. *Orthop Clin.North Am. 1980;11:79-104*

16. **Bleck EE**: Management of the lower extremities in children who have cerebral palsy. *J.Bone Joint Surg.[Am.] 1990;72:140-144*

17. **Bobath B, Bobath K**: Die motorische Entwicklung bei Zerebralparesen. *Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1998*

18. **Bohannon RW, Smith MB**: Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Phys.Ther. 1987;67:206-207*

19. **Boone DC, Azen SP, Lin CM, Spence C, Baron C, Lee L**: Reliability of goniometric measurements. *Phys.Ther. 1978;58:1355-1390*

20. **Bower E, McLellan DL**: Assessing motor-skill acquisition in four centres for the treatment of children with cerebral palsy. *Dev.Med.Child Neurol. 1994;36:902-909*

21. **Brookes, Wardle**: Muscle action and the shape of the femur. *J Bone Joint Surg.Br. 1962;44:398*

22. **Broughton NS, Brougham DI, Cole WG, Menelaus MB**: Reliability of radiological measurements in the assessment of the child's hip. *J.Bone Joint Surg.Br. 1989;71:6-8*

23. **Brunner R, Baumann JU**: Clinical benefit of reconstruction of dislocated or subluxated hip joints in patients with spastic cerebral palsy. *J.Pediatr.Orthop. 1994;14:290-294*

24. **Buly RL, Huo M, Root L, Binzer T, Wilson PD, Jr.**: Total hip arthroplasty in cerebral palsy. Long-term follow-up results. *Clin.Orthop. 1993,148-153*

25. **Cooke PH, Carey RP, Williams PF**: Lower femoral osteotomy in cerebral palsy: brief report. *J.Bone Joint Surg.[Br.] 1989;71:146-147*

26. **Coon V, Donato G, Houser C, Bleck EE**: Normal ranges of hip motion in infants six weeks, three months and six months of age. *Clin Orthop 1975,256-260*

27. **Coop RH, Eckel E, Stuck GB**: An assessment of the Pictorial Test of Intelligence for use with young cerebral-palsied children. *Dev.Med.Child Neurol. 1975;17:287-292*

28. **Cooperman DR, Bartucci E, Dietrick E, Millar EA**: Hip dislocation in spastic cerebral palsy: long-term consequences. *J.Pediatr.Orthop. 1987;7:268-276*

29. **Cornell MS**: The hip in cerebral palsy. *Dev.Med Child Neurol. 1995;37:3-18*

30. **Cornell MS, Boyd R, Baird G, Spencer JD**: Imaging the acetabulum in children with cerebral palsy. *J.Bone Joint Surg.Br. 1994;76:982-983*

31. **Cornell MS, Hatrick NC, Boyd R, Baird G, Spencer JD**: The hip in children with cerebral palsy. Predicting the outcome of soft tissue surgery. *Clin.Orthop. 1997,165-171*

32. **Couch WH, DeRosa GP, Throop FB**: Thigh adductor transfer for spastic cerebral palsy. *Dev.Med Child Neurol. 1977;19:343-349*

33. **Csongradi J, Terver S, Mederios J, Bleck EE**: Elektromyographic study of the gluteus medius during the gait of normal and cerebral palsy children. *Orthop.Trans. 1980;4:72*

34. **Davies AR, Ware JE, Jr.**: Involving consumers in quality of care assessment. *Health Aff.(Millwood.) 1988;7:33-48*

35. **Dhawlikar SH, Root L, Mann RL**: Distal lengthening of the hamstrings in patients who have cerebral palsy. Long-term retrospective analysis. *J.Bone Joint Surg.Am. 1992;74:1385-1391*

36. **Dietz FR, Knutson LM**: Chiari pelvic osteotomy in cerebral palsy. *J Pediatr.Orthop. 1995;15:372-380*

37. **Duncan WR**: Release of the rectus-femoris in spastic paralysis. *J Bone Joint Surg.Am. 1955;37:634*

38. **Eilert RE**: Hip subluxation in cerebral palsy: what should be done for the spastic child with hip subluxation? *J.Pediatr.Orthop 1997;17:561-562*

39. **Elmer EB, Wenger DR, Mubarak SJ, Sutherland DH**: Proximal hamstring lengthening in the sitting cerebral palsy patient. *J.Pediatr.Orthop. 1992;12:329-336*

40. **Erken EH, Bischof FM**: Iliopsoas transfer in cerebral palsy: the long-term outcome. *J.Pediatr.Orthop. 1994;14:295-298*

41. **Erlacher PhJ**: Die Technik des orthopädischen Eingriffes. *Springer Verlag, Wien, 1928*

42. **Feldkamp M**: Spätresultate von hüftluxationsverhütenden Operationen bei schwergeschädigten Kindern mit cerebraler Bewegungsstörung. *Orthopädische Praxis 1974;6/X:359-362*

43. **Feldkamp M, Güth V**: Quantifikation von Untersuchungen zur Erfassung des Schweregrades bei Störungen der zentralen Koordination im EMG, Beziehung zur Klinik. *Orthop.Praxis 1987,661-665*

44. **Feldkamp M, Telaar C**: Erfolge in der Behandlung spastischer Hüftluxationen mit subkutanen Tenotomien. *Orthop.Praxis 1990,406-413*

45. **Feldkamp M, Treppenhauer M**: Erfolgsaussichten operativer Hufteingriffe bei schwerbehinderten Kindern mit Zerebralparese. *Z.Orthop. 1985;123:189-192*

46. **Flehmig I**: Normale Entwicklung des Säuglings und ihre Abweichungen. *Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1987*

47. **Frischhut B, Krismer M**: Beckenschiefstand bei neuromuskulären Erkrankungen. *Orthopäde 1990,292-299*

48. **Frischhut B, Krismer M, Sterzinger W**: Die Hüfte bei der infantilen Zerebralparese, natürlicher Entwicklungsverlauf und Behandlungskonzepte. *Orthopäde 1992;21:316-322*

49. **Fujiwara M, Basmajian JV, Iwamoto M**: Hip abnormalities in cerebral palsy: radiological study. *Arch.Phys.Med.Rehabil. 1976;57:278-281*

50. **Gamble JG, Rinsky LA, Bleck EE**: Established hip dislocations in children with cerebral palsy. *Clin.Orthop. 1990,90-99*

51. **Gans BM, Haley SM, Hallenborg SC, Mann N, Inacio CA, Faas RM**: Description and interobserver reliability of the Tufts Assessment of Motor Performance. *Am.J.Phys.Med.Rehabil. 1988;67:202-210*

52. **Gillette HE**: Kinesiology of cerebral palsy. *Clin.Orthop 1966;47:31-48*

53. **Göb A**: Muskelmechanische und elektromyographische Untersuchungen am Hüftgelenk des Spastikers und deren praktische Folgerungen. *Z.Orthop. 1967;123:189-192*

54. **Göb, A.** Die operative Behandlung der spastischen Hüftluxation. *468-471. 1959. Verh. Dtsch. Orthop. Ges. 47. Kongr.*

55. **Goff B**: Grading of spasticity and its effect on voluntary movement. *Physiotherapy. 1976;62:358-361*

56. **Goldberg MJ**: Measuring outcomes in cerebral palsy. *J.Pediatr.Orthop. 1991;11:682-685*

57. **Griffiths GJ, Evans KT, Roberts GM, Lloyd KN**: The radiology of the hip joints and pelvis in cerebral palsy. *Clin Radiol. 1977;28:187-191*

58. **Hagberg B, Hagberg G**: The origins of cerebral palsy, in David TJ (ed): Recent Advances in Paediatrics, Churchill Livingstone, Edingburgh, 1993, p 67

59. **Hagberg B, Hagberg G, Olow I**: The changing panorama of cerebral palsy in Sweden 1954-1970. I. Analysis of the general changes. *Acta Paediatr.Scand. 1975;64:187-192*

60. **Hagberg B, Scanner G, Steen M**: The dysequilibrium syndrome in cerebral palsy. *Acta Paediatr.Scand.,Suppl. 1972;226:1-63*

61. **Hamacher P**: Röntgenologische Normalwerte des Hüftgelenks. *Orthop.Praxis 1974;1/X:23-32*

62. **Harris SR, Smith LH, Krukowski L**: Goniometric reliability for a child with spastic quadriplegia. *J.Pediatr.Orthop. 1985;5:348-351*

63. **Heid, T.** Spätergebnisse des Rectus-Iliopsoas-Verbundes. Der Einfluss auf die statomotorischen Entwicklung des Spastikers und die knöcherne Formgebung der Spastikerhüfte. *Dissertation. 1990*

64. **Heimkes B, Engert K, Stotz S**: Transfer of the Psoas Tendon to the, at its origin detached, rectus femoris muscle in infantile cerebral palsy. *Orthop Traumatol 1997;7:189-201*

65. **Heimkes B, Engert K, Stotz S**: Verpflanzung der Sehne des Musculus psoas auf den abgelösten Ursprung des Musculus rectus femoris bei infantiler Zerebralparese. *Operative Orthopädie und Traumatologie 1999;11:197-210*

66. **Heimkes B, Hien N, Stotz S**: Die spastische Hüftluxation - Prophylaxe und Therapie. *Orthop.Praxis 1986,505-510*

67. **Heimkes B, Posel P, Plitz W, Zimmer M**: Die altersabhängige Kräfteverteilung am koxalen Femurende des normal wachsenden Kindes. *Z.Orthop. 1997;135:17-23*

68. **Heimkes B, Stotz S, Heid T**: Pathogenese und Prävention der spastischen Hüftluxation. *Z.Orthop. 1992;130:413-418*

69. **Heinrich SD, MacEwen GD, Zembo MM**: Hip dysplasia, subluxation, and dislocation in cerebral palsy: an arthrographic analysis. *J.Pediatr.Orthop. 1991;11:488-493*

70. **Hilgenreiner H**: Zur Frühdiagnose und Frühbehandlung der Angeborenen Hüftgelenkverrenkung. *Med.Klin. 1925;21:1385-1388*

71. **Hiroshima K, Ono K**: Correlation between muscle shortening and derangement of the hip joint in children with spastic cerebral palsy. *Clin.Orthop. 1979,186-193*

72. **Hoffer MM**: Management of the hip in cerebral palsy. *J.Bone Joint Surg.[Am.] 1986;68:629-631*

73. **Hoffer MM, Abraham E, Nickel VL**: Salvage surgery at the hip to improve sitting posture of mentally retarded, severely disabled children with cerebral palsy. *Dev.Med Child Neurol. 1972;14:51-55*

74. **Hoffer MM, Feiwell E, Perry R, Perry J, Bonnett C**: Functional ambulation in patients with myelomeningocele. *J.Bone Joint Surg.[Am.] 1973;55:137-148*

75. **Hoffer MM, Knoebel RT, Roberts R**: Contractures in cerebral palsy. *Clin.Orthop 1987,70-77*

76. **Hoskins TA, Squires JE**: Developmental assessment: a test for gross motor and reflex development. *Phys.Ther. 1973;53:117-126*

77. **Houkom JA, Roach JW, Wenger DR, Speck G, Herring JA, Norris EN**: Treatment of acquired hip subluxation in cerebral palsy. *J.Pediatr.Orthop. 1986;6:285-290*

78. **Howard CB, McKibbin B, Williams LA, Mackie I**: Factors affecting the incidence of hip dislocation in cerebral palsy. *J.Bone Joint Surg.[Br.] 1985;67:530-532*

79. **Ingram AJ, et al**: Role of intensive physical and occupational therapy in the treatment of cerebral palsy: testing and results. *Arch.Phys.Med.Rehabil. 1959,429-438*

80. **Ingram TT**: "Spasticity" in cerebral palsy. *Clin.Orthop. 1966;46:23-36*

81. **Ingram TTS**: The Neurology of Cerebral Palsy. *Arch.Dis.Childh., 1966;41:337-357*

82. **Johnson MK, Zuck FN, Wingate K**: The motor age test: measurement of motor handicaps in children with neuromuscular disorders such as cerebral palsy. *J.Bone Joint Surg.Am. 1951;33:698-707*

83. **Jones EW, Mulley GP**: The measurement of spasticity, *in Rose FC (ed): Advances in Stroke Therapy, New York, Raven Press, 1982, p 187*

84. **Jörg J**: Die medikamentöse Therapie der infantilen Zerebralparese durch Antispastika, *in Niethard FU, Carstens C, Döderlein L (eds): Die Behandlung der infantilen Zerebralparese, Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1994, p 105*

85. **Kalen V, Bleck EE**: Prevention of spastic paralytic dislocation of the hip. *Dev.Med.Child Neurol. 1985;27:17-24*

86. **Karbowski A**: Zur Entwicklung von Beckenschiefstand und Skoliose bei infantiler Zerebralparese, *in Niethard FU, Carstens C, Döderlein L (eds): Die Behandlung der infantilen Zerebralparese, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1994, p 52*

87. **Karl, J.** Muskelentspannende Eingriffe am Hüftgelenk des infantilen Zerebralparetikers - eine systematische Übersichtsarbeit zur internationalen Literatur zwischen 1957 und 2000. *Dissertation. 2003*

88. **Keats S, Morgese AN**: A simple anteromedial approach to the lesser trochanter of the femur for the release of the iliopsoas tendon. *J Bone Joint Surg.Am. 1967;49:632-636*

89. **Koman LA, Gelberman RH, Toby EB, Poehling GG**: Cerebral palsy. Management of the upper extremity. *Clin.Orthop. 1990,62-74*

90. **Krageloh-Mann I**: Klassifikation, Epidemiologie, Pathogenese und Klinik, in Heinen F, Bartens W (eds): Das Kind und die Spastik: Erkenntnisse der evidence based medicine zur Cerebralparese, *Verlag Hans Huber, Bern, 2001, p 37*

91. **Krageloh-Mann I, Hagberg G, Meisner C, Schelp B, Haas G, Eeg-Olofsson KE, Selbmann HK, Hagberg B, Michaelis R**: Bilateral spastic cerebral palsy-a comparative study between south- west Germany and western Sweden. I: Clinical patterns and disabilities. *Dev.Med.Child Neurol. 1993;35:1037-1047*

92. **Krum SD, Miller F**: Heterotopic ossification after hip and spine surgery in children with cerebral palsy. *J.Pediatr.Orthop. 1993;13:739-743*

93. **Kühne B**: Paralytische und spastische Hüftluxation. *Arch.Orthop.Unfall-Chir. 1914;8:111*

94. **Kwong KL, Wong SN, So KT**: Epilepsy in children with cerebral palsy. *Pediatr.Neurol. 1998;19:31-36*

95. **Lamb DW, Pollock GA**: Hip deformities in cerebral palsy and their treatment. *Dev.Med Child Neurol. 1962;4:488-498*

96. **Laplaza FJ, Root L**: Femoral anteversion and neck-shaft angles in hip instability in cerebral palsy. *J.Pediatr.Orthop. 1994;14:719-723*

97. **Laplaza FJ, Root L, Tassanawipas A, Glasser DB**: Femoral torsion and neck-shaft angles in cerebral palsy. *J.Pediatr.Orthop 1993;13:192-199*

98. **Letts M, Shapiro L, Mulder K, Klassen O**: The windblown hip syndrome in total body cerebral palsy. *J Pediatr.Orthop 1984;4:55-62*

99. **Lewis FR, Samilson RL, Lucas DB**: Femoral torsion and coxa valga in cerebral palsy - a preliminary report. *Dev.Med Child Neurol. 1964;6:591-597*

100. **Loder RT, Harbuz A, Aronson DD, Lee CL**: Postoperative migration of the adductor tendon after posterior adductor transfer in children with cerebral palsy. *Dev.Med.Child Neurol. 1992;34:49-54*

101. **Lonstein JE, Beck K**: Hip dislocation and subluxation in cerebral palsy. *J.Pediatr.Orthop. 1986;6:521-526*

102. **Mahboubi S, Horstmann H**: Femoral torsion: CT measurement. *Radiology 1986;160:843-844*

103. **Manolikakis G, Zeiler G**: Mittelfristige Ergebnisse weichteilentspannender Eingriffe zur Prophylaxe und Therapie der sekundären paralytischen Hüftluxation beim zerebralparetischen Kind, in Niethard FU, Carstens C, Döderlein L (eds): Die Behandlung der infantilen Zerebralparese, *Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1994, p 126*

104. **Masuhr KF, Neumann M**: Infantile Zerebralparesen, in Bob A, Bob K (eds): Neurologie, *Hippokrates Verlag Suttgart, 1992, p 157*

105. **Mathews SS, Jones MH, Sperling SC**: Hip derangements seen in cerebral palsied children. *Am.J.Phys.Med. 1953;32:213*

106. **Matsuo T, Hara H, Tada S**: Selective lengthening of the psoas and rectus femoris and preservation of the iliacus for flexion deformity of the hip in cerebral palsy patients. *J.Pediatr.Orthop. 1987;7:690-698*

107. **Matsuo T, Tada S, Hajime T**: Insufficiency of the hip adductor after anterior obturator neurectomy in 42 children with cerebral palsy. *J Pediatr.Orthop 1986;6:686-692*

108. **McCarty SM, James PS, Berninger VW, Gans BM**: Assessment of intellectual functioning across the life-span in severe cerebral palsy. *Dev.Med.Child Neurol. 1986;28:369-372*

109. **McIvor WC, Samilson RL**: Fractures in patients with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg.Am. 1966;48:858*

110. **McKenzie S**: Clinical trials, statistics, and dilemmas. *Arch.Dis.Child 1988;63:231-234*

111. **McLaughlin JF, Bjornson KF, Astley SJ, Hays RM, Hoffinger SA, Armantrout EA, Roberts TS**: The role of selective dorsal rhizotomy in cerebral palsy: critical evaluation of a prospective clinical series. *Dev.Med.Child Neurol. 1994;36:755-769*

112. **Miller F, Bagg MR**: Age and migration percentage as risk factors for progression in spastic hip disease. *Dev.Med Child Neurol. 1995;37:449-455*

113. **Miller F, Cardoso DR, Dabney KW, Lipton GE, Triana M**: Soft-tissue release for spastic hip subluxation in cerebral palsy. *J.Pediatr.Orthop 1997;17:571-584*

114. **Minear MD**: A classification of cerebral palsy. *Pediatrics 1956;18:841-852*

115. **Molnar GE, Gordon SU**: Cerebral palsy: predictive value of selected clinical signs for early prognostication of motor function. *Arch.Phys.Med.Rehabil. 1976;57:153-158*

116. **Moreau M, Drummond DS, Rogala E, Ashworth A, Porter T**: Natural history of the dislocated hip in spastic cerebral palsy. *Dev.Med Child Neurol. 1979;21:749-753*

117. **Müller ME**: Die hüftnahen Femurosteotomien. *Georg Thieme Verlag, 1971*

118. **Mutch L, Alberman E, Hagberg B, Kodama K, Perat MV**: Cerebral palsy epidemiology: where are we now and where are we going? *Dev.Med.Child Neurol. 1992;34:547-551*

119. **Muthmann D**: Berufliche Rehabilitation der Zerebralparetiker. *Orthop.Praxis 1989,71-73*

120. **Nickel VL, Perry J, Garrett A, Feiwell E**: Paralytic Dislocation of the Hip. *J Bone Joint Surg.Am. 1966;48:1021*

121. **Niethard FU, Pfeil J**: Hüftgelenk und Oberschenkel, in Bob A, Bob K (eds): Orthopädie, *Hippokrates Verlag Stuttgart, 1989, p 409*

122. **Niethard FU, Pfeil J**: Orthopädische Diagnostik, in Bob A, Bob K (eds): Orthopädie, *Hippokrates Verlag Stuttgart, 1989, p 21*

123. **Novacheck TF, Trost JP, Schwartz MH**: Intramuscular psoas lengthening improves dynamic hip function in children with cerebral palsy. *J.Pediatr.Orthop. 2002;22:158-164*

124. **O'Grady RS, Crain LS, Kohn J**: The prediction of long-term functional outcomes of children with cerebral palsy. *Dev.Med.Child Neurol. 1995;37:997-1005*

125. **Okuno T**: [A radiological study of the hip in cerebral palsy in relation to pathogenesis of dislocations]. *Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi 1985;59:55-65*

126. **Onimus M, Allamel G, Manzone P, Laurain JM**: Prevention of hip dislocation in cerebral palsy by early psoas and adductors tenotomies. *J.Pediatr.Orthop. 1991;11:432-435*

127. **Parrott J, Boyd RN, Dobson F, Lancaster A, Love S, Oates J, Wolfe R, Nattrass GR, Graham HK**: Hip displacement in spastic cerebral palsy: repeatability of radiologic measurement. *J.Pediatr.Orthop. 2002;22:660-667*

128. **Paz Junior AC, Burnett SM, Braga LW**: Walking prognosis in cerebral palsy: a 22-year retrospective analysis. *Dev.Med.Child Neurol. 1994;36:130-134*

129. **Perlmutter MN, Synder M, Miller F, Bisbal R**: Proximal femoral resection for older children with spastic hip disease. *Dev.Med.Child Neurol. 1993;35:525-531*

130. **Perry J**: Determinants of muscle function in the spastic lower extremity. *Clin.Orthop. 1993,10-26*

131. **Perry J, Hoffer MM, Antonelli D, Plut J, Lewis G, Greenberg R**: Electromyography before and after surgery for hip deformity in children with cerebral palsy. A comparison of clinical and electromyographic findings. *J.Bone Joint Surg.Am. 1976;58:201-208*

132. **Phelps WM**: Prevention of acquired dislocation of the hip in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg.Am. 1959;41:440*

133. **Pritchett JW**: The untreated unstable hip in severe cerebral palsy. *Clin.Orthop. 1983,169-172*

134. **Rang M**: Cerebral Palsy, in The Art and Practice of Children's Orthopaedics, *Raven Press, 1997, p 449*

135. **Rang M, Douglas G, Bennet GC, Koreska J**: Seating for children with cerebral palsy. *J Pediatr.Orthop 1981;1:279-287*

136. **Rauch, H.** Ursache, Häufigkeit und Verlaufsform der spastischen Hüftluxation bei der Infantilen Zerebralparese. *Dissertation. 1984*

137. **Rauterberg K**: Die Beziehungen zwischen Form und Funktion des Hüftgelenks und deren Bedeutung für die statomotorische Entwicklung, in Flehmig I (ed): Normale Entwicklung des Säuglings und ihre Abweichungen, *Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1987, p 55*

138. **Reimers J**: A scoring system for the evaluation of ambulation in cerebral palsied patients. *Dev.Med.Child Neurol. 1972;14:332-335*

139. **Reimers J**: Static and dynamic problems in spastic cerebral palsy. *J.Bone Joint Surg.[Br.] 1973;55:822-827*

140. **Reimers J**: The stability of the hip in children. A radiological study of the results of muscle surgery in cerebral palsy. *Acta Orthop.Scand.Suppl 1980;184:1-100*

141. **Rippstein J**: Zur Bestimmung der Antetorsion des Schenkelhalses mittels zweier Röntgenaufnahmen. *Z Orthop 1955;14:80-88*

142. **Roosth HP**: Flexion deformity of the hip and knee in spastic cerebral palsy: treatment by early release of spastic hip-flexor muscles. *J.Bone Joint Surg.[Am.] 1971;53:1489-1510*

143. **Root L, Laplaza FJ, Brourman SN, Angel DH**: The severely unstable hip in cerebral palsy. Treatment with open reduction, pelvic osteotomy, and femoral osteotomy with shortening. *J Bone Joint Surg.Am. 1995;77:703-712*

144. **Root L, Spero CR**: Hip adductor transfer compared with adductor tenotomy in cerebral palsy. *J.Bone Joint Surg.[Am.] 1981;63:767-772*

145. **Russell DJ, Rosenbaum PL, Cadman DT, Gowland C, Hardy S, Jarvis S**: The gross motor function measure: a means to evaluate the effects of physical therapy. *Dev.Med.Child Neurol. 1989;31:341-352*

146. **Salter RB**: Innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip. *J Bone Joint Surg.Br. 1961;43:518-538*

147. **Samilson RL**: Orthopedic surgery of the hips and spine in retarded cerebral palsy patients. *Orthop Clin North Am. 1981;12:83-90*

148. **Samilson RL, Carson JJ, James P, Raney FL**: Results and complications of adductor tenotomy and obturator neurectomy in cerebral palsy. *Clin Orthop 1967;54:61-73*

149. **Samilson RL, Tsou P, Aamoth G, Green WM**: Dislocation and subluxation of the hip in cerebral palsy. Pathogenesis, natural history and management. *J.Bone Joint Surg.Am. 1972;54:863-873*

150. **Schultz RS, Chamberlain SE, Stevens PM**: Radiographic comparison of adductor procedures in cerebral palsied hips. *J.Pediatr.Orthop. 1984;4:741-744*

151. **Scrutton D**: The early management of hips in cerebral palsy. *Dev.Med Child Neurol. 1989;31:108-116*

152. **Seeger BR, Caudrey DJ, O'Mara NA**: Hand function in cerebral palsy: the effect of hip-flexion angle. *Dev.Med.Child Neurol. 1984;26:601-606*

153. **Sharp IK**: Acetabular dysplasia. The acetabular angle. *J Bone Joint Surg.Br. 1961;43-B(2):268-272*

154. **Sharrard WJ**: Posterior iliopsoas transplantation in the treatment of paralytic dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg.Br. 1964;46:426*

155. **Sharrard WJ, Allen JM, Heaney SH**: Surgical prophylaxis of subluxation and dislocation of the hip in cerebral palsy. *J.Bone Joint Surg.[Br.] 1975;57:160-166*

156. **Sharrard WJ, Burke J**: Iliopsoas transfer in the management of established dislocation and refractory progressive subluxation of the hip in cerebral palsy. *Int.Orthop. 1982;6:149-154*

157. **Sherk HH, Pasquariello PD, Doherty J**: Hip dislocation in cerebral palsy: selection for treatment. *Dev.Med.Child Neurol. 1983;25:738-746*

158. **Siffert RS**: Patterns of deformity of the developing hip. *Clin Orthop 1981,14-29*

159. **Silver RL, Rang M, Chan J, de la GJ**: Adductor release in nonambulant children with cerebral palsy. *J.Pediatr.Orthop. 1985;5:672-677*

160. **Simon SR, Deutsch SD, Nuzzo RM, Mansour MJ, Jackson JL, Koskinen M, Rosenthal RK**: Genu recurvatum in spastic cerebral palsy. Report on findings by gait analysis. *J.Bone Joint Surg.[Am.] 1978;60:882-894*

161. **Smith JT, Stevens PM**: Combined adductor transfer, iliopsoas release, and proximal hamstring release in cerebral palsy. *J.Pediatr.Orthop. 1989;9:1-5*

162. **Spatz DK, Reiger M, Klaumann M, Miller F, Stanton RP, Lipton GE**: Measurement of acetabular index intraobserver and interobserver variation. *J.Pediatr.Orthop 1997;17:174-175*

163. **Staheli LT**: The prone hip extension test: a method of measuring hip flexion deformity. *Clin.Orthop. 1977,12-15*

164. **Stephenson CT, Donovan MM**: Transfer of Hip Adductor Origins to the Ischium in Spastic Cerebral palsy. *J Bone Joint Surg.Am. 1969;51:1040*

165. **Stotz, S.** Quantitative elektromyographische Untersuchungen zur Indikation und Beurteilung muskelentspannender Operationen bei der infantilen Zerebralparese. *1978. Medizinische Literarische Verlagsgesellschaft, Uelzen.*

166. **Stotz S**: Das Hüftgelenk bei neurologischen Erkrankungen: Cerebralparese, in Tschauner Ch (ed): Die Hüfte, *Enke Verlag, Stuttgart, 1997, p 139*

167. **Stotz S**: Therapie der infantilen Cerebralparese. *Richard Pflaum Verlag, 2000*

168. **Stuberg WA, Fuchs RH, Miedaner JA**: Reliability of goniometric measurements of children with cerebral palsy. *Dev.Med.Child Neurol. 1988;30:657-666*

169. **Sutherland DH, Santi M, Abel MF**: Treatment of stiff-knee gait in cerebral palsy: a comparison by gait analysis of distal rectus femoris transfer versus proximal rectus release. *J Pediatr.Orthop 1990;10:433-441*

170. **Sutherland DH, Zilberfarb JL, Kaufman KR, Wyatt MP, Chambers HG**: Psoas release at the pelvic brim in ambulatory patients with cerebral palsy: operative technique and functional outcome. *J.Pediatr.Orthop 1997;17:563-570*

171. **Tardieu C, Lespargot A, Tabary C, Bret MD**: For how long must the soleus muscle be stretched each day to prevent contracture? *Dev.Med.Child Neurol. 1988;30:3-10*

172. **Taussig G, Delor MH, Masse P**: [Growth disturbances of the upper femoral extremity: Contribution to knowledge of normal growth in therapeutic trails]. *Rev.Chir Orthop Reparatrice Appar.Mot. 1976;62:191-210*

173. **Terjesen T, Anda S**: Femoral anteversion in children measured by ultrasound. *Acta Orthop Scand. 1987;58:403-407*

174. **Terjesen T, Anda S, Svenningsen S**: Femoral anteversion in adolescents and adults measured by ultrasound. *Clin.Orthop 1990,274-279*

175. **Thom, H.** Development of various methods of remedical exercises for the treatment of spastics and their effectiveness. *Industrial society and rehabilitation (ISRD-Proc. 10th World Congr.). 1967.*

176. **Tönnis D**: Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation im Kindes- und Erwachsenenalter. *Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 1984*

177. **Tönnis D, Brunken D**: Eine Abgrenzung normaler und pathologischer Hüftpfannendachwinkel zur Diagnose der Hüftdysplasie. *Arch.Orthop.Unfall-Chir. 1968;64:197-228*

178. **Uematsu A, Bailey HL, Winter WG, Jr., Brower TD**: Results of posterior iliopsoas transfer for hip instability caused by cerebral palsy. *Clin.Orthop. 1977,183-189*

179. **Vidal J, Deguillaume P, Vidal M**: The anatomy of the dysplastic hip in cerebral palsy related to prognosis and treatment. *Int.Orthop. 1985;9:105-110*

180. **Watt JM, Robertson CM, Grace MG**: Early prognosis for ambulation of neonatal intensive care survivors with cerebral palsy. *Dev.Med.Child Neurol. 1989;31:766-773*

181. **Wheeler ME, Weinstein SL**: Adductor tenotomy-obturator neurectomy. *J.Pediatr.Orthop. 1984;4:48-51*

182. **Willson MA**: Use of a developmental inventory as a chart of progress. *Phys.Ther. 1969;49:19-32*

183. **World Health Organization.** International Classification of Impairments, Disabilities, and Handicap. *1980. WHO, Geneva.*

184. **Zawadzky R-Mv**: Krankengymnastik und Operation bei infantiler Zerebralparese. Schema einer Nachbehandlung. *Z.Krankengymnast 1983;35:687-689*

185. **Zawadzky R-Mv, Nikel I, Demmer C**: Das physiotherapeutische Behandlungskonzept als Entwicklungstherapie auf neurophysiologischer Grundlage, in Stotz S (ed): Therapie der infantilen Cerebralparese, *Richard Pflaum Verlag, 2000, p 144*

186. **Zippel H**: [Normal development of the structural elements of the hip joint in adolescence]. *Beitr.Orthop.Traumatol. 1971;18:255-270*

187. **Ziv I, Blackburn N, Rang M, Koreska J**: Muscle growth in normal and spastic mice. *Dev.Med.Child Neurol. 1984;26:94-99*

LEBENSLAUF

KATHRIN CORNELIA MARTIGNONI, geb. ENGERT

geboren am 23.11.1965 in Hamburg

Eltern: Luise und Prof. Dr. med. Jürgen Engert

verheiratet mit Dr. med. Marc Martignoni, 2 Kinder

SCHULBILDUNG

1971 – 1975 Grundschule (Rotbuchenstrasse, München)

1975 – 1984 Gymnasium, Abitur (Theodolindengymnasium, München)

BERUFLICHER WERDEGANG

08/84 – 11/84 Krankenpflegepraktikum (Lehrkrankenhaus Harlaching, München)

12/84 – 06/85 Au pair

1985 – 1986 Freiwilliges Soziales Jahr (BRK-Altenpflegeheim Greinerberg, München)

1986 – 1988 Staatliche Berufsfachschule für Krankengymnastik (Universität Erlangen)

1989 – 1990 Anerkennungsjahr, Abschluss: Staatlich examinierte Krankengymnastin

1990 – 1997 Studium der Humanmedizin (Ludwig-Maximilians-Universität, München)

10/99 Approbation

WEITERBILDUNG

1998 – 1999 Ärztin im Praktikum (Dr. v. Haunersches Kinderspital, LMU München)

2000 – 2001 Assistenzärztin (Universitätskinderklinik Inselspital, Bern)

seit 2004 Assistenzärztin (Universitätskinderklinik, Mannheim)

BERUFSERFAHRUNG

1990 – 1996 Freie Mitarbeit in Krankengymnastikpraxis (H. Enders, München)

NEBENTÄTIGKEITEN

seit 2003 Dozentin für Pädiatrie (Schule für Physiotherapie, Universität Mannheim)

ELTERNZEIT

07/99 – 01/00 Luca Martignoni, geb. 16.07.1999

01/02 – 07/04 Pascal Martignoni, geb. 08.12.2001