

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde  
-Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. H. Busse-

**Ergebnisse der Obliquuschirurgie bei einseitiger  
Trochlearisparese und einseitigem Strabismus  
sursoadductorius**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

**Robering, Angela**

geb. Gronemeyer

aus Herford

2007

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der  
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. V. Arolt

1. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. H. Busse

2. Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. med. J. Kammann

Tag der mündlichen Prüfung: 18.12.2007

Meinen Eltern  
in Dankbarkeit gewidmet

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde  
-Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. H. Busse-  
Referent: Univ.-Prof. Dr. med. H. Busse  
Koreferent:

### **Zusammenfassung:**

Ergebnisse der Obliquuschirurgie bei einseitiger Trochlearisparese und einseitigem Strabismus sursoadductorius

Robering, Angela

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurde anhand der Befundauswertung von 207 Patienten aus den Jahren 1990- 2006 die Wirksamkeit verschiedener Operationsmethoden bei Trochlearisparese (n=58) und Strabismus sursoadductorius (n=149) beschrieben und vergleichend einander gegenübergestellt.

Untersucht wurde die Wirksamkeit einer Rücklagerung des Musculus obliquus inferior (n=69), einer Faltung des Musculus obliquus superior (n=41) sowie einer Kombination beider Eingriffe (n=97) auf die Vertikaldeviation (VD) und die Zyklodeviation (ZD) in verschiedenen Blickrichtungen, sowie der Einfluss auf eine bestehende Kopfzwangshaltung und die Qualität des Stereosehens.

Der Effekt auf die VD in Adduktion betrug bei Rücklagerung des Musculus obliquus inferior  $1,07^\circ$  pro mm Operationsstrecke, bei Faltung des Musculus obliquus superior  $0,99^\circ$  pro mm und bei kombinierter Operation  $0,94^\circ$  pro mm. Die reduzierende Wirkung auf die ZD in Abduktion lag für die Rücklagerung des Musculus obliquus inferior bei  $0,29^\circ$  pro mm Operationsstrecke, für die Faltung des Musculus obliquus superior bei  $0,73^\circ$  pro mm und für die kombinierte Operation bei  $0,36^\circ$  pro mm. Die operative Behandlung hatte einen positiven Effekt auf die Kopfzwangshaltung und die Qualität des Stereosehens. Für die VD in Adduktion zeigte sich eine positive Korrelation zwischen Dosierung und erzieltm Effekt. Die Reduzierung der ZD in Abduktion zeigte sich unabhängig von der Dosierung. Die erzielte Effektivität war im Vergleich der einzelnen Operationsmethoden nicht signifikant unterschiedlich, auch nicht in Bezug auf die Genese der behandelten Erkrankung. Die Operation an den Mm. obliqui ist eine effektive und sichere Methode zur Behandlung einer Trochlearisparese und eines Strabismus sursoadductorius.

Tag der mündlichen Prüfung: 18.12.2007

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	6
Abkürzungsverzeichnis .....	7
<b>1. Einleitung.....</b>	<b>8</b>
<b>1.1. Anatomie .....</b>	<b>8</b>
1.1.1. Nervus trochlearis.....	8
1.1.2. Musculus obliquus superior.....	9
1.1.3. Musculus obliquus inferior.....	12
<b>1.2. klinisches Bild.....</b>	<b>14</b>
1.2.1. Trochlearisparese.....	14
1.2.2. Strabismus sursoadductorius .....	15
<b>1.3. operative Behandlung .....</b>	<b>17</b>
1.3.1. Rückblick.....	17
1.3.2. Komplikationen .....	18
<b>2. Material und Methoden.....</b>	<b>20</b>
2.1. Patienten .....	20
2.2. Ein- und Ausschlusskriterien.....	20
2.3. Untersuchungszeitpunkte.....	20
2.4. Erhebung der Daten und statistische Auswertung .....	20
2.5. Untersuchungsmethoden .....	21
2.5.1. Sehfunktion .....	21
2.5.2. Refraktion .....	22
2.5.3. Binokularfunktionen.....	22
2.5.4. Winkelmessungen.....	23
2.5.5. Kopfzwangshaltung .....	26
2.5.6. Verwendete Operationstechniken.....	26
<b>3. Ergebnisse .....</b>	<b>29</b>
3.1. Ätiologie und demographische Daten .....	29
3.2. Sehfunktion .....	32
3.3. Refraktion.....	33
3.4. Binokularfunktionen.....	34
3.5. Kopfzwangshaltung .....	38
3.6. Bielschowsky-Kopfneigetest .....	42
3.7. Winkelverhältnisse .....	43
<b>4. Diskussion .....</b>	<b>73</b>
4.1. Ätiologie und demographische Daten .....	73
4.2. Binokularfunktionen.....	74
4.3. Kopfzwangshaltung .....	75
4.4. Wirkung der einzelnen Operationen.....	76
4.5. Schlussfolgerung .....	85
<b>5. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>88</b>
<b>7. Danksagung .....</b>	<b>94</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ABD	Abduktion
ADD	Adduktion
APCT	alternierender Prismencovertest
BKNT	Bielschowsky-Kopfneigetest
D	Dioptrie
HD	Horizontaldeviation
KI	Konfidenzintervall
KZH	Kopfzwangshaltung
Mm.	Musculi
n	Anzahl
Obliquus inferior	Musculus obliquus inferior
Obliquus superior	Musculus obliquus superior
OP	Operation
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PD	Prismendioptrie
PP	Primärposition
SD	Standardabweichung
VD	Vertikaldeviation
ZD	Zyklodeviation

# **1. Einleitung**

In der vorliegenden retrospektiven Studie soll die Wirksamkeit verschiedener Operationsmethoden zur Behandlung einer Trochlearisparese und eines Strabismus sursoadductorius beschrieben und ausgewertet werden. Untersucht werden soll die Wirksamkeit einer Rücklagerung des Obliquus inferior, einer Faltung des Obliquus superior, sowie einer Kombination beider Eingriffe auf die Vertikaldeviation (VD), die Zyklodeviation (ZD) und die Horizontaldeviation (HD) in verschiedenen Blickrichtungen, sowie der Einfluss auf eine bestehende Kopfwangshaltung und die Qualität des Stereosehens. Zum besseren Verständnis werden die anatomische Grundlagen, das klinische Bild der untersuchten Erkrankungen sowie die verwendeten Untersuchungsmethoden ausführlich erläutert.

## **1.1. Anatomie**

### **1.1.1. Nervus trochlearis**

#### **Ursprung und Verlauf**

Das Kerngebiet des Nervus trochlearis liegt im Tegmentum des Mittelhirns auf dem Niveau der Vierhügelplatte am Boden des Aquädukts, direkt kaudal des Okulomotoriuskerns. Es enthält Motoneurone für den kontralateralen Musculus obliquus superior. Die Axone verlaufen zunächst durch das Tegmentum nach kaudal und lateral, wenden sich dann um das zentrale Höhlengrau nach dorsal und kreuzen schließlich dorsal vom Aquädukt im rostralen Velum medullare zur Gegenseite. Der Nervus trochlearis verlässt unmittelbar kaudal der Colliculi inferiores als einziger Hirnnerv den Hirnstamm dorsal. Er zieht um den Pedunculus cerebri zwischen der Arteria cerebelli superior und der Arteria cerebri posterior nach basal und tritt dann hinter dem Nervus oculomotorius in die obere laterale Wand des Sinus cavernosus ein. Von dort verläuft er durch den lateralen Teil der Fissura orbitalis superior bis in die Orbita. Hier zieht er schräg über den Musculus levator palpebrae superioris nach medial und dringt

im hinteren und mittleren Muskeldrittel von oben in den Musculus obliquus superior ein ([14], [50], [54]).

### **1.1.2. Musculus obliquus superior**

#### **Ursprung und Verlauf**

Der Musculus obliquus superior entspringt am oberen medialen Rand des Anulus tendineus communis (Zinn-Sehnenring), einem bindegewebigen Ring unmittelbar vor der Orbitaspitze, welcher fest mit dem Knochen verwachsen ist. Von seinem Ursprung zieht der Musculus obliquus superior zwischen Orbitadach und medialer Wand sagittal nach vorne zur Trochlea hin, einem etwa 3 mm starken Knorpelring, der durch festes Bindegewebe am Stirnbein verankert ist. Dabei wird der Musculus obliquus superior an der Unterseite von der Arteria ophthalmica begleitet, welche ihn auch versorgt. Ungefähr 10 mm vor Erreichen der Trochlea geht der ca. 30 mm lange Muskelbauch in eine Sehne über, die in der Trochlea ihre Verlaufsrichtung ändert und von dort nach hinten, unten und lateral zieht. Im Trochleabereich hat die Sehne einen runden Querschnitt. Sie tritt kurz vor dem medialen Rand des Musculus rectus superior durch die Tenonsche Kapsel und fächert sich erst im intrakapsulären Verlauf auf. Die Sehne zieht unter dem Musculus rectus superior hindurch und inseriert breit hinter dem Äquator im temporal oberen Quadranten. Der Vorderrand inseriert etwa auf dem gleichen Meridian wie der laterale Rand des Musculus rectus superior, der Hinterrand etwa auf dem vertikalen Meridian. Die breite Insertion liegt in unmittelbarer Nähe der äußeren oberen Vortexvene [27]. Der Musculus obliquus superior ist im hinteren Drittel von einer lockeren bindegewebigen Hülle, dem Perimysium umgeben. Im mittleren Drittel verdichtet sich das Gewebe und bildet eine deutliche Muskelscheide (Fascia muscularis), die im Bereich der Trochlea in eine dichte Sehnenscheide übergeht. Innerhalb der Sehnenscheide gibt es faserige Verbindungen, die die freie Beweglichkeit der Sehne in der Sehnenscheide begrenzen. Alle Augenmuskeln sind untereinander mit Bindegewebsfasern (Membrana intermuscularis) verbunden. Sie bewirken, dass sich bei Augenbewegungen der Abstand zwischen den Augenmuskeln nicht wesentlich verändert [27].

Der Musculus obliquus superior ist einschließlich seiner Sehne der längste aller Augenmuskeln. Er zeigt unter allen Augenmuskeln die häufigsten Anomalien. Des Weiteren variieren die Angaben bezüglich Länge und Insertion häufiger als bei den übrigen Augenmuskeln. Von Fink (1948) [12] wird die Länge der pars longitudinalis (Ursprung bis zur Trochlea) mit etwa 40 mm angegeben [37]. Nach Volkmann (1869) beträgt die reine Muskelstrecke 32,2 mm  $\pm$ 2,1 mm und die Sehnenlänge 20,0 mm [43]. Lang et al ermittelte durch Untersuchungen an 59 Leichenaugen für die pars longitudinalis eine Länge von rechts 37,59 mm  $\pm$ 3,50 mm und links 38,54 mm  $\pm$ 4,04 mm. Die Länge der pars obliqua (Trochlea bis Insertion) wird rechts mit 23,21 mm  $\pm$ 1,57 mm und links mit 22,50 mm  $\pm$ 2,18 mm angegeben [37]. Im Mittel kann man sagen, dass der Musculus obliquus superior eine Gesamtlänge von ca. 60 mm besitzt. Davon entfallen 30 mm auf die Muskellänge und 30 mm auf die Sehnenlänge, wobei 10 mm Sehnenlänge auf die Strecke zwischen Muskelbauch und Trochlea, 2 mm auf die Strecke innerhalb der Trochlea und 18 mm auf die Strecke zwischen Trochlea und Insertion entfallen [27].

Der Abstand zwischen Limbus und vorderer Insertionskante des Musculus obliquus superior wird von Lang et al für das rechte Auge mit 16,33 mm  $\pm$ 1,76 mm Bogenmaß und für das linke Auge mit 15,80 mm  $\pm$ 1,53 mm Bogenmaß angegeben. Zwischen Limbus und hinterer Insertionskante liegen für das rechte Auge 23,21 mm  $\pm$ 1,57 mm Bogenmaß und für das linke Auge 22,50 mm  $\pm$ 2,18 mm Bogenmaß [37].

## **Funktion**

Die Zugrichtung eines Muskels wird durch den Ursprung, den Verlauf und die Insertion bestimmt. Augenbewegungen entstehen durch das Zusammenspiel der sechs äußeren Augenmuskeln, deren Funktionen sich aus der Lage der Muskelebenen (Verbindung der Zugrichtung des Muskels mit dem Drehpunkt des Auges) innerhalb der Orbita ergeben. Bei jeder Augenbewegung werden die jeweils agonistischen Augenmuskeln erregt und gleichzeitig die jeweils antagonistischen Augenmuskeln gehemmt (Sherrington-Gesetz der reziproken Innervation). Jede denkbare Blickrichtung des Auges ist vorstellbar als Resultat einer Bewegung um eine Achse aus der Primärstellung heraus. Fick hat drei

mögliche Drehachsen besonders hervorgehoben. Sie stehen senkrecht aufeinander und schneiden sich im Drehpunkt des Auges (ca. 13,5 mm hinter dem Hornhautscheitel auf der Gesichtslinie). Die z-Achse verläuft senkrecht, die x-Achse verläuft waagrecht. Beide liegen frontoparallel in der Ebene von Listing. Die y-Achse verläuft lotrecht auf dieser Ebene. Die Drehbewegungen um diese Achsen werden Duktationen genannt. Drehbewegungen um die z-Achse bezeichnet man als Abduktion und Adduktion, Drehbewegungen um die x-Achse als Supraduktion (Hebung) und Infraduktion (Senkung) und Drehbewegungen um die y-Achse bezeichnet man als Exzykloduktion (Auswärtsrollung) und Inzykloduktion (Einwärtsrollung). Alle Augenbewegungen (aus der Primärstellung heraus) in Sekundär- und Tertiärstellungen sind denkbar als Duktationen um Achsen die in einer Ebene liegen („Gesetz von Listing“). Dies gilt nicht für Drehungen des Auges um die Blicklinie (Zykloduktionen). Zu jeder Blickrichtung gehört eine bestimmte Ausrichtung der Netzhautmeridiane im Raum, gleichgültig wie das Auge diese Blickrichtung erreicht hat („Gesetz von Donders“). Die schrägen Augenmuskeln haben die wesentliche Funktion, einerseits die gleichgerichteten Rollungen beider Augen bei Kopfniegung, andererseits die gegenläufigen Rollungen zur Erhaltung des Binokularsehens in Tertiärstellung durchzuführen [27].

Der Musculus obliquus superior bildet in Primärposition mit der sagittalen Ebene einen Winkel von ca.  $54^\circ$ . Seine Hauptfunktion ist die Inzykloduktion. Bei Abduktion von ca.  $36^\circ$  liegen die Blicklinie und die Muskelebene des Musculus obliquus superior senkrecht aufeinander. In dieser Position ist der Musculus obliquus superior ein reiner Inzykloduktor. Wichtigste Nebenfunktion ist die Senkung, die in Adduktion zunimmt und in Abduktion abnimmt. Bei einer Adduktion von ca.  $54^\circ$  soll der Musculus obliquus superior seine maximale senkende Wirkung besitzen. Da in Adduktion die Insertion der Musculus rectus superior für die Sehne des Musculus obliquus superior ein Hypomochlion bildet, wird in dieser Richtung die abduzierende Wirkung des Muskels verstärkt [24]. Die abduzierende Wirkung des Musculus obliquus superior spielt nur eine untergeordnete Rolle ([27], [54], [36], [24], [23]).

### 1.1.3. Musculus obliquus inferior

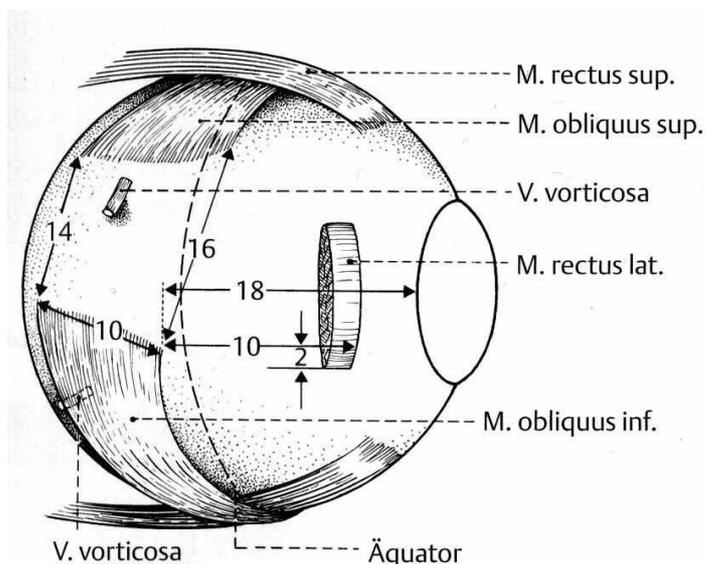
#### Ursprung und Verlauf

Der Musculus obliquus inferior entspringt am seitlichen Orbitarand, unmittelbar lateral des Eingangs in den Tränennasengang. Meist ist dort eine kleine Delle für den Ursprung des Musculus obliquus inferior entwickelt. Im Mittel entspringt der Muskel bei Erwachsenen 1,54 mm lateral des Eingangs in den Canalis nasolacrimalis und 0,47 mm hinter dem unteren Augenhöhlenrand. Die Ursprungsbreite des Muskels beträgt im Mittel 3,93: 2,26 mm [38]. Nah am Ursprung verläuft der Muskel dem Orbitaboden eng anliegend nach hinten lateral. Er unterkreuzt den Musculus rectus inferior. Dort verbindet sich die Muskelscheide mit dem Ringband der Tenonschen Kapsel und dem unteren Halteband. Der Muskel durchzieht die Tenonsche Kapsel in einem sehr kleinen Winkel und verläuft etwa 16 mm an der lateralen Seite des Musculus rectus inferior entlang. Der Musculus obliquus inferior inseriert auf Höhe des horizontalen Meridians in einem nach oben konvexen Bogen. Der hintere Anteil der Ansatzzone reicht sehr nah an das Maculagebiet und die untere Vortexvene heran. Die Insertion erfolgt über kurze Muskelfasern oder eine kurze Sehne. Die Blutversorgung des Muskels wird über die Rami musculares der Arteria ophthalmica und zusätzlich über Äste der Arteria infraorbitalis gewährleistet, die durch die Fissura orbitalis inferior in die Orbita gelangt. Die nervale Versorgung erfolgt über den langen unteren Ast des Nervus oculomotorius. Der Musculus obliquus inferior ist einschließlich der Sehne der kürzeste Augenmuskel. Seine Muskellänge beträgt nach Fink (1948) 35-38 mm, die Sehnenlänge 0-2 mm [12]. Variationen im Verlauf des Muskels kommen nicht selten vor. Sie können sich sowohl auf den Ursprung des Muskels als auch auf die Insertionslokalisation beziehen. Diese Variationen haben keinen Einfluss auf die Muskelzugrichtung und somit auf die Funktion. Variationen des Limbusabstandes können jedoch funktionell bedeutsam werden [27]. Johannes Lang et al ermittelten an Leichenaugen die mittlere Länge des Musculus obliquus inferior rechts mit 31,46 mm  $\pm$ 4,12 mm und links mit 30,92 mm  $\pm$ 3,15 mm. Aufgrund der schrägen Insertionslinie des Muskels von vorne unten nach hinten oben, bestehen unterschiedliche Abstände zwischen

Insertionskante und Limbus. Der Abstand von der Insertionskante vorne unten bis zum Limbus betrug rechts im Mittel  $18,38 \text{ mm} \pm 1,85 \text{ mm}$  und links  $18,50 \text{ mm} \pm 1,74 \text{ mm}$ . Der Abstand zwischen der Insertionskante hinten oben und Limbus betrug rechts im Mittel  $27,02 \text{ mm} \pm 1,43 \text{ mm}$  und links  $27,02 \text{ mm} \pm 1,86 \text{ mm}$  [37].

## Funktion

Der Musculus obliquus inferior bildet zwischen Muskelebene und der Sagittalen einen Winkel von  $51^\circ$ . Er ist in seiner Hauptfunktion ein Exzykloduktor. Die Exzykloduktion ist in Abduktion deutlicher ausgeprägter als in Adduktion. Wichtigste Nebenfunktion ist die Hebung, die mit zunehmender Adduktion zunimmt. Des Weiteren besitzt der Musculus obliquus inferior eine gering abduktorische Wirkung. Aufgrund der bindegewebigen Einbindung des Muskels in das Ligamentum von Lockwood können die ursprungsnahe Hälfte und die insertionsnahe Hälfte verschiedene Funktionen ausüben. In Bezug auf die Zyklodeviation und Vertikalduktion sind der Musculus obliquus inferior und der Musculus obliquus superior Antagonisten, in Bezug auf die Horizontaldeviation Agonisten [27].



**Abbildung 1: Insertion der Augenmuskeln (vereinfacht nach Fink, [12]) aus Strabismus (1995): Anatomie und Physiologie der Orbita und des Bewegungsapparates, Seite 40**

## 1.2. klinisches Bild

### 1.2.1. Trochlearisparese

Bei der Trochlearisparese handelt es sich um eine neurogene Störung, die aufgrund einer Affektion des Nervus trochlearis entsteht.

Die neurogene Störung kann nukleär oder peripher neurogen bedingt sein, wobei die peripher neurogenen Läsionen deutlich häufiger sind als die nukleären.

Ursächlich kommt am häufigsten eine traumatische Genese vor, gefolgt von vaskulären Prozessen und Neoplasien. Rucker [47], Khawam und Mitarbeiter [30] beschreiben ebenso wie Younge und Sutula [59] das Trauma als Hauptursache, gefolgt von vaskulären Prozessen und Neoplasien. Dies können Primärtumoren oder Metastasen sein, die in der hinteren Schädelgrube lokalisiert sind. Kaufmann beschreibt für neurogen verursachte Augenmuskelparesen den Anteil an einseitigen Trochlearisparesen mit 29%, den Anteil an beidseitigen Trochlearisparesen mit 12%. Es zeigt sich keine bevorzugt betroffene Seite. Die Entstehung einer Trochlearislähmung wird auch hier mit einem Anteil von 50% aufgrund eines Traumas, bei 19% aufgrund vaskulärer Erkrankungen (Arteriosklerose, Diabetes mellitus), bei 10% aufgrund von Neoplasien und bei 13% durch verschiedene Ursachen angegeben. Beidseitige Trochlearisparesen entstehen fast ausschließlich durch ein erlittenes Trauma, da die Kreuzungsstelle der 4. Hirnnerven unmittelbar unterhalb der Vierhügelplatte für stumpfe Kopftraumata besonders exponiert ist [4], [26]. Das klinische Bild einer Trochlearisparese ist gekennzeichnet durch einen Funktionsausfall des Musculus obliquus superior, der von dem Nervus trochlearis innerviert wird. Dies führt zu einer Vertikaldeviation (VD) und einer Zyklodeviation (ZD). Das betroffene Auge steht höher und ist nach außen verrollt (Exzyklotropie). Es zeigt sich eine für Paresen typische Schielwinkelinkomitanz. Die größte Abweichung besteht in Zugrichtung des paretischen Muskels, also bei Senkung und Adduktion. Des Weiteren kann es zur Ausprägung eines V-Phänomens kommen, d.h. es besteht eine Inkomitanz des horizontalen Schielwinkels bei Aufblick und Abblick. Der Bielschowsky-Kopfneigetest (BKNT) ist positiv, bei 45° Kopfneigung zur betroffenen Seite

kommt es zu einer großen Vertikalabweichung und großen Exzyklotropie, während bei 45° Kopfneigung zur Gegenseite eine deutlich kleinere Abweichung oder keine Abweichung zu messen ist. Der BKNT ist bei Abblick deutlicher positiver als bei Aufblick. Es zeigt sich primär keine Überfunktion am Antagonisten (Musculus obliquus inferior). Die vertikale Fusionsbreite ist normal und es besteht eine normale retinale Korrespondenz mit regelrechter Sensorik. Subjektiv sind die Patienten durch in der Höhe versetzte und verkippte Doppelbilder gestört. Sie nehmen eine kompensatorische Kopfwangshaltung (Neigung und Kopfdrehung zur nicht betroffenen Seite und ggf. auch Kinnsenkung) ein, um Doppelbildfreiheit zu erreichen. Häufig wird Schwindel beklagt. In der Kopfwangshaltung besteht volles räumliches Sehen. Das klinische Bild einer beidseitigen Trochlearisparese zeigt eine kleine Vertikaldeviation mit Umschlag der VD bei Seitblick. Das Leitsymptom ist hier die deutliche Exzyklodeviation, die zu starken Verkipnungen der Doppelbilder führt. Des Weiteren zeigt sich ein deutliches V-Phänomen. Bei der Diagnose einer Trochlearisparese ist zur Abklärung der auslösenden Ursache eine internistische und neurologische Untersuchung mit bildgebender Diagnostik dringend notwendig. Die Prognose bezüglich einer Spontanremission ist bei einseitigen Paresen besser als bei beidseitigen Paresen. Vaskulär bedingte Lähmungen verlaufen meist gutartiger als traumatisch oder gar neoplastisch bedingte Paresen. Einseitige nicht traumatische Trochlearisparenen sind sehr häufig innerhalb von 3-6 Monaten spontan rückläufig. Eine Augenmuskeloperation sollte erst bei Stabilität des Schielwinkels, jedoch nicht vor einem Jahr nach Auftreten der Parese durchgeführt werden, da bis zu diesem Zeitpunkt noch mit einer möglichen Rückbildung gerechnet werden kann [26].

### **1.2.2. Strabismus sursoadductorius**

Als Strabismus sursoadductorius bezeichnet man eine Unterfunktion des Musculus obliquus superior mit gleichzeitiger Überfunktion des Musculus obliquus inferior. Früher wurde diese Schielform auch als kongenitale oder frühkindlich erworbene Obliquus superior Parese bezeichnet. Die Ursachen zur Entstehung eines Strabismus sursoadductorius sind nicht genau bekannt.

Helveston propagiert strukturelle Anomalien der Sehne des Musculus obliquus superior als ursächliches Moment. Er unterteilt die strukturellen Anomalien in 4 verschiedene Schweregrade. Diese reichen von fehlender Muskelspannung bis zum völligen Fehlen der Obliquus superior Sehne. 87% der von Helveston untersuchten Patienten mit Strabismus sursoadductorius zeigten strukturelle Veränderungen im Bereich der Sehne, während 92% der Trochlearispareesen eine normale Sehne aufwiesen ([20], [22]). Plager fand bei Patienten mit Strabismus sursoadductorius im Duktionstest ebenfalls eine Schwäche im Bereich der Sehne des Musculus obliquus superior [45]. Auch anatomische Variationsbreiten in Bezug auf die Länge des Musculus obliquus superior sollen eine Rolle spielen. Über Einzelfälle einer Agenesie des Musculus obliquus superior berichten Pollard [46], Schellenbeck [49], Kaufmann [29] und Wallace/vonNoorden [56]. Klinisch zeigt sich eine Vertikaldeviation (Höherstand des betroffenen Auges) in Adduktion. Der Schielwinkel ist konkomitierend, d.h. die Vertikalabweichung ist in Adduktion bei Hebung und Senkung ungefähr gleich groß, wenn nicht sogar bei Aufblick größer. Die Zyklotropie ist im Gegensatz zur Trochlearisparese geringer ausgeprägt. Die vertikale Fusionsbreite ist vergrößert. Die Patienten nehmen unbewusst eine Kopfwangshaltung in Form von Kopfneigung und Kopfwendung zur nicht betroffenen Seite ein. Die Kopfwangshaltung kann jedoch bei ca. 10% atypisch sein je nach Inkomitanzmuster der Störung [16]. Diplopie tritt bei beginnender Dekompensation zunächst intermittierend und meist nur bei Seitblick auf. Der BKNT ist häufig schon in Primärposition positiv und bei Aufblick und Abblick gleich ausgeprägt. In der Kopfwangshaltung besteht volles Binokularsehen mit normaler retinaler Korrespondenz. Eine Dekompensation erfolgt häufig erst bei zunehmender visueller Anforderung und Aufgabe der Kopfwangshaltung. Operative Maßnahmen werden bei konstanten Beschwerden notwendig. Eine Operation kann jederzeit erfolgen, eine neurologische Abklärung ist nicht erforderlich.

## **1.3. operative Behandlung**

### **1.3.1. Rückblick**

#### **Eingriffe zur Stärkung des Musculus obliquus superior**

John M. Wheeler berichtete erstmals 1934 über operative Eingriffe an den schrägen Augenmuskeln. Er beschrieb neben der Faltung des Musculus obliquus superior auch die Vorlagerung des Musculus obliquus inferior am Ursprung. Wheeler fand bereits den größeren Effekt auf die Vertikaldeviation bei Verlagerung der Falte vom Limbus weg, und den größeren Einfluss auf die Zyklodeviation bei Verlagerung der Falte zum Limbus hin [57].

Mc Lean führte 1949 die Faltung des Musculus obliquus superior bei temporalem Zugang durch, ohne den Musculus rectus superior abzusetzen. Die Faltenbildung erfolgte auf der zum Musculus rectus superior zugewandten Seite. Der Faltenkopf wurde nach lateral gewendet und an der Sklera fixiert [40]. Harada und Ito zeigten 1964 die Vorlagerung des nasalen Anteils des Musculus obliquus superior ohne den Ansatz des Muskels zu lösen, sowie die Rücklagerung des anterioren Anteils des Musculus obliquus inferior als operative Technik, die hauptsächlich Einfluss auf die Zyklodeviation haben sollte [18]. In den folgenden Jahren erfolgten weitere Modifizierungen der Faltung des Musculus obliquus superior wie die instrumentelle Faltung nach Cüppers [6] oder die freie Faltung nach de Decker, bei der die Falte Richtung Bulbus gerichtet ist und somit Irritationen im Bereich des Musculus rectus superior vermindert werden [7].

#### **Eingriffe zur Schwächung des Musculus obliquus inferior**

White beschrieb erstmals 1942 das technische Vorgehen zur Rücklagerung des Musculus obliquus inferior [58]. In den folgenden Jahren wurde die Rücklagerung des Musculus obliquus inferior von einigen Operateuren in gering modifizierter Form durchgeführt [15], [44], [1]. Nach Aufsuchen der Insertion des Musculus obliquus inferior unterhalb des Musculus rectus lateralis erfolgte die Abtrennung des Muskels am Ansatz. Die Rücklagerung wurde in Verlaufsrichtung des Muskels durchgeführt. Zur Festlegung der Rücklagerungsstrecke benutzte Fink [12] den Musculus rectus externus als

Orientierungshilfe, während Parks den Musculus rectus inferior wegen der leichteren Darstellbarkeit verwendete [44]. Durch Verlagerung des Obliquus inferior aus der ursprünglichen Verlaufsrichtung heraus kann eine unterschiedliche Beeinflussung der einzelnen Wirkmechanismen des Muskels erreicht werden [9].

### **Kombinierte Eingriffe an den Mm. obliquui**

Foster beschrieb 1946 erstmals die kombinierte Operation an den Mm. obliquui [13]. Knapp (1976) [32] sowie Ellis und Helveston (1976) [10] haben bei großen Vertikaldeviationen kombinierte Obliquusoperationen durchgeführt. Sie beschrieben auch die Möglichkeit einer Obliquus superior Faltung auf der betroffenen Seite kombiniert mit einer Rücklagerung des kontralateralen Rectus inferior. Kaufmann (1995) [28] und Kolling (1986) [33] bevorzugten zur operativen Therapie großer Vertikaldivergenzen bei Strabismus sursoadductorius oder Trochlearispause die kombinierten Eingriffe an den Mm. obliquui. Im Vergleich zur Einmuskelchirurgie beschrieben die Autoren der kombinierten Operation einen größeren Effekt auf die Winkelreduzierung zu.

### **1.3.2. Komplikationen**

Augenmuskeloperationen sind in der Hand von erfahrenen Operateuren ein komplikationsarmer Eingriff. Infektionen sind postoperativ sehr selten. Das Risiko für eine postoperative Endophthalmitis wird mit 1: 30000, das Risiko einer sekundären Wundheilung mit 1: 2000 angegeben [48]. Gelegentlich kann es im Bereich des Bindehautschnittes zu Dehiszenzen sowie Tenonprolaps kommen. Durch eine induzierte Bindehautschwellung können Störungen der Hornhautbenetzung entstehen, die zur Ausbildung einer Hornhautdelle führen können. Fadengranulome kommen aufgrund des verbesserten Nahtmaterials kaum noch vor. Die Häufigkeit der Entstehung einer Perforation der Sklera und Chorioidea bei Refixation des Muskels wird mit 1:1000 beschrieben. Bei Vorliegen einer Perforation von Sklera und Chorioidea muss an der Perforationsstelle eine Kryokoagulation durchgeführt werden, um eine Netzhautablösung zu verhindern. Das Risiko einer Sehminderung in Folge einer

Augenmuskeloperation ist mit 1 : 30000, das Risiko für den Verlust des Sehvermögens mit 1 : 50000 sehr gering [25]. Postoperativ kann es zu Änderungen der Refraktion kommen, die nur selten mehr als 1 D in Sphäre oder Zylinder betragen. Probleme können aufgrund von Über- oder Untereffekt der Muskelverlagerung in Form von Bewegungsstörungen, persistierenden Schielwinkeln oder Diplopiewahrnehmung entstehen. Bei Operationen in Allgemeinanästhesie kann es durch Zug am Augenmuskel zur Auslösung des okulokardialen Reflexes und somit zu einer Bradykardie oder sogar einem Herzstillstand kommen. Dies ist jedoch durch systemische Gabe von Atropin gut beherrschbar. Die Häufigkeit tödlicher Narkosezwischenfälle wird mit 1-2 auf 10000 Schieloperationen angegeben [48].

## **2. Material und Methoden**

### **2.1. Patienten**

Ausgewertet wurden retrospektiv die Befunde von 207 Patienten mit Strabismus sursoadductorius oder Trochlearisparese, die in den Jahren 1990-2006 in der Universitäts-Augenklinik in Münster operativ behandelt wurden.

### **2.2. Ein- und Ausschlusskriterien**

Eingeschlossen wurden Patienten, die aufgrund einer einseitigen Trochlearisparese oder eines einseitigen Strabismus sursoadductorius durch Rücklagerung des Obliquus inferior, Faltung des Obliquus superior oder durch eine kombinierte Operation an den Mm. obliqui behandelt worden sind. Eine beidseitige Erkrankung, Voroperationen, sowie zusätzliche Operationen an den Horizontalmotoren oder unzureichende Befunddokumentationen postoperativ führten zum Ausschluss der Auswertung.

### **2.3. Untersuchungszeitpunkte**

Betrachtet wurden der praeoperative Befund, sowie der Befund einen Tag postoperativ als auch die Befunderhebung nach 6-12 (im Mittel 9) Wochen.

### **2.4. Erhebung der Daten und statistische Auswertung**

Die Erhebung der Daten erfolgte retrospektiv anhand der Krankenakten. Mittels deskriptiver Statistik wurden Mittelwert, Standardabweichung, Median, 95% Konfidenzintervalle des Mittelwertes und des Medians, Minimum und Maximum sowie die Signifikanz der Untersuchungsergebnisse ermittelt und ausgewertet. Alle Variablen wurden vor Anwendung der verschiedenen Testverfahren mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf Normalverteilung hin überprüft. Um Unterschiede zu prüfen führten wir abhängig von der Verteilung der Daten für unabhängige Stichproben als nicht parametrischen Test den Mann-Whitney-Test durch, für abhängige Stichproben den Wilcoxon-

Test. Als parametrischen Test verwendeten wir den t-Test für abhängige und unabhängige Stichproben. Zur Berechnung von kategoriellen Variablen benutzten wir den  $\chi^2$ -Test. Das Signifikanzniveau wurde für  $p < 0,05$  angenommen. Die Analysen wurden mit den Programmen Excel 2003 sowie der Medcalc Version 9.3.0.0 durchgeführt.

## **2.5. Untersuchungsmethoden**

Praeoperativ und postoperativ wurden die Sehfunktion für die Ferne mit bester Korrektur, die Binokularfunktionen, der Schielwinkel in 9 diagnostischen Blickrichtungen sowie die Kopfwangshaltung untersucht. Der Schielwinkel bei Rechts- und Linksneigung sowie die Refraktion wurden nur praeoperativ bestimmt.

### **2.5.1. Sehfunktion**

Die Sehfunktion wurde mittels subjektiver Sehschärfeprüfung bestimmt. Die Sehschärfe entspricht dem angulären Auflösungsvermögen. Sie ist definiert durch die Fähigkeit, zwei Punkte als getrennt zu identifizieren.

Der Landoltring ist das Standardsehzeichen. Die Lücke des Ringes erscheint unter dem zu messenden Sehwinkel. Der Kehrwert des in Winkelminuten gemessenen kleinsten Seh winkels bezeichnet die Sehschärfe. Für die 5 Meter Prüfdistanz entspricht dieser Winkel einer Öffnung des Landoltringes von 1,49 mm. Andere Sehzeichen wie Zahlen, Buchstaben, E-Haken und Kinderbilder wurden an die Normbedingungen der Landoltringe angeschlossen, mit dem Ziel vergleichbare Sehschärfe werte zu erreichen. Wir ermittelten die Sehschärfe für die 5 Meter Distanz mit Einzeloptotypen (Zahlen, E-Haken) je nach Alter des Patienten. Die Sehschärfeprüfung erfolgte monokular und mit bestmöglicher Korrektur. Die Sehschärfe wurde als Snellen Visusäquivalent erhoben und in logMAR umgerechnet.

### **2.5.2. Refraktion**

Die bestehenden Refraktionsanomalien wurden anhand des sphärischen Äquivalents (bei Ausweisung in Minuszylinder: Addition der Hälfte des Minuszylinders zur bestehenden Sphäre) der getragenen Brille beschrieben.

### **2.5.3. Binokularfunktionen**

Die Binokularfunktionen wurden prae- und postoperativ mit dem Lichtschweiftest nach Bagolini, dem Titmus-Test oder dem Lang-Test geprüft.

#### **Bagolini-Lichtschweiftest**

Der Bagolini-Lichtschweiftest prüft das Simultansehen, die niedrigste Stufe des beidäugigen Sehens. Der Patient betrachtet durch eine vorgehaltene Brille mit Parallelstreifung der Gläser eine Lichtquelle. Durch die Parallelstreifung der Gläser (rechts  $135^\circ$  und links  $45^\circ$ ) erscheint die betrachtete punktförmige Lichtquelle als Lichtstrahl, der jeweils einem Auge zugeordnet werden kann. Die Untersuchungsentfernung liegt in 5 Meter und in 30-40 cm. Werden bei normaler Netzhautkorrespondenz beide Streifen als Kreuz mit dem Kreuzungspunkt in der Lichtquelle angegeben, besteht Simultansehen. Bei Wahrnehmung nur einer Diagonalen liegt die Suppression eines Auges vor. Des Weiteren kann auch Diplopie angegeben werden. Dabei werden 2 Lichtpunkte und 2 Lichtstreifen wahrgenommen. Kreuzen sich die Lichtstreifen über den Lichtern liegen homonyme Doppelbilder vor, d.h. es besteht eine Abweichung in Richtung Konvergenz. Kreuzen die Lichtstreifen unterhalb der Lichter, bestehen also gekreuzte Doppelbilder, liegt eine Abweichung in Richtung Divergenz vor. Bei Vertikalabweichungen kreuzen die Streifen links oder rechts von den Lichtquellen. Bei positivem Bagolini-Lichtschweiftest und gleichzeitig manifesten Einstellbewegungen bei einseitigem Covertest, kann man auf eine harmonisch anomale Korrespondenz schließen.

#### **Titmus-Test**

Der Titmus-Test prüft das räumliche Sehen. Dafür ist es notwendig, jedem Auge getrennt ein eigenes Bild anzubieten. Der Titmus-Test erreicht die Bildtrennung beider Augen mit Hilfe von Polarisation. Der Patient trägt eine

Brille mit Polarisationsfiltern, die nur Licht in einer bestimmten Schwingungsrichtung durchlassen. Die Polarisationsfilter sind so angeordnet, dass die Polarisationssebene des rechten Auges senkrecht zu der des linken Auges steht. Die zu betrachtende polarisierte Vorlage enthält gekreuzt querdisparate Halbbilder. Durch sensorische Fusion entsteht so ein räumlicher Eindruck. Die Querdisparationen reichen von 3800 Bogensekunden (Fliege) über 400-90 Bogensekunden (Tier A-C) bis 800-40 Bogensekunden (Ring 1-9), sodass eine Beurteilung bzgl. der Qualität des räumlichen Sehens möglich ist.

### **Lang-Test**

Der Lang-Stereo-Test 1 ist eine Testkarte bei der beiden Augen zwei verschiedene Bilder durch ein System feiner vertikal parallel angeordneter Halbzylinder angeboten werden (Zylinderrasterverfahren nach Hess). Die beiden Bildvorlagen entstehen durch eine Vielzahl schwarzer zufallsverteilter Punkte (random dot pattern) wobei Teilmengen der Punkte Figuren darstellen, welche in den beiden Halbbildern in horizontaler Richtung systematisch abweichen (Disparation). Bei dem Lang-Test 1 kommen eine Katze, ein Stern und ein Auto zur Darstellung. Die Querdisparität reicht von 1200 Bogensekunden bis 550 Bogensekunden. Die Untersuchungsdistanz beträgt 40 cm. Da keine Brille als Hilfsmittel notwendig ist, ist eine Testung des Stereosehens ohne Dissoziation möglich. Bei der Auswertung der Qualität des Binokularsehens wurde eine positive Beantwortung des Lang-Stereo-Test 1 als vollwertiges Stereosehen gewertet.

### **2.5.4. Winkelmessungen**

Gemessen wurden die objektiven Schielwinkel sowohl mittels alternierendem Prismencovertest (APCT) in 5 Blickrichtungen (Geradausblick, Blick nach oben, Blick nach unten, Blick nach links und Blick nach rechts), als auch an der Tangentenskala nach Harms in den 9 diagnostischen Blickrichtungen. Des Weiteren erfolgte die objektive Schielwinkelmessung bei Rechts- und Linksneigung des Kopfes (BKNT). Ausgewertet wurden die an der Tangentenskala nach Harms gemessenen Schielwinkel, da hier neben der

Horizontaldeviation und Vertikaldeviation auch Angaben zur Zyklodeviation vorlagen. Bei einzelnen Patienten musste der objektiven Schielwinkel ausschließlich anhand der Messung mittels alternierendem Prismencovertest verwendet werden, da eine Messung an der Tangentenskala nach Harms nicht dokumentiert war.

### **Alternierender Prismencovertest**

Im alternierenden Prismencovertest werden die Augen wechselseitig abgedeckt und die sichtbaren Einstellbewegungen durch Vorgabe von Prismen neutralisiert. Die Prismen werden immer vor das abgewichene Auge gehalten. So erhält man den Schielwinkel in fusionsfreier Ruhelage. Dieser entspricht bei normaler Netzhautkorespondenz und zentraler Fixation dem maximalen objektiven Schielwinkel.

### **Tangentenskala nach Harms**

Die Tangentenskala nach Harms hat eine Gitternetzskala mit 5° Abständen, sowie Tafeldiagonalen, sodass ein kombiniertes Ablesen von Horizontaldeviation (HD), Vertikaldeviation (VD) und Zyklodeviation (ZD) möglich ist. Das in der Mitte der Tangentenskala befindliche Fixierlicht kann zu einem Lichtstrich aufgeblendet werden. Der Untersuchungsabstand beträgt 2,5 m. Der Patient trägt einen Stirnkranzprojektor mit einem Positionskreuz, sodass eine genaue Kontrolle der Kopfhaltung und damit auch der Blickrichtung möglich ist. Die Schielwinkelmessung erfolgt mit Hilfe subjektiver Angaben auf dem Boden von Konfusion (Konkurrenz verschiedener fovealer Bilder um dieselbe Stelle im Sehraum). Vor das fixierende Auge wird ein Dunkelrotglas gehalten. Der Patient schaut auf das Fixierlicht/ den Fixierstrahl in der Mitte der Skala. Durch das Dunkelrotglas kann nur das Fixierlicht/ der Fixierstrahl wahrgenommen werden, nicht jedoch das Umfeld oder der Lichtanzeiger, mit dem der Patient das rote Licht anzeigen soll. Das rote Licht wird somit über das nicht fixierende Auge in den Raum lokalisiert. Dies gelingt, weil das Gehirn das rote foveale Bild der Lichtquelle im fixierenden Auge und das Bild der sehrichtungsgleichen Stelle der Netzhaut im abgewichenen Auge nach dem Prinzip der Konfusion überlagert. Bei normaler Netzhautkorespondenz und

zentraler Fixation entspricht der so gemessene subjektive Winkel dem objektiven Winkel. Die Winkelmessung erfolgte in den 9 diagnostischen Blickrichtungen, sowie bei Rechts- und Linksneigung des Kopfes (BKNT). Die Dokumentation der Winkelverhältnisse wurde wie folgt vorgenommen: Die Befunde wurden so aufgezeichnet, dass immer ein rechtsseitiger Strabismus sursoadductorius oder eine rechtsseitige Trochlearisparese vorlag. Die linksseitigen Erkrankungen wurden rechnerisch auf rechtsseitige Erkrankungen übertragen. Die größte Abweichung lag somit immer bei Linksblick, welcher in den Tabellen auch links aufgetragen wurde. Dokumentiert wurden in 9 Blickrichtungen Horizontaldeviation (HD, linkes oberes Kästchen), Vertikaldeviation (VD, rechtes oberes Kästchen) und Zyklodeviation (ZD, unteres Kästchen). Die Schielwinkel wurden in Grad aufgetragen. Die Blickexkursionen betragen 30° in allen Richtungen.

-2,5	10	-0,5	5	0	2
-2		-2		-2	
0	15	0	9	0	4
-3		-3		-4	
2	14	0,5	10	0,5	5
-3		-5		-5	

**Tabelle 1: Winkelverhältnisse am Beispiel eines Strabismus sursoadductorius rechts**

-0,5	2,75	0	1	0	0,5
-1		-1		-2	
1	8	0,5	4,25	1	1,5
-4,5		-3		-4,5	
4	10	2,5	10	4	6
-3,5		-5		-5	

**Tabelle 2: Winkelverhältnisse am Beispiel einer Trochlearisparese rechts**

### **2.5.5. Kopfwangshaltung**

Unter Kopfwangshaltung versteht man eine Kopfhaltung, die nicht der regulären Kopfgeradehaltung entspricht. Eine Kopfwangshaltung wird eingenommen, um die durch eine Augenmuskelfehlfunktion entstehende Deviation zu kompensieren. Die am häufigsten auftretende Kopfwangshaltung bei einer Unterfunktion des Musculus obliquus superior ist die Neigung des Kopfes zur Gegenseite, gefolgt von der Wendung des Kopfes zur Gegenseite, gefolgt von der Senkung des Kopfes oder aber Kombinationen. Die Kopfwangshaltung wird bei Visusanforderung anhand ihrer Qualität (Neigung, Wendung, Hebung, Senkung oder auch Kombinationen) beschrieben, sowie anhand der Ausprägung. Die Ausprägung der Kopfwangshaltung wird in Grad gemessen und kann mit Hilfe eines Zirkels (Strabofix) direkt gemessen werden oder mittels Stirnkranzprojektion an der Tangentenskala nach Harms ermittelt werden. In dem untersuchten Patientengut erfolgte die Messung der Kopfwangshaltung mit Hilfe eines Zirkels.

### **2.5.6. Verwendete Operationstechniken**

#### **Faltung des Musculus obliquus superior**

Im ausgewerteten Patientengut wurde zur Faltung des Musculus obliquus superior die freie Faltung modifiziert nach de Decker verwendet [7]. Bei nach unten und temporal rotiertem Auge erfolgt die Eröffnung der Bindehaut nasal oben 8 mm vom Limbus entfernt mit radiärer Schnitfführung. Nach Darstellen der Muskeladnexe wird der Musculus rectus superior und der Musculus rectus externus auf den Schielhaken aufgeladen und es werden zwei Seide-Haltesäden 4x0 vorgelegt. Anschließend wird die Sehne des Musculus obliquus superior aufgesucht und es werden 2 doppelt armierte 6x0 Dacronfäden in Höhe des gewünschten Insertionsabstandes rechts und links am Muskel angelegt, die anschließend an der physiologischen Insertion durch die Sklera geführt werden. Bei Knüpfen der Fäden bildet sich über einem Irisspatel eine Falte, die direkt dem Bulbus anliegt, sodass die Sehne weiterhin am ursprünglichen Ansatz angreift. Sollen Vertikaldeviation und Zyklodeviation in

unterschiedlichem Maße angegangen werden, wird eine asymmetrische Faltung durchgeführt. Eine Betonung der vorderen Kante bewirkt einen größeren Einfluss auf die Zyklodeviation, eine Betonung der hinteren Kante einen größeren Einfluss auf die Vertikaldeviation. Der Verschluss von Tenon und Bindehaut erfolgt mit Vicryl 7x0 Einzelknopfnähten. Anschließend wird der Bulbus passiv nach nasal oben bewegt (Duktionstest), um eine mechanische Einschränkung der Hebung in Adduktion nach Faltung des Musculus obliquus superior auszuschließen.

### **Rücklagerung des Musculus obliquus inferior**

Zur Rücklagerung des Musculus obliquus inferior wird das Auge nach nasal oben rotiert. Die Bindehaut wird über einen 7 mm vom Limbus entfernten radiären Schnitt am temporal unteren Quadranten eröffnet. Anschließend erfolgt die Präparation der Muskeladnexe. Der so dargestellte Musculus obliquus inferior wird auf den Schielhaken aufgeladen und nach Einsetzen der Muskelklemme von sämtlichen Verbindungen vom Musculus rectus externus befreit. Nach Vorlegen von 2 halbierten 5x0 Vicrylfäden an den Ansatzbereich kann der Muskel abgesetzt werden. Je nach Rücklagerungsstrecke wird der Muskel im Verlauf hinter seinem ursprünglichen Ansatz wieder angenäht. Dabei ist zu beachten, dass je 3 mm Rücklagerungsstrecke die Limbusdistanz um 1 mm verringert werden sollte, wenn eine gleiche Verminderung der Vertikaldeviation und Zyklodeviation angestrebt wird. Die maximale Rücklagerungsstrecke liegt zwischen 10 mm und 12 mm, die etwa am Rand des Musculus rectus inferior erreicht sind. Sollen Vertikaldeviation und Zyklodeviation in unterschiedlichem Maße angegangen werden, kann ein stärkerer Effekt auf die Vertikaldeviation erzielt werden wenn auf die Fixierung des Hinterrandes verzichtet wird. Der Verschluss von Tenon und Bindehaut erfolgt mit Vicryl 7x0 Einzelknopfnähten.

Im vorliegenden Krankengut wurden sowohl Eingriffe an jeweils einem Muskel, als auch kombinierte Eingriffe an zwei Muskeln je nach Diagnose und praeoperativem Befund durchgeführt.

### **Indikationsstellung**

Die Notwendigkeit einer Augenmuskeloperation ist abhängig vom Ausmaß der resultierenden funktionellen Störungen, wie dem Verlust des beidäugigen Sehens, Diplopiewahrnehmung oder störender kompensatorischer Kopfzwangshaltung. Die Indikation wurde anhand der vorhandenen Vertikaldeviation in Adduktion gestellt. Betrug die VD in Adduktion bis zu  $10^\circ$ -  $12^\circ$ , so wurde bei konkomitierender VD und eventueller Zunahme der VD bei Adduktion und Aufblick eine Rücklagerung des Obliquus inferior durchgeführt, bei Größenzunahme der VD in Adduktion und Abblick erfolgte eine Faltung des Obliquus superior. Die Dosierung betrug 1mm Operationsstrecke je praeoperativ gemessenem Winkelgrad VD in Adduktion. Lag der Ausgangswinkel der VD in Adduktion über  $12^\circ$ , so wurde eine kombinierte Operation an den schrägen Augenmuskeln durchgeführt. Hier lag die Dosierung bei 1mm Gesamtoperationsstrecke je  $1,3^\circ$  VD in Adduktion [28].

## 3. Ergebnisse

### 3.1. Ätiologie und demographische Daten

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurden die Befunde von Patienten ausgewertet, die in den Jahren 1990 bis 2006 in der Abteilung für Schielbehandlung der Univ.-Augenklinik Münster aufgrund eines Strabismus sursoadductorius oder einer Trochlearisparese operativ behandelt wurden. Insgesamt wurden 207 Patienten untersucht und behandelt.

#### 3.1.1. Geschlechterverteilung

Von den insgesamt 207 ausgewerteten Patienten waren 129 (62%) männlichen Geschlechts und 78 (38%) weiblichen Geschlechts. Die Geschlechterverteilung war nicht normalverteilt ( $p=0,0001$ ).

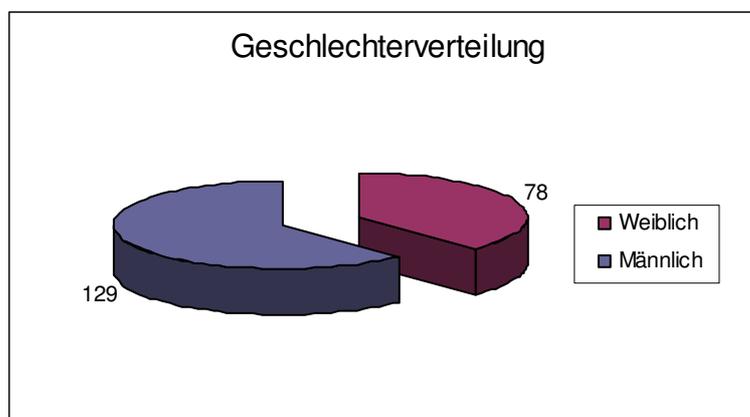
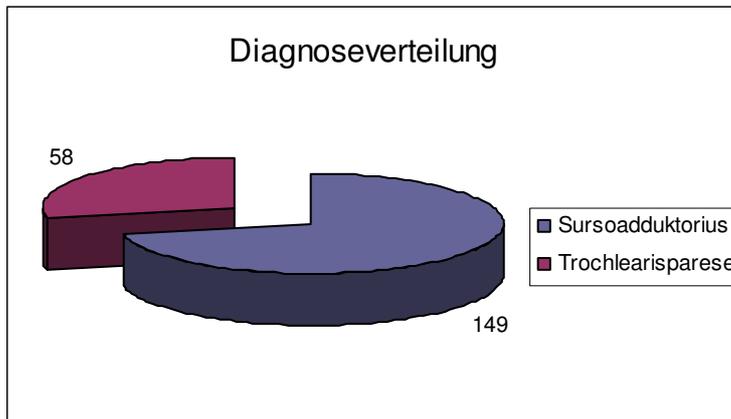


Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der Geschlechter

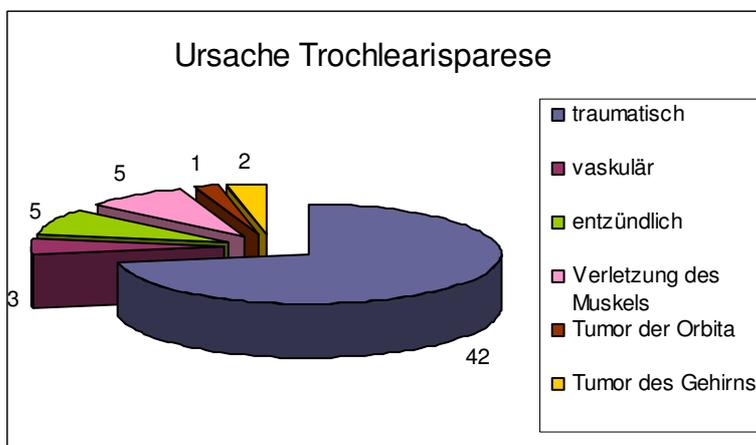
### 3.1.2. Diagnosen

Im untersuchten Krankengut fanden sich 149 (72%) Personen mit Strabismus sursoadductorius und 58 (28%) Personen mit Trochlearisparese.



**Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung von Strabismus sursoadductorius und Trochlearisparese**

Bei 42 (72%) Personen war die Trochlearisparese traumatischer Genese. Eine vaskuläre Ursache wurde bei 3 (5%) Personen, eine entzündliche Ursache bei 5 (9%) Personen festgestellt. Bei 5 (9%) Personen lag ursächlich eine Verletzung des Musculus obliquus superior zugrunde, bei 1 (2%) Person ein Tumor im Bereich der Orbita, sowie bei 2 (3%) Personen ein Hirntumor.



**Abbildung 4: Häufigkeitsverteilung der auslösenden Ursache der untersuchten Trochlearisparenzen**

### 3.1.3. Betroffenes Auge

Es waren 107 rechte Augen und 100 linke Augen betroffen.

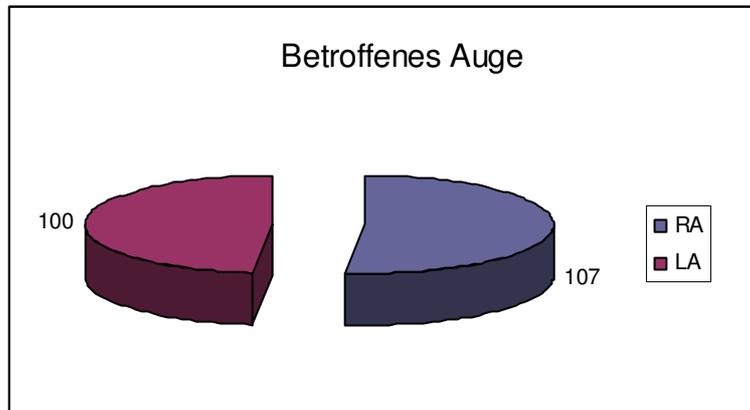


Abbildung 5: Häufigkeitsverteilung des betroffenen Auges

### 3.1.4. Altersverteilung

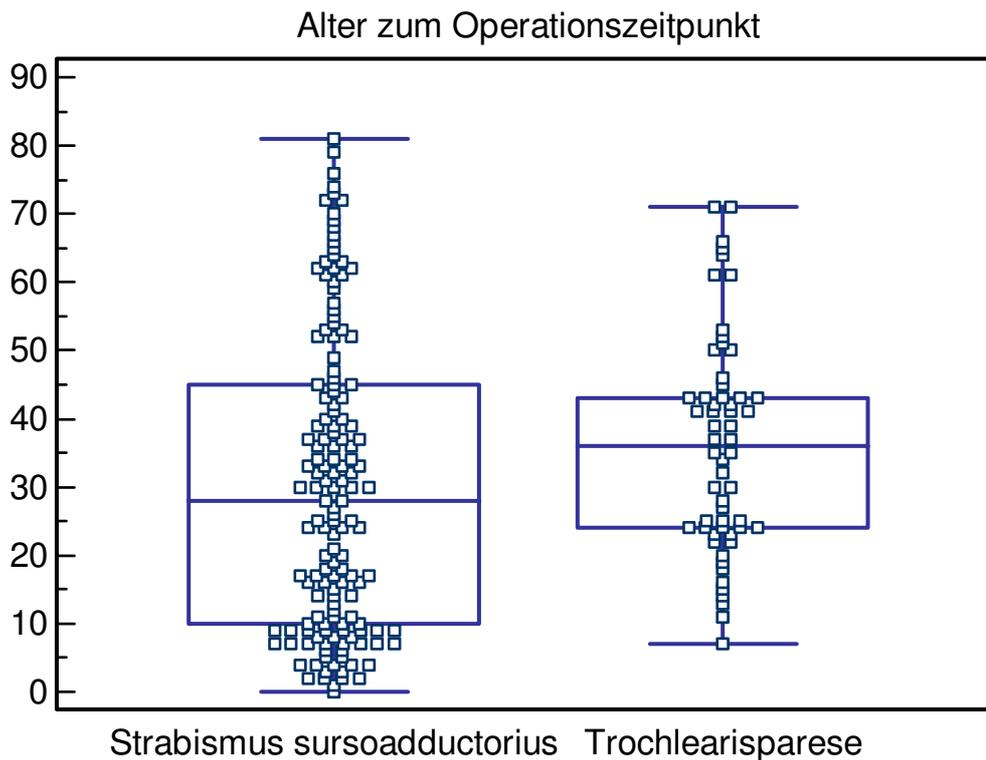
Das mittlere Alter zum Operationszeitpunkt lag im Gesamtklientel bei 31,8 Jahren mit einem 95% Konfidenzintervall von 27- 34,6 Jahren. Die Altersverteilung war normalverteilt ( $p=0,137$ ).

Der Altersvergleich beider Erkrankungsgruppen ergab bei der Patientengruppe mit Strabismus sursoadductorius ein mittleres Alter zum Operationszeitpunkt von 30,1 Jahren mit einem 95% Konfidenzintervall von 26,6- 36,6 Jahren.

Die Patientengruppe mit Trochlearispause zeigte zum Operationszeitpunkt ein mittleres Alter von 35,8 Jahren mit einem 95% Konfidenzintervall von

31,8- 39,8 Jahren. In der Patientengruppe mit Strabismus sursoadductorius war die Altersverteilung nicht normalverteilt ( $p=0,032$ ), während in der Gruppe der Trochlearispause eine normalverteilte Altersverteilung vorlag ( $p=0,358$ ).

Im Mann-Whitney-Test zeigte sich ein signifikanter Unterschied im Alter zum Operationszeitpunkt in beiden Gruppen ( $p=0,014$ ).

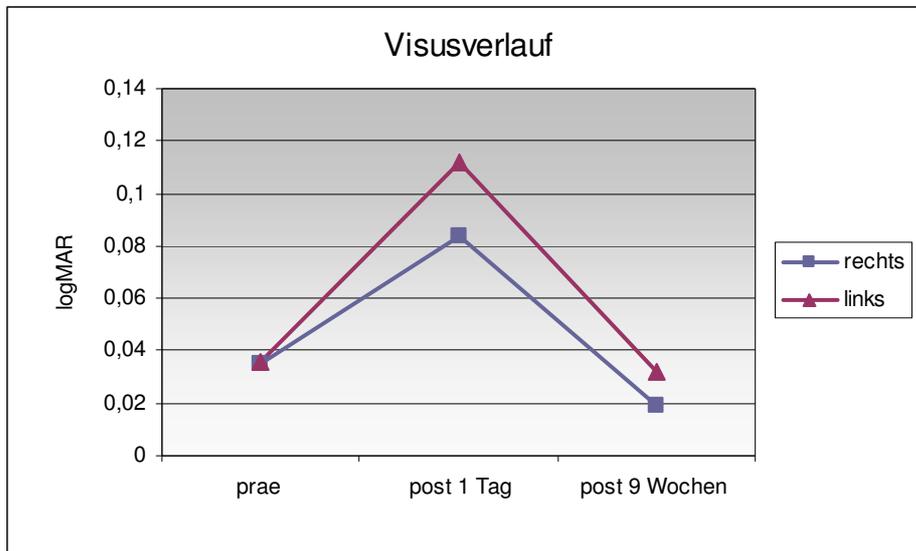


**Abbildung 6: Alter zum Zeitpunkt der Operation bei Strabismus sursoadductorius und Trochlearisparese im Vergleich**

### 3.2. Sehfunktion

Betrachtet wurde jeweils die Sehfunktion des operierten Auges. Praeoperativ lag der Visus bei 106 behandelten rechten Augen im Mittel bei 0,035 logMAR. Am ersten postoperativen Tag zeigte sich eine geringfügige Sehverschlechterung auf im Mittel 0,084 logMAR, die sich bei der Untersuchung nach 9 Wochen mit 0,019 logMAR wieder verbessert hatte. Eine praeoperative Sehschärfenbestimmung erfolgte bei 97 linken Augen. Der Visus betrug im Mittel 0,034 logMAR. Auch hier zeigte sich am ersten postoperativen Tag eine Sehverschlechterung auf 0,112 logMAR, die sich bei der Kontrolle nach 9 Wochen mit 0,032 logMAR wieder auf das Ausgangsniveau verbesserte. Die Sehverschlechterung am ersten postoperativen Tag ist auf die Schwellung der Bindehaut und der damit verbundenen Epiphora zurückzuführen. Auch die zur Infektionsprophylaxe lokal applizierte antibiotische Salbe kann durch den

auf der Hornhaut entstehenden Salbenfilm eine kurzfristige Sehverschlechterung bewirken.



**Abbildung 7: Sehfunktion des operierten Auges im Verlauf**

### 3.3. Refraktion

Die Refraktion wurde ausschließlich praeoperativ mit Hilfe des sphärischen Äquivalents der getragenen Brille beschrieben. Ausgewertet wurden 196 rechte und linke Augen. Die Refraktion betrug am rechten Auge im Mittel  $-0,14$  D (SD  $\pm 1,44$ ) und am linken Auge im Mittel  $-0,16$  D (SD  $\pm 1,56$ ). Die Refraktionswerte waren sowohl rechts als auch links nicht normalverteilt ( $p < 0,0001$ ). Der Refraktionsunterschied zwischen rechtem und linkem Auge war nicht signifikant ( $p = 0,79$ ).

### 3.4. Binokularfunktionen

#### 3.4.1. Bagolini-Lichtschweiftest/ Simultansehen

Praeoperativ konnten bei 204 Personen Angaben zum Simultansehen in Kopfzwangshaltung gemessen werden. Danach verfügten 181 Personen (89%) über einen positiven Bagolini-Lichtschweiftest. 9 Personen (4%) gaben die Exklusion eines Auges an, bei 14 Personen (7%) bestand Diplopiewahrnehmung.

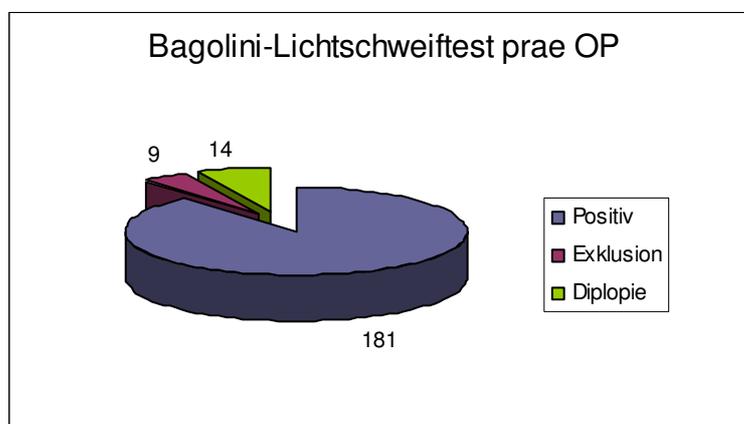
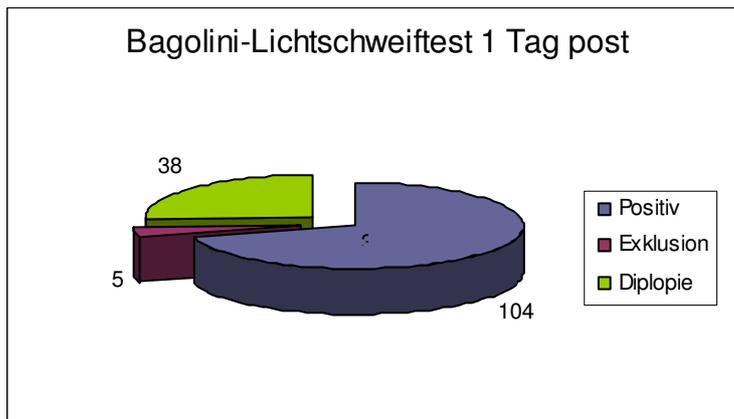


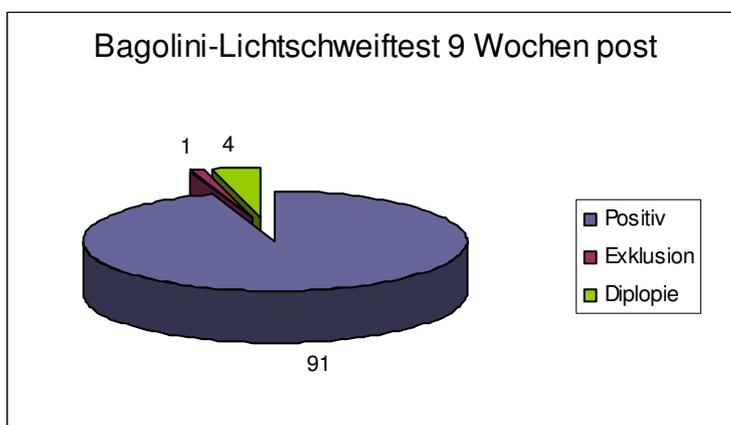
Abbildung 8: Qualität des Simultansehens prae OP

Am ersten postoperativem Tag verfügten bei 147 untersuchten Personen 71% (n=104) über einen positiven Bagolini-Lichtschweiftest, 3% (n=5) gaben die Exklusion eines Auges an, bei 26% (n=38) der Patienten bestand Diplopiewahrnehmung. Im Häufigkeitsvergleich und  $\chi^2$ -Test praeoperativ im Vergleich zum ersten Tag postoperativ, machten 90 Personen sowohl prae- als auch postoperativ positive Angaben im Bagolini-Lichtschweiftest. 2 Personen gaben prae- wie postoperativ Exklusion eines Auges an. Bei 6 Personen bestand vor und nach der Operation Diplopiewahrnehmung. 30 Patienten, die praeoperativ ein positives Testergebnis hatten, gaben am ersten Tag postoperativ Diplopiewahrnehmung an, während 4 Personen, die praeoperativ Diplopiewahrnehmung zeigten postoperativ ein positives Testergebnis erreichten.



**Abbildung 9: Qualität des Simultansehens 1 Tag post OP**

9 Wochen postoperativ verfügten bei 96 untersuchten Personen 95% (n=104) über ein positives Simultansehen, 1% (n=5) zeigten Exklusion eines Auges, bei 4% (n=38) bestand Diplopiewahrnehmung. Im Häufigkeitsvergleich und  $\chi^2$ -Test praeoperativ im Vergleich zu 9 Wochen postoperativ, zeigten 81 Personen sowohl praeoperativ als auch postoperativ Simultansehen. 1 Person zeigte sowohl praeoperativ als auch nach 9 Wochen Exklusion eines Auges. Diplopiewahrnehmung sowohl prae- als auch postoperativ wurde von 1 Person angegeben. 6 Personen, die praeoperativ Diplopiewahrnehmung hatten, verfügten 9 Wochen postoperativ über ein positives Simultansehen, während 2 Personen, die praeoperativ Simultansehen zeigten 9 Wochen postoperativ Diplopiewahrnehmung hatten. Der Unterschied in der Häufigkeitsverteilung praeoperativ im Vergleich zu postoperativ war signifikant ( $p < 0,0001$ ).



**Abbildung 10: Qualität des Simultansehens 9 Wochen post OP**

### 3.4.2. Titmus-Test/Stereosehen

Praeoperativ konnten bei 193 Patienten die Stereofunktionen mittels Titmus-Test in Kopfzwangshaltung beurteilt werden. 11% (n=21) zeigten Exklusion eines Auges, d.h. es konnten keine Stereofunktionen nachgewiesen werden. Deutlich reduziertes Stereosehen (Fliege positiv) erreichte 1% (n=1) der untersuchten Patienten, gering reduziertes Stereosehen (Ringe 1-5) fand sich bei 39% (76) der Fälle. 49% (n=95) der Personen erreichten praeoperativ volles Stereosehen (bis Ring 9).

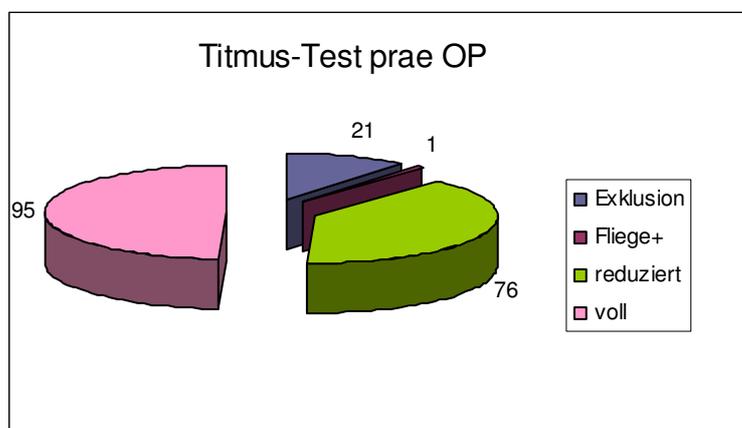
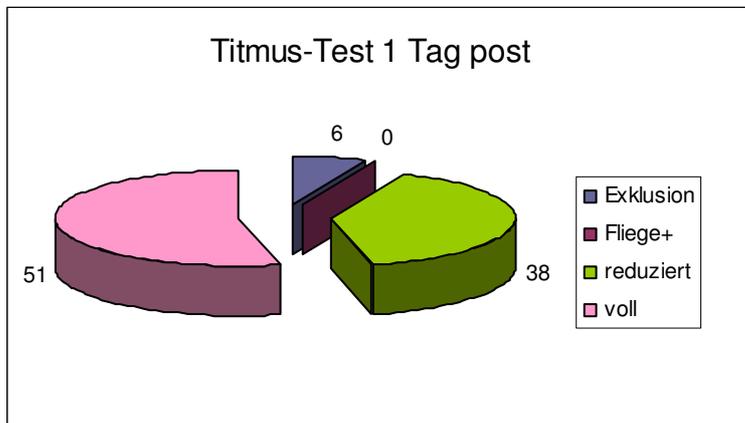


Abbildung 11: Qualität des Stereosehens prae OP

Am ersten postoperativen Tag machten 95 der untersuchten Personen Angaben zum Stereosehen. Bei 6% (n=6) war kein Stereosehen nachweisbar, gering reduziertes Stereosehen fand sich bei 40% (n=38) der untersuchten Personen. 54% (n=51) erreichten am 1. postoperativen Tag volle Stereofunktionen. Im Häufigkeitsvergleich und  $\chi^2$ -Test praeoperativ im Vergleich zu ersten Tag postoperativ, zeigten 18 Personen prae- sowie postoperativ gering reduziertes Stereosehen und 38 Personen prae- sowie postoperativ volles Stereosehen. Bei 10 Personen erfolgte eine Verbesserung des praeoperativ vorhandenen reduzierten Stereosehens zu vollem Stereosehen. Bei 10 Personen zeigte sich postoperativ eine Reduktion des Stereosehens auf ein leicht reduziertes Maß. 6 Personen ohne Stereosehen konnten am ersten postoperativen Tag reduziertes Stereosehen erreichen, 1 Person erreichte sogar volles Stereosehen. Bei 3 Personen konnte postoperativ

kein Stereosehen mehr nachgewiesen werden. Der Unterschied in der Häufigkeitsverteilung war mit  $p=0,0003$  signifikant.



**Abbildung 12: Qualität des Stereosehens 1 Tag post OP**

9 Wochen postoperativ konnten bei 92 Personen die Angaben zum Stereosehen ausgewertet werden. Bei 4% ( $n=4$ ) der untersuchten Personen konnten keine Stereofunktionen nachgewiesen werden. 30% ( $n=28$ ) verfügten über gering reduzierte Stereofunktionen, 65% ( $n=60$ ) erreichten sogar volles Stereosehen. Im Häufigkeitsvergleich und  $\chi^2$ -Test praeoperativ im Vergleich zu 9 Wochen postoperativ, zeigten 15 Personen sowohl prae- als auch postoperativ gering reduzierte Stereofunktionen, 31 Personen verfügten sowohl prae- als auch postoperativ über volles Stereosehen. 20 Personen erreichten postoperativ eine Verbesserung des Stereosehens von gering reduziert auf vollständig. Von 7 Personen ohne Stereofunktion praeoperativ, konnten 9 Wochen postoperativ 3 Personen gering reduziertes Stereosehen und 4 Personen sogar volles Stereosehen erreichen. Bei 5 Personen kam es zu einer Reduktion des vollen Stereosehens auf gering reduziert bei 4 Personen, 1 Person zeigte keine Stereofunktionen mehr. Der Unterschied in der Häufigkeitsverteilung ist mit  $p=0,0556$  gerade nicht mehr signifikant.

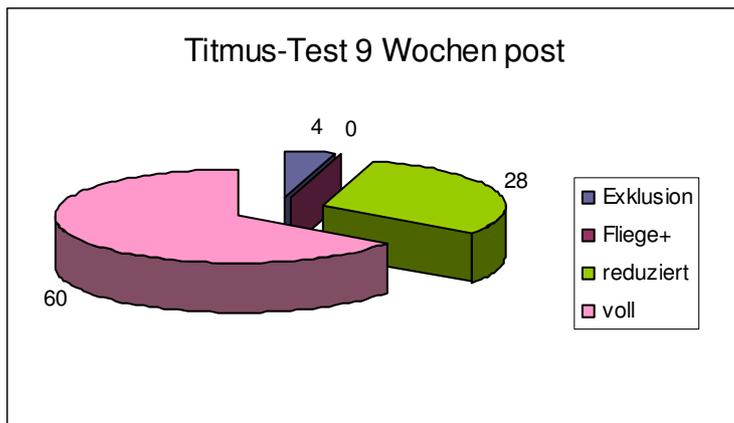


Abbildung 13: Qualität des Stereosehens 9 Wochen post OP

### 3.5. Kopfwangshaltung

Die Kopfwangshaltung wurde praeoperativ sowie postoperativ mit Hilfe des Strabofix in Grad gemessen. Ausgewertet wurde sowohl die Art der Kopfwangshaltung als auch das Ausmaß der Kopfwangshaltung in Grad. Angaben zur Art der Kopfwangshaltung lagen praeoperativ bei 195 Patienten vor. 22 (11%) der untersuchten Personen zeigten keine Kopfwangshaltung, bei 107 Patienten (56%) fand sich eine Kopfneigung, bei 17 (9%) eine Wendung des Kopfes, sowie bei 3 Personen (2%) eine Kopfsenkung oder Kopfhebung. Eine Kombination, also Neigung und Wendung oder Neigung und Senkung sowie Wendung und Senkung lagen bei 43 Personen (22%) vor.

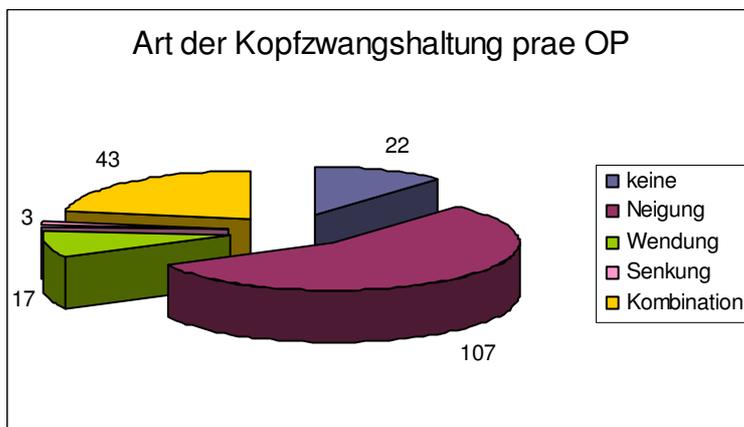
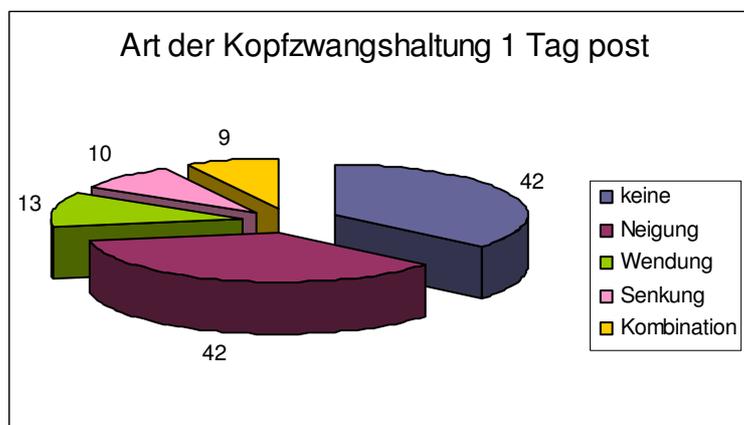


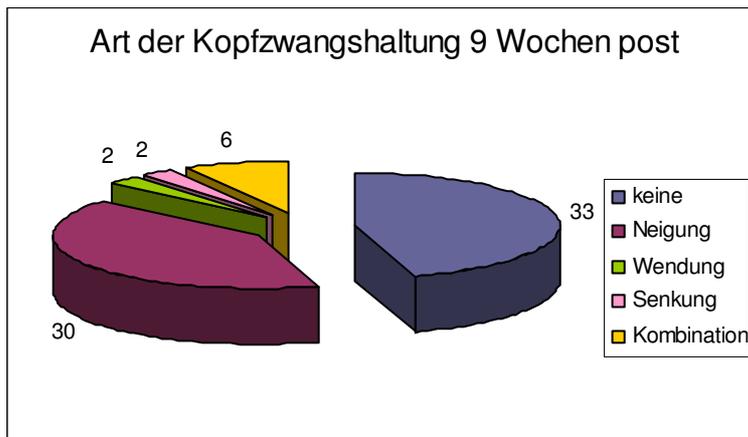
Abbildung 14: Häufigkeitsverteilung nach Art der Kopfwangshaltung prae OP

Am ersten postoperativen Tag konnten bei 116 Personen Angaben zur Art der Kopfzwangshaltung erhoben werden. 42 Patienten (36%) zeigten keine Kopfzwangshaltung, bei 42 Patienten (36%) lag weiterhin eine Kopfneigung vor. Eine Wendung des Kopfes wurde bei 13 Personen (11%) dokumentiert, während bei 10 Personen (9%) eine Kopfsenkung oder Kopfhebung gemessen wurde. Kombinationen der Kopfzwangshaltung zeigten sich bei 9 Patienten (8%).



**Abbildung 15: Häufigkeitsverteilung nach Art der Kopfzwangshaltung 1 Tag post OP**

Bei der Untersuchung von 79 Personen 9 Wochen postoperativ lag der Anteil an Patienten ohne Kopfzwangshaltung bei 45% (n=33). Eine Kopfneigung wurde bei 41% (n=30) der Patienten dokumentiert. 3% (n=2) zeigten eine Hebung oder Senkung des Kopfes, Kombinationen nach Art der Kopfzwangshaltung fanden sich ebenfalls bei 3% (n=2) der untersuchten Personen.



**Abbildung 16: Häufigkeitsverteilung nach Art der Kopfzwangshaltung 9 Wochen post OP**

Die Änderung der Häufigkeitsverteilung nach Art der Kopfzwangshaltung praeoperativ im Vergleich zu einem Tag postoperativ und 9 Wochen postoperativ zeigte sich im  $\chi^2$ -Test signifikant ( $p < 0,0001$  und  $p = 0,0046$ ). Betrachtet man das Ausmaß der Kopfzwangshaltung im Vergleich prae- und postoperativ, so zeigt sich eine postoperative Reduzierung sowohl bei bestehender Neigung, als auch bei Wendung oder Senkung des Kopfes. Auffällig war, dass Zwangshaltungen, die praeoperativ ein großes Ausmaß hatten, sich durch die operative Therapie besser beeinflussbar zeigten, als praeoperativ gering ausgeprägte Zwangshaltungen.

Die Größe der Kopfneigung zeigte im  $\chi^2$ -Test einen signifikanten Unterschied in der Häufigkeitsverteilung praeoperativ zu einem Tag postoperativ und 9 Wochen postoperativ ( $p=0,0003$  und  $p=0,055$ ).

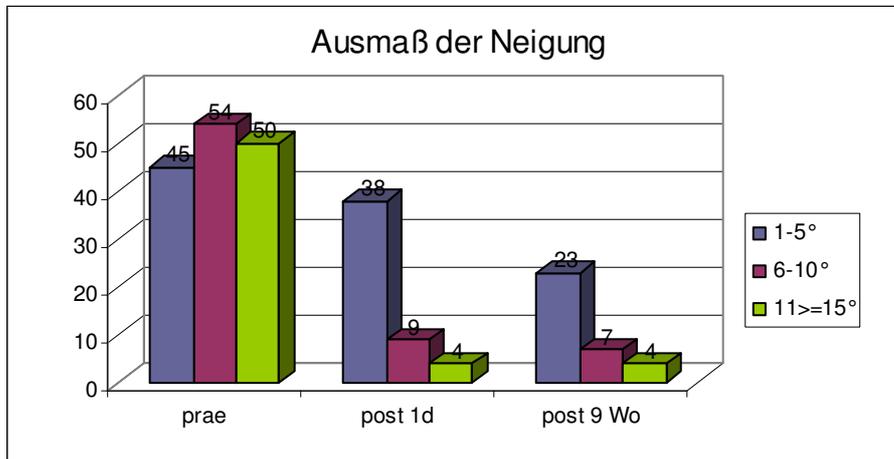


Abbildung 17: Häufigkeitsverteilung nach Ausmaß der Kopfneigung

Auch das Ausmaß der Kopfwendung konnte durch die operative Therapie positiv beeinflusst werden. Die Reduzierung in der Häufigkeitsverteilung zeigte sich im  $\chi^2$ -Test für die am ersten postoperativen Tag gemessene Kopfwendung mit  $p=0,0003$  signifikant, während nach 9 Wochen die Signifikanz mit  $p=0,1034$  gerade nicht mehr angenommen werden konnte.

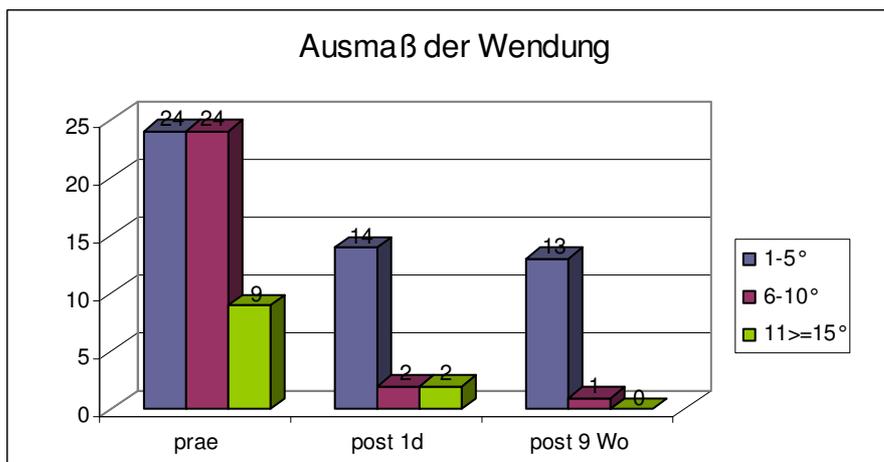
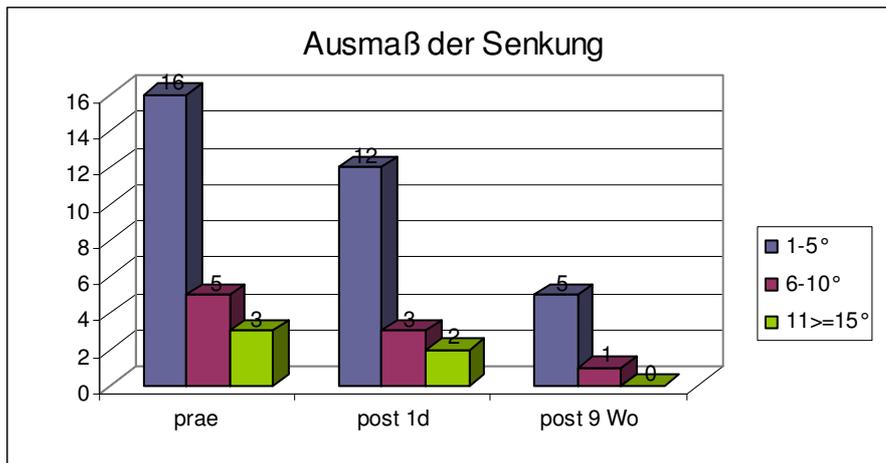


Abbildung 18: Häufigkeitsverteilung nach Ausmaß der Kopfwendung

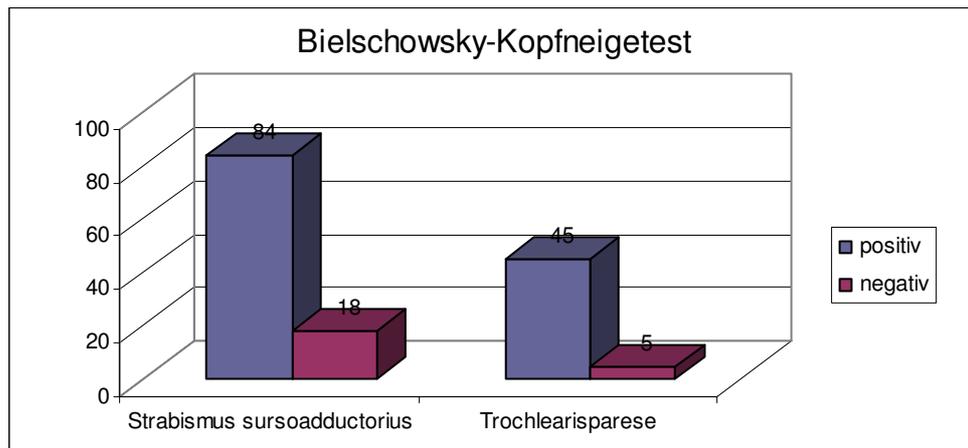
Die Größe der Kopfsenkung konnte durch die operative Therapie ebenfalls positiv beeinflusst werden. Die Häufigkeitsänderung im  $\chi^2$ -Test zeigte sich am ersten postoperativen Tag mit  $p=0,0034$  signifikant, während nach 9 Wochen die Signifikanzgrenze mit  $p=0,0915$  gerade nicht mehr erreicht wurde.



**Abbildung 19: Häufigkeitsverteilung nach Ausmaß der Kopfsenkung**

### 3.6. Bielschowsky-Kopfneigetest

Der Bielschowsky-Kopfneigetest (BKNT) wurde praeoperativ bei 152 Personen durchgeführt. Die Patienten mit Strabismus sursoadductorius zeigten zu 82,4% ( $n=84$ ) einen positiven Kopfneigetest, 17,6% ( $n=18$ ) zeigten einen negativen Kopfneigetest. Bei Patienten mit Trochlearisparese lag der Anteil an Patienten mit positivem Kopfneigetest bei 90% ( $n=45$ ), der Anteil an Patienten mit negativem Kopfneigetest bei 10% ( $n=5$ ). Sowohl in der Gruppe der Patienten mit Strabismus sursoadductorius, als auch in der Gruppe der Patienten mit Trochlearisparese zeigte sich ein signifikanter Unterschied in der Häufigkeitsverteilung des positiven oder negativen BKNT ( $p<0,001/p=0,001$ ).



**Abbildung 20: Vergleich der Häufigkeitsverteilung des Bielschowsky-Kopfneigetests**

Der Kopfneigetest wurde als positiv gewertet, wenn die Winkeldifferenz der Vertikaldeviation bei Rechtsneigung und Linksneigung im Vergleich mehr als  $2^\circ$  betrug. Der Median der Differenz lag bei  $6^\circ$  mit einem 95% Konfidenzintervall von  $5^\circ$ - $7^\circ$ . Der Unterschied in der Häufigkeitsverteilung eines positiven BKNT im Vergleich zwischen Strabismus sursoadductorius und Trochlearisparese war mit  $p=0,241$  nicht signifikant.

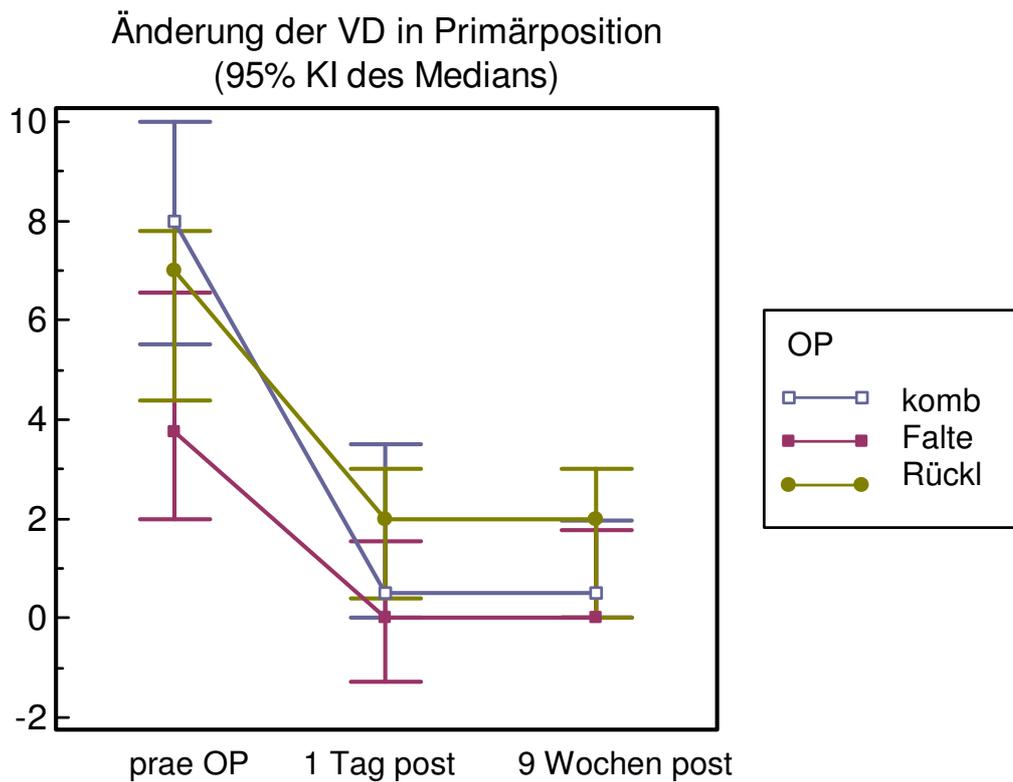
### 3.7. Winkelverhältnisse

Die Auswertung der Schielwinkelverhältnisse erfolgte praeoperativ sowie einen Tag postoperativ und nach 9 Wochen. Untersucht wurden die Veränderung der Vertikaldeviation (VD), der Zyklodeviation (ZD) sowie der Horizontaldeviation (HD) abhängig von der Operationsmethode. Dokumentiert wurden die Winkelverhältnisse in Primärposition und in der für die untersuchte Deviation bestehenden Hauptwirkungsrichtung des Muskels.

#### 3.7.1. Änderung der Vertikaldeviation (VD)

Bei 76 Patienten in der Gruppe, die mittels kombinierter Obliquuschirurgie behandelt wurden konnte ein direkter Vergleich der VD in Primärposition praeoperativ zum ersten Tag postoperativ, bei 47 Patienten zusätzlich ein direkter Vergleich zu 9 Wochen postoperativ ermittelt werden. Der Median der VD in Primärposition lag praeoperativ bei  $9^\circ$  (95% KI:  $7^\circ$ -  $10^\circ$ ), am ersten

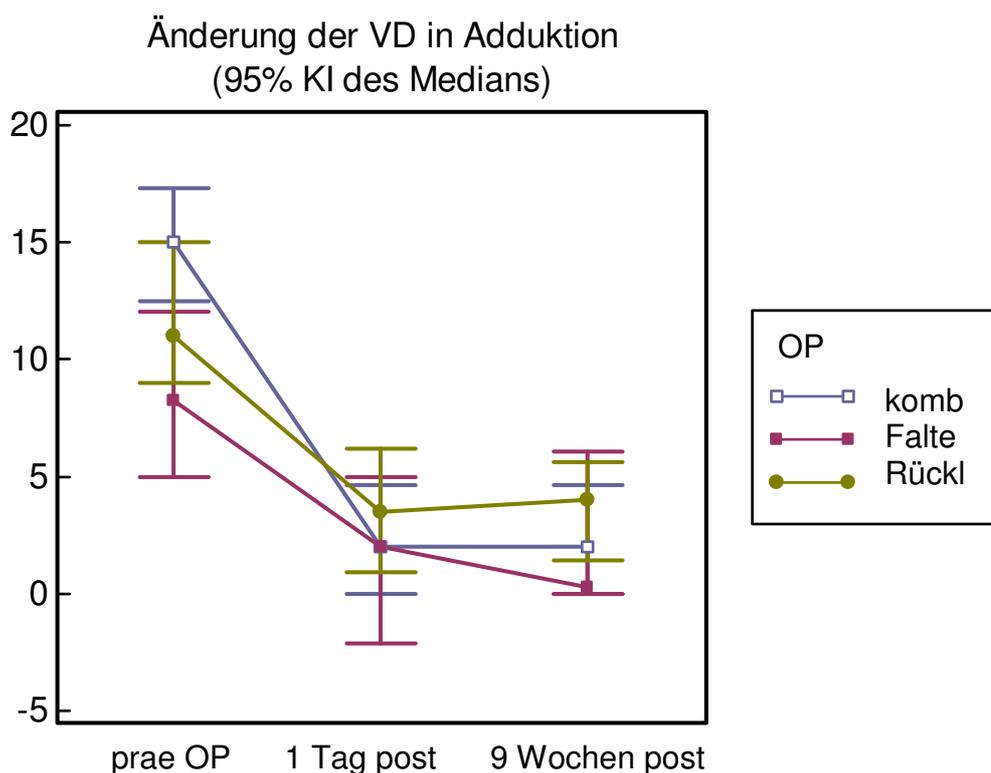
postoperativen Tag bei  $0,5^\circ$  im Median (95% KI:  $0^\circ - 2^\circ$ ) und nach 9 Wochen bei  $0^\circ$  im Median (95% KI:  $0^\circ - 0,8^\circ$ ). Die Änderung der VD in Primärposition bei Patienten, die mit einer Faltung des Obliquus superior behandelt wurden, konnte bei 35 Personen im direkten Vergleich praeoperativ zum ersten Tag postoperativ und bei 24 Personen zusätzlich im direkten Vergleich zu 9 Wochen postoperativ ausgewertet werden. Die VD in Primärposition lag in dieser Gruppe praeoperativ bei  $4,5^\circ$  im Median (95% KI:  $2,5^\circ - 5,3^\circ$ ), am ersten postoperativen Tag bei  $0,5^\circ$  im Median (95% KI:  $0^\circ - 1^\circ$ ), nach 9 Wochen zeigte sich der Median der VD in Primärposition bei  $0^\circ$  (95% KI:  $0^\circ - 1,5^\circ$ ). In der Gruppe der Patienten, die mit einer Rücklagerung des Obliquus inferior behandelt wurden, konnte bei 65 Personen ein direkter Vergleich der VD in Primärposition praeoperativ zu ersten postoperativen Tag durchgeführt werden. Bei 29 Personen gelang zusätzlich ein direkter Vergleich zu 9 Wochen postoperativ vor. Der Median der VD in Primärposition lag praeoperativ bei  $6^\circ$  (95% KI:  $4^\circ - 7^\circ$ ). Am ersten postoperativen Tag gelang eine Reduzierung der VD in Primärposition auf  $1,5^\circ$  im Median (95% KI:  $1^\circ - 2^\circ$ ). Nach 9 Wochen fanden wir eine Reduzierung auf  $2^\circ$  im Median (95% KI:  $0^\circ - 3^\circ$ ). Die Reduzierung der VD in Primärposition ist mit  $p < 0,0001$  in allen Gruppen deutlich signifikant.



**Abbildung 21: Änderung der VD in Primärposition praeoperativ im Vergleich zu einem Tag und 9 Wochen postoperativ abhängig von der Operationsmethode**

Bei 50 Personen, die mit einer kombinierten Operation (Obliquus inferior Rücklagerung und Obliquus superior Faltung) behandelt wurden, konnte ein direkter Winkelvergleich der praeoperativ vorhandenen VD in Adduktion mit der VD in Adduktion nach einem Tag, bei 43 Personen zusätzlich nach 9 Wochen vorgenommen werden. Der Median der VD in Adduktion lag praeoperativ bei  $15,5^\circ$  (95% KI:  $13^\circ - 17^\circ$ ). Die Untersuchung am ersten postoperativen Tag zeigte eine Reduktion auf  $2^\circ$  im Median (95% KI:  $0^\circ - 4^\circ$ ). 9 Wochen postoperativ zeigte sich die Reduzierung der VD in Adduktion mit einem Median von  $2^\circ$  (95% KI:  $0^\circ - 3^\circ$ ) unverändert. Der Unterschied der Winkelgröße der VD in Adduktion ist praeoperativ im Vergleich zu postoperativ mit  $p < 0,0001$  deutlich signifikant. 29 Personen, die mit einer isolierten Faltung des Musculus obliquus superior behandelt wurden, konnten im direkten Vergleich praeoperativ und am ersten Tag postoperativ, 22 Personen davon auch nach 9 Wochen untersucht werden. Die praeoperative VD in Adduktion lag in dieser Gruppe bei  $8^\circ$  im

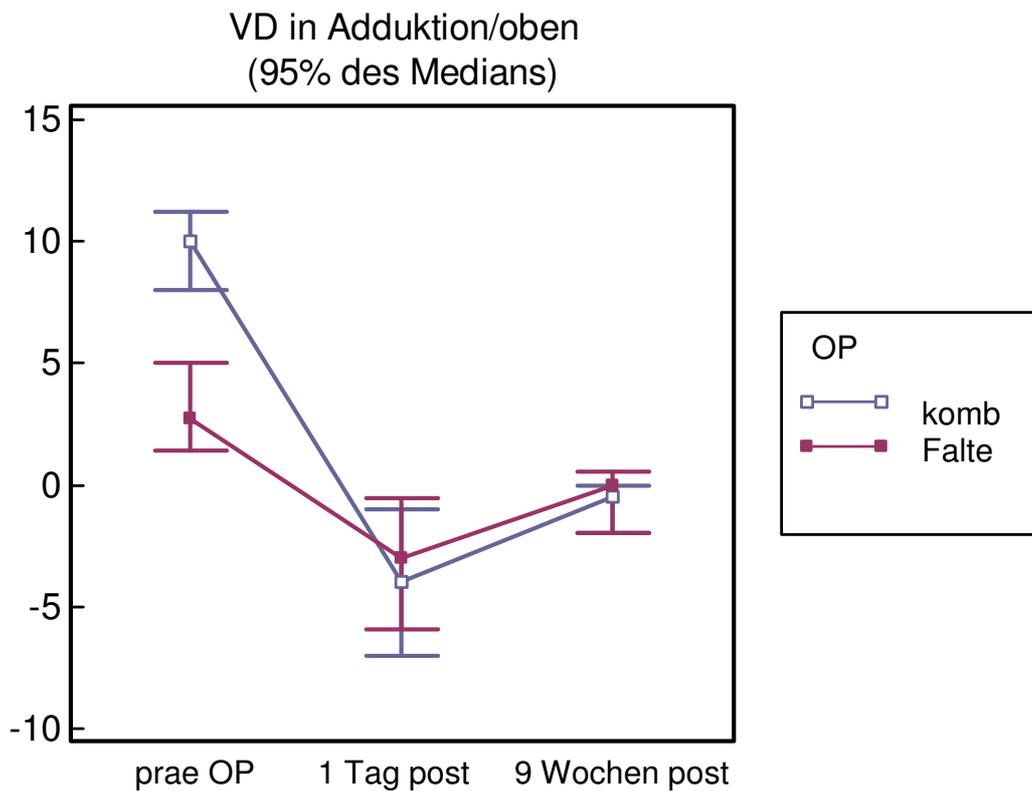
Median (95% KI 6°- 11°). Am ersten postoperativen Tag gelang eine Winkelreduzierung der VD in Adduktion auf im Median 2° (95% KI: 0°- 3,5°). 9 Wochen postoperativ betrug die VD in Adduktion im Median 0,5° (95% KI: 0°- 2,7°). Die Reduktion der VD ist auch in dieser Gruppe mit  $p < 0,0001$  deutlich signifikant. Bei 56 Patienten, die mittels Obliquus inferior Rücklagerung behandelt wurden, konnte die praeoperativ bestehende VD in Adduktion im direkten Vergleich zu der VD in Adduktion am ersten postoperativen Tag ausgewertet werden. Bei 25 Personen war zusätzlich der direkte Vergleich nach 9 Wochen möglich. Praeoperativ betrug die gemessene VD in Adduktion 11,5° im Median (95% KI 9°- 12°). Am ersten postoperativen Tag wurde eine VD in Adduktion von 3° im Median (95% KI: 2°- 4°) erreicht. 9 Wochen postoperativ betrug die VD in Adduktion weiterhin 3° im Median (95% KI 1,2°- 5,3°).



**Abbildung 22: Änderung der VD in Adduktion im Vergleich praeoperativ zu einem Tag und 9 Wochen postoperativ abhängig von der Operationsmethode**

Der Effekt der kombinierten Operation und der Obliquus superior Faltung bei Blick in Richtung Adduktion/oben, gibt Aufschluss über das Vorliegen eines postoperativen Brownsyndroms. Bei 22 Patienten konnte ein direkter Vergleich der praeoperativen VD in Adduktion/oben mit der resultierenden VD in Adduktion/oben am ersten postoperativen Tag erfolgen, bei 27 Personen war eine vergleichende Auswertung praeoperativ im Vergleich zu 9 Wochen postoperativ möglich. Praeoperativ lag der Median der VD in Adduktion/oben in der Gruppe der kombinierten Obliquuschirurgie bei  $10^\circ$  (95% KI  $7,2^\circ$ -  $14,8^\circ$ ). Am ersten postoperativen Tag zeigte sich eine Reduzierung der VD in Adduktion/oben auf im Median  $-4,25^\circ$  (95% KI  $-1,2^\circ$ -  $-7,8^\circ$ ), also ein gewisser Übereffekt. Nach 9 Wochen betrug der Median der VD in Adduktion/oben nur noch  $-2^\circ$  (95% KI  $-0,5^\circ$ -  $-2^\circ$ ). Die Änderung der Winkelverhältnisse der VD in Adduktion/oben ist sowohl am ersten postoperativen Tag sowie nach 9 Wochen mit  $p < 0,0001$  signifikant. In der Gruppe mit Faltung des Obliquus superior konnten die Befunde von 18 Personen im direkten Vergleich ausgewertet werden. Praeoperativ betrug die VD in Adduktion/oben im Median  $3^\circ$  (95% KI  $1,3^\circ$ -  $6^\circ$ ), am ersten postoperativen Tag wurde eine Reduktion der VD in Adduktion/oben auf im Median  $-3,25^\circ$  (95% KI  $-0,3^\circ$ -  $-6^\circ$ ) erreicht. Es zeigt sich wie auch bei der kombinierten Operation ein Übereffekt in dieser Blickrichtung. Nach 9 Wochen betrug der Median der VD in Adduktion/oben  $-2^\circ$  (95% KI  $0,3^\circ$ -  $-5,3^\circ$ ). Die Abnahme der Winkeldifferenzen sowohl nach Musculus obliquus superior Faltung als auch nach kombinierter Operation neun Wochen postoperativ im Vergleich zu einem Tag postoperativ können durch die Rückbildung des am ersten postoperativen Tag häufiger bestehenden Brownsyndroms erklärt werden. Unter postoperativem Brownsyndrom versteht man ein Hebungsdefizit in Adduktion, also einen Übereffekt, welcher durch die operative Faltung des Musculus obliquus superior aufgrund von Schwellung, unzureichender Dehnbarkeit des Muskels aufgrund der Faltenbildung oder sogar „Anschlagen“ der Falte an die Trochlea verursacht wird. In der Regel bildet sich das Brownsyndrom innerhalb weniger Wochen zurück. In dem untersuchten Krankengut wurde bei insgesamt 138 Patienten entweder eine kombinierte Operation (n=97) oder eine isolierte Musculus obliquus superior

Faltung (n=41) durchgeführt. 5 Personen erhielten aufgrund eines deutlichen postoperativen Brownsyndroms mit Umschlag der VD bereits in Primärposition und störender Diplopiewahrnehmung eine Revision am ersten postoperativen Tag.



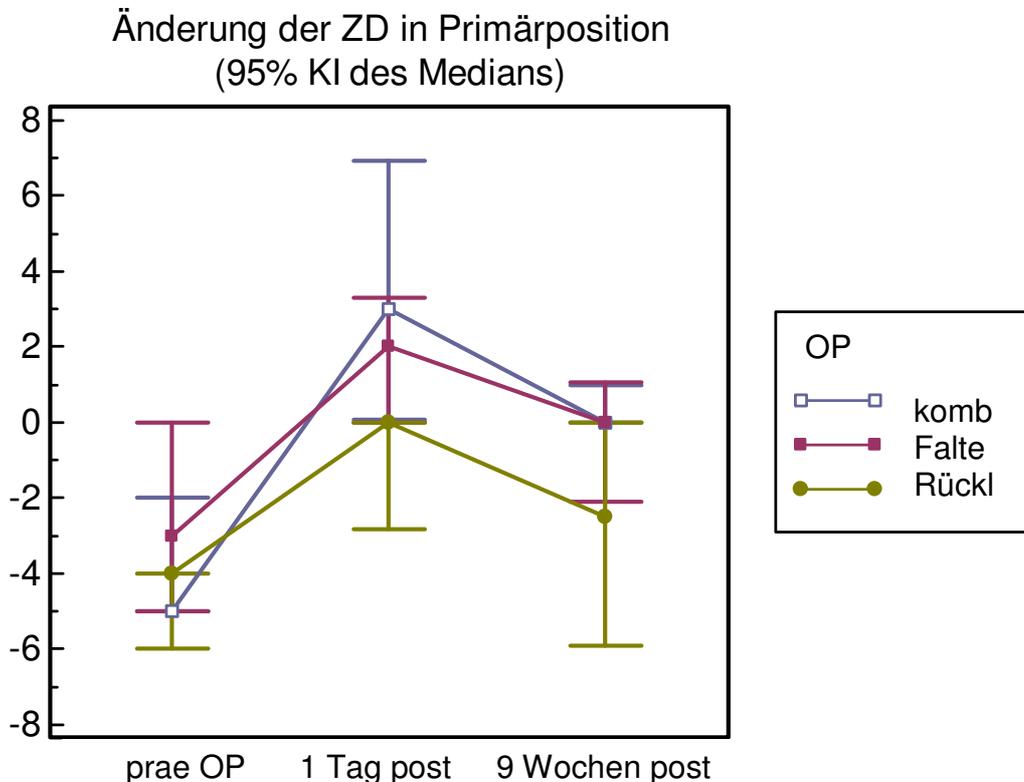
**Abbildung 23: Änderung der VD in Adduktion/oben praeoperativ im Vergleich zu einem Tag und 9 Wochen postoperativ abhängig von der Operationsmethode**

### 3.7.2. Änderung der Zyklodeviation (ZD)

Bei 18 Patienten, die eine kombinierte Operation erhalten haben, konnte ein direkter Vergleich der ZD in Primärposition praeoperativ im Vergleich zu einem Tag postoperativ und im Vergleich zu 9 Wochen postoperativ durchgeführt werden. Eine Exzyklodeviation wurde mit negativem Vorzeichen beschrieben, eine Inzyklodeviation mit positivem Vorzeichen. Praeoperativ zeigte sich in Primärposition eine ZD von im Median  $-4,5^\circ$  (95% KI:  $-6^\circ - 1,5^\circ$ ). Am ersten postoperativen Tag bestand eine ZD von  $+3^\circ$  im Median (95% KI:  $0^\circ - 6^\circ$ ), nach 9 Wochen wurde die ZD in Primärposition mit im Median  $0^\circ$  (95% KI:  $-0,7^\circ -$

1,7°) gemessen. Es zeigte sich also am ersten postoperativen Tag ein gewisser überschießender Effekt, der sich nach 9 Wochen wieder reduzierte. Die Reduktion der ZD war mit  $p=0,0001$  signifikant. Die ZD in Primärposition konnte bei 18 Personen, die mit einer Obliquus superior Faltung behandelt wurden, im direkten Vergleich praeoperativ zu einem Tag postoperativ und bei 12 Personen auch nach 9 Wochen ermittelt werden. Der Ausgangswinkel der ZD in Primärposition betrug im Median  $-3^\circ$  (95% KI:  $-7^\circ - 0^\circ$ ), am ersten postoperativen Tag bestand eine ZD in Primärposition von  $+2^\circ$  im Median (95% KI:  $0^\circ - 3,5^\circ$ ). Nach 9 Wochen fanden wir ein ZD von  $0^\circ$  (95% KI:  $-2^\circ - 1,8^\circ$ ). Auch hier zeigte sich ein Übereffekt am ersten postoperativen Tag, der sich nach 9 Wochen wieder zurückgebildet hatte. Die Reduktion der ZD ist auch in dieser Gruppe sowohl am ersten postoperativen Tag mit  $p<0,0001$  als auch nach 9 Wochen mit  $p=0,001$  deutlich signifikant. In der Patientengruppe, die eine Obliquus inferior Rücklagerung erhielt, konnte bei 13 Personen ein direkter Vergleich der ZD in Primärposition praeoperativ zum ersten Tag postoperativ vorgenommen werden. Bei 11 Personen konnte zusätzlich der direkte Vergleich nach 9 Wochen ausgewertet werden. Der Median der ZD in Primärposition lag praeoperativ bei  $-5^\circ$  (95% KI:  $-8,3^\circ - 1,7^\circ$ ). Am ersten postoperativen Tag fanden wir in Primärposition eine ZD von im Median  $-2^\circ$  (95% KI:  $-4^\circ - 0^\circ$ ). Nach 9 Wochen betrug der Median der ZD in Primärposition  $-4^\circ$  (95% KI:  $-6,6^\circ - 0^\circ$ ). In dieser Gruppe zeigte sich ein geringer Rückgang des am ersten postoperativen Tag erreichten Effektes auf die ZD. Die Reduktion der ZD war am ersten postoperativen Tag mit  $p=0,0015$  signifikant. Nach 9 Wochen konnte jedoch kein signifikanter Unterschied ( $p=0,065$ ) zur praeoperativen ZD gefunden werden. Der Unterschied der ZD am ersten postoperativen Tag im Vergleich zu 9 Wochen postoperativ ist in der Patientengruppe mit kombinierter Operation mit  $p=0,031$  signifikant. Auch die Patientengruppe mit singulärer Faltung des Obliquus superior zeigte einen signifikanten Unterschied ( $p=0,047$ ) der ZD in Primärposition im Vergleich zwischen erstem postoperativem Tag und 9 Wochen postoperativ. Nur in der Patientengruppe der Obliquus inferior Rücklagerung konnten wir keinen signifikanten Unterschied ( $p=0,56$ ) in der

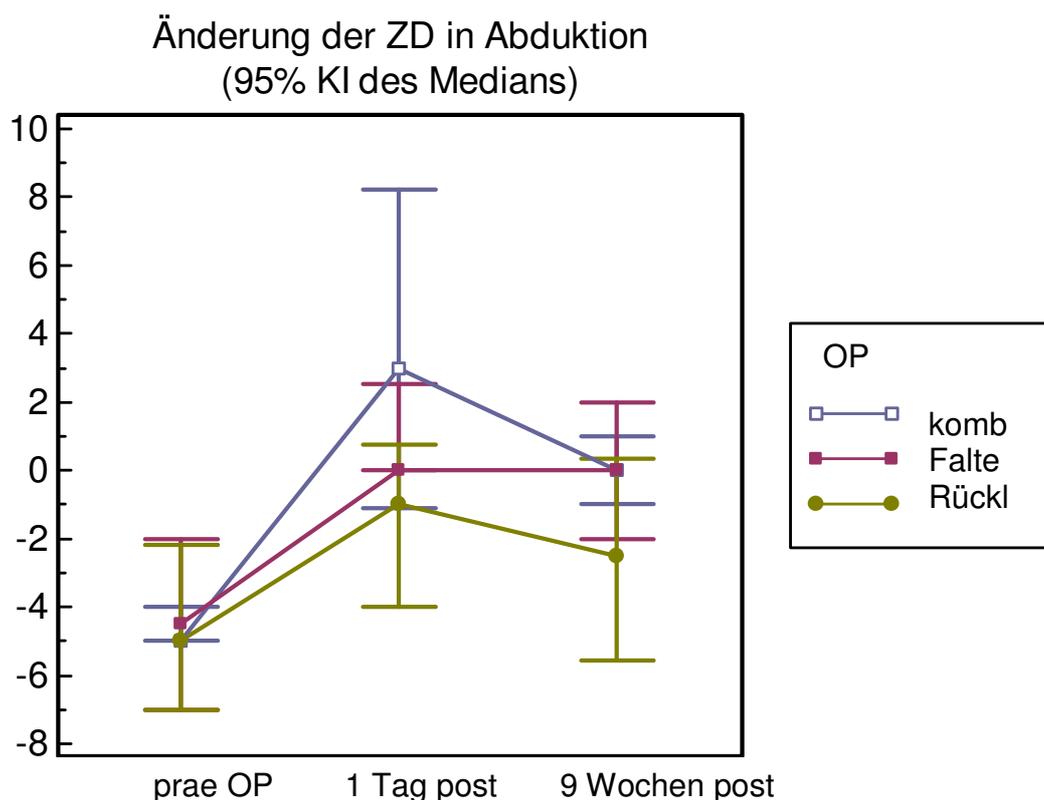
Größe der ZD in Primärposition zwischen dem ersten postoperativen Tag und 9 Wochen postoperativ finden.



**Abbildung 24: Änderung der ZD in Primärposition im Vergleich praeoperativ zu einem Tag und 9 Wochen postoperativ abhängig von der Operationsmethode**

Die Änderung der ZD in Abduktion konnte in der Gruppe der kombinierten Operation bei 13 Personen im direkten Vergleich ausgewertet werden. Praeoperativ betrug die ZD in Abduktion im Median  $-5^\circ$  (95% KI:  $-7^\circ - 0^\circ$ ), am ersten postoperativen Tag konnte eine Reduktion auf  $+3^\circ$  (95% KI:  $-1,1^\circ - 8,2^\circ$ ) erreicht werden. Nach 9 Wochen fanden wir eine ZD in Abduktion von  $0^\circ$  im Median (95% KI:  $-1^\circ - 1,4^\circ$ ). Die Änderung der ZD in Abduktion zeigte auch hier am ersten postoperativen Tag einen Übereffekt, der sich nach 9 Wochen wieder zurückgebildet hatte. Die Reduzierung der ZD in Abduktion war sowohl am ersten postoperativen Tag als auch nach 9 Wochen mit  $p=0,0134$  und  $p=0,0004$  signifikant. In der Gruppe der isolierten Obliquus superior Faltung konnte die Änderung der ZD in Abduktion im direkten Vergleich bei 13 Personen

ausgewertet werden. Die ZD in Abduktion erreichte praeoperativ im Median  $-6^\circ$  (95% KI:  $-11^\circ$  -  $0^\circ$ ), am ersten postoperativen Tag konnte eine Reduktion auf  $0^\circ$  (95%KI:  $0^\circ$  -  $3^\circ$ ) erreicht werden. Nach 9 Wochen betrug die ZD in Abduktion weiterhin  $0^\circ$  im Median (95% KI:  $-2^\circ$  -  $1,1^\circ$ ). Auch hier zeigte sich mit  $p=0,0005$  und  $p=0,0024$  eine signifikante Veränderung. Die Reduktion der ZD in Abduktion konnte bei 12 Personen in der Gruppe der einseitigen Obliquus inferior Rücklagerung im direkten Vergleich ausgewertet werden. In dieser Gruppe lag die ZD in Abduktion praeoperativ bei  $-5,5^\circ$  im Median (95% KI:  $-8^\circ$  -  $2^\circ$ ). Am ersten postoperativen Tag wurde eine Reduktion auf  $-1^\circ$  im Median (95% KI:  $-4^\circ$  -  $0,5^\circ$ ) erreicht. Nach 9 Wochen bestand eine ZD in Abduktion von  $-3^\circ$  im Median (95% KI:  $-10^\circ$  -  $0^\circ$ ). In dieser Gruppe war die Reduzierung der ZD in Abduktion am ersten postoperativen Tag mit  $p=0,0068$  signifikant, während nach 9 Wochen die Änderung der ZD mit  $p=0,156$  nicht signifikant war.



**Abbildung 25: Änderung der ZD in Abduktion praeoperativ im Vergleich zu einem Tag und 9 Wochen postoperativ abhängig von der Operationsmethode**

### 3.7.3. Winkeldifferenzen

Wir haben zunächst die erreichten Winkeldifferenzen für das gesamte Patientengut untersucht. In der Gruppe der kombinierten Operation zeigte sich am ersten postoperativen Tag für die VD in Adduktion eine Winkeldifferenz von im Mittel  $12,7^\circ$  (SD  $\pm 4,7^\circ$ ), nach 9 Wochen fanden wir eine geringe Abnahme der Winkeldifferenz auf im Mittel  $11,3^\circ$  (SD  $\pm 4,8^\circ$ ). In Primärposition gelang am ersten postoperativen Tag eine Reduzierung der VD um im Mittel  $8,0^\circ$  (SD  $\pm 4,3^\circ$ ), nach 9 Wochen um im Mittel  $6,9^\circ$  (SD  $\pm 4,2^\circ$ ). Die ZD in Abduktion konnte am ersten postoperativen Tag durch eine kombinierte Operation um im Mittel  $8,5^\circ$  (SD  $\pm 4,6^\circ$ ) reduziert werden, nach 9 Wochen fanden wir einen Rückgang der erreichten Winkelverkleinerung auf im Mittel  $4,2^\circ$  (SD  $\pm 3,8^\circ$ ). Die erreichte Differenz der ZD in Primärposition lag am ersten postoperativen bei im Mittel  $7,9^\circ$  (SD  $\pm 4,1^\circ$ ), nach 9 Wochen fand sich eine Differenz von nur noch im Mittel  $4,1^\circ$  (SD  $\pm 3,4^\circ$ ). Durch die alleinige Faltung des Obliquus superior fanden wir am ersten postoperativen Tag für die VD in Adduktion eine Winkelverkleinerung um im Mittel  $7,1^\circ$  (SD  $\pm 4,0^\circ$ ), nach 9 Wochen betrug die Winkelverkleinerung nur noch im Mittel  $5,1^\circ$  (SD  $\pm 3,8^\circ$ ). Für die VD in Primärposition konnte am ersten postoperativen Tag eine Winkelverkleinerung von im Mittel  $4,4^\circ$  (SD  $\pm 2,6^\circ$ ) gemessen werden, die Winkelverkleinerung lag hier nach 9 Wochen bei im Mittel  $2,9^\circ$  (SD  $\pm 2,6^\circ$ ). Die ZD in Abduktion konnte durch die alleinige Faltung am ersten postoperativen Tag um im Mittel  $6,6^\circ$  (SD  $\pm 4,2^\circ$ ) reduziert werden, nach 9 Wochen fanden wir eine Reduzierung um im Mittel  $3,7^\circ$  (SD  $\pm 2,4^\circ$ ). Die ZD in Primärposition ging am ersten postoperativen Tag um im Mittel  $5,8^\circ$  (SD  $\pm 3,2^\circ$ ) zurück, während nach 9 Wochen eine Winkeldifferenz von im Mittel  $3,4^\circ$  (SD  $\pm 2,8^\circ$ ) gemessen wurde. Durch die Rücklagerung des Obliquus inferior fanden wir am ersten postoperativen Tag einen Rückgang der VD in Adduktion um im Mittel  $7,7^\circ$  (SD  $\pm 2,9^\circ$ ), nach 9 Wochen einen Rückgang um im Mittel  $8,2^\circ$  (SD  $\pm 3,4^\circ$ ). Für die VD in Primärposition zeigte sich eine erreichte Winkeldifferenz von im Mittel  $3,6^\circ$  (SD  $\pm 2,7^\circ$ ) am ersten postoperativen Tag und im Mittel  $4,9^\circ$  (SD  $\pm 3,8^\circ$ ) nach 9 Wochen. Die Rücklagerung des Obliquus inferior induzierte am ersten postoperativen Tag für die ZD in Abduktion eine Winkelverkleinerung um im

Mittel 4,3° (SD ±2,4°), nach 9 Wochen lag eine Winkelverkleinerung um im Mittel 2,1° (SD ±1,9°) vor. Für die ZD in Primärposition wurde am ersten postoperativen Tag eine Winkelverkleinerung um im Mittel 3,6° (SD ±3,0°) und nach 9 Wochen um im Mittel 3,1° (SD ±2,1°) erreicht.

#### WINKELDIFFERENZEN %GESAMT/1 TAG

	KOMBI n=76	FALTUNG n=35	RÜCKLAGERUNG n=65
VD ADD	<b>12,7°</b> (SD ±4,7°)	<b>7,1°</b> (SD ±4,0°)	<b>7,7°</b> (SD ±2,9°)
VD PP	<b>8,0°</b> (SD ±4,3°)	<b>4,4°</b> (SD ±2,6°)	<b>3,6°</b> (SD ±2,7°)
ZD ABD	<b>8,5°</b> (SD ±4,6°)	<b>6,6°</b> (SD ±4,2°)	<b>4,3°</b> (SD ±2,4°)
ZD PP	<b>7,9°</b> (SD ±4,1°)	<b>5,8°</b> (SD ±3,2°)	<b>3,6°</b> (SD ±3,0°)

**Tabelle 3: Winkeldifferenzen, die am ersten postoperativen Tag erreicht wurden. Angegeben sind der Mittelwert sowie die Standardabweichung in Klammern.**

#### WINKELDIFFERENZEN %GESAMT/9 WOCHEN

	KOMBI n=76	FALTUNG n=35	RÜCKLAGERUNG n=65
VD ADD	<b>11,3°</b> (SD ±4,8°)	<b>5,1°</b> (SD ±3,8°)	<b>8,2°</b> (SD ±3,4°)
VD PP	<b>6,9°</b> (SD ±4,2°)	<b>2,9°</b> (SD ±2,6°)	<b>4,9°</b> (SD ±3,8°)
ZD ABD	<b>4,2°</b> (SD ±3,8°)	<b>3,7°</b> (SD ±2,4°)	<b>2,1°</b> (SD ±1,9°)
ZD PP	<b>4,1°</b> (SD ±3,4°)	<b>3,4°</b> (SD ±2,8°)	<b>3,1°</b> (SD ±2,1°)

**Tabelle 4: Winkeldifferenzen, die nach 9 Wochen erreicht wurden. Angegeben sind jeweils der Mittelwert sowie die Standardabweichung in Klammern.**

Der Unterschied der erreichten Winkeldifferenzen war im Vergleich zwischen erstem postoperativem Tag und 9 Wochen postoperativ sowohl für die VD in Adduktion als auch für die VD in Primärposition in allen Operationsgruppen nicht signifikant. Für die ZD in Abduktion fanden wir in der Gruppe der kombinierten Operation einen signifikanten Rückgang ( $p=0,02$ ) der Winkeldifferenz im Vergleich zwischen erstem postoperativem Tag (im Mittel  $8,5^\circ$ ) und der Untersuchung nach 9 Wochen (im Mittel  $4,2^\circ$ ). In den zwei anderen Operationsgruppen zeigte sich auch in dieser Blickrichtung kein signifikanter Unterschied. Die Reduzierung der erreichten Winkeldifferenz für die ZD in Primärposition von im Mittel  $7,9^\circ$  am ersten postoperativen Tag auf im Mittel  $4,1^\circ$  nach 9 Wochen war in der Gruppe der kombinierten Operation mit  $p=0,02$  signifikant. Auch in der Gruppe der einseitigen Faltung des Obliquus superior bestand mit  $p=0,04$  ein signifikanter Unterschied für die ZD in Primärposition am ersten postoperativen Tag mit im Mittel  $5,8^\circ$  zu im Mittel  $3,4^\circ$  nach 9 Wochen. In der Gruppe der Obliquus inferior Rücklagerung fanden wir keinen signifikanten Unterschied. Des Weiteren haben wir die in den verschiedenen Operationsgruppen erreichten Winkelreduzierungen anhand der Genese der Erkrankung verglichen. Bei Patienten mit Strabismus sursoadductorius zeigte sich lediglich bei der kombinierten Operation am ersten postoperativen Tag ein mit  $p=0,034$  signifikant größerer Effekt auf die Reduzierung der ZD in Abduktion mit im Mittel  $9,9^\circ$  im Vergleich zu  $3,67^\circ$  bei Patienten mit Trochlearisparese. In allen anderen Operationsgruppen und allen anderen untersuchten Blickrichtungen konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Patienten mit Strabismus sursoadductorius oder Patienten mit Trochlearisparese gefunden werden. Bei der Untersuchung 9 Wochen postoperativ war in allen Operationsgruppen und in allen untersuchten Blickrichtungen kein signifikanter Unterschied in der Winkelreduzierung zwischen Patienten mit Strabismus sursoadductorius und Patienten mit Trochlearisparese nachweisbar.

WINKELDIFFERENZEN %STRABISMUS SURSOADDUCTORIUS/ 1 D

	KOMBI n=59	FALTUNG n=14	RÜCKLAGERUNG n=60
VD ADD	<b>13,1°</b> (SD ±5,1°)	<b>7°</b> (SD ±2,4°)	<b>7,6°</b> (SD ±2,8°)
VD PP	<b>8,2°</b> (SD ±4,4°)	<b>3,6°</b> (SD ±2,5°)	<b>3,6°</b> (SD ±2,7°)
ZD ABD	<b>9,9°</b> (SD ±4,3°)	<b>5,3°</b> (SD ±3,8°)	<b>4,3°</b> (SD ±2,5°)
ZD PP	<b>8,4°</b> (SD ±4,1°)	<b>5,3°</b> (SD ±3,2°)	<b>3,4°</b> (SD ±3,0°)

**Tabelle 5: Winkeldifferenzen am ersten postoperativen Tag in der Patientengruppe mit Strabismus sursoadductorius. Angegeben sind jeweils der Mittelwert sowie die Standardabweichung in Klammern.**

WINKELDIFFERENZEN %STRABISMUS SURSOADDUCTORIUS/9 WO

	KOMBI n=59	FALTUNG n=14	RÜCKLAGERUNG n=60
VD ADD	<b>11,6°</b> (SD ±5,1°)	<b>4,5°</b> (SD ±3,0°)	<b>9,2°</b> (SD ±3,5°)
VD PP	<b>6,9</b> (SD ±4,5°)	<b>3,2°</b> (SD ±2,7°)	<b>4,5°</b> (SD ±3,3°)
ZD ABD	<b>5,2°</b> (SD ±3,9°)	<b>3,0°</b> (SD ±1,4°)	<b>2,4°</b> (SD ±2,0°)
ZD PP	<b>4,4°</b> (SD ±3,1°)	<b>2,3°</b> (SD ±2,0°)	<b>2,7°</b> (SD ±2,0°)

**Tabelle 6: Winkeldifferenzen nach 9 Wochen in der Patientengruppe mit Strabismus sursoadductorius. Angegeben sind jeweils der Mittelwert sowie die Standardabweichung in Klammern.**

WINKELDIFFERENZEN °/TROCHLEARISPARESE/1 D

	KOMBI n=17	FALTUNG n=21	RÜCKLAGERUNG n=5
VD ADD	<b>11,5°</b> (SD ±3,3°)	<b>7,1°</b> (SD ±4,7°)	<b>9,2°</b> (SD ±3,6°)
VD PP	<b>7,6°</b> (SD ±4,2°)	<b>4,9°</b> (SD ±2,8°)	<b>3,6°</b> (SD ±2,2°)
ZD ABD	<b>3,7°</b> (SD ±1,2°)	<b>7,2°</b> (SD ±4,5°)	<b>4°</b>
ZD PP	<b>4,5°</b> (SD ±0,7°)	<b>6,2°</b> (SD ±3,4°)	<b>6°</b>

**Tabelle 7: Winkeldifferenzen am ersten postoperativen Tag in der Patientengruppe mit Trochlearisparese. Angegeben sind jeweils der Mittelwert sowie die Standardabweichung in Klammern.**

WINKELDIFFERENZEN °/TROCHLEARISPARESE/9 WOCHEN

	KOMBI n=17	FALTUNG n=21	RÜCKLAGERUNG n=5
VD ADD	<b>10,6°</b> (SD ±3,8°)	<b>5,3°</b> (SD ±4,1°)	<b>7,8°</b> (SD ±2,9°)
VD PP	<b>6,8°</b> (SD ±3,6°)	<b>2,8°</b> (SD ±2,7°)	<b>6,3°</b> (SD ±5,5°)
ZD ABD	<b>1,6°</b> (SD ±1,5°)	<b>3,8°</b> (SD ±2,5°)	<b>1°</b>
ZD PP	<b>3,7°</b> (SD ±4,1°)	<b>3,6°</b> (SD ±3,0°)	<b>5°</b> (SD ±1,4°)

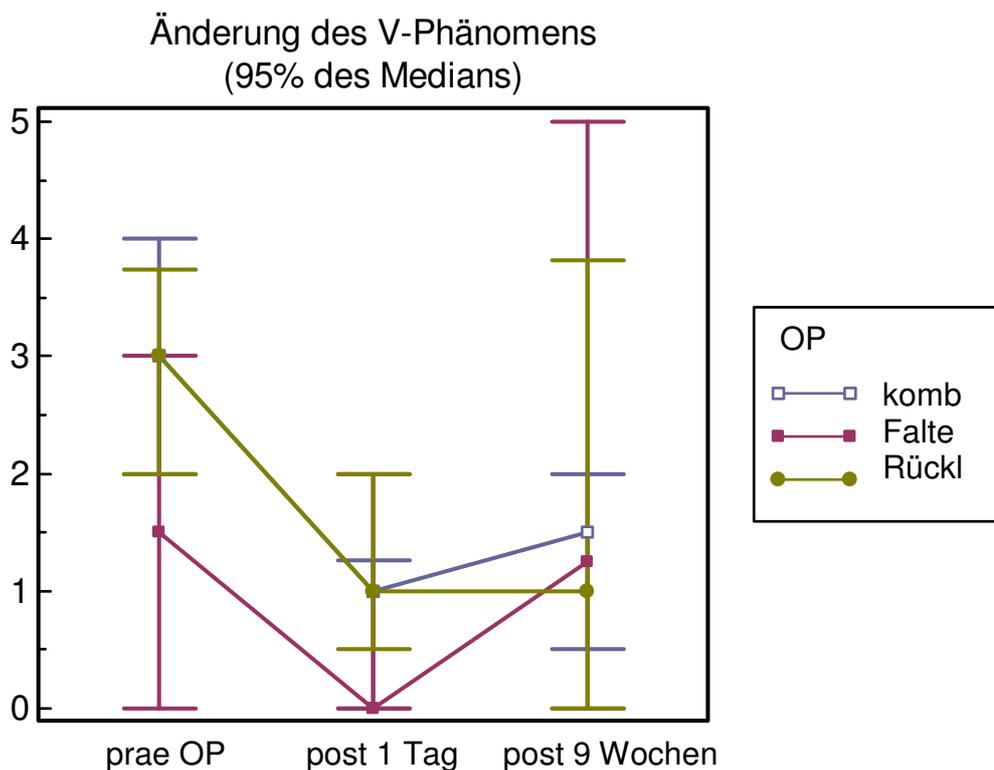
**Tabelle 8: Winkeldifferenzen nach 9 Wochen in der Patientengruppe mit Trochlearisparese. Angegeben sind jeweils der Mittelwert sowie die Standardabweichung in Klammern.**

### 3.7.4. Änderung des V-Phänomens

Als V-Phänomen bezeichnet man den Unterschied der Horizontaldeviation bei Aufblick im Vergleich zu Abblick dann, wenn die Horizontaldeviation bei Abblick eine größere Abweichung in Richtung Konvergenz aufweist, als die Horizontaldeviation bei Aufblick. Im untersuchten Krankengut fanden wir praeoperativ bei 137 Patienten mit Strabismus sursoadductorius ein V-Phänomen von  $2^\circ$  im Median (95% KI:  $1,5^\circ$ -  $3^\circ$ ) und bei 58 Patienten mit Trochlearisparese ein V-Phänomen von  $4^\circ$  im Median (95% KI:  $2,6^\circ$ - $6^\circ$ ). Der Unterschied in der Größe des V-Phänomens praeoperativ ist in den 2 Gruppen mit  $p=0,0026$  signifikant. Am ersten postoperativen Tag betrug das V-Phänomen bei der Auswertung von 96 Patienten mit Strabismus sursoadductorius im Median  $0,5^\circ$  (95% KI:  $0^\circ$ -  $1^\circ$ ), bei 37 Patienten mit Trochlearisparese im Median  $1^\circ$  (95% KI:  $0^\circ$ -  $2^\circ$ ). Der Unterschied in der Größe des V-Phänomens war am ersten postoperativen Tag bei den Patienten mit Strabismus sursoadductorius im Vergleich zu den Patienten mit Trochlearisparese mit  $p=0,135$  nicht signifikant. 9 Wochen postoperativ betrug bei der Auswertung von 57 Patienten mit Strabismus sursoadductorius das V-Phänomen im Median  $1^\circ$  (95% KI:  $0^\circ$ -  $1,6^\circ$ ), bei 36 untersuchten Patienten mit Trochlearisparese  $2^\circ$  im Median (95% KI:  $0,9^\circ$ -  $5^\circ$ ). Dieser Unterschied zeigte sich mit  $p=0,03$  gerade signifikant. Die Änderung des V-Phänomens praeoperativ im Vergleich zum ersten postoperativen Tag zeigte sich sowohl bei den Patienten mit Strabismus sursoadductorius als auch bei den Patienten mit Trochlearisparese mit  $p=0,0001$  signifikant. In der Gruppe mit Strabismus sursoadductorius war der Unterschied des V-Phänomens praeoperativ im Vergleich zu 9 Wochen postoperativ mit  $p=0,0013$  signifikant, während in der Gruppe mit Trochlearisparese die Signifikanz mit  $p=0,0937$  nicht mehr angenommen werden konnte. Die erreichte Differenz des V-Phänomens 9 Wochen postoperativ lag in der Gruppe der Patienten mit Strabismus sursoadductorius bei im Median  $2^\circ$  (95% KI:  $-2,5^\circ$ -  $1^\circ$ ), in der Gruppe mit Trochlearisparese bei im Median  $1,5^\circ$  (95% KI:  $-2,1^\circ$ -  $1^\circ$ ). Das Ausmaß der Reduktion des V-Phänomens zeigte sich somit im Vergleich zwischen Patienten

mit Strabismus sursoadductorius und Patienten mit Trochlearisparese nicht signifikant ( $p=0,79$ ).

Die Veränderung des V-Phänomens lag in der Gruppe der kombinierten Operation bei praeoperativ  $3^\circ$  im Median zu  $1^\circ$  im Median am ersten postoperativen Tag und zu  $1,5^\circ$  nach 9 Wochen. In der Gruppe der Faltung des Obliquus superior gelang eine Reduzierung des V-Phänomens von im Median  $1,5^\circ$  praeoperativ auf  $0^\circ$  am ersten postoperativen Tag. Dieser Effekt bildete sich jedoch nach 9 Wochen auf im Median  $1,25^\circ$  zurück. Die Rücklagerung des Obliquus inferior bewirkte eine Reduzierung des V-Phänomens von  $3^\circ$  im Median praeoperativ auf im Median  $1^\circ$  postoperativ sowohl am ersten Tag als auch nach 9 Wochen.



**Abbildung 26:** Änderung des V-Phänomens praeoperativ im Vergleich zu einem Tag und 9 Wochen postoperativ abhängig von der Operationsmethode

### **3.7.5. Effektivität der einzelnen Operationsmethoden**

Die Effektivität der einzelnen Operationsmethoden wurde anhand der erreichten Winkeldifferenzen berechnet. Ausgewertet wurde die Winkelreduzierung in Grad pro mm Operationsstrecke.

#### **Effekt auf die VD in Adduktion**

Betrachteten wir die Effektivität der einzelnen Operationsmethoden für die VD in Adduktion am ersten postoperativen Tag, so zeigte sich für die kombinierte Operation eine Reduktion des Schielwinkels um im Mittel  $1,12^\circ$  (95% KI:  $0,99^\circ$ - $1,25^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke. Die Faltung des Obliquus superior bewirkte eine Winkelreduktion von im Mittel  $1,32^\circ$  (95% KI:  $0,99^\circ$ - $1,65^\circ$ ) pro mm. Durch die Rücklagerung des Obliquus inferior konnte eine Reduktion des Winkels um im Mittel  $1,02^\circ$  (95% KI:  $0,92^\circ$ - $1,11^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke erreicht werden. Nach 9 Wochen ließ der Effekt sowohl bei der kombinierten Operation als auch bei der Faltung geringfügig nach. So wurde bei der kombinierten Operation nach 9 Wochen eine Winkelreduktion von  $0,94^\circ$  im Mittel (95%KI:  $0,82^\circ$ - $1,05^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke erreicht, bei der Faltung des Obliquus superior eine Winkelreduktion von  $0,99^\circ$  im Mittel (95% KI:  $0,69^\circ$ - $1,30^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke. Bei der Rücklagerung des Obliquus inferior zeigte sich nach 9 Wochen eine geringgradige Erhöhung des Effektes auf  $1,07^\circ$  im Mittel (95% KI:  $0,89^\circ$ - $1,24^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke. Der Unterschied in der Effektivität am ersten postoperativen Tag im Vergleich zur Effektivität nach 9 Wochen war in der Gruppe der kombinierten Operation mit  $p=0,0475$  gerade signifikant. Sowohl in der Gruppe der Faltung des Obliquus superior als auch in der Gruppe der Rücklagerung des Obliquus inferior zeigte sich mit  $p=0,14$  und  $p=0,59$  kein signifikanter Unterschied.

#### **Effekt auf die VD in Primärposition**

Die Effektivität einer kombinierten Operation an den Mm. obliqui lag für die VD in Primärposition am ersten postoperativen Tag bei im Mittel  $0,67^\circ$  (95% KI:  $0,59^\circ$ - $0,74^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke, 9 Wochen postoperativ zeigte sich ein gering nachlassender Effekt von im Mittel  $0,57^\circ$  (95% KI:  $0,47^\circ$ - $0,66^\circ$ ) pro mm

Operationsstrecke. Der bestehende Unterschied in der Effektivität war mit  $p=0,10$  nicht signifikant. Eine Faltung des Obliquus superior erreichte in Primärposition eine Reduktion der VD auf im Mittel  $0,79^\circ$  (95% KI:  $0,61^\circ - 0,97^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke am ersten postoperativen Tag, nach 9 Wochen zeigte sich ein Effekt von  $0,56^\circ$  im Mittel (95% KI:  $0,31^\circ - 0,80^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke. Auch dieser Unterschied war mit  $p=0,12$  nicht signifikant. Die in Primärposition erreichte Reduzierung der VD lag bei Rücklagerung des Obliquus inferior nach 1 Tag bei  $0,47^\circ$  im Mittel (95% KI:  $0,36^\circ - 0,55^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke. 9 Wochen postoperativ konnte eine Reduzierung von  $0,63^\circ$  im Mittel (95% KI:  $0,45^\circ - 0,80^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke erreicht werden. Die Differenz in der Effektivität zeigte sich auch hier mit  $p=0,065$  nicht signifikant.

### **Effekt auf die ZD in Abduktion**

Die kombinierte einseitige Obliquuschirurgie erzielte nach 1 Tag eine Reduzierung der ZD in Abduktion um im Mittel  $0,76^\circ$  (95% KI:  $0,48^\circ - 1,03^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke, nach 9 Wochen fanden wir eine Verringerung des Effektes auf  $0,36^\circ$  im Mittel (95% KI:  $0,19^\circ - 0,52^\circ$ ) pro mm. Der Unterschied in der Effektivität zwischen dem ersten postoperativen Tag und der Untersuchung nach 9 Wochen zeigte sich mit  $p=0,008$  signifikant. Die einseitige Faltung des Obliquus superior erreichte eine Reduzierung der ZD in Abduktion um  $1,26^\circ$  im Mittel (95% KI:  $0,7^\circ - 1,81^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke am ersten postoperativen Tag, nach 9 Wochen fanden wir einen geringeren Effekt von  $0,73^\circ$  im Mittel (95% KI:  $0,46^\circ - 0,99^\circ$ ) pro mm Operationsstrecke. Der Unterschied in der Effektivität pro mm Operationsstrecke war mit  $p=0,07$  nicht signifikant. 1 mm Rücklagerung des Obliquus inferior erzielte eine Reduzierung der ZD in Abduktion um  $0,63^\circ$  im Mittel (95% KI:  $0,4^\circ - 0,85^\circ$ ) am ersten Tag postoperativ, nach 9 Wochen wurde pro mm Operationsstrecke eine Reduzierung um  $0,29^\circ$  im Mittel (95% KI:  $0,10^\circ - 0,48^\circ$ ) erreicht. Der Unterschied in der erreichten Winkelreduzierung pro mm Operationsstrecke war mit  $p=0,02$  nicht signifikant.

### Effekt auf die ZD in Primärposition

Die erreichte Winkelreduzierung der ZD in Primärposition bei kombinierter Chirurgie an den Mm. obliqui lag am ersten postoperativen Tag bei 0,69° im Mittel (95% KI: 0,5°- 0,87°) pro mm Operationsstrecke. Nach 9 Wochen zeigte sich auch hier eine Reduzierung auf 0,37° im Mittel (95% KI: 0,2°- 0,53°) pro mm Operationsstrecke. Die Differenz in der Effektivität war mit  $p=0,006$  signifikant. Die Faltung des Obliquus superior erreichte eine Verringerung der ZD in Primärposition um 1,09° im Mittel (95% KI: 0,78°- 1,41°) pro mm Operationsstrecke am ersten postoperativen Tag und 0,62° im Mittel (95% KI: 0,30°- 0,94°) nach 9 Wochen. Der Unterschied in der Winkelreduzierung pro mm Operationsstrecke ist hier mit  $p=0,04$  ebenfalls signifikant. Der Effekt einer Rücklagerung des Obliquus inferior auf die ZD in Primärposition lag am ersten Tag postoperativ bei 0,54° im Mittel (95% KI: 0,27°- 0,81°) pro mm Operationsstrecke, nach 9 Wochen betrug der Effekt 0,48° im Mittel (95% KI: 0,20°- 0,75°) pro mm. Der unterschiedliche Effektivität zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten war mit  $p=0,74$  nicht signifikant.

#### WINKELREDUZIERUNG IN GRAD PRO mm OP-STRECKE 1 TAG

	KOMBI	FALTUNG	RÜCKLAGERUNG
VD ADD	<b>1,12°</b> (0,99°- 1,25°)	<b>1,32°</b> (0,99°- 1,65°)	<b>1,02°</b> (0,92°- 1,11°)
VD PP	<b>0,67°</b> (0,59°- 0,74°)	<b>0,79°</b> (0,61°- 0,97°)	<b>0,47°</b> (0,36°- 0,55°)
ZD ABD	<b>0,76°</b> (0,48°- 1,03°)	<b>1,26°</b> (0,7°- 1,81°)	<b>0,63°</b> (0,40°- 0,85°)
ZD PP	<b>0,69°</b> (0,50°- 0,87°)	<b>1,09°</b> (0,78°- 1,41°)	<b>0,54°</b> (0,27°- 0,81°)

**Tabelle 9: Winkelreduzierung in Grad pro mm Operationsstrecke am ersten postoperativen Tag. Aufgeführt sind jeweils der Mittelwert, sowie das 95% Konfidenzintervall des Mittelwertes in Klammern.**

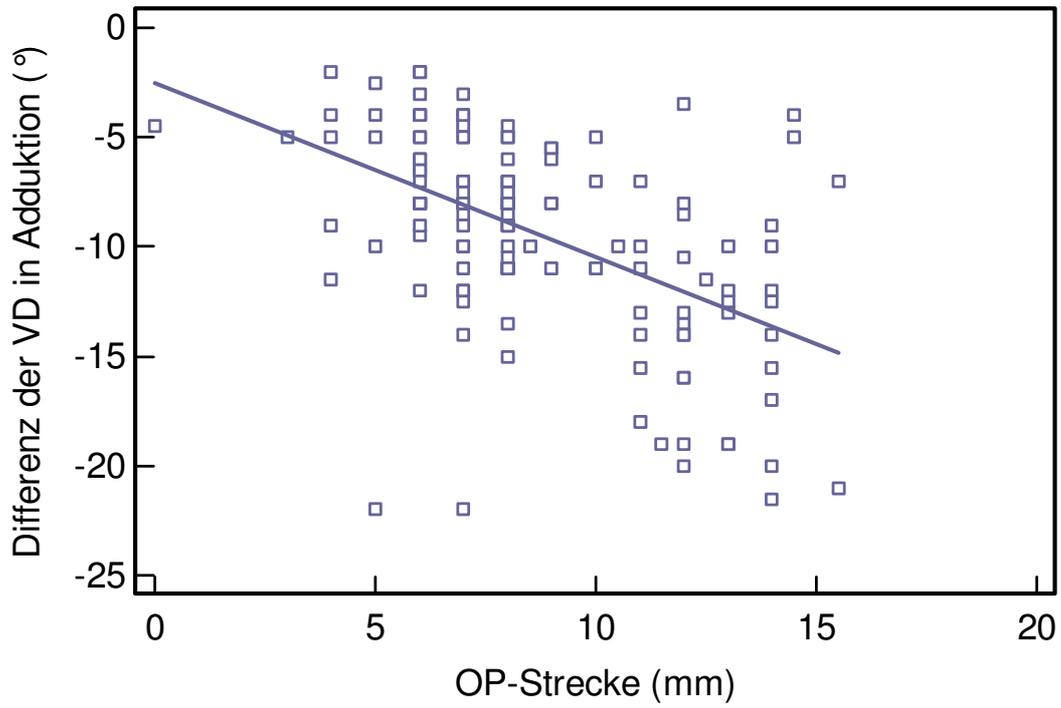
## WINKELREDUZIERUNG IN GRAD PRO mm OP-STRECKE 9 WOCHEN

	KOMBI	FALTUNG	RÜCKLAGERUNG
VD ADD	<b>0,94°</b> (0,82°- 1,05°)	<b>0,99°</b> (0,69°- 1,30°)	<b>1,07°</b> (0,89°- 1,24°)
VD PP	<b>0,57°</b> (0,47°- 0,66°)	<b>0,56°</b> (0,31°- 0,80°)	<b>0,63°</b> (0,45°- 0,80°)
ZD ABD	<b>0,36°</b> (0,19°- 0,52°)	<b>0,73°</b> (0,46°- 0,99°)	<b>0,29°</b> (0,10°- 0,48°)
ZD PP	<b>0,37°</b> (0,2°- 0,53°)	<b>0,62°</b> (0,30°- 0,94°)	<b>0,48°</b> (0,20°- 0,75°)

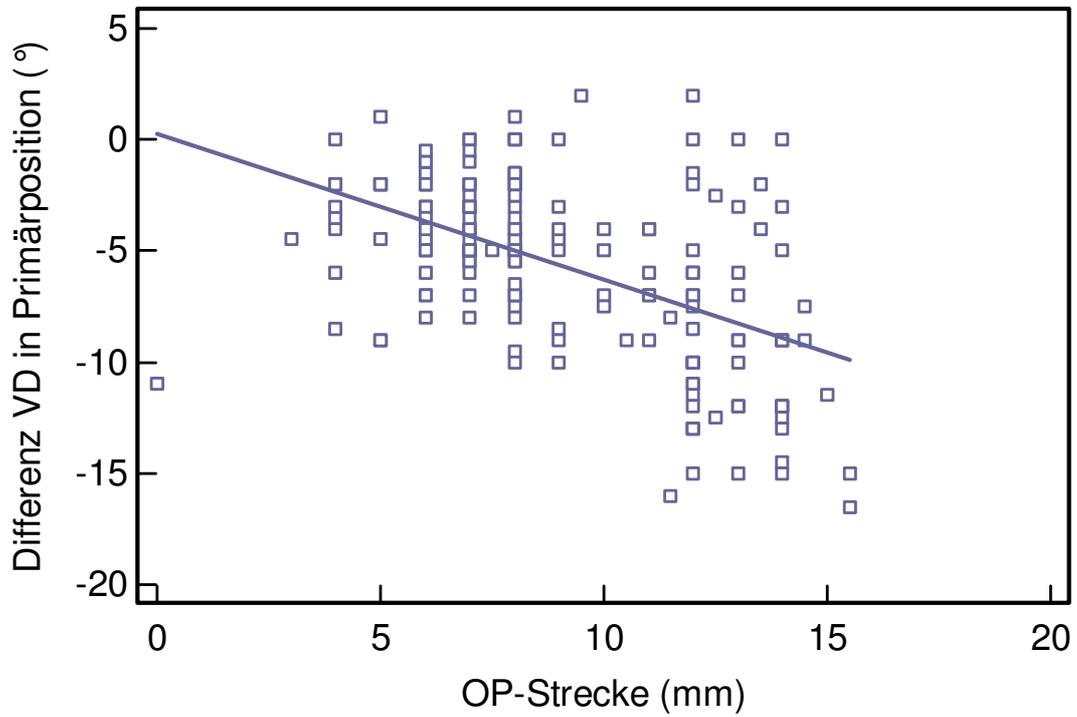
**Tabelle 10: Winkelreduzierung in Grad pro mm Operationsstrecke nach 9 Wochen. Aufgeführt sind jeweils der Mittelwert, sowie das 95% Konfidenzintervall des Mittelwertes in Klammern.**

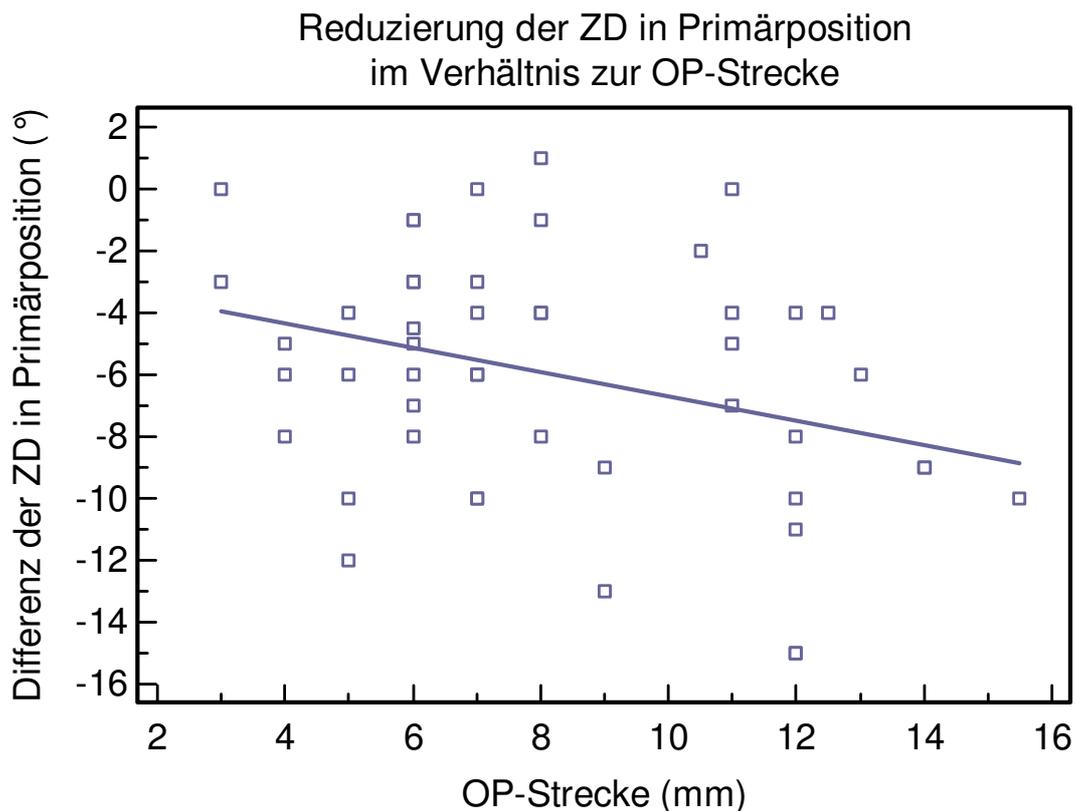
Es zeigte sich, dass die Reduzierung der VD sowohl bei Adduktion als auch in Primärposition im Verhältnis zur Operationsstrecke einen annähernd linearen Verlauf aufwies. Für die Winkeldifferenz der VD in Adduktion konnte dies anhand der Regressionsgraden:  $y = -2,54 + -0,79 x$  gezeigt werden. Die Steigung der Regressionsgraden (-0,79) war mit  $p < 0,0001$  signifikant. Auch der F-Test zeigte mit einem Signifikanzlevel von  $p < 0,01$ , dass ein lineares Verhältnis zwischen Operationsstrecke und Winkelreduzierung anzunehmen ist. Für die Winkeldifferenzen der VD in Primärposition ergab die Berechnung der Regressionsgraden:  $y = 0,27 + -0,66 x$  ebenfalls ein lineares Verhältnis. Die Steigung der Regressionsgraden (-0,66) war mit  $p < 0,0001$  signifikant. Der F-Test zeigte auch hier mit einem Signifikanzlevel von  $p < 0,01$  dass ein lineares Verhältnis zwischen Operationsstrecke und Winkelreduzierung anzunehmen ist. Die Änderung der ZD in Primärposition im Verhältnis zur Operationsstrecke ergab mit Berechnung der Regressionsgraden  $y = -2,80 + -0,39 x$  eine mit  $p = 0,023$  signifikante Steigung von -0,39. Der F-Test zeigte mit einem Signifikanzlevel von  $p = 0,023$  dass eine lineares Verhältnis zwischen Winkelreduzierung und Operationsstrecke anzunehmen ist. Für die ZD in Abduktion musste die Annahme eines linearen Wirkungsverlaufes aufgrund von  $p = 0,143$  im F-Test abgelehnt werden.

Reduzierung der VD in Adduktion  
Verhältnis zur OP-Strecke



Reduzierung der VD in Primärposition  
Verhältnis zur Op-Strecke





**Abbildung 27: Regressionsgraden zur Darstellung der linearen Abhängigkeit des Operationserfolges und der Operationsstrecke für die VD in Adduktion, die VD in Primärposition und die ZD in Primärposition**

Für die VD in Primärposition am ersten postoperativen Tag konnte gezeigt werden, dass der durch eine kombinierte Operation erzielte Effekt mit im Mittel  $0,67^\circ$  pro mm Operationsstrecke besser war als die im Mittel erreichten  $0,47^\circ$  pro mm bei der isolierten Rücklagerung des Obliquus inferior. Der Unterschied in der Höhe des Effektes war mit  $p=0,0005$  signifikant. Auch die Faltung des Obliquus superior war in dieser Blickrichtung mit im Mittel  $0,79^\circ$  Winkelreduktion pro mm der Rücklagerung des Obliquus inferior mit einer erreichten Winkelreduktion von im Mittel  $0,47^\circ$  pro mm Operationsstrecke mit  $p=0,0004$  überlegen. Es zeigte sich jedoch mit  $p=0,15$  kein signifikanter Unterschied in der Wirksamkeit pro mm im Vergleich zwischen kombinierter Operation und einseitiger Faltung. Für die VD in Adduktion konnte für die Faltung mit im Mittel  $1,32^\circ$  pro mm Operationsstrecke ein mit  $p=0,02$  signifikant besserer Effekt im Vergleich zur Rücklagerung mit im Mittel  $1,02^\circ$  Winkelreduzierung pro mm

Operationsstrecke gefunden werden. Für die VD in Adduktion fanden wir jedoch keinen signifikanten Unterschied in der Effektivität im Vergleich weder zwischen kombinierter Operation mit im Mittel  $1,12^\circ$  Winkelreduktion pro mm und Faltung ( $p=0,19$ ) noch zwischen kombinierter Operation und Rücklagerung ( $p=0,2$ ). Am ersten postoperativen Tag wurde für die ZD in Abduktion bei der kombinierten Operation eine Winkelreduktion von im Mittel  $0,76^\circ$  pro mm Operationsstrecke erreicht. Eine einseitige Faltung erzielte eine Reduktion der ZD in Abduktion von im Mittel  $1,26^\circ$  pro mm. Der durch die Faltung erreichte größere Effekt war mit  $p=0,09$  gerade nicht mehr signifikant. Im Vergleich des induzierten Effektes auf die ZD in Abduktion konnte für die Faltung des Obliquus superior mit im Mittel  $1,26^\circ$  pro mm im Vergleich zur Rücklagerung des Obliquus inferior mit im Mittel  $0,63^\circ$  ein signifikanter Unterschied ( $p=0,036$ ) zugunsten der Faltung festgestellt werden. Es fand sich jedoch keine signifikant unterschiedliche Effektivität im Vergleich von kombinierter Operation und singulärer Rücklagerung des Obliquus inferior ( $p=0,43$ ). Für die ZD in Primärposition konnte in der Gruppe der Obliquus superior Faltung eine signifikant größere Winkelreduzierung mit im Mittel  $1,09^\circ$  pro mm im Vergleich zur kombinierten Operation mit im Mittel  $0,69^\circ$  pro mm Operationsstrecke gefunden werden ( $p=0,026$ ). Auch im Vergleich zur Rücklagerung des Obliquus inferior mit einer Winkelreduktion von im Mittel  $0,54^\circ$  erreichte die Faltung einen signifikant größeren Effekt ( $p=0,012$ ). Im Vergleich von kombinierter Operation und Rücklagerung des Obliquus inferior zeigte sich für die ZD in Primärposition kein signifikant unterschiedlicher Effekt ( $p=0,322$ ). Bei der Untersuchung nach 9 Wochen fanden wir für die Winkelreduzierung pro mm Operationsstrecke für die VD in Adduktion keinen signifikanten Unterschied in den verschiedenen Operationsgruppen. Auch für die VD in Primärposition zeigte sich nach 9 Wochen kein signifikanter Unterschied in der Effektivität abhängig von der Art der Operation. Die Effektivität auf die ZD in Abduktion zeigte sich jedoch durch eine Faltung mit im Mittel  $0,73^\circ$  pro mm deutlicher beeinflussbar als durch eine kombinierte Operation mit im Mittel  $0,36^\circ$  pro mm oder durch eine Rücklagerung mit im Mittel  $0,29^\circ$  pro mm. Der Unterschied in den genannten Gruppen war mit  $p=0,012$  und  $p=0,014$  signifikant. Für die ZD in Primärposition zeigte sich der

geringgradig größere Effekt in der Gruppe der Faltung im Vergleich zur kombinierten Operation mit  $p=0,13$  jedoch nicht signifikant. Im Vergleich zur Rücklagerung fand sich ebenfalls mit  $p=0,49$  kein signifikanter Unterschied. Ein Vergleich der Effektivität der Winkelreduzierung im Verhältnis zur Operationsstrecke nach der Genese der Erkrankung, also der Gruppe mit Strabismus sursoadductorius im Vergleich zu der Gruppe der Patienten mit Trochlearisparese, ergab am ersten postoperativen Tag für die VD in Primärposition bei Patienten mit Trochlearisparese eine mit  $p=0,005$  signifikant größere Winkelreduktion von  $0,76^\circ$  pro mm Operationsstrecke im Vergleich zu  $0,57^\circ$  in der Patientengruppe mit Strabismus sursoadductorius. Für die VD in Adduktion war der bestehende größere Effekt mit im Mittel  $1,28^\circ$  pro mm in der Gruppe der Patienten mit Trochlearisparese im Vergleich zu im Mittel  $1,07^\circ$  pro mm in der Gruppe der Patienten mit Strabismus sursoadductorius mit  $p=0,053$  gerade nicht mehr signifikant. Für die ZD in Abduktion und die ZD in Primärposition konnte am ersten postoperativen Tag kein signifikanter Unterschied in der Effektivität nach Genese der Erkrankung festgestellt werden. Nach 9 Wochen war in allen untersuchten Blickrichtungen kein signifikanter Unterschied des Effektes hinsichtlich der Genese der Erkrankung mehr nachweisbar.

Ein Vergleich der bestehenden Winkelverhältnisse praeoperativ und postoperativ ist in den neun diagnostischen Blickrichtungen im Folgenden als Übersicht nach Genese und Operationsmethode geordnet aufgeführt. In diese tabellarische Aufstellung gehen alle retrospektiv ermittelten Werte ein. Die Anzahl der Fälle sind in Klammern angegeben. Aufgeführt sind jeweils der Median des objektiven Winkels sowie das 95% Konfidenzintervall des Medians. In den Fällen, in denen aufgrund von zu geringer Fallzahl die Berechnung des 95% Konfidenzintervalls des Medians nicht möglich war, haben wir das jeweilige Minimum und Maximum des bestehenden Schielwinkels aufgeführt.

# Strabismus sursoadductorius

## A: kombinierte OP an den Mm. obliqui (n=70)

### Median

-2,5	10	-0,75	5	0	2
-2		-2		-2	
0	15	0	9	0	4
-3		-3		-4	
2	14	0,5	9,75	0,5	5
-3		-5		-5	

prae

### 95% Konfidenzintervall Median

-6- -2	9- 14	-3- 0	4- 6	-1- 0	1,5- 3
-4- 0		-4- -1		-4,5- -1	
-1- 0	12-16	-1- 0	8- 10	0- 0	3- 5
-4- 0		-5- -2		-5- -2	
0- -5	12-17	0- 1	8- 11	0- 2	3- 7
-5- 0		-6,5- -3		-6,5- -2	

prae

### Median

-4	-4	0	-3	3	-3
6		7		6,5	
-2	2	0	0,5	1,5	1
4,5		4		3	
0	5	0	3	1	3,5
2		3		3	

post 1 Tag

### 95% Konfidenzintervall Median

-8- 0	-6- -1	0- 1	-5- -2	-1- 6	-5- 0
4- 10		2- 11		1,5- 10	
-5- 0	0- 5	0- 0	0- 2	0- 4	0- 2
2- 7		1,5- 7		-2,5- 10	
-2- 2	2- 7	0- 1	1- 4	0- 6	2- 5,5
-3- -6		-1,5- 8		-4,5- 10,5	

post 1 Tag

### Median

-1,25	-1	0	-0,25	0	0
0		0		0	
0	2,25	0	0,25	0	0
0		0		0	
0	2,75	0	1	0	3,5
0		0		0	

post 9 Wochen

### 95% Konfidenzintervall Median

-5- 0	-5- -1	-2- 0	-2- -1	-1- 0	-2- 0
-0,5- 4		0- 3,5		-2,5- 2	
0- 0,5	0- 5	0- 0,5	0- 2	0- 0	0- 1
-2- 3		0- 3		-1- 2,5	
0- 3	0,5- 6	0- 1,5	0- 3	0- 1,5	2- 5,5
-3- 2		-1- -1,5		-3- 3,5	

post 9 Wochen

**B: Faltung des Musculus obliquus superior (n=17)**

Median

-0,5	3	0	1,5	0	2,5
-3,5		-1,25		0	
0	5,5	-1	2,5	0,5	2
-4		-2		-4,5	
0	10	0	7	1,25	5
-6		-7,5		-6	

prae

95% Konfidenzintervall Median

-4-3	0-5	-2-1	0-3	-1-2	0-2,5
-5-1,5		-5-2,5		-6,5-1	
-2-1	3-12	-2-2	2-5	0-2	0-5
-7,5-0		-4-0		-7,5--2	
-3-6	6-14	-2-2	5-11	0-4,5	2-10
-9,5--2		-10-0		-12--2	

prae

Median

-0,75	-3,75	0	-3	2,5	-2
3		5		5	
0,25	2	0	1	0	0,5
0		3		0	
2	7	0	3	0	3,5
0		0		-1	

post 1 Tag

95% Konfidenzintervall Median

		-1-1	-5-0		
-3-3	-1-5	-2-0	0-2	0-6	0-2
		0-8			
-8-3	3-14	-3-2	0,5-9	-6-7	0-13

post 1 Tag

Median

1	-1	0	-0,25	0	0
3		5,5		3,5	
1	1	0,25	0,25	1,25	1
0		1		1,5	
0	7,25	1	3,75	0,5	3,5
0		0		0	

post 9 Wochen

Minimum/Maximum

-8/2	-8/0,5	-5/1,5	-3/1	0/1,5	-2/1
2/6		1/8		1/5	
-5/3	0/5	-3,5/1	0/4	0/2	0/4
-2/4		0/4		0/2	
-4/2	2/16	-6/3	0/14	-2/5	0/12,5
-5/2		-7/1		-10/2	

post 9 Wochen

### C: Rücklagerung des Musculus obliquus inferior (n=62)

Median

-3	8	-1,75	3	-0,5	1
-5		-5		-5	
0	11	0	4	0	1,5
-5		0		-5	
2	6,5	1	4	1	2
-4		-4		-4	

prae

95% Konfidenzintervall Median

-4- -2	7- 10	-2- -1	2,5- 4	-2- 0	0- 2
-6- -3		-7- -3		-8- -2	
-1- 0	9- 12	0- 0,5	4- 7	0- 0	0,5- 3
-7- -4		-6- -4		-7- -2	
1- 4	5- 9	0- 2	3- 5	0- 2	1- 4
-5,5- -3		-4- -2,5		-6- -1	

prae

Median

-2	0	0	0	1	-1,5
1,5		4		2,5	
-0,25	3	0	1,5	0	0,75
1		0		-1	
0	3,75	0	2	2	2
0		-1,5		-2	

post 1 Tag

95% Konfidenzintervall Median

-5- 0	-3- 2	-2- 0	-1- 1	0- 2	-2- 0
-2- 5,75		-2- 7		-3- 8	
-2- 0	2- 4	0- 0	1- 2,5	0- 1	0- 1
-3- 2		-4- 0		-4- 2	
0- 2	2- 5,5	0- 1	1- 3	0- 3	1- 3
-3,5- 1		-4- 0		-4- 0	

post 1 Tag

Median

-2	1,5	0	0,5	0	0
0		-0,5		-1	
0	3,5	0	2	0	1
-1		-1		-3	
2	3,75	0	2	1,75	2
-3		-1		-4	

post 9 Wochen

95% Konfidenzintervall Median

-4- 0	-1- 6	-2- 1	-1- 2	-2- 1	-3- 2
-5- 0,5		-1- 0,5		-15- 1	
-1- 1	2- 5,5	-1- 1	1- 3,5	0- 1	0- 2
-5- 0		-7- 0		-18- 0	
0- 4,5	1- 12	0- 2	0- 3	0- 5	1- 3
-6- 0		-5- 0		-12,5- 1,5	

post 9 Wochen

# Trochlearisparese

## A: kombinierte OP an den Mm. obliqui (n=27)

### Median

-1,5	6,5	0	2	0	1
-1,5		-2		-2	
0	13,5	0	7	0	2
-3,5		-5		-5	
4	15	4	12,5	3	4
-4		-6		-7	

prae

### 95% Konfidenzintervall Median

-4- 0	4- 12	-2- 0	1- 5	0- 1	0- 2
-6- 0		-5- 0		-5- 0	
0- 1	10-16	1- 2	5- 11	0- 2	1- 4
-6- -2		-7- -2		-7- -3	
1- 6	10-19	0- 7	7- 14	0- 6	2- 7
-8- -2		-10- -4		-14- -5	

prae

### Median

-6	-8	0	-4	6,5	-4,5
2		2		-1,5	
-2,5	0	0	0,5	2,5	0
-1		-0,5		-1	
-2	4,5	0	5	4	3
-4,5		-3,5		-2,5	

post 1 Tag

### 95% Konfidenzintervall Median

		-2- 2	-7- 1		
-9- 0	-4- 6	-1- 0	-2- 4	0- 8	-4- 4
		-1- 3	1- 8		

post 1 Tag

### Median

-1,25	-3	0	-3	1	-1,75
1		2		1	
0	0	0,5	0	1	0
-1		0		-1	
2,25	1	4	1	2,5	0
-1		-1		-1	

post 9 Wochen

### 95% Konfidenzintervall Median

-3- 1	-8- -2	-2- 1	-6- -1	0- 2	-3- 0
-1- 1	-3- 3	0- 2	0- 1	0- 3	0- 0
-1- 5	-1- 9	0- 5,5	-1- 8	1- 5,5	-1- 4

post 9 Wochen

## B: Faltung des Musculus obliquus superior (n=24)

### Median

-0,25	2,75	0	1	0	0,5
-1		-1		-2	
1	8	0,25	4,25	1,25	1,5
-4,5		-3		-4,5	
4	10	2,25	10	4	6
-3,5		-5		-5	

prae

### 95% Konfidenzintervall Median

-2- 1	0,5- 6	0- 1	0- 2	0- 1	0- 2,5
-5- 0		-3- 0		-4,5- 0	
0- 1,5	5- 9	-1- 1	2- 6	0- 3	0- 3
-7- -2		-8- 0		-10- 0	
2- 6	8- 13	1- 6	6- 12	1- 6	2,5- 9
-9,5- -1		-12- -2,5		-10- -1	

prae

### Median

-1	-3	0	-3,5	0,75	-2
3,5		5		4,5	
0	2	0	0	2	0
0		0,5		0	
0,5	5,5	0	4,5	2,5	3
-1		-1		-3	

post 1 Tag

### 95% Konfidenzintervall Median

-3- 0	-6- 0	-1- 0	-6- -1	-0- 5	-5- 0
1- 8		0- 10		0- 11	
-3- 0	-2- 4	-1- 1	-1- 1	0- 4	0- 1
-1- 6		-2- 7		0- 4	
-1- 3	2,5- 8	0- 2	2,5- 7	0- 7	1- 6
-14- 4		-8- 5		-10,5- 6	

post 1 Tag

### Median

0	-3	0	-0,25	0,75	-0,25
2		2		2	
0	0	0	0	0	0
0		0		0	
0,5	4,5	1	2,75	3	2,75
-2		-1		1	

post 9 Wochen

### 95% Konfidenzintervall Median

-2- 1	-6- 1	-2- 0	-3- 0	0- 3	-2- 1
0- 6		0- 7,5		0- 4	
0- 2,5	0- 6	0- 2	0- 2	0- 3	0- 1
-4- 2		-4,5- 1		-2- 2	
0- 6	0- 8	0- 5,5	0,5- 7	2- 7	0- 4
-10- 1		-11,5- 0,5		-9- 3	

post 9 Wochen

### C: Rücklagerung des Musculus obliquus inferior (n=7)

Median

-3	5	-0,5	3	-1	1
-3		-3		-4	
0	10	0	6	0	2
-3		-6		-5	
3	7,5	2	4	2	3
-5		-3		-8	

prae

95% Konfidenzintervall Median

-12-2	0-15	-7-0	0-8	-4-1	-1-4
-4-1	5-18	-5-1	1-17	0-2	0-4
-2-5	6-20	0-4	2-14	-1-4	0-7

prae

Median

-2	2	-0,5	-1,75	2,5	-1,5
2,5		-4,5		1	
-0,5	4	0	1	1,5	0
0		-1		-0,5	
2	7	0	1,5	3,75	3,5
0		0		-2	

post 1 Tag

Minimum/Maximum

-12/2	-5/2	-3/1,5	-6/4,5	0/5	-5/2
0/5		-9/0		0/2	
-12/0	0/7	-1/0	-1/2,5	0/6	-1/1,5
0/0		-2/0		-1/0	
-4,5/2	0/8	0/2	0/6,5	0,5/7	2/5
0/0		0/0		-4/0	

post 1 Tag

Median

-0,75	-0,25	0,5	0	-1,5	-2,25
-5		-1		-4,5	
-0,5	1	0	0,25	0,75	0
-5		-4		-2	
0,25	0,25	0,5	0,5	2	0,5
-4		-2		-2	

post 9 Wochen

Minimum/Maximum

-6/5	-7/3	-5,5/2	-6/6	-8/1	-7/1
-10/0		-10/1		-10/1	
-3,5/9	-2/6	-1/4	0/2	0/1	0/0
-9/-4		-7/0		-4/3	
0/15	-3/6	0/10	-1/1	0/3	0/3,5
-18/3		-13/3		-12/3	

post 9 Wochen

## 4. Diskussion

### 4.1. Ätiologie und demographische Daten

In der vorgelegten retrospektiven Auswertung haben wir 207 Personen untersucht. Der Anteil an männlichen Personen lag bei  $n=129$ , der an weiblichen Personen bei  $n=78$ . 149 Patienten zeigten einen Strabismus sursoadductorius, bei 58 Personen lag eine Trochlearisparese vor. Somit lag in unserem Krankengut bei 72% ein Strabismus sursoadductorius und bei 28% eine Trochlearisparese vor. Die Trochlearisparese war zu 72 % traumatischer Genese. Das mittlere Alter zum Zeitpunkt der Operation lag bei den Patienten mit Strabismus sursoadductorius bei 30,1 Jahren, bei Patienten mit Trochlearisparese bei 35,8 Jahren. Bezogen auf die gesamte Anzahl der von uns untersuchten Patienten lag das Alter zum Zeitpunkt der Operation bei im Mittel 31,8 Jahren. Dieses Verhältnis zeigte sich auch annähernd bei anderen Autoren. Hatz (2006) [19] fand in seiner Arbeit ( $n=47$ ) bei 40 Personen einen Strabismus sursoadductorius und bei 7 Personen eine Trochlearisparese, die bei 6 Personen traumatisch bedingt war. Der Anteil an männlichen Patienten lag bei  $n=30$ , der an weiblichen Patienten bei  $n=17$ . Das mittlere Alter zum Zeitpunkt der Operation lag in der Arbeit von Hatz bei 30 (SD  $\pm 20$ ) Jahren. Mataftsi (2006) [39] dokumentierte bei 58 Personen mit Strabismus sursoadductorius einen Anteil von  $n=38$  Männern und einen Anteil von  $n=20$  Frauen. Hier lag das Alter zum Operationszeitpunkt bei im Mittel 32 Jahren. Steffen und Kolling 2005 [53] fanden in ihrer Arbeit mit 144 Personen eine ähnliche Verteilung von 83% für Patienten mit Strabismus sursoadductorius und 17% für Patienten mit Trochlearisparese. Klainguti (1994) [31] beschrieb bei 63 Patienten einen Anteil von  $n=36$  Patienten mit Strabismus sursoadductorius und  $n=27$  Patienten mit Trochlearisparese, die bei  $n=20$  Personen aufgrund eines Traumas entstanden war. Helveston (1996) beschrieb in einer Untersuchung von 190 Personen den Anteil an Strabismus sursoadductorius mit 72%, den an Trochlearisparese mit 28%. Die traumatische Genese der Trochlearisparese lag hier bei 55% [21]. Simons et al (1998) [52] untersuchten eine Gruppe von 123 Personen. 33% der Patienten zeigten einen Strabismus sursoadductorius, 34% eine Trochlearisparese aufgrund eines erlittenen Traumas. 33% zeigten eine

erworbene Störung unklarer Genese. Der Anteil der männlichen Patienten lag bei 67%, der der weiblichen Patienten bei 33%. Das mittlere Alter zum Operationszeitpunkt lag bei 30,5 Jahren. Von Noorden et al (1986) [55] beschrieb anhand einer Untersuchung mit 270 Personen den Anteil an Patienten mit Strabismus sursoadductorius mit n=107, 92 Patienten litten an einer Trochlearisparese traumatischer Genese, 8 Personen zeigten eine Trochlearisparese aufgrund vaskulärer Erkrankung oder Tumorleiden, bei n=63 wurde eine idiopathische Genese festgestellt. 63% der Patienten waren Männer, 37% Frauen. Somit bleibt festzustellen, dass die Verteilung anhand von Geschlecht und Ätiologie der Erkrankung in dem von uns untersuchten Krankengut mit den in der Literatur beschriebenen Verhältnissen übereinstimmt.

#### **4.2. Binokularfunktionen**

Patienten mit Strabismus sursoadductorius oder Trochlearisparese haben die Anlage einer normalen Netzhautkorrespondenz und somit die Voraussetzung für ein hoch differenziertes räumliches Sehen. Aufgrund der Störungen im Gleichgewicht der Augenmuskeln, die durch die Unterfunktion im Bereich des Obliquus superior und die Überfunktion im Wirkungsbereich des Obliquus inferior entstehen, wird das räumliche Sehvermögen deutlich gestört. Aus diesem Grund wird eine kompensatorische Kopfwangshaltung eingenommen, damit Doppelbildwahrnehmung und Verlust des räumlichen Sehens möglichst verhindert werden kann. Dies gelingt jedoch nur in einem gewissen Maße, da die Fusionsfähigkeit begrenzt ist. In der vorliegenden Arbeit war praeoperativ bei 11% der untersuchten Patienten kein Stereosehen mehr nachweisbar. 39% der Patienten zeigten reduziertes Stereosehen, bei 49% fanden wir volles Stereosehen (40"). 9 Wochen postoperativ konnte eine Verbesserung erzielt werden. Bei 65 % der Patienten ist volles Stereosehen nachgewiesen worden. Die Änderung in der Häufigkeitsverteilung zeigte sich signifikant. In der Literatur lagen keine vergleichbaren Untersuchungen vor, die die Beeinflussung der Qualität des Stereosehens nach operativer Therapie beschreiben. Einige Autoren erwähnen jedoch eine deutliche Besserung in Bezug auf die Diplopiewahrnehmung in einem Großteil der behandelten Fälle ([39], [42], [5]).

### 4.3. Kopfwangshaltung

Patienten mit Strabismus sursoadductorius oder Trochlearisparese nehmen eine für beide Krankheitsbilder typische Kopfwangshaltung ein. Am häufigsten findet man eine Kopfwangshaltung in Form einer Kopfniegung zur Schulter der nicht betroffenen Seite. Eine Wendung des Kopfes zur gesunden Seite sowie Kombinationen sind ebenfalls häufig. Die Patienten versuchen durch die Kopfwangshaltung das Auge aus der Blickposition und aus der Wirkungsposition des betroffenen Muskels zu bringen. Bei Wendung des Kopfes zur gesunden Seite wird das Auge aus der Adduktionsstellung und somit aus dem Wirkungsbereich des Obliquus superior und des Obliquus inferior herausgebracht. Die Niegung zur gesunden Seite induziert eine Exzykloduktion des betroffenen Auges. Somit wird die Inzykloduktion, die das Auge aufgrund der bestehenden Augenmuskelerkrankung nicht ausführen kann vermieden. In unserer Untersuchung zeigten präoperativ 56% der Patienten eine Niegung des Kopfes zur gesunden Seite, 9% zeigten eine Wendung des Kopfes zur gesunden Seite, 2% nahmen eine Senkung des Kopfes ein. Bei 43% fanden sich Kombinationen und 11% wiesen keine Kopfwangshaltung auf. Postoperativ fanden wir bei 45% der Patienten keine Kopfwangshaltung mehr. 41% nahmen postoperativ weiter eine Niegung des Kopfes ein, welche jedoch geringer ausgeprägt war. Kombinierte Kopfwangshaltungen und Senkung des Kopfes zeigten sich in 3%. Die Änderung in der Häufigkeitsverteilung zeigte sich mit  $p=0,0046$  signifikant. Auffällig war, dass sich Kopfwangshaltungen mit präoperativ großem Ausmaß ( $6^\circ$ - $10^\circ$ ;  $11^\circ$ - $15^\circ$ ) durch die operative Therapie deutlich besser beeinflussbar zeigten als Kopfwangshaltungen geringerer Größe ( $0^\circ$ - $5^\circ$ ). Detaillierte Angaben zur Beeinflussung der Kopfwangshaltung in anderen Untersuchungen waren in der vorliegenden Literatur nicht vorhanden. Einige Autoren beschrieben jedoch eine Besserung der Kopfwangshaltung in annähernd allen behandelten Fällen ([39], [42], [5]).

#### **4.4. Wirkung der einzelnen Operationen**

Wir haben die Wirksamkeit einer isolierten Obliquus superior Faltung, einer Obliquus inferior Rücklagerung, sowie die Wirksamkeit der kombinierten Operation an den Obliqui bei Strabismus sursoadductorius und Trochlearisparese untersucht. Die Auswahl der Operationsmethode erfolgte anhand des klinischen Bildes in Bezug auf die Größe des Schielwinkels und die Art der Inkomitanz. So wurde bei einer konkomitierenden VD in Adduktion, und einer eventuell bestehenden Vergrößerung der VD in Adduktion/oben je nach Winkelgröße eine isolierte Rücklagerung des Obliquus inferior oder eine kombinierte Operation an den Obliqui durchgeführt. Zeigte die VD in Adduktion ein inkomitantes Verhalten mit Zunahme der VD in Adduktion/unten wurde eine Faltung des Obliquus superior vorgenommen. Die Auswertung erfolgte im direkten Vergleich von praeoperativen und postoperativen Befunden des jeweiligen Patienten.

##### **4.4.1. Isolierte Faltung des Obliquus superior**

Eine isolierte Obliquus superior Faltung führten wir bei n=41 Personen durch. Die mittlere Operationsstrecke lag hier bei 5,16 mm. Die Faltung des Obliquus superior bewirkte in unserem Krankengut eine Reduzierung der VD in Primärposition von praeoperativ  $4,5^\circ$  im Median auf  $0,5^\circ$  im Median am ersten postoperativen Tag und auf  $0^\circ$  im Median nach 9 Wochen. Dies entspricht einer Effektivität von  $0,79^\circ$  pro mm Faltung am ersten postoperativen Tag und einer Effektivität von  $0,56^\circ$  pro mm Faltung nach 9 Wochen. Für die VD in Adduktion erreichten wir eine Reduzierung von praeoperativ  $8^\circ$  im Median auf  $2^\circ$  im Median am ersten postoperativen Tag und auf  $0,5^\circ$  im Median nach 9 Wochen. Der Einfluss auf die Größe der VD in Adduktion lag am ersten postoperativen Tag bei  $1,32^\circ$  pro mm Faltung und zeigte nach 9 Wochen eine Reduzierung auf  $0,99^\circ$  pro mm Faltung. Diese Differenz in der Effektivität der Faltung ist durch den am ersten postoperativen Tag häufig auftretenden Übereffekt, das so genannte Brownsyndrom zu erklären, welches sich in der Regel nach einigen Wochen wieder zurückbildet. Die ZD in Primärposition konnte bei einem Ausgangswinkel von im Median  $-3^\circ$  auf  $+2^\circ$  im Median am ersten postoperativen Tag reduziert werden. Dies entspricht einer geringen

Überkorrektur, die sich jedoch nach 9 Wochen auf im Median  $0^\circ$  zurückgebildet hatte. Die erreichte Verringerung der ZD in Primärposition entspricht einer Reduzierung von  $1,09^\circ$  pro mm Faltung am ersten postoperativen Tag und  $0,62^\circ$  pro mm Faltung nach 9 Wochen. Der Effekt einer isolierten Faltung des Obliquus superior zeigte für die Patienten mit Trochlearisparese ( $n=24$ ) eine Reduzierung der VD in Primärposition von praeoperativ im Median  $4,25^\circ$  auf  $0^\circ$  im Median sowohl am ersten postoperativen Tag als auch nach 9 Wochen. Bei Adduktion erfolgte die Reduzierung der VD von praeoperativ  $8^\circ$  im Median auf  $2^\circ$  im Median am ersten postoperativen Tag und auf  $0^\circ$  im Median nach 9 Wochen. Die ZD in Primärposition betrug hier praeoperativ  $-3^\circ$  im Median. Am ersten postoperativen Tag wurde eine Verringerung der ZD auf im Median  $+0,5^\circ$  erreicht. Auch hier zeigte sich ein geringer Übereffekt mit einer resultierenden geringgradigen Inzyklotropie, die sich nach 9 Wochen auf  $0^\circ$  im Median zurückbildete. Für Patienten mit Strabismus sursoadductorius ( $n=17$ ) in dem von uns untersuchten Krankengut lag die VD in Adduktion praeoperativ bei im Median  $5,5^\circ$ . Am ersten postoperativen Tag wurde eine Reduktion auf  $2^\circ$  im Median erreicht. Nach 9 Wochen zeigte sich eine weitere Abnahme auf  $1^\circ$  im Median. Die VD in Primärposition betrug praeoperativ in dieser Gruppe im Median  $2,5^\circ$ . Am ersten postoperativen Tag gelang eine Reduzierung der VD in Primärposition auf im Median  $1^\circ$ , nach 9 Wochen erfolgte eine weitere Reduzierung auf  $0,25^\circ$  im Median. Die ZD in Primärposition betrug bei den Patienten mit Strabismus sursoadductorius praeoperativ  $-2^\circ$  im Median. Postoperativ zeigte sich am ersten postoperativen Tag ein Übereffekt auf  $+3^\circ$  Inzykloduktion im Median, die sich nach 9 Wochen auf  $+1^\circ$  Inzyklotropie zurückbildete. Die Faltung des Obliquus superior bewirkte eine Reduzierung des V-Phänomens um im Mittel  $1,23^\circ$  am ersten postoperativen Tag und um im Mittel  $0,6^\circ$  nach 9 Wochen. Am ersten postoperativen Tag fanden wir in allen Fällen ein geringes Brownsyndrom, welches sich bei der Untersuchung nach 9 Wochen gut zurückgebildet hatte. In der Arbeit von Bhole et al (2005) [2] wurde die Wirkung einer isolierten Musculus obliquus superior Faltung anhand der Auswertung von Patienten mit Trochlearisparese ( $n=13$ ) oder Strabismus sursoadductorius ( $n=11$ ) beschrieben. Die Winkelgrößen waren in

Prismendioptrien (PD) ausgewiesen, sodass zum direkten Vergleich eine Umrechnung in Grad notwendig wurde. Wir haben eine Abweichung von 2 Prismen mit der Abweichung von  $1^\circ$  gleichgesetzt. Die VD in Primärposition betrug bei Bholra in der Gruppe der Patienten mit Trochlearisparese praeoperativ im Mittel 10 PD (SD  $\pm 3$  PD), postoperativ gelang eine Reduzierung auf im Mittel 1 PD (SD  $\pm 3$  PD). Die VD in Adduktion wurde praeoperativ mit 17 PD (SD  $\pm 5$  PD) beschrieben mit einer postoperativen Reduzierung auf 3 PD (SD  $\pm 5$  PD). Für die ZD in Primärposition beschreibt Bholra einen praeoperativen Schielwinkel von  $9^\circ$  (SD  $\pm 4^\circ$ ) sowie eine Reduzierung postoperativ auf  $1,2^\circ$  (SD  $\pm 2^\circ$ ). Patienten mit Strabismus sursoadductorius im von Bholra untersuchten Krankengut zeigten für die VD in Primärposition praeoperativ im Mittel 12 PD (SD  $\pm 5$  PD), postoperativ gelang eine Reduzierung auf im Mittel 2 PD (SD  $\pm 3$  PD). Die VD in Adduktion betrug praeoperativ 21 PD (SD  $\pm 6$  PD), postoperativ fand sich eine Reduktion auf 5 PD (SD  $\pm 9$  PD). Die ZD in Primärposition in der Gruppe der Patienten mit Strabismus sursoadductorius lag praeoperativ bei  $4,5^\circ$  (SD  $\pm 1^\circ$ ) und postoperativ bei  $0,5^\circ$  (SD  $\pm 0,5^\circ$ ). Die Faltung lag bei im Mittel 7 mm (4-12 mm) und führte postoperativ zur Ausbildung eines moderaten Brownsyndroms mit weitgehender Rückbildung nach einigen Wochen. Bholra fand keine Korrelation zwischen Größe der Faltung und erreichter Winkelreduzierung, bei jedoch recht geringer Fallzahl. In unserer Untersuchung zeigte sich für die VD in Primärposition und die VD in Adduktion sogar eine annähernd lineare Korrelation in Bezug auf Operationsstrecke und erreichte Winkelreduzierung. Die erreichte Winkelreduzierung für die VD in Primärposition und für die VD in Adduktion entsprach etwa unseren Ergebnissen. Steffen und Kolling (2005) [53] untersuchten bei  $n=25$  Patienten mit Trochlearisparese den Effekt einer Obliquus superior Faltung. Sie fanden einen Effekt auf die VD in Adduktion von  $0,7^\circ$ -  $1^\circ$  pro mm Faltung und einen Effekt auf die ZD von  $0,5^\circ$ -  $1,8^\circ$  pro mm Faltung. Für die VD wurde ein lineares Wirkungsverhältnis beschreiben, welches für die ZD so jedoch nicht vorhanden war. Die Reduzierung des V-Phänomens betrug dosisunabhängig im Mittel  $5^\circ$ . Unsere Ergebnisse zeigten sich sehr ähnlich. Ehrh und Boergen (2002) [8] beschrieben zur Behandlung

einer einseitigen Trochlearispause eine Modifikation der von Harada und Ito 1964 eingeführten Operation. Ehrhart und Boergen separierten die vordere Hälfte der Sehne des Obliquus superior und verlagerten sie nach vorn und lateral. 15 Patienten mit einseitiger Trochlearispause wurden untersucht. Die VD in Adduktion lag präoperativ bei  $10^\circ$ , die ZD in Abduktion bei  $-3^\circ$ . In Primärposition betrug die VD präoperativ  $3^\circ$  und die ZD  $-4^\circ$ . Postoperativ gelang eine Reduzierung der VD und ZD auf  $0^\circ$  sowohl in Adduktion als auch in Primärposition. Es zeigte sich selbst am ersten postoperativen Tag kein Brownsyndrom. Morris et al (1992) [42] fanden bei der Durchführung einer einseitigen Faltung des Obliquus superior bei  $n=15$  Patienten eine Reduzierung der VD in Primärposition um im Mittel  $3,6$  PD und für die VD in Adduktion eine Reduzierung um im Mittel  $15$  PD. Für die ZD in Primärposition wurde eine Reduzierung von im Mittel  $2,5^\circ$  erreicht. Morris et al beschrieben ein in allen Fällen bestehendes postoperatives Brownsyndrom, welches sich nach einigen Wochen deutlich besserte. Die erreichte Reduzierung der VD in Adduktion entsprach in etwa unseren Ergebnissen. Für die VD in Primärposition fanden wir jedoch mit  $4,4^\circ$  eine größere Reduktion in unserem Krankengut. Klasing et al [31] fanden 1994 bei  $n=8$  Patienten durch Faltung des Obliquus superior von  $8$  mm eine Reduzierung der VD in Primärposition um  $4,5^\circ$  ( $SD \pm 3,3^\circ$ ) und eine Reduzierung der VD in Adduktion um  $6,5^\circ$  ( $SD \pm 3,0^\circ$ ). Für die ZD wurde eine Reduzierung um  $4,5^\circ$  ( $SD \pm 3,2^\circ$ ) erreicht. Auch diese Ergebnisse sind mit den von uns ermittelten Werten annähernd identisch. Kolling und Kaufmann führten 1987 eine vergleichende Untersuchung bzgl. der Effektivität verschiedener Operationen an den Mm obliqui durch. Durch die Faltung des Obliquus superior um  $6/8/10$  mm erreichten sie eine Reduzierung der VD in Adduktion um  $4/6,5/9,5^\circ$ . Dies entsprach einem Dosis-Wirkungs-Verhältnis von  $0,67^\circ-0,9^\circ$  pro mm Operationsstrecke. Die Reduzierung der ZD betrug  $6^\circ-10^\circ$ , was einer Reduzierung von  $1^\circ$  pro mm Operationsstrecke entsprach [35]. Ähnliche Ergebnisse beschrieb auch Kolling in seiner Habilitationsschrift von 1986 [33]. Die Faltung des Obliquus superior um  $8$  mm erreichte für die VD in Adduktion eine Reduktion um  $6,5^\circ$  im Median ( $5^\circ-8^\circ$ ), für die VD in Primärposition eine

Reduzierung um 3° im Median. Kolling erreichte durch Faltung des Obliquus superior eine Reduzierung des V-Phänomens um 3°.

#### **4.4.2. Isolierte Rücklagerung des Obliquus inferior**

Wir führten bei n=65 Patienten eine isolierte Rücklagerung des Obliquus inferior durch. Die mittlere Rücklagerungsstrecke lag bei 7,54 mm. Für die VD in Primärposition zeigte sich in dieser Gruppe ein praeoperativer Winkel von im Median 6°. Postoperativ konnte durch die Rücklagerung des Obliquus inferior eine Reduzierung auf im Median 1,5° erreicht werden. Dies entsprach einer Winkelreduzierung von 0,47° pro mm Rücklagerungsstrecke. Nach 9 Wochen lag die postoperativ erreichte VD in Primärposition bei im Median 2°. Hier wurde eine Winkelreduzierung von 0,63° pro mm Rücklagerungsstrecke erreicht. Die VD in Adduktion lag praeoperativ bei 11,5° im Median. Die Rücklagerung des Obliquus inferior erreichte hier sowohl am ersten postoperativen Tag als auch nach 9 Wochen eine Reduktion auf 3° im Median. Dies entsprach einem Effekt von 1,02° pro mm Operationsstrecke. Die ZD in Primärposition lag in dieser Gruppe praeoperativ bei im Median -5°. Die Rücklagerung des Obliquus inferior führte zu einer Reduzierung der ZD in Primärposition auf im Median -2° am ersten postoperativen Tag. Hier wurde eine Reduzierung von 0,54° pro mm Operationsstrecke erreicht. Nach 9 Wochen zeigte sich ein nachlassender Effekt. Die nach 9 Wochen erreichte ZD lag in Primärposition bei im Median -4°. Dies entspricht einem Effekt von 0,48° pro mm Rücklagerungsstrecke. Die ZD in Abduktion lag praeoperativ bei -5,5° im Median. Am ersten postoperativen Tag wurde eine Reduzierung auf im Median -1° erreicht. Dies entsprach einer Reduzierung von 0,63° pro mm Operationsstrecke. Der Effekt ließ nach 9 Wochen auf 0,29° pro mm Rücklagerungsstrecke nach. Der erreichte postoperative Winkel lag im Median bei -3°. Die Rücklagerung des Obliquus inferior bewirkte eine Reduzierung des V-Phänomens auf um im Mittel 1,95° am ersten postoperativen Tag und im Mittel 1,41° nach 9 Wochen. Steffen und Kolling (2005) [53] fanden bei n=32 Patienten mit Strabismus sursoadductorius eine Reduzierung der VD in Adduktion um 4°- 7°, welches einer Effektivität von 0,7°- 1° pro mm Rücklagerungsstrecke entsprach. Für die ZD in Primärposition beschrieben die Autoren eine Reduzierung von 0,7°- 1,4° pro mm

Rücklagerung. Durch die Rücklagerung des Obliquus inferior erreichten Steffen und Kolling eine Reduzierung des V-Phänomens dosisunabhängig um  $5^\circ$ . In unserem Krankengut konnte bei  $n=60$  Patienten mit Strabismus sursoadductorius durch Rücklagerung des Obliquus inferior eine Reduzierung der VD in Adduktion um im Mittel  $7,6^\circ$  (SD  $\pm 2,8$ ) erreicht werden. Dies entsprach einer Effektivität von  $1,02^\circ$  pro mm Operationsstrecke und zeigte somit einen gering größeren Effekt als von Steffen und Kolling beschrieben wurde. Für die Reduzierung der ZD in Primärposition fanden wir mit  $0,48^\circ$  -  $0,54^\circ$  pro mm Operationsstrecke einen geringeren Effekt. Hatz et al (2006) [19] führte bei  $n=35$  Patienten eine den Obliquus inferior schwächende Operation durch. Bei  $n=25$  Patienten erfolgte eine Rück- Vorverlagerung des Obliquus inferior bis zum temporalen Rand des Rectus inferior. In dieser Gruppe wurde eine Winkelverkleinerung der VD in Primärposition von praeoperativ 15 PD (SD  $\pm 9$  PD) auf postoperativ 4 PD (SD  $\pm 4$  PD) erreicht. Eine Rücklagerung des Obliquus inferior bis 5 mm vor dem temporalen Rand des Obliquus inferior erreichte bei  $n=10$  Patienten eine Verkleinerung der VD in Primärposition von 7 PD (SD  $\pm 5$  PD) auf 2 PD (SD  $\pm 2$  PD). Mataftsi et al (2005) [39] untersuchten den Effekt einer Obliquus inferior Rücklagerung nach Fink bei  $n=58$  Patienten mit Strabismus sursoadductorius. Die Autoren verglichen die Wirksamkeit einer Rücklagerung von 6, 8, und 10 mm. Beschrieben wurde die Effektivität der Rücklagerung anhand der VD in Adduktion und Aufblick. Hier wurde in der Gruppe mit 6 mm Rücklagerung eine Reduzierung der VD um  $1,1^\circ$  pro mm gefunden. In der 8 mm Gruppe gelang eine Reduktion der VD um  $1,125^\circ$  pro mm, in der 10 mm Gruppe sogar eine Reduktion um  $1,35^\circ$  pro mm Rücklagerungsstrecke. In unserer Arbeit erreichte die Rücklagerung des Obliquus inferior eine Reduktion der VD in Adduktion und Aufblick um  $1,26^\circ$  (SD  $\pm 0,6$ ) pro mm Rücklagerungsstrecke. Shipman und Burke (2003) [51] führten eine vergleichende Studie bei 23 Patienten mit Strabismus sursoadductorius durch. 12 Patienten wurden mit einer Obliquus inferior Myektomie behandelt, 11 Patienten mit einer Rücklagerung des Obliquus inferior bis 3mm hinter und 2,5 mm lateral des temporalen Randes des Rectus inferior. Die VD in Adduktion lag in der Gruppe der Rücklagerung praeoperativ bei 20 PD im Median und

erreichte eine Reduzierung auf 3 PD postoperativ. Nach 12 Monaten konnte eine Reduzierung der VD in Primärposition um 8 PD dokumentiert werden. Für die VD in Adduktion wurde zu diesem Zeitpunkt eine Reduzierung von 16 PD erreicht. In unserer Arbeit erreichten wir bei Patienten mit Strabismus sursoadductorius eine Reduzierung der VD in Adduktion um im Mittel  $7,6^\circ$  und eine Reduzierung der VD in Primärposition um im Mittel  $3,6^\circ$ . Bei Umrechnung von PD auf Grad zeigten sich somit annähernd gleiche Effekte. Farvardin et al (2002) [11] untersuchten in einer Gruppe von  $n=16$  Patienten mit einer einseitigen „Obliquus superior Parese“ unterschiedlicher Genese den Effekt einer Rück- Vorverlagerung des Obliquus inferior bis zum temporalen Rand des Rectus inferior. Der praeoperative Winkel betrug für die VD in Primärposition 17,19 PD (10- 25 PD) und für die VD in Adduktion 26,31 PD (14- 35 PD). Durch die Rück- Vorverlagerung des Obliquus inferior wurde für die VD in Primärposition eine Reduktion um 15 PD erreicht, für die VD in Adduktion eine Reduktion um 23,4 PD. Der hier beschriebene Effekt liegt im Vergleich zu unserer Arbeit deutlich höher. Jedoch ist anzumerken, dass die hier beschriebene Rück- Vorverlagerung des Obliquus inferior bis zum temporalen Rand des Rectus inferior einer Rücklagerungsstrecke von 14,6 mm bei der von uns durchgeführten Rücklagerung in Verlaufsrichtung des Muskels entsprechen würde [3]. Eine Rücklagerung in dieser Größe wurde in unserem Krankengut jedoch nicht durchgeführt. Morad et al (2001) [41] beschrieb den Effekt einer Rücklagerung des Obliquus inferior um 10 mm bei 24 Patienten. Für die VD in Primärposition wurde im Mittel eine Reduktion um 9,1 PD erreicht. Die Behandlung von 88% der Patienten war „erfolgreich“. Dieses Kriterium war erfüllt, wenn die VD in Primärposition weniger als 5 PD betrug, keine Kopfzwangshaltung vorhanden war und in einem Gebrauchsblickfeld von  $30^\circ$  keine Diplopiewahrnehmung bestand. In seiner Habilitationsschrift von 1986 beschrieb Kolling den Effekt einer Obliquus inferior Rücklagerung von 6- 10 mm mit  $5^\circ$ -  $7^\circ$  auf die VD in Primärposition. Bei Adduktion wurde eine Reduzierung der VD um  $9^\circ$  erreicht. Die ZD verringerte sich in Primärposition um  $5^\circ$  und bei Abduktion um  $6^\circ$ . Die Reduzierung des V-Phänomens lag bei im Mittel  $3^\circ$  [33]. Diese Effekte zeigten sich in unserer Arbeit ähnlich.

#### **4.4.3. kombinierte Operation an den Mm obliqui**

In unserem Krankengut führten wir bei n=76 Personen eine kombinierte Operation an den Mm. obliqui durch. Der Mittelwert der Operationsstrecke lag bei 12,14 mm. Der praeoperative Winkel für die VD in Primärposition lag bei im Median 9°, am ersten postoperativen Tag wurde eine Reduktion auf 0,5°, nach 9 Wochen auf 0° im Median erreicht. Die VD in Adduktion lag praeoperativ bei im Median 15,5°. Postoperativ gelang eine Reduzierung auf 2° im Median. Die ZD in Primärposition betrug praeoperativ -4,5°, postoperativ bestand am ersten Tag eine Überkorrektur auf +3°, die sich nach 9 Wochen auf 0° im Median zurückbildete. Für die ZD in Abduktion fanden wir praeoperativ einen Winkel von -5°, am ersten postoperativen Tag zeigte sich ebenfalls eine Überkorrektur auf +3°, welche sich nach 9 Wochen auch auf 0° im Median zurückbildete. Die erreichte Winkelreduktion lag für die VD in Primärposition somit am ersten Tag bei 8,0°. Für die VD in Adduktion wurde eine Reduzierung um 12,7° erreicht. Die ZD reduzierte sich am ersten postoperativen in Primärposition und Abduktion um 7,9°. Nach 9 Wochen zeigte sich sowohl für die VD als auch für die ZD eine nachlassende Wirkung. Dies war durch den nachlassenden mechanischen Effekt (Veränderung des Muskelbauches des Obliquus superior nahe der Trochlea) zu erklären. So betrug nach 9 Wochen die Reduzierung der VD in Primärposition 6,9°, und in Adduktion 11,3°. Die ZD zeigte nach 9 Wochen in Primärposition eine Reduzierung um 4,2° und bei Abduktion um 4,1°. Die kombinierte OP erreichte eine Reduzierung des V-Phänomens um im Mittel 3,1° am ersten postoperativen Tag und im Mittel 1,69° nach 9 Wochen. Steffen und Kolling (2005) [53] untersuchten n=87 Patienten mit Strabismus sursoadductorius, bei denen eine kombinierte Operation an den Mm. obliqui durchgeführt wurde. Die Effektivität der Winkelreduzierung für die VD in Adduktion wurde mit 1,4° pro mm Operationsstrecke angegeben. Für die ZD in Primärposition fanden die Autoren eine Reduzierung um 1° pro mm Operationsstrecke. In unserem Krankengut fanden wir am ersten Tag eine Reduzierung der VD in Adduktion von 1,12° pro mm Operationsstrecke und nach 9 Wochen von 0,94° pro mm. Die ZD in Primärposition wurde am ersten postoperativen Tag um 0,69° pro mm und nach 9 Wochen um 0,37° pro mm

Operationsstrecke reduziert. Die Reduzierung des V-Phänomens lag auch bei der kombinierten Operation dosisunabhängig bei 5°. Hier zeigt sich somit in unserem Krankengut im Vergleich zu den von Steffen und Kolling (2005) untersuchten Patienten ein geringerer Effekt. Steffen und Kolling (2005) fanden jedoch ebenfalls ein lineares Verhältnis von Reduktion der VD zur Operationsstrecke. Cogen et al (2003) [5] führten zur Behandlung von 12 Patienten (Strabismus sursoadductorius n=10; direkte Muskelverletzung des Obliquus superior n=2) bei lang bestehender Erkrankung und konkomitanten Winkelverhältnissen eine kombinierte Operation mit Faltung des Obliquus superior und Resektion des ipsilateralen Rectus superior durch. Die VD in Primärposition betrug präoperativ im Mittel 17,8 PD. Durch Faltung des Obliquus superior um im Mittel 9,6 mm und Resektion des Rectus superior um im Mittel 3,7 mm konnte eine Reduzierung der VD in Primärposition auf 1,3 PD nach 2 Wochen und 0,9 PD nach 6 Wochen erreicht werden. Gräf et al (1994) [17] untersuchten eine Gruppe von n=38 Patienten, die mit einer kombinierten Operation an den Mm. obliqui behandelt wurden. In der Gruppe B (ohne Diskrepanz zwischen VD und ZD) dieser Arbeit wurden n=15 Patienten mit einer Faltung des Obliquus superior um 5-6 mm sowie einer Rücklagerung des Obliquus inferior 5-6 mm in Verlaufsrichtung behandelt. Gräf et al fanden eine Reduzierung der VD in Primärposition um 6,8° und eine Reduzierung der VD in Adduktion um 13,8°. Die ZD in Primärposition wurde um 8,0° reduziert. Postoperativ zeigte sich in allen Fällen ein Brownsyndrom welches sich nach einigen Wochen weitgehend zurückbildete. Auch hier zeigt sich im Verhältnis zu unserer Arbeit ein größerer Effekt. Klainguti et al (1994) [31] untersuchte eine kleine Gruppe (n=6), die mit einer kombinierten Operation der Mm. obliqui mit einer Gesamtstrecke von 12 mm behandelt wurde. Die Reduktion der VD in Adduktion lag bei 14,0° (SD ±3,8°), die Reduktion der VD in Primärposition bei 9,0° (SD ±4,2°). Für die ZD in Primärposition beschrieb Klainguti eine Reduzierung um 5,5° (SD ±2,3°). Im Vergleich zu unseren Ergebnissen lag hier ebenfalls ein größerer Effekt vor. Für die Behandlung eines Strabismus sursoadductorius mit einer Vertikaldeviation in Adduktion > 15° und einer geringen ZD in Primärposition <5° wurde von Kolling (1992) [34] eine

kombinierte Operation der Mm. obliqui mit Ansatzverlagerung durchgeführt. Bei 13 Patienten erfolgte eine Rücklagerung des Obliquus inferior um 5-8 mm und Vorlagerung auf 8-10 mm Limbusabstand sowie eine Faltung des Obliquus superior um 4-6 mm. Praeoperativ betrug die VD in Adduktion im Mittel  $19^\circ$  und die ZD in Primärposition  $-3^\circ$ . Postoperativ gelang eine Reduzierung der VD in Adduktion auf  $1^\circ$ , die Reduzierung der ZD in Primärposition zeigte einen Übereffekt auf  $+7^\circ$ . Nach 3 Monaten betrug die VD in Adduktion  $1^\circ$ , die ZD in Primärposition  $0^\circ$ . Es zeigte sich jedoch ein persistierendes Brownsyndrom von  $7^\circ$  VD bei Adduktion und Aufblick. Kolling und Kaufmann (1988) [35] beschrieben in ihrer vergleichenden Arbeit über die Effektivität der Obliquuschirurgie bei der kombinierten Operation mit einer Gesamtoptionsstrecke von 7-9/10-12/14-16 mm eine erzielte Reduktion der VD in Adduktion um  $10^\circ/15^\circ/23^\circ$ . Dies entsprach einem Effekt von  $1,3^\circ - 1,5^\circ$  pro mm Operationsstrecke. Für die ZD in Abduktion gelang eine Reduktion von  $8^\circ/10,5^\circ/16^\circ$ . Kolling [33] beschrieb dies ebenfalls in seiner Habilitationsschrift. Hier lag die erreichte Reduzierung des V-Phänomens bei im Mittel  $5^\circ$ . Im Vergleich zu unserer Auswertung mit Reduzierung der VD in Adduktion um  $12,5^\circ$  und Reduzierung der ZD in Abduktion um  $7,9^\circ$  bei einer Operationsstrecke von im Mittel 12,14 mm lag die Effektivität in der Arbeit von Kolling und Kaufmann höher.

#### **4.5. Schlussfolgerung**

Die operative Behandlung eines einseitigen Strabismus sursoadductorius und einer einseitigen Trochlearisparese durch stärkende Eingriffe am Obliquus superior und schwächende Eingriffe am Obliquus inferior zeigte sehr gute Erfolge. Ausschlaggebend für die Durchführung einer Einmuskelschirurgie oder aber einer kombinierten Operation war die praeoperativ bestehende Größe der VD in Adduktion sowie die Änderung der Winkelgröße in Wirkungsrichtung der betroffenen Muskeln. So wurde bei einer konkomitanten VD in Adduktion mit einer Winkelgröße von bis zu  $11^\circ$  eine isolierte Rücklagerung des Obliquus inferior in Verlaufsrichtung des Muskels durchgeführt. Bei bestehender Schielwinkelinkomitanz mit Zunahme der VD bei Adduktion und Abblick wurde eine isolierte Faltung des Obliquus superior vorgenommen. Eine VD in

Adduktion von  $12^\circ$  und mehr führte zu einer kombinierten Operation an beiden Mm. obliqui. Am ersten postoperativen Tag zeigte die isolierte Faltung des Obliquus superior für die VD in Adduktion eine Effektivität von  $1,32^\circ$  pro mm Operationsstrecke, für die ZD in Abduktion eine Effektivität von  $1,26^\circ$  pro mm. Die isolierte Rücklagerung des Obliquus inferior erreichte am ersten postoperativen Tag eine Reduzierung der VD in Adduktion um  $1,02^\circ$  pro mm Rücklagerungsstrecke, sowie eine Reduzierung der ZD in Abduktion um  $0,63^\circ$  pro mm. Durch eine kombinierte Operation konnte für die VD in Adduktion ein Effekt von  $1,12^\circ$  pro mm Gesamtoperationsstrecke erzielt werden, für die ZD in Abduktion ein Effekt von  $0,76^\circ$  pro mm. Nach 9 Wochen ließ die erzielte Wirkung bei der Faltung des Obliquus superior und bei der kombinierten Operation geringfügig nach. So fanden wir bei der Faltung des Obliquus superior für die VD in Adduktion eine Winkelreduzierung um  $0,99^\circ$  pro mm Operationsstrecke, für die ZD in Abduktion eine Winkelreduzierung um  $0,73^\circ$  pro mm. Die kombinierte Operation an den Mm. obliqui erzielte für die VD in Adduktion noch eine Reduktion um  $0,94^\circ$  pro mm Operationsstrecke, für die ZD in Abduktion eine Reduktion um  $0,36^\circ$  pro mm. Der erreichte Effekt bei der Rücklagerung des Obliquus inferior lag nach 9 Wochen für die VD in Adduktion bei  $1,07^\circ$  pro mm Operationsstrecke, für die ZD in Abduktion bei  $0,29^\circ$  pro mm. Durch die Faltung des Obliquus superior gelang eine Reduzierung des V-Phänomens um  $1,2^\circ$  am ersten postoperativen Tag und  $0,6^\circ$  nach 9 Wochen. Die Rücklagerung des Obliquus inferior machte eine Verkleinerung des V-Phänomens um  $1,9^\circ$  am ersten postoperativen Tag und um  $1,4^\circ$  nach 9 Wochen möglich. Die kombinierte Operation führte zu einer Reduzierung des V-Phänomens um  $3,1^\circ$  am ersten postoperativen Tag und  $1,9^\circ$  nach 9 Wochen. Sowohl für die VD in Adduktion und Primärposition als auch für die ZD in Primärposition zeigte sich eine positive lineare Korrelation zwischen Dosierung und erzielttem Effekt. Die Änderung der ZD in Abduktion und die Änderung des V-Phänomens waren dosisunabhängig. Die Auswertung der vorliegenden Befunde zeigte im Vergleich der einzelnen Operationsmethoden keinen signifikanten Unterschied in der Effektivität der Winkelreduzierung pro mm Operationsstrecke. Des Weiteren fanden wir keinen signifikanten Unterschied

für die Wirksamkeit der einzelnen Operationsmethoden anhand der Genese der Erkrankung. Durch die operative Behandlung konnte eine hoch signifikante Verkleinerung des Schielwinkels sowohl für die VD als auch für die ZD erreicht werden. Des Weiteren erzielte die operative Therapie eine Verbesserung der Kopfwangshaltung und der Qualität des Binokularsehens. Alle Patienten zeigten einen intraoperativ komplikationslosen Verlauf. Bei einer geringen Anzahl von Patienten war aufgrund eines persistierenden Brownsyndroms (n=5) oder eines Untereffektes (n=3) eine Revisionsoperation notwendig. Somit stellt die Operation an den Mm. obliqui eine sichere, effektive und gut dosierbare Methode zur Behandlung einer einseitigen Trochlearisparese und eines einseitigen Strabismus sursoadductorius dar.

## 5. Literaturverzeichnis

1. Apt L, Call NB: Inferior oblique muscle recession. Am J Ophthalmol 1978;85:95-100.
2. Bholra R, Velez FG, Rosenbaum AL: Isolated superior oblique tucking: an effective procedure for superior oblique palsy with profound superior oblique underaction. J Aapos 2005;9:243-249.
3. Boergen KP, Müller, C.: Effect of maximum inferior oblique surgery in unilateral strabismus sursoadductorius. 19 th ESA, Hrsg Kaufmann, H., Crete 11-16 1991.
4. Boergen P, Kaufmann H, Kommerell G, Muhlendyck H, Thaller-Antlinger H: [Diagnosis and therapy of trochlear paralysis]. Fortschr Ophthalmol 1989;86:356-365.
5. Cogen MS, Roberts BW: Combined superior oblique tuck and adjustable suture recession of the ipsilateral superior rectus for long-standing superior oblique palsy. J Aapos 2003;7:195-199.
6. Cüppers C: Beitrag zur Chirurgie des obliquus superior. Klin Monatsbl Augenheilkd 1963;142:760.
7. Decker d: Faltung des Musculus obliquus superior über den Spatel. Klin Monatsbl Augenheilkd 1975;166:311-314.
8. Ehrh O, Boergen KP: A concept for the surgical treatment of trochlear palsy. Strabismus 2004;12:75-83.
9. Elliott RL, Nankin SJ: Anterior transposition of the inferior oblique. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1981;18:35-38.
10. Ellis FD, Helveston EM: Superior oblique palsy: diagnosis and classification. Int Ophthalmol Clin 1976;16:127-135.
11. Farvardin M: anterior transposition of the inferior oblique muscle for treatment of superior oblique palsy. Journal of pediatric ophthalmology & strabismus 2002;39:100-104.
12. Fink WH: Surgery of the oblique muscles of the eye. 1st. ed. St. Louis: The C.V.Mosby Company 1951:378-379.
13. Foster J: Certain operations on the superior oblique. Br J Ophthalmol 1946;30:676-682.

14. Frick H, Leonhardt, H., Stark, D.: spezielle Anatomie II. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York 1992.
15. Gillies WE: Simple technique for recession of the inferior oblique muscle. Br J Ophthalmol 1970;54:736-739.
16. Graemiger RA, Scharinger C, Thaller-Antlanger H: [Unusual forced head postures in congenital paralysis of the superior oblique muscle]. Klin Monatsbl Augenheilkd 1995;206:355-358.
17. Graf M, Krzizok T, Kaufmann H: [Combined oblique muscle operation with transposition of the insertion in strabismus sursoadductorius]. Klin Monatsbl Augenheilkd 1994;205:329-335.
18. Harada M, Y. Ito: Surgical correction of cyclotropia. Jap. J. Ophthalmol. 1964;8:88-96.
19. Hatz KB, Brodsky MC, Killer HE: When is isolated inferior oblique muscle surgery an appropriate treatment for superior oblique palsy? Eur J Ophthalmol 2006;16:10-16.
20. Helveston EM, Krach D, Plager DA, Ellis FD: A new classification of superior oblique palsy based on congenital variations in the tendon. Ophthalmology 1992;99:1609-1615.
21. Helveston EM, Mora JS, Lipsky SN, Plager DA, Ellis FD, Sprunger DT, Sondhi N: Surgical treatment of superior oblique palsy. Trans Am Ophthalmol Soc 1996;94:315-328; discussion 328-334.
22. Helveston EM, Oberlander M, Evan A, Connors B, Clendenon J: Ultrastructure of the superior oblique tendon. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 1995;32:315-316.
23. Huber A, Kömpf, D.: Das okulomotorische System-die Efferenz. Klinische Neuroophthalmologie Thieme Verlag Stuttgart 1998.
24. Kaufmann H: Bemerkungen zur Funktion des Musculus obliquus superior. Zeitschrift für praktische Augenheilkunde 1985;6:253-254.
25. Kaufmann H: intraoperative Komplikationen. : in Ophthalmochirurgische Komplikationen Wollensak, J. Enke, Stuttgart 1993:69-75.
26. Kaufmann H: Neuroophthalmologie, periphere Augensukelparesen. Hauptreferate der XXVIII Essener Fortbildung für Augenärzte 1993;131:23-34.
27. Kaufmann H: Anatomie und Physiologie der Orbita und des Bewegungsapparates. Strabismus 1995;2. Auflage:24-58.

28. Kaufmann H: Ergebnisse und Indikationen verschiedener Operationsverfahren. in Strabismus 2. Auflage, Enke-Verlag 1995:616-650.
29. Kaufmann H, Kluxen M: [A case of aplasia of the superior oblique muscle]. Klin Monatsbl Augenheilkd 1972;160:710-713.
30. Khawam E, Scott AB, Jampolsky A: Acquired superior oblique palsy. Diagnosis and management. Arch Ophthalmol 1967;77:761-768.
31. Klainguti G, de Ancos E, Strickler J: [Surgical treatment of superior oblique paralysis]. Klin Monatsbl Augenheilkd 1994;204:353-359.
32. Knapp P, Moore S: Diagnosis and surgical options in superior oblique surgery. Int Ophthalmol Clin 1976;16:137-149.
33. Kolling GH: Diagnostik und operative Korrektur von Vertikal- und Zyklodeviationen bei Störungen schräger Augenmuskeln. Dosis-Wirkungsbeziehung verschiedener Eingriffe. Habilitationsschrift, Giessen 1986.
34. Kolling GH: Operation des einseitigen Strabismus sursoadductorius mit hoher Vertikaldeviation und geringer Exzyklodeviation. Z. prakt. Augenheilkd 1992;13:326-330.
35. Kolling GH, Kaufmann, H.: Therapie von Vertikaldeviation und Zyklotropie bei Störungen der Mm. obliqui. Z. prakt. Augenheilkd 1988;9:288-292.
36. Lang J: Diagnostik, Schielformen, Therapie. Strabismus 4. Auflage.
37. Lang J, Horn, Th., v. den Eichen, U.: Über die äußeren Augenmuskeln und ihre Ansatzzonen. Gegenbaurs morphol. Jahrbuch, Leipzig 1980;126:817-840.
38. Lang J, Kageyama I: [The region of the origin of the m. obliquus bulbi inferior]. Klin Monatsbl Augenheilkd 1990;196:228-230.
39. Mataftsi A, Strickler J, Klainguti G: Vertical and torsional correction in congenital superior oblique palsy by inferior oblique recession. Eur J Ophthalmol 2006;16:3-9.
40. Mc Lean JM: Direct surgery of paretic oblique muscles. Arch Ophthalmol 1949;42:50-65.
41. Morad Y, Weinstock VM, Kraft SP: Outcome of inferior oblique recession with or without vertical rectus recession for unilateral superior oblique paresis. Binocul Vis Strabismus Q 2001;16:23-28.

42. Morris RJ, Scott WE, Keech RV: Superior oblique tuck surgery in the management of superior oblique palsies. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1992;29:337-346; discussion 347-338.
43. Mühlendyck H, Kraus-Mackiw, E.: Anatomie und Physiologie der äußeren Augenmuskeln. Theorie und Praxis der modernen Schielbehandlung 1984;99:21-24.
44. Parks MM: The weakening surgical procedures for eliminating overaction of the inferior oblique muscle. *Am J Ophthalmol* 1972;73:107-122.
45. Plager DA: Tendon laxity in superior oblique palsy. *Ophthalmology* 1992;99:1032-1038.
46. Pollard ZF: Bilateral superior oblique muscle palsy associated with Apert's syndrome. *Am J Ophthalmol* 1988;106:337-340.
47. Rucker CW: The causes of paralysis of the third, fourth and sixth cranial nerves. *Am J Ophthalmol* 1966;61:1293-1298.
48. Rüssmann W: Operative Schielbehandlung: in *Augenärztliche Operationen*, Mackensen, G., Neugebauer, H. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1988.
49. Schellenbeck R: [Agenesis of the superior oblique muscle. A case report]. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1972;160:708-710.
50. Schmidt D, Malin, J-P.: *Erkrankungen der Hirnnerven*. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York 1995.
51. Shipman T, Burke J: Unilateral inferior oblique muscle myectomy and recession in the treatment of inferior oblique muscle overaction: a longitudinal study. *Eye* 2003;17:1013-1018.
52. Simons BD, Saunders TG, Siatkowski RM, Feuer WJ, Lavina AM, Capo H, Munoz M, Flynn JT: Outcome of surgical management of superior oblique palsy: a study of 123 cases. *Binocul Vis Strabismus Q* 1998;13:273-282.
53. Steffen H, Kolling GH: Single or combined oblique muscle surgery in acquired and congenital superior oblique palsy. *Ann N Y Acad Sci* 2005;1039:583-587.
54. Thömke F: Anatomie okulomotorischer Hirnnerven und ihrer Kerne. in *Augenbewegungsstörungen: ein klinischer Leitfaden* Georg Thieme Verlag 2001.

55. von Noorden GK, Murray E, Wong SY: Superior oblique paralysis. A review of 270 cases. Arch Ophthalmol 1986;104:1771-1776.
56. Wallace DK, von Noorden GK: Clinical characteristics and surgical management of congenital absence of the superior oblique tendon. Am J Ophthalmol 1994;118:63-69.
57. Wheeler JM: Advancement of the superior oblique and inferior oblique ocular muscles. Amer. J. Ophthalmol. 1935;18:1-5.
58. White JW: Surgery of the Inferior Oblique at or Near the Insertion. Trans Am Ophthalmol Soc 1942;40:118-126.
59. Younge BR, Sutula F: Analysis of trochlear nerve palsies. Diagnosis, etiology, and treatment. Mayo Clin Proc 1977;52:11-18.



## **7. Danksagung**

Bedanken möchte ich mich an dieser Stelle bei Herrn Univ.-Prof. Dr. med. H. Busse, Direktor der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster für die freundliche Überlassung des Themas.

Frau Dr. med. Grenzebach, Oberärztin der Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde danke ich für die Bereitstellung der Patientendaten aus der Abteilung für Orthoptik, die Gegenstand dieser Arbeit waren sowie für die Unterstützung in fachlichen Fragen.

Ganz großer Dank gilt meiner Familie, insbesondere meinem Mann und meinen Kindern für die unendliche Geduld, Motivation und Unterstützung während dieser Zeit.

Und natürlich Dank an meine Freunde die mich immer wieder motiviert und unterstützt haben.