

Diplomarbeit

**Schielopoperation im Erwachsenenalter
Entwicklung der letzten 10 Jahre - was erwartet uns in der
Zukunft?**

eingereicht von

Anna Lia Friesacher

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der gesamten Heilkunde
(Dr. med. univ.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitäts-Augenklinik Graz

unter der Anleitung von

Ao.Univ.-Prof. Dr.med.univ. Andrea Langmann

und **Dr.med.univ. Eva-Maria Malle**

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, August 2016

Anna Lia Friesacher eh.

Vorwort

Basierend auf den Ergebnissen dieser wissenschaftlichen Arbeit soll nicht nur die chirurgische Ausbildung angehender OphthalmologInnen, sondern auch die Nachfolgeplanung im Bereich der Strabologie modifiziert und verbessert werden. In diesem Sinne richtet sich diese Datenauswertung an alle Interessierten mit dem Bestreben nach qualitätsgesicherter Entwicklung für zeitgemäße Behandlungskonzepte der verschiedenen Strabismusformen.

Diese Arbeit versucht im Sinne des Gender die Aspekte der Gleichbehandlung zu wahren. Da zwar weder anatomische noch physiologische Unterschiede in Aufbau und Funktion der Augenmuskulatur bzw. der Schielursachen bekannt sind, werden keine geschlechterspezifischer Diskrepanzen der Resultate erwartet. Jedoch können Aspekte der Lebensqualität (psychosozial) relevant werden.

Danksagungen

Mein besonderer Dank gilt denjenigen, die durch ihre persönliche und fachliche Unterstützung sowie hilfreichen Anregungen zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Von ganzem Herzen danke ich meinen liebevollen Eltern, die mir immer eine große Stütze und Vorbild waren. Ohne sie wäre mein Studium nicht möglich gewesen.

Ein großer Dank auch meiner Schwester, die mich neben dem Studieren immer wieder die Lust am Leben nicht vergessen ließ und mich mit Geduld begleitete.

Ebenso möchte ich allen meinen lieben Freundinnen und Freunden, auf die ich mich immer verlassen konnte, ein großes Dankeschön aussprechen. Durch sie wurde meine Studienzeit zu einem unvergesslichen Erlebnis.

Bei Florian Kutej möchte ich mich herzlich bedanken, der mich durch mein Studium begleitete und mir immer den Rücken gestärkt hat. Unermüdlich hat er alle Höhen und Tiefen mit mir durchgestanden und mich stets zu Neuem motiviert.

Ganz besonderer Dank gilt auch meinen Betreuerinnen Ao. Univ.-Prof. Dr.med.univ. Andrea Langmann und Ass. Dr.med.univ. Eva-Maria Malle für die viele Geduld und großartige Unterstützung. Ihre wertvollen Ratschläge und Ideen, sowie ihre fachliche Kompetenz trugen wesentlich zur Erstellung dieser Diplomarbeit bei.

Zusammenfassung

Hintergrund und Zielsetzung

In den letzten Jahren wurde eine deutliche Zunahme an Schielproblemen im Erwachsenenalter postuliert. Die in der Literatur beschriebenen steigenden Zahlen von operativ korrigierten Augenfehlstellungen im Erwachsenenalter zusammen mit dem wachsenden Nachweis funktioneller sowie psychosozialer Vorteile postoperativ, führen zu zahlreichen offenen Fragestellungen für die zukünftige Entwicklung der Strabismusbehandlung. Diese retrospektive Studie untersucht die zu erwartenden Trends in Bezug auf das gewandelte Altersspektrum der StrabismuspatientInnen, die sich in den letzten 10 Jahren an der Grazer Universitätsklinik einer Schieloperation unterzogen haben.

Methoden

Aus der elektronischen Datenbank der Grazer Universitätsklinik für Augenheilkunde wurden retrospektiv die Daten aller StrabismuspatientInnen analysiert, die innerhalb des Zeitraumes von 2004 bis 2014 an dieser Klinik operiert wurden.

Mit Hilfe einer deskriptiven Statistik erfolgte die Auswertung der Daten hinsichtlich des Operationsdatums, des Alters der PatientInnen zum Operationszeitpunkt, des Geschlechts, der Seite des operierten Auges, der Methode der durchgeführten Schieloperation in Form von Anzahl und Art der operierten Muskeln, der Reoperationen und der Operationsindikation bzw. Strabismusdiagnose.

Ergebnisse

Insgesamt waren 1968 PatientInnen, die in den vergangenen 10 Jahren aufgrund ihres Strabismus operiert wurden, auswertbar. 50,7% waren weiblich, 49,3% waren männlich. In der Gesamtzahl der Schieloperationen zeigte sich eine Abnahme von weniger als 1% bis 2013 bei durchschnittlich 179 Operationen pro Jahr. Die Anzahl der Operationen im Alter unter 18 Jahre sank um weniger als 1%. Im Gegensatz dazu wurde bei den über 18-jährigen PatientInnen eine Zunahme von 3,4% verzeichnet. Auf die steirischen Gesamtbevölkerungszahlen approximiert ergab sich ein Anstieg der erwachsenen SchielpatientInnen um 2,9%.

Der Anteil an Reoperationen an der Gesamtoperationszahl betrug 31,5% und stieg um 3,8%.

Trotz der veränderten Altersverteilung über die Jahre wandelte sich das Spektrum der Diagnosen nicht dementsprechend.

Diskussion und Schlussfolgerung

Wie in der Literatur beschrieben, konnte anhand der vorliegenden Daten ebenfalls eine Verschiebung des Patientenguts der Strabismuschirurgie weg von den Kindern zu den Erwachsenen nachgewiesen werden. Erklärungen sind vielseitig. Die steigenden Bevölkerungszahlen im Bereich der über 18-Jährigen sind alleine nicht ausreichend. Von großer Bedeutung und Einfluss dürften die postoperativ erzielten funktionellen und psychosozialen Erfolge sein.

Die gewonnenen Ergebnisse bieten Potential zum Ausbau der ophthalmologischen Ausbildung und zukünftigen Versorgung von PatientInnen.

Abstract

Background and Aims

In recent years the increasing number of squinting adults gained more and more attention. In correlation with the provided evidence of functional and psychosocial benefits, the number of adult patients who underwent strabismus surgery has increased. This growth claims new questions for the future squint treatment.

In this retrospective study the age shift in squint surgery at the University Hospital of Graz over the past 10 years was evaluated.

Methods

The data of the strabismus operations, performed at the University Hospital of Graz during 2004 to 2014, were obtained from the electronical database of the Ophthalmological clinic. Based on descriptive statistics the interpretation of the data was conducted due to the date of the operation, the age of the patient at the time of the operation, the side of the operated eye, the quantity and type of the operated muscle, the reoperation and the diagnosis.

Results

The medical charts of 1986 patients who were operated due to strabismus within the last 10 years could be analysed. 50.7% were female, 49.3% were male. The total number decreased by less than 1% compared with 2013. The annual average was 179 operations. In the period between 2004 to 2014 the number of squint operations on patients 18 years of age or younger reduced by less than 1%. In contrast operations performed on patients older than 18 years of age increased by 3.5%. Considering this elevation in context to the total population data for Styria the increase was 2.9%.

The number of reoperations amount 31.5% from all performed squint operations and increased by 3.8% over the years.

Despite a shift in the patient's age no change in the diagnosis range was noticed.

Discussion and Conclusion

The study showed a shift in strabismus surgery from the most commonly operated children to adult patients. Explanations are multifaceted. Just the increasing population

data from the over 18 year old are insufficient. A huge impact an importance has likely the postoperative achieved functional and psychosocial successes in adult squint surgery. The results provide potential implications for the future education of ophthalmologists and appropriate patient care.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	ii
Danksagungen	iii
Zusammenfassung.....	iv
Abstract	vi
Inhaltsverzeichnis	viii
Glossar und Abkürzungen.....	x
Abbildungsverzeichnis	xi
Tabellenverzeichnis	xii
1 Einleitung.....	14
1.1 <i>Anatomie des okulären Bewegungsapparates</i>	15
1.1.1 Spezielle Anatomie der Augenmuskulatur	16
1.1.2 Feinbau der extraokulären Muskeln	23
1.1.3 Innervation des Augenmuskulatur	24
1.1.4 Gesetzmäßigkeiten der Augenbewegungen	28
1.1.5 Anomalie der Augenmuskeln	28
1.1.6 Anatomie des Halteapparates	29
1.2 <i>Augenbewegungen und Neurophysiologie des Sehens</i>	31
1.3 <i>Strabismusformen</i>	38
1.3.1 Latenter Strabismus.....	41
1.3.2 Manifester Strabismus	43
1.3.3 Reoperationen.....	67
1.4 <i>Strabismus bei Erwachsenen</i>	68
1.5 <i>Ziel der Diplomarbeit</i>	72
2 Material und Methoden	73
2.1 <i>Literaturrecherche</i>	73
2.2 <i>Studiendesign</i>	73
2.3 <i>Einschlusskriterien</i>	74
2.4 <i>Ausschlusskriterien</i>	75
2.5 <i>Ethische Überlegungen</i>	75
2.6 <i>Datenerhebung</i>	75
2.7 <i>Statistische Methoden</i>	77
3 Ergebnisse – Resultate	78
3.1 <i>Baseline Charakteristika aller eingeschlossenen PatientInnen</i>	78
3.2 <i>Geschlecht, Alter</i>	79
3.3 <i>Gesamtergebnisse</i>	83
3.3.1 <i>Operationsmethode</i>	83
3.3.2 <i>Diagnosen</i>	96

4	Diskussion	124
4.1	<i>Patientenkollektiv</i>	124
4.2	<i>Kinder</i>	128
4.2.1	0- bis 2-Jährig.....	130
4.2.2	3- bis 10-Jährige.....	131
4.2.3	11- bis 20-Jährige.....	132
4.3	<i>Erwachsene</i>	132
4.3.1	20- bis 40-Jährige.....	133
4.3.2	Über 40-Jährige	133
4.4	<i>Gender und psychosoziale Aspekte</i>	135
4.5	<i>Kritik und Limitationen der Studie</i>	136
5	Schlussfolgerung	137
6	Literaturverzeichnis	138

Glossar und Abkürzungen

Strabismus	Schielen, Abweichung der Sehachse eines Auges von der Normalstellung
Sehachse	Verbindungsline zwischen Fovea und Fixierungsobjekt
Gesichtslinien	Gerade zwischen Foveola und Fixierpunkt = Sehachse
Primärstellung	bei gerader Kopf- und Körperhaltung der Blick geradeaus
Sekundärstellung	Ausgehend von der Primärposition erfolgt eine Rotation um die horizontale oder vertikale Achse
Tertiärstellung	Ausgehend von der Primärposition erfolgt eine Rotation um die horizontale und vertikale Achse
Orthostellung	Idealstellung der Augen, die Fixierlinien beider Augen schneiden sich im angeblickten Objektpunkt und ihre Vertikalmeridiane sind zueinander parallel
Vergenzstellung	Winkel zwischen den Fixierlinien beider Augen
Heterophorie	latentes Schielen
Heterotropie	manifestes Schielen
A-Syndrom	Innenschielwinkel, der bei Blickhebung zu- und bei Blicksenkung abnimmt (umgekehrt bei Außenschielen)
V-Syndrom	Innenschielwinkel, der bei Blickhebung ab- und bei Blicksenkung zunimmt (umgekehrt bei Außenschielen)
Duktion	Drehbewegungen des Auges um drei Achsen
Version	gleichsinnige konjugierte Drehbewegungen beider Augen
Vergenz	gegensinnige diskonjugierte Drehbewegungen beider Augen
VD	Vertikaldivergenz
DVD	dissoziierte Vertikaldivergenz
INO	internukläre Ophthalmoplegie
NRK	normale retinale Korrespondenz

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Winkel zwischen lateraler und medialer Orbitawand, Orbitaachse und Sehachse(7)	15
Abbildung 2. Ansicht von vorne (rechtes Auge)(6)	16
Abbildung 3. Spirale von Tillaux(3)	17
Abbildung 4. Achsen nach Fick(3)	17
Abbildung 5. Binokulare Augenbewegungen(7)	18
Abbildung 6. Diagnostische Blickrichtungen(3)	19
Abbildung 7. Funktion der Bulbusmuskeln(5)	20
Abbildung 8. Bewegungsfunktion der horizontalen geraden Muskeln(5)	20
Abbildung 9. Bewegungsfunktion der vertikalen geraden Augenmuskeln(5) und 23° Abduktion(3)	21
Abbildung 10. Bewegungsfunktion der schrägen Augenmuskeln(7) und 51° Adduktion(3)	22
Abbildung 11. Muskelfaserschichten(8)	24
Abbildung 12. Sherringtons Gesetz der reziproken Innervation	26
Abbildung 13. Herings Gesetz der gleichen Innervation der Yoke-Muskeln	27
Abbildung 14. Schielwinkel bei paretischem Schielen(3)	27
Abbildung 15. Bewegungs- und Aufhängeapparat des rechten Auge von medial(7)	29
Abbildung 16. Hemmbänder(7)	31
Abbildung 17. Das monokulare Blickfeld(7)	32
Abbildung 18. Horopter(2)	33
Abbildung 19. Konfusion(3)	34
Abbildung 20. Diplopie(3)	34
Abbildung 21. Anormale Netzhautkorrespondenz(6)	36
Abbildung 22. Blickbewegungen bei Abducensparese(6)	58
Abbildung 23. Trochlearisparese(6)	60
Abbildung 24. Blickbewegungen bei Oculomotoriusparese(6)	60
Abbildung 25. Druckerhöhungsmechanismus bei Orbitatrauma(7)	65
Abbildung 26. Einknickmechanismus bei Orbitatrauma(7)	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Kardinalblickpositionen.....	18
Tabelle 2. Jahresverteilung der Altersgruppen.....	82
Tabelle 3. Poisson Regression.....	88
Tabelle 4. Jahresverteilung der Operationen bei Kindern und Erwachsenen	91
Tabelle 5. Absolute und relative Häufigkeit der Altersverteilung der Reoperationen	94
Tabelle 6. Absolute und relative Häufigkeit der Diagnoseverteilung der Reoperationen	95
Tabelle 7. Absolute und relative Häufigkeit der Altersverteilung der Diagnosen	100
Tabelle 8. Jahresverteilung der Diagnosen.....	102
Tabelle 9. Überblickstabelle der kindlichen und erwachsenen SchielpatientInnen	121

Diagrammverzeichnis

Diagramm 1. Jahresverteilung der Schieloperationen	79
Diagramm 2. Geschlechterpyramide im Jahresverlauf.....	79
Diagramm 3. Prozentuelle Verteilung der Altersgruppen	80
Diagramm 4. Geschlechtsverteilung der Altersgruppen.....	81
Diagramm 5. Geschlechtsverteilung in den Altersgruppen im Jahre 2014.....	81
Diagramm 6. Jahresverteilung zwischen Kindern und Erwachsenen	83
Diagramm 7. Absolute Häufigkeit der Schieloperationen	84
Diagramm 8. Jahresverteilung der Operationen	86
Diagramm 9. Altersverteilung der Operationen	87
Diagramm 10. Absolute Häufigkeit der Operationen bei Kindern und Erwachsenen	87
Diagramm 11. Jahresverteilung der Reoperationen	92
Diagramm 12. Verteilung der Reoperationsart	93
Diagramm 13. Absolute und relative Häufigkeit der Altersverteilung der Reoperation	93
Diagramm 14. Altersverteilung wiederholter Reoperationen	96
Diagramm 15. Absolute und relative Häufigkeit der Diagnosen	98
Diagramm 16. Altersverteilung der Diagnosen	101
Diagramm 17. Absolute Häufigkeit der Diagnosen in der Altersgruppe der 0- bis 2-Jährigen	104
Diagramm 18. Jahresverteilung der Diagnosen in der Altersgruppe der 0- bis 2-Jährigen	105
Diagramm 19. Absolute Häufigkeit der Diagnose in der Altersgruppe der 3- bis 10-Jährigen	106
Diagramm 20. Jahresverteilung der Diagnosen in der Altersgruppe der 3- bis 10-Jährigen	107
Diagramm 21. Jahresverteilung der Diagnosen in der Altersgruppe der 11- bis 20-Jährigen	107
Diagramm 22. Absolute Häufigkeit der Diagnosen in der Altersgruppe der 11- bis 20-Jährigen.....	108
Diagramm 23. Jahresverteilung der Diagnosen in der Altersgruppe der 20- bis 40-Jährigen	109
Diagramm 24. Absolute Häufigkeit der Diagnosen in der Altersgruppe der 20- bis 40-Jährigen	110
Diagramm 25. Jahresverteilung der Diagnosen in der Altersgruppe der über 40-Jährigen	110
Diagramm 26. Absolute Häufigkeit der Diagnosen in der Altersgruppe der über 40-Jährigen	111
Diagramm 27. Geschlechtsverteilung der Diagnosen.....	112
Diagramm 28. Jahresverteilung des Strabismus secundarius	114
Diagramm 29. Jahresverteilung des Strabismus secundarius	114
Diagramm 30. Geschlechtsverteilung des Strabismus secundarius	115
Diagramm 31. Jahresverteilung des Strabismus consecutivus	116
Diagramm 32. Altersverteilung des Strabismus consecutivus.....	117
Diagramm 33. Geschlechtsverteilung des Strabismus consecutivus	117
Diagramm 34. Absolute und relative Häufigkeit der Reoperationsdiagnosen	118
Diagramm 35. Altersverteilung der Reoperationsdiagnosen	120

1 Einleitung

„Strabismus bezeichnet eine Abweichung des Auges von der Sollblickrichtung.“(1) Auf Grund der Sehachsenabweichung von der Normalstellung(2), wird nur ein Auge zur Objektfixierung eingesetzt während das andere daran vorbeischaute. Somit schneiden sich die Gesichtslinien beider Augen nicht im fixierten Objekt.(1)

In der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit soll dieses große Teilgebiet der Ophthalmologie näher beleuchtet werden.

Dabei soll zum besseren allgemeinen Verständnis der Augenmotilitätsstörungen zuerst die Anatomie der Augenmuskeln sowie deren Funktion und Beziehung zur Orbita erläutert werden. Um die in Folge erklärten Schielformen und deren Einteilung besser nachvollziehen zu können, wird außerdem kurz auf die Neuroophthalmologie eingegangen. Die unterschiedlichen Formen der pathologischen Augenfehlstellungen werden anschließend einzeln behandelt, wobei die Untersuchungstechniken nur gestreift werden und auf konservative sowie operative Therapiemöglichkeiten nicht genauer eingegangen wird.

Die nachfolgenden Kapitel erläutern die dieser Arbeit zugrunde liegende Hypothese und sollen diese anhand einer retrospektiven Datenauswertung untermauern. In den letzten Jahren zeichnete sich zunehmend eine Veränderung der Altersgruppe von schielenden PatientInnen ab. Mit den Ergebnissen dieser Datenanalyse soll dieser Trend nachvollzogen werden können und ein eventuell verändertes, zu Schieloperationen führendes Diagnosespektrum erkannt werden. Waren es ehemals vorwiegend kindliche SchielpatientInnen, die zur Operation in Schielabteilungen vorstellig wurden so verzeichnen wir heute einen immer höheren Anteil an erwachsenen PatientInnen. Die bereits bestehende Literatur gibt Anlass zu erwarten, dass sich die Indikationen der Schieloperationen auch pro futuro in ein höheres Alter verlagern und quantitativ steigern werden. Dies ist nicht nur auf Grund der immer älter werdenden Bevölkerung anzunehmen, sondern auch wegen der zunehmenden Mannigfaltigkeit dadurch entstehender neuroophthalmologischer Schielprobleme und der Rezidivhäufung nach kindlicher Schieloperation bei Erwachsenen, sowie den damit verbundenen gesellschaftlichen Druck und der höheren Erwartungen an die Lebensqualität.

1.1 Anatomie des okulären Bewegungsapparates

Laterale und mediale Orbitawand schließen einen Winkel von 45 Grad ein. Teilt man diesen Winkel, erhält man die Orbitaachse, die folglich in einem Winkel von 22,5°, bzw. der Einfachheit halber 23° auf die mediale und laterale Wand steht. Beim Blick gerade aus und gerader Kopfhaltung, also in Primärposition des Auges, bilden Seh- und Orbitaachse einen Winkel von 23°.(3) (Abbildung 1)

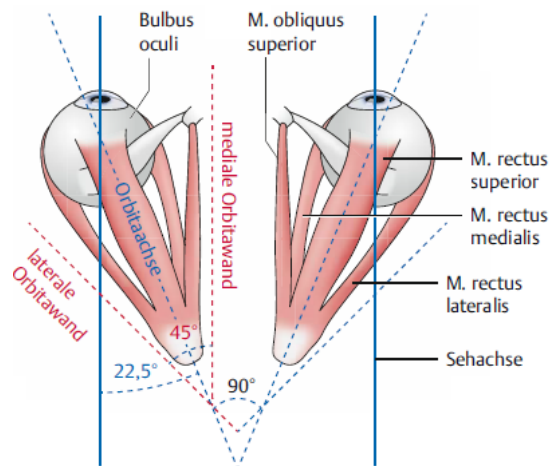


Abbildung 1. Winkel zwischen lateraler und medialer Orbitawand, Orbitaachse und Sehachse(7)

Die Augenbewegungen vollziehen sich im Spatium circumbulbare, einem Spaltraum zwischen Capsula bulbi und Sclera. Um konjugierte Augenbewegungen zu erreichen, muss einerseits die Einstellung einer einheitlichen Blickrichtung mit Hilfe der Beweglichkeit beider Bulbi vorausgesetzt werden und andererseits müssen beide Bulbi zu einem System, dessen Schaltzentrale in den Kerngebieten der Augenmuskelnerven liegt, zusammengeschlossen sein. Hierbei fungieren die äußeren Augenmuskeln als Stellglieder dieses Systems.(4)

Für die Erfassung eines Objektes müssen die Sehachsen beider Augen auf den Gegenstand gerichtet sein. Durch die Einstellung des Kopfes, sowie des Bulbus gelingt diese Richtbewegung. Dabei erfolgt die exakte Ausrichtung des Bulbus mittels der Augenmuskulatur, die sich in sechs Augenmuskeln gliedern lässt, die drei Paare antagonistischer Muskeln bilden. Hierzu gehören die vier geraden (Mm. recti) und die zwei schrägen (Mm. obliqui) Muskeln.(5) Die paarweise Anordnung der Muskeln erlaubt eine Einteilung der Muskeln in Synergisten, Yoke-Muskeln und Agonist-Antagonisten-Paare. Ein Paar besteht aus Muskeln desselben Auges, die das Auge in entgegengesetzte Richtungen bewegen.(3) Dabei stellt der Agonist den primären Muskel dar, der das Auge

in eine vorgegebene Richtung bewegt. Als Gegenspieler wirkt der Antagonist in die dem Agonisten entgegengesetzte Richtung. Synergisten sind jene Muskeln desselben Auges, die das Auge in dieselbe Richtung bewegen. Kontralaterale Synergisten werden als Yoke-Muskeln bezeichnet. Sie sind Muskelpaare, ein Muskel in jedem Auge, die konjugierte Blickbewegungen produzieren.(3) Der antagonistische Effekt beider Augen ermöglicht eine Bewegung in entgegengesetzte Richtung und die Durchführung diskonjugierter Blickbewegungen.(6)

1.1.1 Spezielle Anatomie der Augenmuskulatur

Die nahezu uneingeschränkte Beweglichkeit in alle Richtungen gewährleisten die quergestreiften Augenmuskeln, deren gemeinsamer Ursprung, mit Ausnahme des M. obliquus inferior, ein ovaler, fest mit dem Knochen verwachsener Sehnenring, der Annulus tendineus communis (Zinnii), an der Spitze der Orbitapyramide ist.(5,6,7) Von diesem werden der Canalis opticus und somit auch der hindurchtretende N. opticus, sowie ein angrenzender Teil der Fissura orbitalis superior mit den darin ziehenden Strukturen eingefasst.(5) (Abbildung 2)

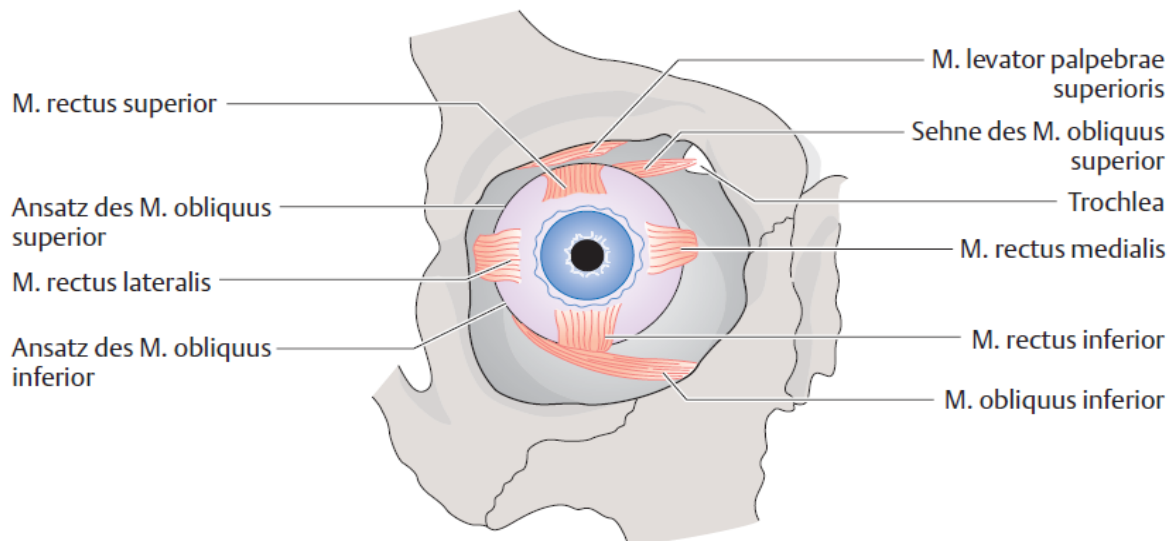


Abbildung 2. Ansicht von vorne (rechtes Auge)(6)

In Form 1 cm breiter, platter Muskeln ziehen die vier Mm. recti an der oberen, unteren, medialen und lateralen Wand der Orbita zum Augapfel.(5) Ihre Ansatzstellen hinter dem Äquator bilden eine imaginäre Linie, die Spirale von Tillaux. (Abbildung 3) Dieses Spiralmuster lässt sich darauf zurückführen, dass die Muskeln in verschiedener Entfernung vom Hornhautrand in die Sklera einstrahlen. Sie stellt eine wichtige chirurgische Landmarke dar.(3)

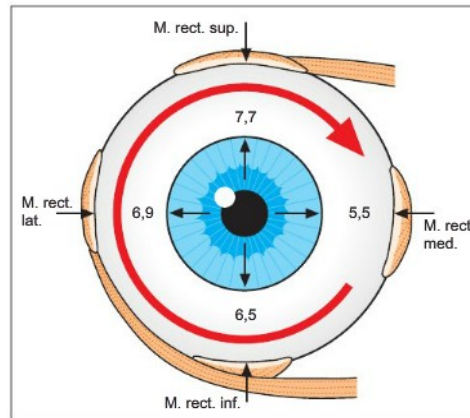


Abbildung 3. Spirale von Tillaux(3)

Die Bulbusposition zum Zeitpunkt der Muskelkontraktion beeinflusst die Funktion der einzelnen extraokulären Muskeln.(3) Da der Augapfel die Freiheitsgrade eines Kugelgelenks besitzt (5), erfolgen auch die Bewegungen des Augapfels um drei Achsen, deren gemeinsamer Drehpunkt etwa 14 mm hinter der Hornhaut liegt.(4) Diese können nach Fick eingeteilt werden in eine horizontale X- Achse, um die Bulbusbewegung nach oben (Elevation) und unten (Depression) stattfinden, in eine sagittale Y-Achse, die der anatomischen Achse des Auges entspricht und Einwärts-(Inzykloduktion) wie auch Auswärtsrollung (Exzykloduktion) des Auges ermöglicht, und in eine vertikale Z-Achse, um die der Bulbus nach innen (Adduktion) oder außen (Abduktion) rotieren kann. Der Schnittpunkt dieser drei Achsen verläuft durch eine imaginäre koronare Ebene, die Listing Ebene. Diese wiederum schneidet das Zentrum der Bulbusrotation.(3) (Abbildung 4) Die Drehbewegungen des einzelnen Auges um die Fick'schen Achsen werden als Duktationen bezeichnet.(7)

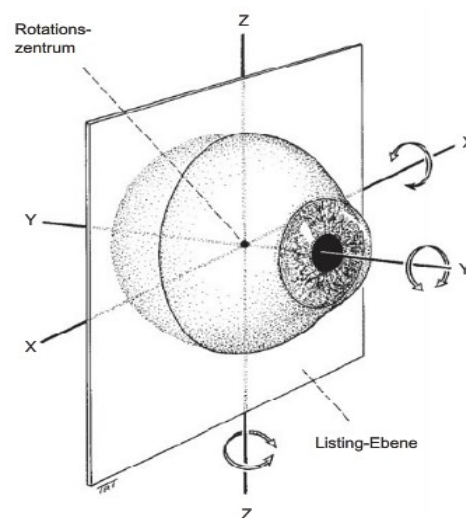


Abbildung 4. Achsen nach Fick(3)

Betrachtet man die Stellung beider Augen zueinander können einerseits Versionen, konjugierte Drehbewegungen beider Augen um parallele oder identische Achsen in die gleiche Richtung, und andererseits Vergenzen, disjugierte Drehbewegungen beider Augen um parallele oder identische Achsen in die Gegenrichtung, voneinander abgegrenzt werden. (Abbildung 5) Zu den Versionen zählen je nach Blickrichtung Dextroversion, Lävoversion, Supraversion, Infraversion, Dextrozykloverversion, Lävozykloverversion. Hingegen gehören Konvergenzen, die ein- oder beidseitige Adduktion, und Divergenz, ein- oder beidseitige Abduktion, zu den Vergenzen. Mit Hilfe der Vergenz können die Augen so ausgerichtet werden, dass Fixationsobjekte auf korrespondierenden Netzhautstellen abgebildet werden.(7)

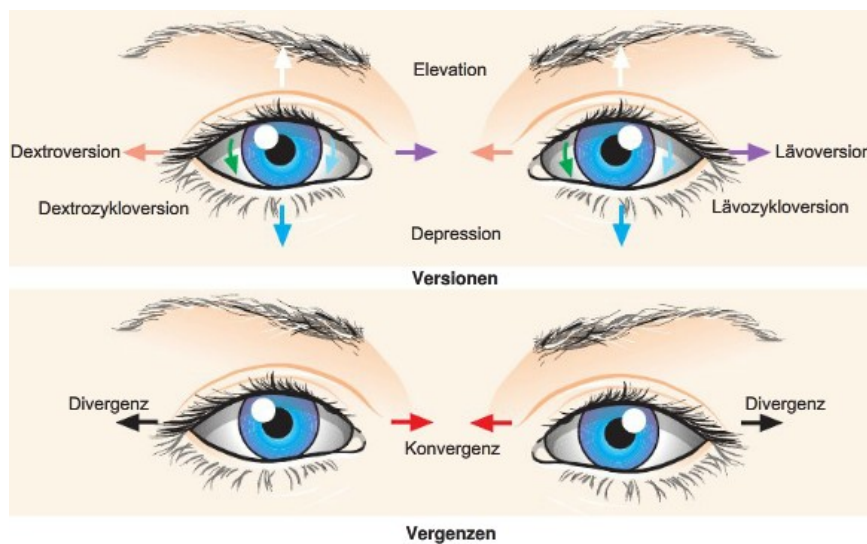


Abbildung 5. Binokulare Augenbewegungen(7)

Für die Diagnostik müssen die einzelnen Augenbewegungsarten, die sich im Alltag häufig überlagern isoliert geprüft werden.(7)

Tabelle 1. Kardinalblickpositionen

Sechs Kardinalblickpositionen	
Dextroversion	rechter M. rectus lateralis und linker M. rectus medialis
Lävoversion	linker M. rectus lateralis und rechter M. rectus medialis
Dextroelevation	rechter M. rectus superior und linker M. obliquus inferior
Lävoelevation	linker M. rectus superior und rechter M. obliquus inferior
Dextrodepression	rechter M. rectus inferior und linker M. obliquus superior
Lävodepression	linker M. rectus inferior und rechter M. obliquus superior

Die Augenpositionen, die zur Messung von Abweichungen herangezogen werden sind die neun diagnostischen Blickpositionen. Hierzu gehören die 6 Kardinalpositionen, die Primärposition sowie Elevation und Depression.(3) (Tabelle 1, Abbildung 6)

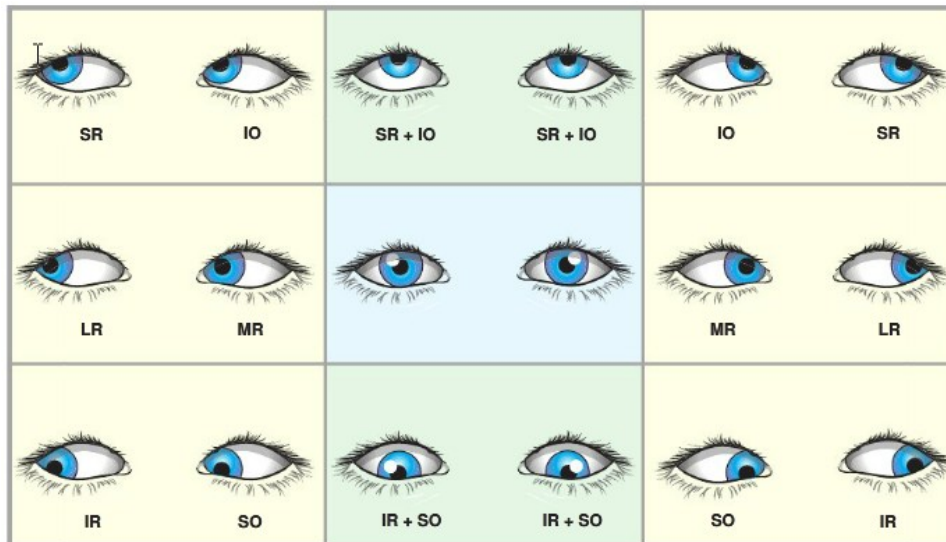


Abbildung 6. Diagnostische Blickrichtungen(3)

Jeder der sechs Augenmuskeln besitzt entsprechend seiner Zugrichtung einen Haupteffekt. Diese Hauptfunktion übt er in der Primärposition des Auges aus. Zusätzlich zu diesen Kardinalbewegungen weisen die Muskeln noch weitere Funktionen abhängig von der Augenposition auf.(3) Für das Verständnis des Lähmungsschielens ist das Wissen um die Haupt- und Nebenfunktionen von besonderer Bedeutung.(2) Bei Paresen ist der resultierende Schielwinkel die Negativkopie der Muskelfunktion.(7)

Der nahezu kugelförmige Bulbus kann bezüglich seiner Bewegungsmechanik um beliebig viele Achsen gedreht werden, verändert aber dabei seinen Ort innerhalb der Augenhöhle nicht. Die jeweilige Drehachse ist nicht vorgegeben, sondern nur abhängig von Angriffspunkt und Richtung einer Kraft. Alle möglichen Drehachsen kreuzen sich in einem Punkt, dem Drehpunkt des Auges. Unter physiologischen Bedingungen verschiebt der Drehpunkt sich nur minimal, im Gegensatz zu pathologischen Bedingungen, wie bei Augenmuskelparalysen und Orbitafrakturen, bei denen sich der Drehpunkt um mehrere Millimeter verlagern kann.(7)

In jeder Position des Augapfels findet sich ein Gleichgewicht der von den Augenmuskeln und den passiven orbitalen Geweben, der Summe nichtmuskulären fest am Bulbus ansetzenden Strukturen, ausgeübten Drehmomente. Nur die Größe der einzelnen Drehmomente variiert mit der Augenposition.(7) (Abbildung 7)

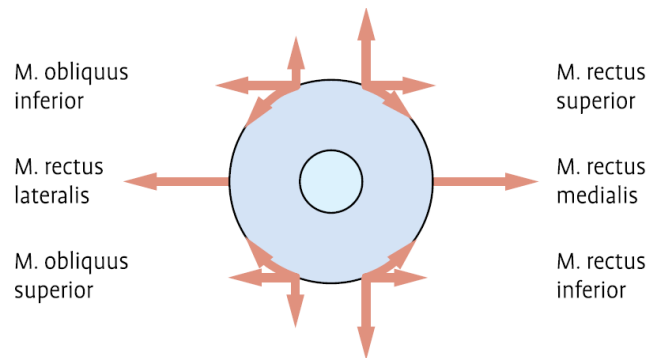


Abbildung 7. Funktion der Bulbusmuskeln. Die Pfeile geben die Richtung und ihre Länge die Kraft der Muskulatur(5)

Die koordinierten Bewegungen der Augen erfolgen nach gewissen Gesetzmäßigkeiten, die durch periphere anatomische Strukturen und zentral-nervöse Steuerung bestimmt sind.

Das „Gesetz nach Donders“ besagt, dass zu jeder Blickrichtung eine bestimmte Stellung des Augapfels mit einer bestimmten Ausrichtung der Netzhautmeridiane im Raum gehört, gleichgültig, wie das Auge diese Blickrichtung erreicht hat.(7) Deshalb ist für eine bestimmte Blickposition der Anteil ab-, adduzierender, hebender, senkender und rollender Komponenten immer derselbe.(8)

„Das Gesetz von Listing“ drückt aus, dass alle Augenbewegungen aus der Primärstellung in Sekundär- und Tertiärstellung das Resultat von Duktationen um Achsen, die in einer Ebene liegen, sind.(7) Alle Rotationsachsen des Auges liegen in derselben Ebene bei Fixierung eines entfernten Objekts.(8)

1.1.1.1 Horizontalen geraden Augenmuskel

In Primärposition des Auges wirken die horizontalen Mm. recti nur um die Z-Achse.(3) (Abbildung 8)

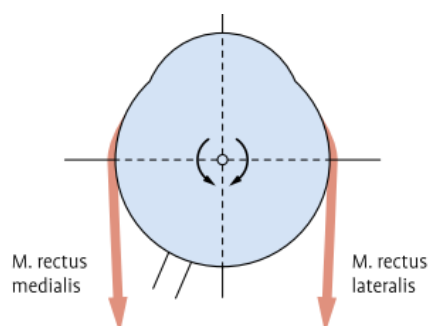


Abbildung 8. Bewegungsfunktion der horizontalen geraden Muskeln(5)

Der Ursprung des **M. rectus medialis** befindet sich am medialen Anteil des Annulus tendineus communis unmittelbar neben dem Durchtritt des N. opticus. Nahe der medialen Orbitawand zieht der Muskel nach vorne und inseriert 5,5 mm hinter dem nasalen Limbus und weist somit die geringste Distanz zum Limbus auf.(3,7) Er ist der

kräftigste der Augenmuskeln, sowohl hinsichtlich seines mittleren Querschnitts, als auch seines Muskelgewichts.(7) Dieser Muskel ist ein reiner Adduktor.(3)

Entspringend am lateralen Anteil des Annulus tendineus communis, verläuft der **M. rectus lateralis** nach vorne lateral und durchbricht die Tenon-Kapsel auf Höhe der Ansatzstelle des M. obliquus inferior, um danach intrakapsulär dessen Insertion aufzuliegen.(7) 6,9 mm hinter dem temporalen Limbus inseriert der Muskel in der Sklera. In Primärposition ist die Abduktion die einzige mögliche Bewegung.(3)

1.1.1.2 Vertikalen geraden Augenmuskel

Parallel verlaufend zur Orbitaachse schließen die geraden Augenmuskeln mit der Sehachse einen Winkel von ca. 23° ein.(3) Die Ansätze beider Muskel sind vor dem Äquator zu finden.(3) Da die Hauptfunktionen der geraden Vertikalmotoren Hebung und Senkung sind, äußert sich eine Paralyse eines geraden Vertikalmotors durch die Unfähigkeit, die Horizontale zu überschreiten.(7) (Abbildung 9)

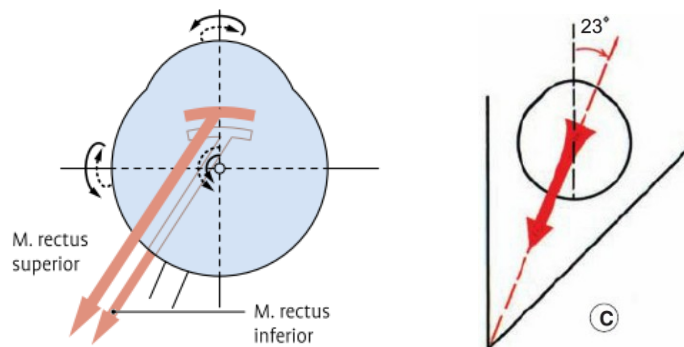


Abbildung 9. Bewegungsfunktion der vertikalen geraden Augenmuskeln(5) und 23° Abduktion(3)

Der **M. rectus superior** verläuft vom oberen Anteil des Annulus tendineus communis unter dem M. levator palpebrae nach vorne lateral. 10 mm vor seinem Ansatz an der Sklera durchbricht er die Tenon-Pforte, um danach den M. obliquus superior zu überkreuzen und anschließend 7,5 mm hinter dem oberen Limbus bzw. vor dem Äquator an der Sklera zu inserieren.(3,5,7) Hauptfunktion dieses Muskels stellt die Hebung dar. Nebenfunktionen sind Adduktion sowie Einwärtsrollung des Auges.(3)

Bei 23° Abduktion jedoch, stimmen Sehachse und Orbitaachse überein, so dass in dieser Position die Nebenfunktionen aufgehoben sind und alleinig die Hebung durchführbar ist. Aus diesem Grund kann in dieser Stellung die Funktion des M. rectus superior am besten getestet werden.(3)

Vom unteren Anteil des Annulus tendineus communis entspringend zieht der **M. rectus inferior** nach vorne lateral. Nach Durchbruch der Tenon-Pforte inseriert er 6,5 mm hinter dem unteren Limbus.(3,5,7) Die Kardinalbewegung dieses Muskels ist die Senkung. Hinzu kommen Adduktion und Auswärtsdrehung als Nebenfunktion.(3)

Bei 23° Abduktion fungiert der Muskel als reiner Senker, somit ist dies die bevorzugte Bulbusstellung zur Funktionstestung M. rectus inferior.(3)

1.1.1.3 Schräge Augenmuskeln

Die schrägen Augenmuskeln treten jeweils oben und unten von vorn medial nach hinten lateral an den Bulbus.(5) Die Ansatzstellen der beiden Muskeln befindet sich hinter dem Äquator und bilden mit der Sehachse einen Winkel von 51°.(3) Bei Paralysen eines schrägen Vertikalmotors zeigt sich eine erhebliche Zyklotropie ohne deutliche Einschränkung der Vertikalfunktion, weil deren Hauptfunktionen die In- und Exzykloduktion sind.(7) (Abbildung 10)

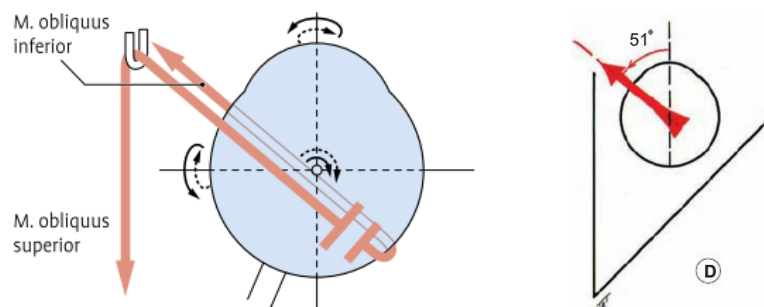


Abbildung 10. Bewegungsfunktion der schrägen Augenmuskeln(7) und 51° Adduktion(3)

Der Ursprung des **M. obliquus superior** ist der obere mediale Anteil des Annulus tendineus communis. Nach vorne ziehend zwischen Orbitadach und medialer Orbitawand passiert er in seine Sehne übergehend die Trochlea, einen kleinen Knorpelring, der bindegewebig an das Stirnbein fixiert ist. Nach dem Durchtritt biegt die Sehne nach hinten lateral und unten um und durchbricht die Tenon-Kapsel kurz vor dem medialen Rand des M. rectus superior, um sich anschließend intrakapsulär aufzufächern und unter gleichem Muskel im hinteren oberen temporalen Quadranten des Bulbus in die Sklera einzustrahlen.(3,7) Der M. obliquus superior ist einschließlich seiner Sehne der längste der Augenmuskeln.(7)

Die Inzykloduktion ist die Hauptfunktion des M. obliquus superior, Senkung und Abduktion seine Nebenfunktion. Wobei die vorderen Fasern der Sehne primär die

Inzykloduktion steuern und die hinteren Fasern die Senkung. Dadurch wird die separate chirurgische Manipulationen der beiden Wirkungen möglich.(3)

Bei einer Adduktion um 51° sind die Sehachse und die Zugrichtung des Muskels deckungsgleich.(3) Auf Grund der Begebenheit, dass in dieser Bulbusstellung der M. obliquus superior nur mehr eine reine Senkung durchführen kann, lässt sich seine Funktion am besten in dieser Ausrichtung überprüfen. Trotz der abduzierenden Eigenschaft in Primärposition, äußert sich eine M. obliquus superior Schwäche vor allem während der Senkung in Adduktion.(3)

Als einziger Augenmuskel entspringt der **M. obliquus inferior** nicht an der Orbitaspitze, sondern in einer kleinen Grube direkt hinter der Orbitakante, seitlich des Tränensacks. Am Orbitaboden entlang zieht er nach hinten lateral, um an der Kreuzungsstelle mit dem M. rectus lateralis die Tenon-Kapsel zu durchbrechen und im hinteren unteren temporalen Quadranten des Bulbus in Makula Nähe zu inserieren.(3,7) Er ist der kürzeste aller Augenmuskeln.(7)

Seine Hauptfunktion stellt die Exzykloduktion dar, Hebung und Abduktion Nebenfunktionen. Bei einer Adduktion des Bulbus um 51° , wirkt der M. obliquus inferior lediglich mehr als Heber.(3)

1.1.2 Feinbau der extraokulären Muskeln

Die Augenmuskeln zur Bewegung des Bulbus sind zwar quergestreift, unterscheiden sich jedoch im Aufbau verglichen mit den anderen Muskeln im Körper. So können lichtmikroskopisch und elektrophysiologisch zwei verschiedene Fasertypen voneinander abgegrenzt werden, die jeweils ein anderes Innervationsmuster bezüglich Anzahl und Anordnung der sie versorgenden Nervenendigungen erkennen lassen.(7) (Abbildung 11)

Einerseits lassen sich Muskelfasern vom **Fibrillenstrukturtyp** (twitch, fast fibers), dicke tetanische A-Fasern, nachweisen, die sich durch große Endplatten dicker Nerven auszeichnen und einfach innerviert sind. Da die Fibrillen jeweils nur von einer Nervenendigung erregt werden, können sie schnell reagieren und es werden vor allem schnelle phasische Augenbewegungen ermöglicht. Andererseits kommen auch Fasern vom **Feldstrukturtyp** vor, dünne tonische B-Fasern, die multipel von dünnen Nerven innerviert werden, d.h. die Fibrillen werden über ihre ganze Länge an mehreren Stellen von mehreren Nervenendigungen erregt und reagieren darauf mit einer langsamen

Kontraktion. Ihre Zuständigkeit entspricht langsamen Blickbewegungen, sowie die tonische Bewegungs- und Haltearbeit.(6,7) „Diese enge neuronale Verschaltung ermöglicht eine erstaunliche sensomotorische Präzession.“(6) Neuroanatomisch konnte nachgewiesen werden, dass die Innervation dieser Fasertypen jeweils aus einem separaten Kerngebiet im Hirnstamm mit unterschiedlicher supranukleärer Ansteuerung stammt, wodurch auch die unterschiedlichen Aufgaben erklärbar werden.(7)

Weiters gliedern sich die sechs Augenmuskeln jeweils in zwei Faserschichten. Die bulbäre Faserschicht reicht vom Annulus tendineus communis bis an die Ansatzstelle des Muskels an der Sklera, während die orbitale Schicht nur bis auf Höhe der Pulleys reicht und die bulbäre C-förmig umhüllt.(7)

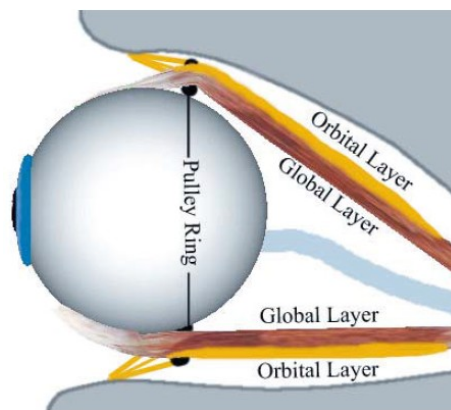


Abbildung 11. Muskelfaserschichten(8)

1.1.3 Innervation des Augenmuskulatur

Drei Hirnnerven sind für die Versorgung der Augenmuskeln zuständig.

Der Großteil der Augenmuskeln wird vom N. oculomotorius (N.III) innerviert. Dazu gehören der M. rectus superior, M. rectus inferior, M. rectus medialis, M. obliquus inferior und der M. levator palpebrae superior. Das Kerngebiet des N. oculomotorius liegt etwas unterhalb der oberen Vierhügelplatte im Mittelhirn. Mit einem Anteil motorischer und parasympathischer Fasern, die an den M. ciliaris und M. sphinkter pupillae heranziehen, verläuft er an die ipsilaterale Augenmuskulatur.(5,6) Nur die Zellkörper für den M. rectus superior liegen kontralateral.(7)

Der M. obliquus superior erhält ebenfalls seine motorische Versorgung aus dem Mittelhirn in Form des kontralateralen N. trochlearis (N.IV), dessen Kern sich auf Höhe der unteren zwei Hügel der Vierhügelplatte befindet.(6)

Der N. abducens (N.VI) stammt aus der Medulla oblongata, deren Boden der Rautengrube den motorischen Kern enthält.(5) Er ist der versorgende Nerv des ipsilateralen M. rectus lateralis und muss einen langen intrakraniellen Weg mit mannigfaltiger Möglichkeit der Schädigung zurücklegen, um ihn zu erreichen.(6)

Äste des N. trigeminus (V/1, N. ophthalmicus) lagern sich allen Augenmuskelnerven an, um ihm Afferenzen aus den Rezeptoren in den Augenmuskeln zuzuführen.

Die Augenmuskeln versorgenden Sympathikusfasern entstammen aus den vegetativen Plexus, welche die Orbitalarterien begleiten.(5)

Augenbewegungen werden durch zentrale Innervationsmuster geregelt. Glatte Muskelzellen, die in den Halteapparat eingestreut sind, unterliegen zentralen vegetativen Einflüssen.(8)

Zentral wird die okuläre Koordination über das okzipitale Blickzentrum, zur Steuerung reflektorischer, unwillkürlicher Augenbewegungen und das frontale, für willkürliche Kommando- und Suchbewegungen, gesteuert. Für seitliche Bewegungen steht das pontine Blickzentrum und für vertikale ein Zentrum im Bereich der Vierhügelplatte.(6) Sie koordinieren die Bewegung beider Augen.(7)

An der Bewegungssteuerung sind eine Reihe supra- und infranukleärer Strukturen beteiligt, deren Aufgabe darin besteht konjugierte (parallele Augenführung) und disjugierte (konvergente, divergente, gegensinnige) Augenbewegungen, Folgebewegungen, Sakkaden (Blicksprünge), Optokinetik und Ausgleichsbewegungen zu koordinieren.

Um eine foveale Fixation bewegter Objekte zu bewerkstelligen, werden aufgrund der retinalen Bildverschiebung Folgebewegungen produziert.(8) Mittels der Augenfolgebewegung können kleine bewegte Sehobjekte kontinuierlich auf der Fovea centralis abgebildet werden.(7) Für die Fixation von Objekten in der Nähe oder Ferne werden Konvergenz- und Divergenzbewegungen durch disjugierte Augenbewegungen erzeugt. Durch die Position und Geschwindigkeit einer Bildverschiebung werden Sakkaden provoziert, die einen raschen Blickwechsel erlauben.(8) Diese Blickzielbewegungen bestehen aus einer phasischen und einer tonischen Komponente. Während der Sakkade erhält der Agonist einen Innervationsstoß.(7)

Zur Vermeidung von Verschwommensehen bei flächenhafter, ausgedehnter Bildverschiebung in der Netzhautperipherie wird die Optokinetik, vor allem die langsame Phase des optokinetischer Nystagmus eingesetzt. Ihre Grenzen finden sich bei schneller Kopfbewegung, dafür ist die Optokinetik zu träge.(7,8) Zum Ausgleich jener wird über den Otholyten- und Bogengangapparat der vestibulookulären Reflex im Sinne einer Bulbusrollung aktiviert.(8) Dieser Reflex dient der Stabilisation der Augen und verhindert ein Verwackeln des Netzhautbildes. Die Ausgleichbewegungen bei hohen Drehgeschwindigkeiten des Kopfes werden auch als Puppenkopf-Phänomen bezeichnet.(7)

„Neurale Prozesse des beidäugigen Sehens beinhalten auch die gleichzeitige Steuerung beider Augen.“(8) Diese Führung der Bewegungen können mittels folgenden zwei Gesetzen beschrieben werden.

Das **Gesetz von Sherrington**, das Gesetz der reziproken Innervation bzw. Inhibition legt dar, dass eine verstärkte Innervation eines extraokulären Muskels mit einer reziproken Abnahme der Innervation seines Antagonisten einhergeht. Dies gilt sowohl für Versionen, als auch für Vergenzen.(3) (Abbildung 12)

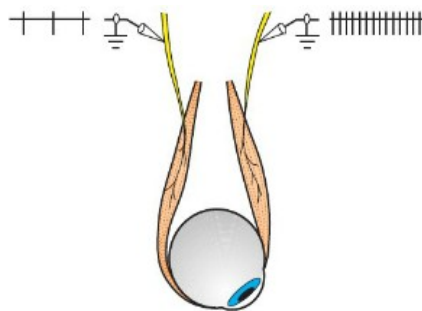


Abbildung 12. Sherringtons Gesetz der reziproken Innervation
Die verstärkte Innervation eines bestimmten extraokulären Muskels ist mit der reziproken verminderten Innervation seines Antagonisten verbunden.(3)

Das **Gesetz von Hering**, das Gesetz der gleichen Innervation schildert, dass während konjugierter Augenbewegungen die Yoke-Muskeln eine gleich starke und simultane Innervation erhalten.(3) Störungen der Balance der Innervation führen zum Strabismus. „Der Schielwinkel ist Ausdruck des pathologischen Gleichgewichts.“(2) Diese Gesetzmäßigkeit bedeutet im Falle eines paretischen Schielens, dass das Ausmaß der Innervation für beide Augen symmetrisch ist und immer vom fixierenden Auge bestimmt wird. Dadurch kann der Schielwinkel in Abhängigkeit vom fixierenden Auge schwanken.(3) (Abbildung 13)

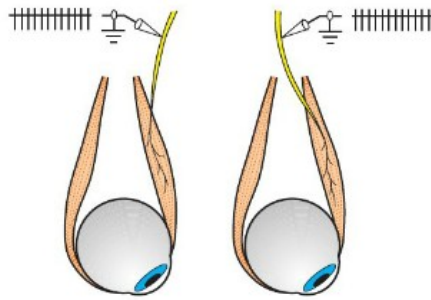


Abbildung 13. Herings Gesetz der gleichen Innervation der Yoke-Muskeln
 Synergisten erhalten zur Bewegung beider Augen in die gleiche Richtung eine gleich starke Innervation(3)

Zur Veranschaulichung ein Beispiel: Wenn das rechte normale Auge bei einer Parese des linken M. rectus lateralis fixiert, wird das linke Auge nach innen abweichen, weil der Wirkung des Antagonisten des paretischen linken M. rectus lateralis, dem linken M. rectus medialis, nichts entgegengesetzt wird.(3) „Das Ausmaß der Fehlstellung der beiden Augen in dieser Situation wird als primärer Schielwinkel bezeichnet.“(3) Fixiert das paretische linke Auge, erhält der linke M. rectus lateralis eine zusätzliche Innervation, um die Fixation zu ermöglichen. Der rechte M. rectus medialis (Yoke-Muskel) wird, wie im Gesetz beschrieben, dieselbe Innervationsmenge erhalten. Die Folge ist eine Überreaktion des rechten M. rectus medialis, die zu einer starken Adduktion des rechten Auges führt.(3) „Das Ausmaß der Fehlstellung der beiden Augen in dieser Situation wird als sekundärer Schielwinkel bezeichnet.“(3) Der sekundäre Schielwinkel ist bei paretischem Schielen größer als der primäre.(3) (Abbildung 14)

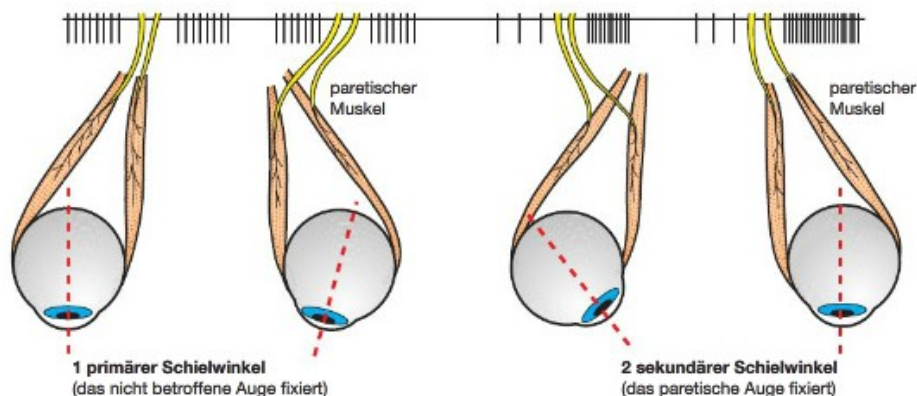


Abbildung 14. Schielwinkel bei paretischem Schielen(3)

Die in den Gesetzen angeführten Interaktionen und ihre Auswirkung auf die Muskeln sind vor allem bei der Diagnose von Augenmotilitätsstörungen bedeutsam. Die klinische Untersuchung lässt sogar die Unterscheidung einer frisch erworbenen Lähmung von einer lange bestehenden zu. Die volle Ausprägung einer Veränderung benötigt Zeit sich zu entwickeln und kann folgendermaßen zusammengefasst werden(3):

- Primäre Schwäche eines Muskels (z.B. linker M. obliquus superior).
- Sekundäre Überreaktion des kontralateralen Synergisten oder Yoke-Muskels (rechter M. rectus inferior; Herings Gesetz).
- Sekundäre Überreaktion und später Kontraktur des ungehemmten ipsilateralen Antagonisten (linker M. obliquus inferior; Sherringtons Gesetz).
- Sekundäre Hemmung des kontralateralen Antagonisten (rechter M. rectus superior; Herings und Sherringtons Gesetz).

1.1.4 Gesetzmäßigkeiten der Augenbewegungen

Betrachtet man die Okulomotorik als ein System aus mehreren Regelkreisen bestehend, kann die Netzhaut als Fühler bzw. Messgröße angesehen werden, das Zentralnervensystem enthält verschiedene Regler und die Augenmuskeln sind unsere Stellglieder. Stellungsänderungen wirken auf die Netzhaut zurück und schließen somit den Kreis.(7)

Die Messgrößen der Netzhaut unterscheiden sich je nach Art der Augenbewegung. Bei den Augenfolgebewegungen wird bei Blickzielbewegungen die Position des Netzhautbildes, das in die Fovea centralis gebracht werden soll ‚gefühl‘ und beim optokinetischen Nystagmus erfolgt eine Messung der Geschwindigkeit der Bildverschiebung über die Netzhaut. Bei Vergenzen stellen Disparität und die Schärfe der Netzhautbilder die zu messenden Größen dar. Diese Regelgrößen werden von der Netzhaut an die verschiedenen Regler im Zentralnervensystem übermittelt um dort die Ist-Werte mit den von der Aufmerksamkeitszuwendung abhängigen Soll-Werten zu vergleichen. Daraus werden entsprechende Stellbefehle für die Augenmuskeln errechnet.(7)

1.1.5 Anomalie der Augenmuskeln

Hier sollen nur Anomalien besprochen werden, die in Bezug zum Strabismus stehen.

Die häufigste Anomalie unter allen Augenmuskeln weist der M. obliquus superior auf. Anomalien seiner Sehne, wie Aplasie, Verdünnung oder falsche Insertion, stehen im Verdacht einen Strabismus sursoadductorius zu verursachen.(7)

Weiters werden auch akzessorische Augenmuskeln bzw. Bänder beobachtet. Bei Nichtschielenden treten diese nur in 0,8% der Fälle. Im Gegensatz dazu finden sie sich in 2,4% bei Schielenden.(7)

1.1.6 Anatomie des Halteapparates

„Der Augapfel ist in einem System von Bändern aufgehängt, das mit der Muskulatur eine funktionelle Einheit bildet.“(7) Dieses besteht aus Bindegewebe, welches sich an einigen Stellen verdichtet und abgrenzen lässt.(7) (Abbildung 15)

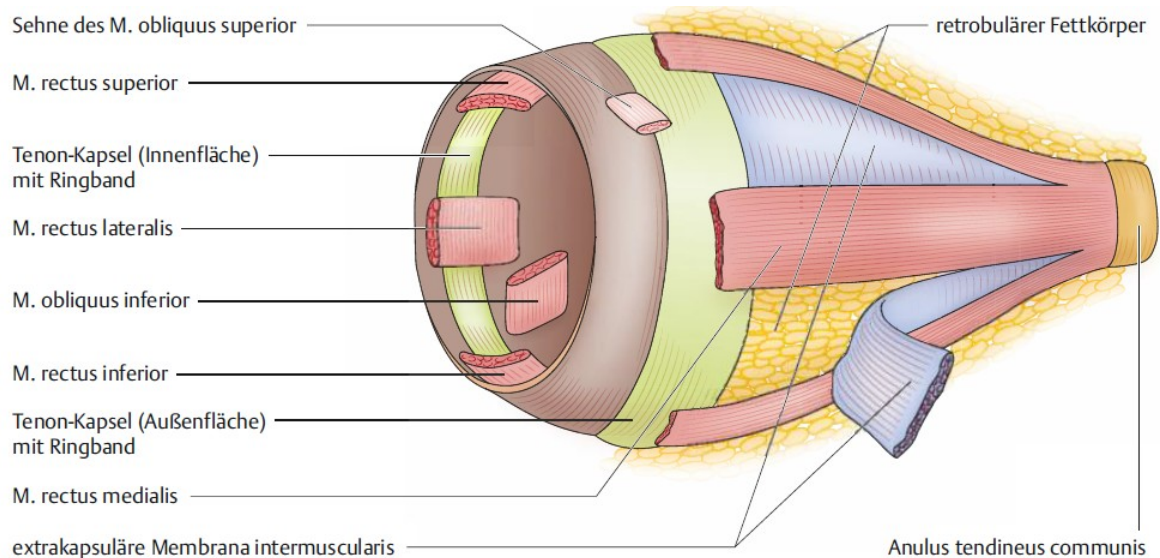


Abbildung 15. Bewegungs- und Aufhängeapparat des rechten Auge von medial(7)

Der Muskelkonus, gebildet von Annulus tendineus communis, Augenmuskeln und deren Membrana intermuscularis, ist eine bindegewebige Verbindungen zwischen den Muskeln, die dafür sorgt, dass sich der Abstand zwischen zwei Muskeln bei Augenbewegungen kaum ändert. Der Konus unterteilt den Orbitainhalt in einen extra- und intrakonischen Raum. Zusätzlich kammern septenartige Bindegewebsstrukturen, die von den Augenmuskeln zur Periorbita ziehen, den Orbitainhalt. Auf Grund dieses Systems bindegewebiger Kammerung der Orbita mit Verbindungen zur Muskulatur können, auch ohne Beteiligung der Augenmuskulatur, bei alleiniger Affektierung der Septen durch Entzündungen, Neoplasien oder Hämatome, Augenbewegungsstörungen auftreten.(7)

1.1.6.1 Tenon-Kapsel, Muskelpulleys, Ringband

Die **Tenon-Kapsel** beginnt 2 mm hinter dem Limbus und setzt sich als Faszie, den gesamten Bulbus einhüllend, bis an den N. opticus fort, wodurch sie die Sklera von orbitalem Fettgewebe trennt. Alle Strukturen die an den Bulbus heranziehen, durchbrechen diese Kapsel, so auch die Augenmuskeln. Die Muskeln bilden an ihrer Durchtrittsstelle auf Höhe des Äquators schlaufenähnliche Strukturen aus Kollagen, Elastin sowie glatten Muskelzellen und werden **Tenon-Pforten** genannt. Die Pforten

wirken als Umlenkschlaufen und -rollen für die Muskel und werden deshalb auch mit dem aus der Mechanik stammenden Begriff **Pulleys** bezeichnet. Einerseits stabilisieren sie die Muskeln gegen Querverschiebungen. Andererseits gestatten sie in Zugrichtung eine ausreichende Beweglichkeit. Diese bei Menschen und Affen nachgewiesene Stabilisierung der Muskelverlaufsrichtung bei Augenbewegungen mittels Pulleys erklärt, warum sich der Verlauf der geraden Augenmuskeln bei Blickbewegungen kaum ändert, sondern lediglich der vordere Sehnenanteil die Exkursion begleitet. Diese Tatsache muss bei Augenmuskeloperationen berücksichtigt werden, da aufgrund der stabilisierenden Pulleys der Muskelverlauf vom kürzesten Weg zwischen Ursprung und Insertion abweicht. Die Muskelfunktion wird dadurch nicht nur durch sein Verhältnis zwischen Ursprung und Ansatz, seinem Querschnitt und Kontraktilität, sondern auch durch ihre Umlenkung bestimmt.(7)

Betrachtet man die vier geraden Augenmuskeln, dienen die Pulleys der Minimierung der Auf- und Abwärtsbewegungen der Bänder des medialen und lateralen M. rectus während des Auf- und Abblinks und der horizontalen Bewegungen der Bänder des superioren und inferioren M. rectus bei Links- und Rechtsblick. Somit bewerkstelligen Pulleys eine Reduktion der Effekte horizontaler Bewegungen auf vertikale Muskelaktionen und umgekehrt. Sie spielen eine wichtige Rolle für die Koordination der Augenbewegungen. Damit lässt sich erklären wie eine Verlagerung der Pulleys ursächlich für Anomalien der Augenbewegungen, wie A- und V-Symptome, sein kann.(3)

Die „Active-Pulley-Hypothese“ beschreibt die Änderung der Pulley-Position bei Bewegungen des Auges. So bewegen sich die Pulleys während der Kontraktion eines Muskels nach vorne und bei Entspannung nach hinten, um ihrer Funktion als periphere mechanische Unterstützung des okulomotorischen Systems in den verschiedenen Blickpositionen gerecht zu werden und die Beibehaltung der normalen Augenmuskelfunktionen zu gewährleisten.(8)

Das **Ringband, Cingulum bulbi**, ist eine Verdichtung der Tenon-Kapsel im Bereich des Bulbusäquators. Sowohl vor, als auch nachdem die Muskeln die Tenon-Pforten passieren, werden sie über mehrere Millimeter von der Tenon-Faszie umgeben. An ihm setzen straffe bindegewebige Haltebänder an und verbinden das Band mit der Periorbita, um gemeinsam den Halteapparat des Augapfels zu bilden. Über die Tenon-Pforten bilden diese **Retinacula** eine Verbindung zwischen Periorbita und Augenmuskeln und werden bei

Drehungen des Bulbus gespannt. Diese Spannung limitiert zu große Blickexkursionen und verhindert dadurch die Zerrung oder Abknickung von Gefäßen und Nerven. In dieser Funktion werden sie als Hemmbänder bezeichnet.(7) (Abbildung 16)

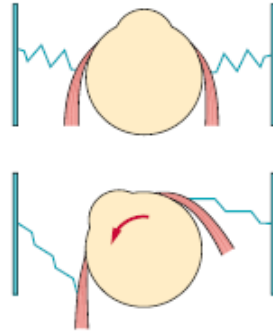


Abbildung 16. Hemmbänder(7)

1.2 Augenbewegungen und Neurophysiologie des Sehens

„Die Drehung eines Auges um eine bestimmte Achse ergibt eine bestimmte Blickposition und richtet somit auch die Sehachse in eine neue Blickrichtung aus. Normalerweise wird in allen Blickpositionen zentral in der Fovea fixiert.“(8) „Die Augen sind die bildaufnehmenden Sinnesorgane.“(2) Über die Netzhaut wahrgenommene Bilder werden mittels einer Reizkodierung weitergeleitet und die Bildinformation gelangt über den Sehnerv weiter zur Sehstrahlung, um dann in der Sehrinde verarbeitet zu werden.(2)

Bei den verschiedenen Blickrichtungen weist die Exkursionsfähigkeit des Auges bei Kontraktion bestimmter Augenmuskeln unterschiedliche Gradmaße auf. Zudem wird eine altersabhängige Abnahme dieser beobachtet. Durch Bestimmung des Radius der Blickbewegungen für ein Auge erhält man das monokulare Blickfeld, das nicht deckungsgleich für rechtes und linkes Auge ist.(7) (Abbildung 17) Wegen der Stellungsparallaxe der Augen entstehen in beiden Augen Bilder die nicht völlig gleich sind.(6)

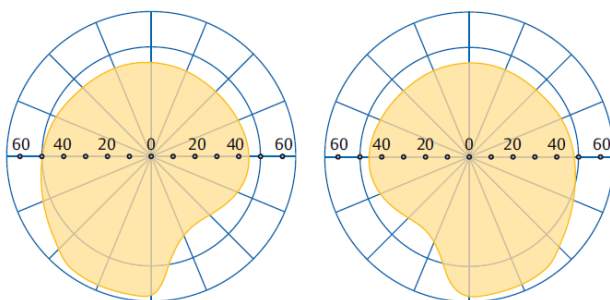


Abbildung 17. Das monokulare Blickfeld(7)
Abduktion und Adduktion 50°
Depression 60°
Elevation 45°

Das zusammengefasste Blickfeld beider Augen ermöglicht beiden Augen gemeinsam foveolar zu fixieren. Das binokulare Blickfeld ist aber kleiner als die ursprünglichen.(7)

Doppelbilder können jedoch bei extremen Blickrichtungen, wie gleichzeitige seitenungleiche Zykloduktion beider Augen, trotz des Treffpunkts der Blicklinien im Fixierobjekt auftreten. Um dies zu verhindern wird zusätzlich das Fusionsblickfeld unterschieden. Es ist jenes Blickfeld, in dem normales Binokularsehen durch Fusion aufrechterhalten werden kann.(7)

So wird für die Entstehung eines binokularen Seheindrucks nicht nur die Motorik, die beide Augen auf das Sehobjekt richtet, sondern auch die Sensorik, zur Verarbeitung zweier wahrgenommener Netzhautbilder benötigt. Auf Grund der engen Kopplung von

Motorik und Sensorik wird die Paarigkeit des Sehorgans subjektiv nicht wahrgenommen. Es wird vom Zyklopen- oder imaginären Mittelaugen gesprochen.(6)

Die Einteilung des Binokularsehens erfolgt in drei qualitative Stufen.

Die gleichzeitige Wahrnehmung zweier verschiedener Netzhautbilder wird **Simultansehen** genannt.(6) Die Abbildung eines Gegenstandes trifft dabei immer auf korrespondierende Netzhautstellen. Damit Objekte auf identischen oder korrespondierenden Netzhautbildern abgebildet werden können, müssen sie auf dem geometrischen Horopter, einem gedachten Kreis, liegen. Jede Fixationsentfernung erzeugt ihren eigenen Horopter.(2)

Werden die Bilder beider Augen zu einem Seheindruck verschmolzen spricht man von **Fusion**.(6) Die Verschmelzung gelingt nur, wenn identische Bilder an das Gehirn weitergeleitet werden. Fusionsstörungen verursachen Diplopie.(2)

Das **stereoskopische Sehen** ist die höchste Stufe des beidäugigen Sehens und beschreibt die Wahrnehmung dreidimensionaler Bilder.(6) Liegen Objektpunkte nicht auf einem gemeinsamen geometrischen Horopter, sondern vor oder hinter dem Kreis kann keine Abbildung auf korrespondierenden Netzhautstellen erfolgen. Die Objekte werden stattdessen auf nichtkorrespondierenden Netzhautstellen repräsentiert, in Folge kommt es zu einer Doppelwahrnehmung. Solange sich die Punkte jedoch in einem begrenzten Areal um den jeweiligen Horopter, dem sogenannten Panum-Areal, befinden, werden die nichtkorrespondierenden Netzhautbilder im Gehirn trotzdem zu einem räumlichen, dreidimensionalen Seheindruck verarbeitet.(2,6) Doppelbilder werden durch neuronale Bearbeitung in Tiefenschärfe umgewandelt.(2) Die Ausdehnung eines Panum-Areals ist von seiner Netzhautlage abhängig. Peripher sind die Areale wesentlich größer als zentral.(6) (Abbildung 18)

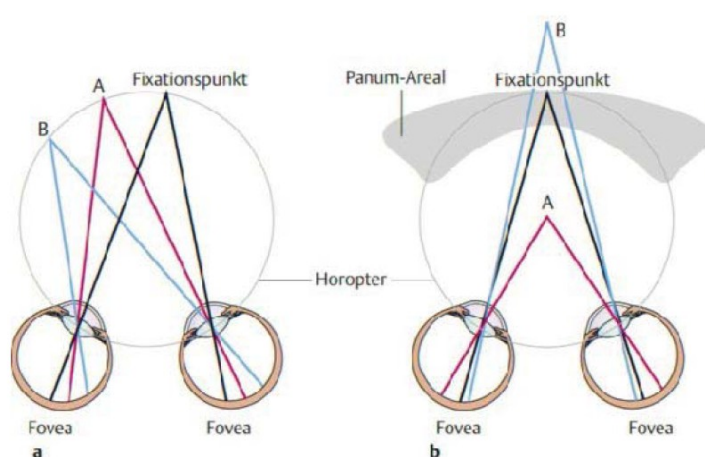


Abbildung 18. (2)
a Geometrischer Horopter
b Physiologischer Horopter

Zu Beginn des Schielens entstehen zwei pathologische sensorische Wahrnehmungen, die Konfusion und krankhafte Diplopie. Sie sind die Folge normaler Projektion, d.h. subjektive Interpretationen der räumlichen Position eines Objekts basierend auf stimulierten Netzhautarealen.(3)

Unter **Konfusion** wird die simultane Wahrnehmung zweier übereinanderliegender, aber ungleicher Bilder verstanden.(3) Weil die Augen beim Schielenden nicht parallel zueinander stehen, werden unterschiedlich Objekte auf beiden Foveae abgebildet und durch die Stimulation korrespondierender Punkte gleichzeitig wahrgenommen.(3,9) (Abbildung 19)

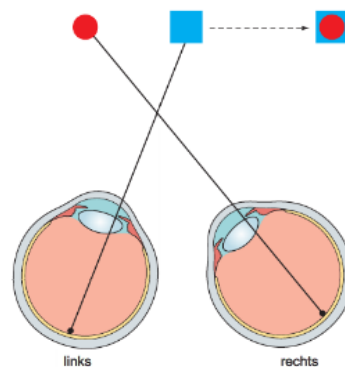


Abbildung 19. Konfusion(3)

Die simultane Wahrnehmung zweier Bilder desselben Objekts in verschiedenen Positionen wird **Diplopie** genannt. Dieser Sehfehler ist ebenfalls auf die Augenfehlstellung zurückzuführen und beruht auf der Aktivierung nicht korrespondierenden Netzhautstellen mit jeweils anderer Raumzuordnung.(3,9) (Abbildung 20)

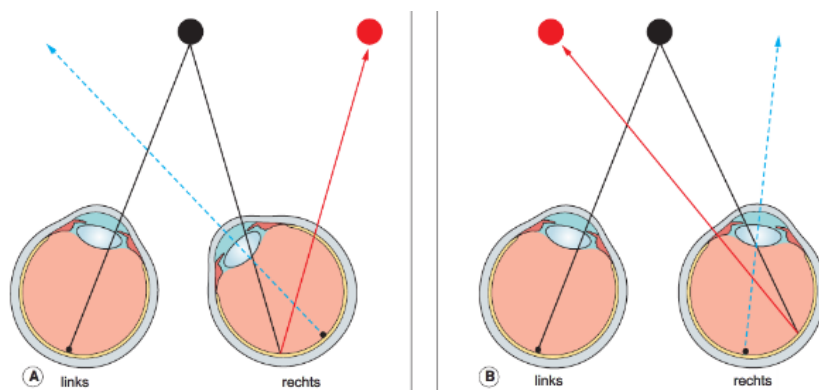


Abbildung 20. Diplopie bei (A) Esotropie und (B) Exotropie (3)

„Sehen und das Binokularsehen sind sinnesphysiologische Vorgänge, die sich in der frühen Kindheit durch die Ausbildung von entsprechenden Strukturen im visuellen Kortex entwickeln.“(6) Die ersten 6 Lebensjahre und vor allem das 1. Lebensjahr bilden die sensitive Phase.(6) Während kleine Kinder die Fähigkeit besitzen Doppelbilder einfach zu unterdrücken, obwohl diese weiterbestehen, sind schielende ältere Kinder und Erwachsene, nach Ablauf der sensitiven Periode, meist nicht mehr in der Lage diese zu vermeiden.(3) Fehlen aber die eingehenden Reize durch Suppression oder organische Ursachen kommt es in der Folge zu einer gestörten Sehentwicklung und einem bleibenden Defekt des Binokularsehens. Es entsteht eine funktionelle Sehschwäche (Amblyopie).(6)

Auf Grund der Plastizität des sich entwickelnden visuellen Systems bei Kindern ist das kindliche okuläre sensorische System in der Lage sich an Konfusion und Diplopie anzupassen. Diese Mechanismen zur Strabismus Adaptation sind Suppression und anormale Netzhautkorrespondenz. Auch Erwachsene können gelegentlich Doppelbilder ignorieren, sofern ihr Strabismus sich plötzlich entwickelt hat.(3)

Treten Störungen der Augenmotorik oder der Fusion auf, besteht die Möglichkeit den Seheindruck eines Auges durch **Suppression** zu unterdrücken, um störende Doppelbilder zu eliminieren.(6) Dieser Vorgang gelingt bei beidseitig geöffneten Augen durch die aktive Hemmung des Bildes eines Auges durch die Sehrinde. Stimuliert wird die Suppression durch Diplopie, Konfusion und ein verschwommenes Bild durch Astigmatismus/Anisometropie.(3) Vor allem bei schielenden Kindern, kommt der Suppression besondere Bedeutung zu. Auf Grund zentraler Hemmungsmechanismen können Doppelbilder, die wegen der unterschiedlichen Sehrichtungen beider Augen auftauchen, vermieden werden. Der Seheindruck des schielenden Auges wird unterdrückt. Die unterschiedlich stark ausgeprägte Suppression in der Netzhaut des schielenden Auges sind vor allem in der Makulagegend (Zentralskotom) und in jenem Bereich, wo das Schielauge das gleiche Bild empfängt wie die Makula des gesunden Auges (Fixierpunktskotom).(6)

Klinisch wird die Suppression weiter unterteilt. Die **zentrale Suppression** dient der Vermeidung von Konfusion. Hierbei kommt es zur Hemmung des Bildes aus der Fovea des abweichenden Auges. Im Gegensatz dazu kann Diplopie auch durch die **periphere**

Suppression beseitigt werden bei der das Bild der peripheren Netzhaut des abweichenden Auges gehemmt wird.(6)

Die **anormale Korrespondenz** ist eine positive sensorische Adaptation an einen Strabismus und bietet eine weitere Möglichkeit zur Vermeidung von Diplopie.(3,6) Die Korrespondenz beruht auf der Entwicklung einer gemeinsamen subjektiven Sehrichtung nichtkorrespondierende Netzhautareale.(3) Sie findet sich vorzugsweise an Netzhautstellen, wo es zu keiner Supprimierung des Bildes kommt. Weisen Schielende die beschriebene anormale Netzhautkorrespondenz auf, verschiebt sich das Richtungsempfinden des Schielauges dem Schielwinkel entsprechend. Diese Verschiebung tritt während des binokularen Sehens auf, so dass die subjektive empfundene Richtung „geradeaus“ im Schielauge in der Pseudomakula liegt, anstatt wie üblich im Bereich der Fovea centralis.(6) „Die Fovea des fixierenden Auges korrespondiert mit einem nicht fovealen Element des abweichenden Auges.“(3) Allerdings ist die Pseudomakula nicht befähigt die Funktion der Makula zu ersetzen.(6) (Abbildung 21) Die binokularen Funktionen einer anormalen Korrespondenz wird nie so gut sein wie bei normalem bifovealem Binokularsehen.(3) Während des monokularen Sehakts ist beim alleinigen Einsatz des schielenden Auges jedoch eine Fixation in der Fovea centralis und somit die volle Sehschärfe erreichbar.(6)

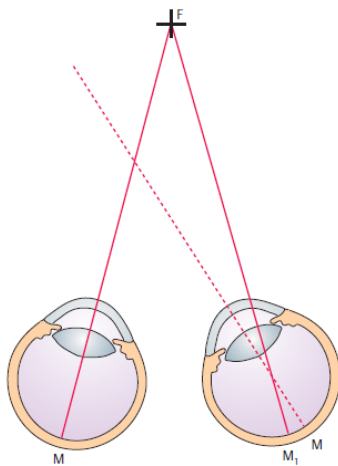


Abbildung 21. Anormale Netzhautkorrespondenz(6) mit Pseudomakula (M1) bei schielendem rechtem Auge

Eine zusätzliche sensorische Anpassung an Schielfehler ist das **Panoramasehen**, welches nur bei Auswärtsschiel zu finden ist. Es ist gekennzeichnet durch eine Vergrößerung des binokularen Gesichtsfeldes bei gleichzeitiger Ausschaltung der retinalen Korrespondenz und partieller Suppression.(6)

Die Folgen des Strabismus sind vielfältig. Einerseits wird die Suppression der Fovea des Schielauges in Kauf genommen, um Konfusionen zu verhindern. Andererseits kommt es zur Diplopie-Entwicklung weil nichtkorrespondierende Netzhautareale dasselbe Bild erhalten. Die Doppelbilder können entweder mit Hilfe der peripheren Suppression im schielenden Auge oder einer anormalen Netzhautkorrespondenz vermieden werden. Jedoch geht eine konstante unilaterale Suppression mit bleibenden Konsequenzen einher in Form einer strabismusbedingten Amblyopie.(3)

Neben der sensorischen Fusion besteht zusätzlich die Möglichkeit einer motorischen Strabismus Adaptation, die sich in der Einnahme einer anormalen Kopfposition äußert. Diese Kopfwangshaltung ist hauptsächlich bei Kindern mit kongenitalen anormalen Augenbewegungen oder Augenstellungen zu beobachten und soll der Erhaltung des binokularen Einfachsehen dienen. Der plötzliche Verlust dieser atypischen Kopfhaltung kann ein Hinweis auf den Verlust des binokularen Sehens sein und die Indikation für eine Operation darstellen. Im Erwachsenenalter können bei PatientInnen Symptome einer Dekompensation auftreten, ohne dass den PatientInnen eine Kopfwangshaltung je bewusst war.

Im Gegensatz zur kindlichen Kopfwangshaltung besitzen Erwachsene die Fähigkeit der bewussten Kontrolle eines erworbenen parietischen Strabismus durch bestimmte Kopfhaltung. Sofern der Schielwinkel klein ist und nicht zu sehr in verschiedenen Blickpositionen schwankt, gelingt es mittels der Kopfhaltung Doppelbilder zu beseitigen und das binokulare Gesichtsfeld zu zentrieren. Die Drehung des Kopfes erfolgt in die Richtung des Aktionsfeldes des geschwächten Muskels, sodass eine automatische gegensinnige Drehung der Augen erfolgt. Einfacher erklärt, der Kopf wird dorthin gedreht, wohin das Auge nicht kann.(3)

Die klassische Strabologie basiert auf der Annahme, dass Heterotropie und Heterophorie mit einer Veränderung der relativen Ruhelage, jene Stellung der Augen nach Unterbrechung der Fusion, gleichzusetzen sind. In der relativen Ruhelage herrscht keine absolute Innervationslosigkeit, vielmehr erhält jeder Muskel weiterhin die Innervation, die der aktuellen Stellung des Auges in der Orbita entspricht. Dementsprechend gilt als wesentliches Ziel jeder Therapie die Normalisierung der relativen Ruhelage in allen Blickrichtungen und Blickentfernungen.(7)

1.3 Strabismusformen

Der folgende Abschnitt repräsentiert einen Auszug aus der Vielfalt an Strabismusformen und deren mannigfaltigen Ursachen. Es wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Die Auswahl der dargestellten Strabismusarten bezieht sich auf die Diagnosen der dieser Arbeit zugrunde liegenden Studiendaten.

Unter normalem Binokularsehen werden die im Gleichgewicht befindlichen Drehmomente, die bei bifovealer Fixation alle am Bulbus angreifen, verstanden. Im Gegensatz dazu beschreibt der Strabismus eine Störung dieses Gleichgewichtes, bei dem der Bulbus so weit von der Sehachse bewegt wird, bis ein neues Gleichgewicht in Form eines Schielwinkels erreicht wird.(7)

Die Störung des normalen Gleichgewichts resultiert in der Fehlstellung der Augen, die nach einer Reihe von Pathologien auftreten kann. Zum einen können Änderungen der Kontraktionskraft eines Augenmuskels durch vermehrte oder verminderte Innervation, wie bei Konvergenzspasmen und Augenmuskellähmung, auftreten. Weiters kann eine veränderte Entspannungsfähigkeit des Augenmuskels durch Erhöhung des Widerstands, wie bei Fibrose, Muskelnarbe oder einer Verdickung einer Sehne, wie beim Brown-Syndrom, der Grund sein. Zudem kann eine Affektion der Hebelarme, wie durch einen Muskelabriss mit spontaner Anlagerung an falscher Stelle, ein Schielen bedingen. Zum anderen führen Änderungen der Muskelzugrichtungen, wie bei einer traumatischer Verlagerung der Trochlea oder bei Verlaufsänderung eines Muskels bei hoher Myopie zu Strabismus.(7)

Schielen ist nicht gleich Schielen. Unter Berücksichtigung verschiedener Aspekte werden Augenstellungsfehler einerseits nach Art der Schielform bzw. Richtung der Abweichung (Innenschielen, Außenschielen, Höhenschielen), andererseits nach dem Verhalten des Schielwinkels in verschiedene Blickrichtungen in einen Strabismus concomitans und incomitans bzw. paralyticus unterteilt. Aber auch die Klassifikation, die Bezug auf die Ätiologie des Schielens nimmt, lässt eine Einteilung in einen primären, sekundären, paretischen, nicht paretischen und konsekutiven Strabismus zu.(1,10) Hinzu kommen Unterscheidungsmerkmale, die sich nach dem Ausmaß (manifest, latent), nach der Lokalisation (einseitig, alternierend) und nach dem zeitlichen Auftreten (dauernd, intermittierend) richten. Von intermittierendem Schielen wird bei zeitweiligen Auftreten

des Schielens gesprochen.(10) Weiters spielt der Manifestationszeitpunkt des Schielauftritts, ob früh oder spät erworben, eine wichtige Rolle bei der richtigen Diagnosezuordnung.(1) Begleitbefunde wie Amblyopie, Kopfwangshaltung und Nystagmus können zur spezifischeren Beschreibung benutzt werden.(10) Anhand dieser feinen Unterscheidungsmerkmale soll die Zuteilung einer Schielform zu einem bestimmten Krankheitsbild erleichtert werden, damit eine sinnvolle Diagnose, sowie eine adäquate Therapie erfolgen kann.(1)

Gerade die ersten Lebensjahre sind von entscheidender Bedeutung für die sensomotorische Koordination und das Binokularsehen. Treten in dieser sehr labilen Phase Beeinträchtigungen der optischen Wahrnehmung auf, kann ein Strabismus entstehen.(2) Auf Grund der Erkenntnis, dass eine Störung der Augenmotorik eine Störung des binokularen Zusammenspiels bedingt und meist auch eine Störung der Sensorik durch Anpassungsreaktion vorliegt, ist eine frühzeitige Erkennung und Behandlung von großer Bedeutung. Ein verzögerter Therapiebeginn hat oft schwerwiegende Folgen für das visuelle System, wie beispielsweise Amblyopie mitunter mit exzentrischer Fixation.(7)

Im Erwachsenenalter hingegen äußert sich der Strabismus vor allem durch die Wahrnehmung von Doppelbildern, die häufig mit Begleitsymptomen wie Schwindel vergesellschaftet sind. Diplopie kann auch noch im Alter bei langstehendem Strabismus effektiv therapiert werden.(11)

Großer Bedeutung kommt der Differenzierung der Stellungsanomalien der Augen in ein manifestes (Heterotropie) und latentes Schielen (Heterophorie) zu.(1) Liegt das Schielen ständig vor, wird dies als manifest bezeichnet. Latentes Schielen hingegen tritt nur unter bestimmten Untersuchungs- bzw. Sehbedingungen auf und kann unter binokularem Seheindruck nicht nachgewiesen werden.(10)

Die Prävalenz von Schielerkrankungen bewegt sich je nach untersuchter Population und berücksichtigter Schielform zwischen 0,5 und 5%.(7,12) Unter den Erwachsenen wird die Strabismusrate mit 4-5,6% angegeben.(10,13,14,15) Jedoch ist ein Großteil weder diagnostiziert, 2010 nur 0,68%(16), noch erhalten viele eine angepasste operative Therapie.

Zahlreiche Studien konnten zeigen, dass Schielen unabhängig von der rein ophthalmologischen Problematik eine ausgeprägte psychische Belastung darstellt.(7) Der Vergleich schielender zu nicht schielender PatientInnen ergab neben den funktionellen und psychosozialen Problemen, im Allgemeinen auch eine niedrigere Lebensqualität.(17) Eine nicht zu unterschätzende Auswirkung, denn Strabismus erwies sich als weit aus nachteiligerer Effekt auf die Lebensqualität als die diabetische Retinopathie und ist gleich auf mit der Makuladegenation zu sehen.(18) Der Leidensdruck mancher PatientInnen erwies sich bei *Beauchamp et al*(19) als so stark, dass 61% der Probanden bereit waren einen Teil ihrer Lebenszeit gegen ihren Strabismus und den damit assoziierten Problemen einzutauschen. Die signifikante Verminderung der Lebensqualität setzt sich zum einen aus funktionellen Aspekten, wie Diplopie(20,21), aus schmerzenden oder brennenden Augen, Problemen der Tiefenwahrnehmung und Leseschwierigkeiten und zum anderen aus psychosozialen Problemen zusammen(22). Eine Fehlstellung der Augen beeinflusst Bereiche wie Sozialkontakte, Schule, Arbeit bzw. Jobchancen und den beruflichen Erfolg.(23-30) Diese negativen Effekte verschlechtern sich mit zunehmendem Alter(24) und zunehmendem Winkel der Abweichung(25). Die Verminderung der Lebensqualität korreliert zudem mit dem weiblichen Geschlecht und niedrigem soziökonomischen Status.(31,32) Wenn auch *Jackson et al*(25) in ihrer Arbeit einen Zusammenhang zwischen der Schwere des Strabismus und der psychosozialen Belastung, sowie eine Korrelation mit dem Alter oder dem Geschlecht verneinen.

Nicht nur schielende Kinder sind von Ausgrenzung betroffen(33), sondern auch im Erwachsenenalter erfahren SchielpatientInnen häufig eine negative Stigmatisierung.(7) Ab dem Alter von 5 Jahren zeigen Kinder eine negative Reaktion gegenüber Schielenden, unter diesem Alter wird die Augenfehlstellung nur als Abweichung wahrgenommen.(34) Kontrovers diskutiert werden die Ergebnisse der Bewertung von PatientInnen mit Esotropie und Exotropie durch Außenstehende. Die negativere Einschätzung von Esotropikern(20,35,36) wird durch die Annahme erklärt, dass eine Asymmetrie des Gesichts umso unattraktiver wirkt, desto medialer sie liegt(37). *Mojon-Azzi et al*(38) studierten die Bewertung von SchielpatientInnen auf Fotos durch Erwachsene und Kinder. Resultat war ein als störender wahrgenommenes schielendes rechtes als linkes Auge. *Paysee et al*(34) konnte die negative Haltung gegenüber Schielenden durch Ihre 'normale' Mitmenschen nachweisen. Oft werden sie mit Vorurteilen wie herabgesetzte Intelligenz

konfrontiert.(28,35) Diese Vorurteile beeinträchtigen die Sozialisation(35) und minimieren die Chancen auf eine Anstellung, vor allem von Frauen(39,29). Dieser negative Einfluss auf psychosoziale Aspekte des Lebens zeigt sich durch negative Gefühle, die das Selbstbild, das Selbstvertrauen und das Selbstwertgefühl betreffen.(27,35,39) Eine generelle Beeinträchtigung äußert sich in Problemen mit Alltagsaktivitäten(40) sowie mit dem Augenkontakt, die folglich zu Schwierigkeiten in der Kommunikation und zwischenmenschlichen Beziehungen führen(35,41,42). Bemerkbar machen sich diese Probleme in Vermeidungsstrategien(43), gesteigertem Level sozialer Angst und Isolation(23,25,26,35,44). Da Gesichtszüge eine zentrale Rolle in der sozialen Interaktion spielen, können anormale Veränderungen Probleme in der zwischenmenschlichen Interaktion bedingen.(45) Die als weniger attraktiv eingeschätzten StrabismuspatientInnen(29) kämpfen zudem auch mit Schwierigkeiten in der Partnersuche.

Diese psychische Belastung spiegelt sich auch in erhöhter Inzidenz psychiatrischer Probleme, wie beispielsweise Depressionen und Phobien, wieder.(46-51)

Die negativen funktionellen und auch psychosozialen Effekte des Strabismus, die schon ab einem Alter von 7 Jahren miteinander in Zusammenhang gebracht werden können, unterstreichen die Wichtigkeit einer adäquaten Behandlung, unabhängig vom Alter.(22)

1.3.1 Latenter Strabismus

Heterophorie beschreibt eine im wechselseitigen Abdecktest ermittelte Fusionsbewegung des gerade freigegebenen Auges. Sind beide Augen frei, stehen die Gesichtslinien parallel und auch der einseitige Abdecktest zeigt keine Einstellbewegung. Es liegt kein spontanes Schielen vor.(1)

Diese Befunde lassen sich mit Hilfe des Fusionsregelkreises erklären. Dieser ermöglicht beiden Augen, genau auf die richtige Entfernung zu konvergieren, während des Rechts-, Links-, Auf- und Abblicks. Das Gehirn registriert die Abweichungen der Augen von der zur Sehentfernung passenden Vergenzstellung auf Grund der Disparität der Bilder beider Augen, die nun nicht mehr auf korrespondierenden Netzhautstellen liegen. Das Fehlersignal 'Disparität' veranlasst den Regler 'Gehirn' so lange Korrekturbefehle an die Stellglieder 'Augenmuskeln' zu senden, bis die Vergenzstellung zur Sehentfernung passt. Wird jedoch ein Auge abgedeckt, fällt die Funktion dieses Regelkreises aus, da es nicht

mehr nötig ist, beide Augen der Entfernung entsprechend genau auszurichten. Dem Gehirn wird somit durch das Signal nur eines Bildes das Fehlersignal 'Disparität' vorenthalten. Dadurch kann eine geringe Abweichung der Vergenzstellung von der Orthostellung gefunden werden.(7) *„Besteht eine Differenz zwischen der Orthostellung und der bei Öffnung des fusionalen Regelkreises gefundenen Vergenzstellung, so spricht man von Heterophorie.“(7)*

Orthophorie bezeichnet die fehlende Einstellbewegung im alternierenden Abdecktest bei vorausgesetzter bifoveale Fixation. Dieser Idealzustand ist allerdings eher selten, denn statistisch weisen 70-80% der Menschen eine Heterophorie auf. Größtenteils sind diese beschwerdefrei und werden als bedeutungslose Normvariante angesehen.(7) Doch kann sich auch latentes Schielen klinisch mit visuellen Symptomen manifestieren und zwar bevorzugt in Situationen, in denen der Kompensationsmechanismus beispielsweise durch Übermüdung, Erschöpfung oder Alkoholgenuss nicht aufrechterhalten werden kann und so das Fusionsvermögen neben anderen Hirnleistungen reduziert ist.(1,3) Diese asthenopischen Beschwerden treten als Folge unzureichender Fusionsamplituden auf, die den Parallelstand der Augen nicht zu gewährleisten vermögen.(3) Die Beschwerden einer unkorrigierten Heterophorie umfassen wenig spezifische Symptome wie Kopfschmerzen, allgemeines Unlustgefühl, Schwindel- und Unsicherheitsgefühl, bis hin zu spezifischeren Kennzeichen, die im Besonderen für eine Fehlfunktion der Augen ohne strukturellen Schaden sprechen. Dazu gehören Diplopie, mangelnde Ausdauer bei Naharbeit und Unschärfe vor allem beim Wechsel von Nah- zu Fernfixation oder umgekehrt (Abstandswechsel).(7)

Esophorie beschreibt die konvergente Abweichung der Sehachsen, Exophorie die divergente Abweichung der Sehachsen und Hyperphorie die vertikale Abweichung der Sehachsen.(6)

„Unter Heterophorie wird eine Störung des Muskelgleichgewichtes beider Augen verstanden, die durch den Fusionszwang latent gehalten wird“(6) und Folge verschiedener Ursachen sein kann.

Ätiologisch können drei Grundkonzepte zur Entwicklung einer Heterophorie in Betracht gezogen werden. Einerseits spielen statische Faktoren in Form von anatomisch-mechanische Probleme durch den Aufbau des Auges (Orbita, Augenmuskeln) eine

wesentliche Rolle, andererseits tragen akkommodative und neurogene Komponenten bei, die sich in Akkommodations- und Konvergenzproblemen der Augen zueinander und in der fehlerhaften zentralnervösen Verarbeitung der Signale äußern.(7) Außerdem wird angenommen, dass eine schwach entwickelte Fusion oder eine reduzierte Fusionsbreite ursächlichen Einfluss haben.(6)

Diagnostik und Therapie der Heterophorie sollen sich nicht auf die Abweichung von der Orthostellung beschränken, sondern auch die Refraktion sowie die gezielte Suche nach Anomalien der sensorischen sowie motorischen Fusion und der Akkommodation einschließen. Im Weiteren soll die differentialdiagnostische Überlegung Erkrankungen mit einbeziehen, die asthenopieartige Beschwerden hervorrufen können. Diese können okulären (Tränenfilmanomalien, Regenbogenhautentzündung, Glaukom u.a.) und extraokulären (Augenmuskellähmungen, endokrine Orbitopathie, Hirntumor, Multiple Sklerose, Bluthochdruck usw.) Ursprungs sein.(7) Des Weiteren müssen andere Schielformen oder Blickstörungen erfasst und ausgeschlossen werden.

Die therapeutische Betreuung der Heterophorie beginnt im Allgemeinen mit der angemessenen Korrektur jedes signifikanten Refraktionsfehlers. Eine orthoptische Therapie ist in Erwägung zu ziehen(52), jedoch sind Augenübungen nur bei einer Exophorie mit Konvergenzschwäche zielführend(3). Im Anschluss sollte bei Versagen dieser Methode oder weiterbestehenden Beschwerden eine Prismen Therapie aufgegriffen werden.(7) Diese dient der Wiederherstellung des Muskelgleichgewichtes.(6) Ein erfolgreicher Ausgleich kann meist bei einer Heterophorie bis zu 12 cm/m erfolgen. Bei Schielwinkel über 12 cm/m oder Versagen aller anderen Verfahren kann eine Operation in Erwägung gezogen werden.(3,7)

1.3.2 Manifester Strabismus

Bei dieser Strabismusform ist die Fusion nicht in der Lage normales Binokularsehen aufrechtzuerhalten. Es besteht eine manifeste Störung des binokularen Sehens.(7)

Heterotropie bezeichnet die beim einseitigen Abdecktest ausgetestete Einstellbewegung des nicht abgedeckten Auges. Vollzieht das Auge eine Einstellbewegung von außen, d.h. von temporal zur Mitte, so liegt ein Strabismus divergens (Exotropie, Außenschielen) vor. Eine umgekehrte Bewegung des Auges von innen nach außen(1), also eine Abweichung der Sehachse nach innen(2), wird beim Strabismus convergens (Esotropie, Innenschielen)

festgestellt.(1) Diese Form des Schielens gehört in Europa zu der häufigsten. Bei Höherstehen des rechten Auges bzw. dessen Einstellbewegung von oben nach unten beim Abdecken des linken Auges wird von Hypertropie rechts oder Plus VD gesprochen. Steht indes das linke Auge höher als das rechte von Minus VD. bzw. erfolgt die Einstellbewegung des linken Auges von unten zur Mitte, bei Aufdecken des rechten Auges, wird dies als Hypotropie links bezeichnet.(1)

Heterotropie beschreibt ein manifestes Schielen, ohne auf mögliche zugrundeliegende Ursachen einzugehen. Neben den sekundären Schielformen, als Folge von Augen-Erkrankungen, existieren primäre Schielformen, bei denen die Auslöser entweder nicht oder nicht vollständig geklärt sind.(7)

Nimmt man Bezug auf das Verhalten des Schielwinkels bei verschiedenen Blickrichtungen, werden zwei Verhaltensweisen unterschieden. Begleitet bei freier Beweglichkeit das schielende Auge das führende in allen Blickrichtungen in einem gleich bleibenden Winkel, so wird von einem Strabismus concomitans bzw. Begleitschielen gesprochen.(1,7) Hierzu zählen das frühkindliche Innenschielen, der primäre Strabismus divergens und sekundäre konkomitierende Schielformen.(1) Davon abzugrenzen ist der Strabismus incomitans. Diese Art von Schielen lässt sich auf eine Bewegungsstörung der Augen zurückführen, wodurch es dem schielenden Auge nicht möglich ist, dem führenden in alle Blickrichtungen im vollen Bewegungsumfang zu folgen und sich deshalb der Schielwinkel bei Kontraktion und Entspannung eines Muskels verändert.(7) Beispiele hierfür sind Augenmuskelparesen, endokrine Orbitopathie, okuläre Myositis, okuläre Myasthenie oder Orbitabodenfrakturen.(1)

Die Diagnose erfolgt nach Ausschluss organischer Ursachen mittels Prüfung des Hornhautreflexes, dem Cover/Prismencover-Test. Bei Kindern unter 4 Jahren kann der Preferential looking Test zum Amblyopieausschluss herangezogen werden. Das Ausmessen des Schielwinkels stellt eine wichtige Voraussetzung für die weitere Therapie mit Prismen und die Basis für die Dosierung der Augenmuskeloperation dar.(2)

Das mit der Therapie verfolgte Ziel ist die Beseitigung zugrundeliegender Ursachen und die Herstellung des alten Zustandes bzw. eines normalen Binokularsehens. Es sollte für

jeden Patienten bzw. jede Patientin ein individualisiertes Procedere geplant werden mit dem Versuch der Wiederherstellung des bestmöglichen Binokularfeldes.(52)

Therapeutisch wird mit der Korrektur eventuell vorliegender Refraktionsanomalien begonnen.(3,53) Vor allem die Hyperopie Korrektur bedarf einer langen Nachkontrollzeit, da ein Teil der PatientInnen mit akkommodativen Schielformen Monate bis Jahre später möglicherweise wieder zu schielen beginnen.

Bei einseitigem Schielen erfolgt eine Amblyopietherapie mit zeitweiser Okklusion des fixierenden Auges. Nach Erreichen einer guten Sehschärfe wird eine operative Parallelstellung der Augen ergänzt.(10,53)

Alternativ und ergänzend steht die Therapie mit Prismen zum Ausgleich des Schielwinkels zur Verfügung. Sie kann auch als Übergang bis zur endgültigen Therapie mittels Operation eingesetzt werden(53), da nicht alle StrabismuspatientInnen eine Operation brauchen um erfolgreich therapiert zu werden.(54)

Der richtige Zeitpunkt für eine Operation ist abhängig von der Art des Schielens und dem Alter des Patienten bzw. der Patientin.(3) Jedoch gilt bei Kindern, je länger die Behandlungsverzögerung, desto größer die Abweichung der physiologischen Entwicklung und desto geringer die Chance auf funktionelle Heilung.(53) Therapieziel ist vor allem der Parallelstand der Augen. Im Hinblick auf das Alter bei Korrektur kindlicher Schielformen wird zwischen der Früh und der Spätoperation, vor oder nach dem 2. Lebensjahr unterschieden.(3) Auch beim normosensorischen Spätschiel ist eine zeitnahe Operation anzustreben. Fehlstellungen der Augen im Erwachsenenalter werden nach unzureichender konservativer Therapie ebenfalls operativ behandelt. (7). Signifikant für die Effektivität der Operation des horizontalen Strabismus ist dabei der präoperative Schielwinkel.(55)

Komplikationen treten bei Schieloperationen selten auf. *Eine* postoperative therapierefraktäre Diplopie ist in bis zu 1,7% beschrieben.(56) Postoperative Diplopie tritt bei PatientInnen ohne präoperative Diplopie mit einem Risiko von 0-3%(58) bzw. 1,4%(56) auf, bei jenen, die vor der Operation schon Doppelbilder hatten, zu 1-7%(58) bzw. 3%(56). RisikopatientInnen für eine postoperative Diplopie werden dabei mittels präoperativer Prismentests mit einer Sensitivität von 100% und einer Spezifität von 73% identifiziert.(58) Andere sehr selten auftretende operationsgebundene Risiken sind die Skleraperforation mit 0,8%(59), Infektionen mit 0,8%(59,60) sowie Blutungen oder

retinale Abhebungen. Die Operationsrisiken müssen mit den PatientInnen in jedem Fall diskutiert werden.(52) Eine genaue Aufklärung ist wichtig, um die Erwartungen der PatientInnen mit möglichen Komplikationen und Beschwerden durch die Operation abwägen zu können. *Won et al(61)* verglich die Diskrepanz zwischen den Erwartungen der PatientInnen und dem postoperativen Ergebnis. Er konnte zeigen, dass die erwarteten Schmerzen oft niedriger, die Alltagsbeeinträchtigung und die konjunktivale Rötung hingegen stärker waren als präoperativ angenommen.

1.3.2.1 Konkomitantes Schielen

Begleitschielen zeichnet sich dadurch aus, dass die Sehachsen beider Augen nicht auf ein und dasselbe Objekt gerichtet sind, der Schielwinkel dennoch in allen Blickrichtungen ungefähr gleich bleibt(6), da beim nicht paretischen Schielen die Funktion der Augenmuskeln nicht eingeschränkt ist und die Zugkräfte unvermindert sind(7). Auf Grund der uneingeschränkten Exkursionsfähigkeit kommt es zu keiner Verkleinerung des monokularen Blickfeldes beider Augen.(7)

Es handelt sich hierbei um die Folge einer sensomotorischen Adaptationsstörung des immaturren optischen Systems, verschuldet durch eine primäre motorische Störung oder Schädigung des Binokularsehens.(6) Diese beruht wahrscheinlich auf der fehlenden oder verzögerten Entwicklung von Nervenzellen im Gehirn, die beidäugiges Sehen steuern und folglich zu einer dauerhaften Störung des Binokularsehens führen. (10) „*Deren Ursache ist multifaktoriell.*“ (8)

Unumstritten ist die genetische Prädisposition und Vererbung des Begleitschielens, zumal bei ca. 60 % aller Schielenden eine entsprechende Anamnese im Verwandtenkreis besteht.(6)

Häufig lassen sich bei PatientInnen mit kindlichen erworbenen Schielformen Refraktionsanomalien nachweisen, wobei die Hyperopie zum Einwärtsschielen disponiert, da eine ständige Akkommodation, die stets mit einem Konvergenzimpuls verbunden ist, auch beim Sehen in die Ferne gefordert wird. Konsekutiv vergrößert sich beim Sehen in der Nähe der Schielwinkel wegen der zusätzlichen Akkommodation (akkommodativer Strabismus). Dagegen prädisponiert Myopie bzw. einseitige Sehschwäche organischer Ursache, wenn auch in weit geringerem Umfang, zum Auswärtsschielen. Außerdem vermag eine Fusionsschwäche bei ungleicher Brechkraft der Augen (Anisometropie),

ungleicher Größe der Netzhautabbildungen beider Augen (Aniseikonie) oder bei Heterophorie mit längerer einseitiger Okklusion ein Auslöser zu sein. Weitere Ursachen eines Begleitschielens stellen perinatale Schädigung, wie Asphyxie und Läsionen des Zentralnervensystems, auf Grund von Infektionen oder Schädel-Hirn-Traumata, sowie zentrale Fehlsteuerung der Augenmuskeln dar.(6)

Am häufigsten mit etwa 80–90% ist ein Einwärtsschielen vorzufinden.(6)

Als Basiswinkel eines Strabismus concomitans wird jener Schielwinkel bezeichnet, der mit Vollkorrektur bei Blick in die Ferne besteht. Dieser entspricht dem Winkel, der bei Dissoziation des Binokularsehens mit Hilfe des alternierenden Abdecktests gemessen wird.(7)

Beim konkomitierenden Horizontalschielen weist der Schielwinkel im gesamten Gebrauchsblickfeld keine wesentlichen Abweichungen auf, da das betroffene Augenmuskelpaar im gesamten Blickbereich die gleiche Funktion inne hat. Bei den Alphabetsymptomen¹, die auf einer Obliquusstörung beruhen, verändert das Horizontalschielen jedoch seine Winkelgröße je nach vertikaler Blickrichtung.(7)

Konkomitierende Störungen der Mm. obliqui bedingen einerseits einen Strabismus sursoadductorius (sursoabductorius), der durch die Hypertropie Zunahme bei zunehmender Adduktion (Abduktion) gekennzeichnet ist, und andererseits analog dazu einen Strabismus deorsoadductorius (deorsoabductorius), der eine Hypotropie Zunahme bei zunehmender Adduktion (Abduktion) beschreibt. Hiervon abzugrenzen sind die Begriffe Trochlearisparese, Parese des M. obliquus superior oder Parese des M. obliquus inferior, die ausschließlich der Kennzeichnung inkomitierender Störung der Mm. obliqui dienen.(7)

Für das Zustandekommen dieser nichtparetischen Störungen der schrägen Augenmuskeln gibt es zahlreiche Hypothesen. Zu den häufigsten Pathologien zählen dekompensierende M. obliquus Störungen. Meist tritt die Dekompensation im mittleren Alter auf Boden verminderter Fusion oder nachlassender Kompensationskraft auf, die durch Änderungen der Innervationsbalance nicht mehr ausgeglichen werden können. Weitere Möglichkeiten

¹ Durchläuft der Horizontalschielwinkel eine Änderung bei Elevation oder Depression wird von Alphabet-Symptomen gesprochen. Nimmt die Konvergenz der Sehachsen bei zunehmender Elevation zu (bzw. die Divergenz ab), zeichnet die Bewegung der Augen ein A. Konträr nimmt die Konvergenz der Sehachsen beim V-Symptom mit zunehmender Depression zu (bzw. die Divergenz ab).(7)

gehen von einer angeborenen Hypoplasie des M. obliquus superior, seiner Sehne oder der fehlenden Innervation durch den N. trochlearis aus. Eine weitere Erklärung liefert das Fehlen eines Hemmbandes, das zum Beispiel zu einer primäre Überfunktion des M. obliquus inferior führen kann. Auch die Tenon-Pforten sollen durch die veränderte Zugrichtung der Augenmuskeln Einfluss auf die Schielentstehung haben.(7)

1.3.2.1.1 Frühkindliches Schielsyndrom

Bis zum 4. Lebensmonat vorkommende seltene Konvergenz/Divergenzepisoden sind normal. Nach dieser Zeitspanne müssen Abweichungen als anormal eingestuft werden.(3) Bei der kongenitale Esotropie, der häufigsten Schielform, liegt das Schielen bereits bei der Geburt vor oder tritt im Laufe der ersten 6 Lebensmonate auf.(2,6) Die Diagnose wird nach Ausschluss akkommodativer/refraktiver und neurologischer Ursachen gestellt.(1)

Als ursächlich werden Defekte in der Entwicklung des Vergenzsystems vermutet, die zur Störung der Fusion und somit des Binokularsehens führen. Weiters werden Störungen in zentralnervösen Steuerungsmechanismen angenommen, die spezifische Begleitsymptome verursachen.(1) Zu den Risikofaktoren zählen eine positive Familienanamnese, Frühgeburten, geringes Geburtsgewicht und Hirnblutungen, um nur einige zu nennen.(7)

Die charakteristischen Symptome des kongenitalen Schielsyndroms beinhalten zum einen den Strabismus convergens(1), mit großem aber stabilem Schielwinkel(3), und eine Kopfschiefhaltung in Richtung des führenden Auges(6). Zum anderen können ein meist horizontaler Nystagmus (latens)², ein Strabismus sursoadductorius, auf Grund eines gestörten Innervationsmusters der schrägen Augenmuskeln, vergesellschaftet mit einem A- oder V-Symptom und eine zusätzliche dissoziierte Vertikaldeviation beobachtet werden.(1,6) Ein weiterer Befund, der sich erheben lässt ist das fehlende Binokularsehen.(2)

Zur Unterdrückung der Doppelbildwahrnehmung entwickeln sich bei einseitigem Schielen unter Umständen kindliche Anpassungsmechanismen wie Suppression eines Bildeindrucks und Ausbildung einer anormalen Netzhautkorrespondenz mit der Folge einer Amblyopie.(10)

² Ein Nystagmus latens, ein Rucknystagmus, in die Richtung des fixierenden Auges, deutet bei einem Schielen unklarer Genese auf eine frühe Störung des Binokularsehens hin.(7)

1.3.2.1.2 Erworbene Esotropie

Das plötzliche Auftreten von Schielen unbeachtet des Alters kann unterschiedlichste Ursachen haben und in jeder Form einer Augenfehlstellung zu Tage treten.(7)

Vor der genauen Differenzierung des Schielens gilt es einen sekundären Strabismus und eine organische Ursache auszuschließen. So können Abducenspareesen als klinische Erstmanifestation neurologischer Erkrankungen in jedem Alter ein Innenschielen hervorrufen, aber auch Hirntumore mit Hirndruck oder Kleinhirnerkrankungen durch Schielen auf sich aufmerksam machen.(7)

Zu jeder Abklärung konkomitanter erworbener Esotropien gehört eine Refraktionsbestimmung in Zykloplegie. Hyperopie ist oft selbst der Grund des Schielens und kann durch Vollkorrektur zu einem Parallelstand der Augen führen, oder zumindest kann deren Korrektur den Schielwinkel so verkleinern, dass eine Prismen Therapie möglich ist.(3)

1.3.2.1.2.1 Akkommodatives Schielen

Die unkorrigierte Hyperopie ist ein wesentlicher Strabismus Risikofaktor. Mit Hilfe der Akkommodation wird versucht, die Bildschärfe der durch die Hyperopie unscharfen retinalen Abbildung wiederherzustellen. Die Akkommodation wird selbst um ein entferntes Zielobjekt scharf fokussieren zu können beansprucht und von einer proportionalen Konvergenz begleitet, die sich außerhalb der Divergenzfusion der PatientInnen befindet. Aus diesem Grund untersteht sie keiner Kontrolle und ein manifestes, konvergentes Schielen ist die Folge.(3)

1.3.2.1.2.2 Normosensorisches Spätschielen

Diese Form des Innenschielens liegt nur in 5% der Innenschielformen im Kindesalter vor und ist durch einen kleineren Schielwinkel gekennzeichnet.(1,10) Das Manifestationsalter gipfelt meist im 3. bis 7. Lebensjahr. Das plötzliche Auftreten lässt sich mit keiner erkennbaren Ursache in Zusammenhang bringen und fällt meist durch Zukneifen eines Auges auf, das den Zweck der Doppelbildvermeidung hat. Weil das Schielen bereits nach Ausbildung der Binokularfunktion, d.h. nach dem 1. Lebensjahr, auftritt, gelingt es den Kindern nicht, die Eindrücke des schielenden Auges sofort durch Suppression auszuschalten.(2) Je jünger das Kind desto rascher erfolgt eine Anpassung mittels Suppression und umso größer ist die Gefahr einer Amblyopie.(1) Deshalb ist der rasche

Therapiebeginn von größter Bedeutung für die Wiederherstellung und Aufrechterhaltung des Binokularsehens.(2,3,10)

Neben dieser primären Form des normosensorischen Spätschielens existieren noch weitere sekundäre durch einseitige Reduktion der Sehschärfe auf Grund von Katarakt, Makulanarben, Opticusatrophien oder Retinoblastomen hervorgerufen. Darüber hinaus kann eine Esotropie auch als Folge einer chirurgischen Überkorrektur bei Exodeviation resultieren. Ein weiteres Beispiel wäre eine hohe Myopie, bei der durch Instabilität der Muskelpulleys des M. rectus superior und lateralis eine Esotropie durch Verlagerung dieser Muskel verursacht wird.(3)

1.3.2.1.2.3 Akutes Innenschielen im Erwachsenenalter Typ Burian und Typ Franceschetti

Diese Formen des Innenschielens sind analog zum normosensorischen Einwärtsschielen, mit dem Unterschied, dass sie im Erwachsenenalter auftreten und durch beispielsweise vorübergehende Okklusion eines Auges oder im Rahmen einer mittleren Myopie auftreten. Klinisch werden unterschiedlich große Schielwinkel und Diplopie bei normaler Netzhautkorrespondenz wahrgenommen. Gute Prognose besteht bei der operativen Korrektur der Augenfehlstellung.(7)

1.3.2.1.2.4 Dekompensierter Esophorie

Definitionsgemäß charakterisiert eine dekompenzierte Esophorie den Übergang eines latenten Innenschielens in ein manifestes. Die Dekompensation ankündigend gehen dekompenzierende Phasen bei Müdigkeit oder beim Nahsehen voraus. Zeichen der Dekompensation ist die Diplopie, die regelmäßig vorhanden ist, aber nicht bestehen bleiben muss.

Grund einer solchen Dekompensation können ein vorausgegangenes Schädel-Hirn-Traumata oder eine Unterbrechung des Binokularsehens, beispielsweise bei Tragen eines Augenverbands oder bei einer Amblyopietherapie sein, oder aber das plötzliche Schielen tritt spontan ohne erkennbaren Anlass auf. Wenn die Unterbrechung der Fusion der Auslöser eines akuten Schielens ist, kann als Ursache eine vorbestehende Esophorie angenommen werden. Bei Beseitigung des Fusionshindernisses kann es zur erneuten Kompensation des Innenschielens kommen, manchmal persistiert es jedoch.(7)

Auch Exophorien oder vertikale Phorien können auf diese Weise dekompenzieren.

1.3.2.1.2.5 Mikrostrabismus

Mikrostrabismus bezeichnet ein kosmetisch relativ unauffälliges (Innen-)Schielen mit einem sehr kleinen Schielwinkel (bis zu 5°), der nicht selten unbemerkt bleibt(1,6) und deshalb die Entstehung einer Amblyopie begünstigt(10). Häufig verhindert das Vorhandensein einer anormalen Netzhautkorrespondenz die Fusionierbarkeit und damit auch den Ausgleich des kleinen Schielwinkels.(7) Auch eine Assoziation mit Anisometropie ist beschrieben.(3)

15% aller Innenschielformen im Kindesalter können auf einen Mikrostrabismus zurückgeführt werden.(1) Eine familiäre Häufung und ein vorzugsweises unilaterales Auftreten ist zu verzeichnen.(6)

Mikrostrabismus kann primär, konsekutiv als Residualzustand nach Behandlung einer anderen Schielform oder sekundär nach Augenerkrankungen, wie ein Mikrostrabismus verticalis nach Makulopathie, oder Operation eines großen Schielwinkel beobachtet werden.(3,7) Es kann aber auch vorkommen, dass ein Mikrostrabismus unabhängig von seiner primären Abweichung in einen größeren Schielwinkel dekompenziert.(7)

1.3.2.1.2.6 Zirkadianes und zyklisches Innenschielen

Das Binokularsehen unterliegt wie viele andere Körperfunktionen einem zirkadianen Rhythmus und kann auch wie dieser selektiv gestört sein und zu periodisch auftretendem Schielen führen, das typischerweise an nichtschielenden Tagen ohne nachweisbare Phorie erscheint. Das Auftreten dieser zeitweisen Augenfehlstellung wird vor allem im Alter von 3 bis 7 Jahren spontan beobachtet und bei Erwachsenen vermehrt nach Amotio-Operationen, entzündlichen Erkrankungen der Orbita und nach Contusio bulbi beschrieben.(7)

In vielen Fällen geht zyklisches Schielen nach Monaten oder Jahren in manifestes Schielen über. Um dieser Progredienz entgegenzuwirken, soll eine entsprechende Korrektur durch eine Augenmuskeloperation eventuell nach vorheriger Prismenkorrektur erfolgen.(7)

1.3.2.1.2.7 Strabismus im Senium

Unter dem deskriptiven Begriff involutiver Strabismus werden jene Schielformen zusammengefasst, die plötzlich ohne ersichtlichen Grund im fortgeschrittenen Alter in Erscheinung treten. Je nachdem wie ausgeprägt sich das Schielen äußert, wird oft bei kleinen Schielwinkeln nur Verschwommensehen wahrgenommen.(7)

Als Erklärung für dieses Phänomen kommen einerseits die Dekompensation einer bestehenden Heterophorie oder andererseits der allgemeine altersbedingte Elastizitätsverlust, der auch nicht vor dem orbitalen Bindegewebe und den Pulleys Halt macht, in Frage. Dies könnte durch Veränderungen der den M. rectus superior und den M. rectus lateralis verbindenden Ligamenta Veränderung der Verlaufsrichtung der geraden Augenmuskeln hervorrufen und somit ein kleinwinkeliges Schielen mit geringer Progredienz bewirken. Ferner wurde eine weitere Theorie in Betracht gezogen, die auf einer Reduktion jener Neurone der tonischen Augenmuskelfasern, die peripher im Kerngebiet liegen und deshalb selektiv anfällig auf eine Minderdurchblutung des Hirnstammes reagieren, beruht. Gestützt wird diese Behauptung dadurch, dass ein Strabismus im Senium auch die Erstmanifestation einer sonst klinisch unauffälligen Kleinhirndegeneration sein kann.(7)

1.3.2.1.3 Strabismus divergens

Exotropie tritt allgemein seltener auf, betrifft vermehrt Erwachsene(6) und ist meist erworben(2). Ein weiterer Unterschied zum Innenschielen besteht darin, dass das Auswärtsschielen häufig alternierend vorliegt und deshalb seltener zur Amblyopie eines Auges führt. Manchmal lässt sich ein vergrößertes binokulares Gesichtsfeld nachweisen, sogenanntes „Panoramasehen“.(2)

Neben dem Refraktionsausgleich und der Amblyopietherapie(7) kann bei häufigem Schielen oder auffälliger Augenfehlstellung eine Schieloperation mit dem Wissen um häufige Rezidive durchgeführt werden(10). Die drohende Verschlechterung der Binokularfunktionen, die durch zunehmende Manifestationshäufigkeit des Strabismus und abnehmende Rekompensationsfähigkeit gegeben ist, stellt immer eine funktionelle Indikation zur Operation dar.(7)

Der **Strabismus concomitans divergens intermittens** ist die häufigste Form des Auswärtsschielens.(6) Beim zeitweisen Auswärtsschielen wechseln sich Parallelstand der Augen und Außenschielens ab, was von den PatientInnen meist nicht bemerkt wird.(1,10) Die Augenabweichung tritt gehäuft sporadisch bei Müdigkeit und schlechtem Allgemeinzustand auf (periodisches Schielen).(6,10) In den meisten Fällen weichen die Augenachsen nur beim Blick in die Ferne nach außen ab(6), vor allem wenn kein Stereosehen gefordert wird(7). Während beim Blick in die Nähe normales Binokularsehen

vorliegt ist die Sensorik in der Abweichphase durch Suppression beeinträchtigt(2), oder es tritt Panoramasehen auf(1). „Normale Netzhautkorrespondenz kann sich je nach Augenstellung mit anormaler Netzhautkorrespondenz abwechseln.“(6) Der Schielbeginn findet sich meist im 2. bis 3. Lebensjahr.(2) Gehäuft lassen sich myope Refraktionsfehler feststellen, die in Zusammenhang mit einem Divergenzexzess einer pathologischen Überfunktion der aktiven Divergenzinnervation stehen sollen.(6,7) Im Gegensatz dazu ist die Konvergenz meist gut ausgebildet.(6) Charakteristisch sind das Fehlen von Diplopie und Asthenopie.(7)

Eine unter Kaukasiern sehr selten zu findende Form ist der **primäre Strabismus divergens**. Wie auch das frühkindliche Innenschielen können Zeichen einer frühen Unterbrechung oder Entwicklungsstörung des beidäugigen Sehens in Form eines Nystagmus latens oder einer DVD nachgewiesen werden.(7)

Nur auf der Basis funktionierender Fusionsfähigkeit und uneingeschränkter Binokularfunktion kann die Entwicklung bzw. Aufrechterhaltung des Parallelstandes ermöglicht werden.(7)

Verlust von Fusion und Binokularsehen verursachen **sekundäres Divergenzschielen**.(7) Dieses entsteht innerhalb einiger Jahre nach Erblindung durch beispielsweise Amotio retinae, Neuritis nervi optici oder erheblicher Visusminderung eines Auges, durch Erkrankung wie Katarakt oder einer perforierenden Verletzung.(2,6) Der Schielwinkel vergrößert sich mit langsamer Progredienz über Jahre.(10)

In einigen Fällen von Makulopathie unterschiedlicher Genese konnte die Entwicklung einer geringgradigen, meist vertikalen Diplopie mit Prismenresistenz und selten auch eines kleinwinkligen Innenschielens nachgewiesen werden, entstanden durch den Narbenzug mit Verschiebung fovealen bzw. parafoveolaren Anteile der Retina.(7)

Aber auch Fusionsverlust als Folge eines Schädel-Hirn-Traumas kann ursächlich für eine manifeste, kleinwinkelige, konvergente oder divergente Heterotropie sein.(7)

Doppelbilder oder Motilitätsstörungen stellen eine mögliche Komplikation nach operativer Versorgung einer Netzhautablösung dar. In der Mehrzahl der Fälle sind diese spontan reversibel. Mögliche Erklärungen sind einseitig persistierende Visusreduktionen, eventuell mit Metamorphopsien in Verbindung mit einer durch Plombe oder Cerclage induzierten Drehmomentsänderung der Augenmuskeln, sowie Refraktionsänderungen am

operierten Auge einschließlich einer Aniseikonie. Weiters können operationsinduzierte Vernarbungen des perimuskulären Bindegewebes sowie eine Änderung der intraorbitalen Muskelverläufe durch eindellende Verfahren als mögliche Ursachen hinzukommen.(7)

Die Persistenz diplopischer Beschwerden kann nach individueller Abwägung durch eine korrigierende Operation an möglicherweise vernarbten Augenmuskeln oder durch eine Gegenparese am nicht betroffenen Auge gebessert werden.(7)

Heterotropie auf der Basis von Fusionsverlust kann durch eine operativ induzierte Aniseikonie, als komplizierender Faktor nach Kataraktoperationen durch eine falsch berechnete Implantlinse, oder auch durch eine optisch dichte Katarakt mit langer Unterbrechung des Binokularsehens hervorgerufen werden. Ein kleinwinkliges Höhenschielen mit Diplopie und eventuell geringem Hebungsdefizit wurde auch bei Operationen in Lokalanästhesie mit retrobulbärer oder parabolbärer Betäubung beschrieben. Infrage kommt hier entweder eine direkte Schädigung des M. rectus inferior oder des M. rectus lateralis durch die Injektionsnadel oder eine direkte myotoxische Wirkung des Lokalanästhetikums.(7)

In seltenen Fällen können einem Strabismus mit Bewegungseinschränkung akzessorische Augenmuskeln oder Gewebe in der Orbita zugrundeliegen. Diese Gewebestrukturen entspringen von normalen Augenmuskeln und inserieren an benachbarten Augenmuskeln oder am Bulbus selbst.(7)

Konsekutives Auswärtsschielen geht spontan oder nach Operation aus einem ehemals konvergenten Schielen hervor.(2,6) Nicht selten liegt ihm eine Überkorrektur einer Esotropie zugrunde.(2) Es besteht meist kein beidäugiges Sehen.(10)

1.3.2.2 Inkomitantes Schielen

Funktionsminderung bzw. -ausfall im Sinne einer Parese oder Paralyse eines oder mehrerer Augenmuskeln beherrscht das klinische Bild des paretischen Schielen.(6) Der Großteil der Betroffenen sind Erwachsene.(10) Folge einer Augenmuskellähmung kann je nach Ursache und Ausprägung eine Blicklähmung, eine Beeinträchtigung bzw. Aufhebung koordinierter Augenbewegungen, oder eine Schielstellung, aufgrund einer isolierten Bewegungseinschränkung eines Auges oder einer asymmetrischen Bewegungseinschränkung beider Augen sein.(2)

Das Schielen macht sich durch eine Augenmotilitätsstörung, die sich als Bewegungseinschränkung in Blickrichtung des gelähmten Muskels zeigt, und durch einen blickrichtungsabhängigen Schielwinkel, dessen Größe vom Ausmaß des Funktionsdefizits abhängt, bemerkbar.(6,10) Typischerweise nimmt der Schielwinkel in der Zugrichtung des paretischen Muskels zu und in der Gegenrichtung bzw. in Zugrichtung des Antagonisten ab, oder verschwindet ganz.(7) Die jeweils charakteristische Schielstellung, die auch diagnostisch wegweisend ist, ergibt sich zum einen aus der Lähmung des einen Muskels und zum anderen aus dem gleichzeitigen Übergewicht des Antagonisten.(2) Bei Fixation mit dem gesunden Auge lässt sich der kleinere primäre Schielwinkel und bei Fixation mit dem schielenden Auge der größere sekundäre messen. Wegen einer Impulsneukalibration der Augenbewegung bei Fixation mit dem paretischen Auge(1) fließen verstärkt Impulse sowohl dem gelähmten Muskel, als auch seinem Synergisten am anderen Auge zu und vergrößern dadurch den Schielwinkel(6). *„Der Schielwinkel bei einer Augenmuskelparese ist immer eine Negativkopie der Muskelfunktion in dieser Blickrichtung.“*(7) Das Ausmaß der Lähmung ist proportional zur Inkomitanz.(7)

Weiters beeinflusst die eingeschränkte Motorik das monokulare Blickfeld und zieht dessen Einschränkung nach sich, die vor allem bei Paresen der geraden Augenmuskeln deutlich wird.(7) Oft bestehen angesichts des Verlustes der binokularen Zusammenarbeit der Augen durch die Lähmung auch typische Doppelbilder(2,7), die oft mit Schwindel, Übelkeit und unkoordinierten Körperbewegungen, die Folge der durch die Augenmuskelparese ausgelösten Lokalisationsfehler sind, einhergehen(6,7). Die größte Abweichung der Doppelbilder voneinander präsentiert sich in Richtung des ausgefallenen Muskels.(6) Allerdings kann nicht ohne weiteres zwischen realem und getäuschten Bild unterschieden werden. Dieser Umstand bedingt die Entwicklung einer optisch-haptischen Lokalisationsstörung. Die Orientierungsstörung erschwert das Treppensteigen oder das Ergreifen von Gegenständen.(1) Typischerweise wird neben der Augenfehlstellung und der Bewegungsstörung eine kompensatorische Kopfwangshaltung in Zugrichtung des paretischen Muskels beobachtet, die die mangelnde Exkursionsfähigkeit ersetzen oder binokulares Einfachsehen erhalten soll.(6,7,10) Sensorische Anpassungen an die fehlerhafte Augenstellung in Form von Amblyopie, exzentrische Fixation und anormale Netzhautkorrespondenz entfallen. Jedoch kann Suppression zur Vermeidung von Doppelbildern erlernt werden.(1)

Ursprung des Lähmungsschielens können verschiedene Pathologien sein.

Die kongenitalen Augenmuskelparesen werden meist bei Aplasie von Augenmuskelkernen, pränataler Enzephalitis, Fehlinnervation von Augenmuskeln und Geburtstraumen gefunden.(2,6) Häufig zu beobachten sind eine einseitige Ptosis und Abducensparesen.(6)

Diabetes mellitus, multiple Sklerose, intrakranielle Tumoren, Arteriosklerose, zentrale Ischämie, AIDS, Traumen und viele weitere Erkrankungen können zur Entstehung einer erworbenen Augenmuskelbewegungsstörung beitragen. Dabei werden myogene, neurogene und mechanische Ursachen unterschieden.(2) Je nach Lokalisation der Schädigung lassen sich drei für eine Augenmuskellähmung infrage kommende Pathologien differenzieren.(1)

Zum einen kann eine direkte Affektion des Augenmuskels vorliegen(1) und zu einer mechanisch bedingten Motilitätsstörung führen(7). Diese myogenen Ursachen stellen einerseits isolierte Erkrankungen der Augenmuskeln, wie Myositis oder Myotonie dar, andererseits können auch ein Muskelabriss nach Trauma, eine endokrine Orbitopathie, oder Augenmuskeltumore zu myogenen Augenbewegungsstörungen führen.(6) Auch eine Störung der neuromuskulären Übertragung, wie sie bei der okulären Mitbeteiligung im Rahmen der Myasthenie der Fall ist, äußert sich als Augenmuskellähmung.(1)

Mechanisch bedingte Paresen werden durch Frakturen des Orbitabodens, Hämatome und Schwellungen, beispielsweise auf Grund von Orbitaabszessen oder Tumoren in diesem Bereich, verursacht.(2)

Paresen neurogenen Ursprungs entstehen als Folge einer Läsion der Augenmuskelnerven, ihrer Kerngebiete oder der Verbindungsbahnen zwischen den Kerngebieten und werden je nach Höhe der Schädigung klassifiziert .(1,6) Schädigungen im Verlauf des Nerven oder im Kerngebiet führen zu Hirnnervenlähmungen in Form einer Abducens-, Trochlearis- oder Oculomotoriusparese (1), die die häufigsten Augenmuskellähmungen darstellen(2).

Bei der Diagnostik einer Parese, die nur ein Auge betrifft, erfolgt die Feststellung des gelähmten Muskels auf Grund von 2 Regeln. Erstens zeigt die Blickposition mit der größten Schielabweichung die Wirkungsrichtung des gelähmten Muskels (Konvergenz: C, Divergenz: D). Zweitens gibt das Vorzeichen der Schielabweichung die Höhenabweichung an (rechtes über linkem Auge: + VD, rechtes unter linkem Auge: -VD) (7)

Nach der Beurteilung des Hornhautreflexes, Prüfung der Motilität in allen neun Hauptblickrichtungen, Lokalisation der Doppelbilder, Ausmessung des Schielwinkels in allen Blickrichtungen und umfassender interdisziplinärer Abklärung der Ursachen kann nach Abwägung der Differentialdiagnosen die Diagnose Lähmungsschielen gestellt werden.(2,6) Die Elektromyographie kommt nur bei besonderen Fragestellungen zum Einsatz.

Die erdenklichen Differentialdiagnosen weisen meist neben der Diplopie zusätzliche Befunde auf. Liegt eine monokulare Diplopie vor muss an eine Trübung der brechenden Medien, insbesondere beim Vorliegen einer Kernkatarakt gedacht werden, bei binokulare Diplopie wird vor allem auf endokrine Orbitopathie, Myositis, Orbitatumor, Myasthenie, Orbitaspitzensyndrom, Blow-out-Fraktur und Karotis-Kavernosus-Fistel geachtet.(6)

Eine Lähmung führt nicht nur zu primären Symptomen, sondern kann auch Sekundärveränderungen in Form einer Verlängerung des betroffenen Muskels bewirken. Ein gelähmter Muskel, der keine Innervationsimpulse erhält, degeneriert. Eine vollständige Erholung ist jedoch möglich, wenn die Innervation innerhalb von 1 bis 2 Jahren zurückkehrt.(7)

Die mögliche Reversibilität einer Parese rechtfertigt eine zunächst konservative Therapie. Je nach Ausmaß der betroffenen Augenmuskeln ist eine Therapie mit Prismen, Okklusion oder einer Botulinumtoxin Injektion in den Antagonisten hilfreich.(3,52)

Erst nach einem Beobachtungszeitraum von 12 Monaten oder inkonstantem Befund sollte eine operative Korrektur der Augenfehlstellung in Betracht gezogen werden. Bis dahin können störende Doppelbilder mit Hilfe von Mattfolien oder Prismen beseitigt und gegebenenfalls die Grunderkrankung therapiert werden.(2,10) Der Schlüssel der Therapie liegt im Auffinden der Lähmungsursache und in der Behandlung des Grundleidens.(6)

Mit der Operation verfolgte Ziele sind die Beseitigung der Doppelbilder und Kopfzwangshaltung im Gebrauchsblickfeld. Bedacht werden sollte, dass durch die Operation meist kein doppelbildfreies Sehen in allen Bereichen möglich ist.(2) Zum ändern darf aber auch nicht außer Acht gelassen werden, dass mit einer Operation auch psychosoziale Faktoren positiv beeinflusst und so trotz individueller Unterschiede eine Steigerung der Lebensqualität erreicht werden kann.(17) Ergebnisse, die für den

erfolgreichen Einsatz psychosozialer Interventionen zur Steigerung der postoperativen Lebensqualität und der Patientenzufriedenheit sprechen.(62)

1.3.2.2.1 Neurogene Augenbewegungsstörungen

1.3.2.2.1.1 Abducensparese

Auf Grund des langen, ungeschützten Verlaufs des Nervs an der Schädelbasis gehört die Abducensparese zu den häufigsten Augenmuskelparesen.(6) Die teilweise oder vollständige Lähmung des M. rectus lateralis verschiebt das Muskelgleichgewicht zugunsten seines Antagonisten, dem M. rectus medialis. Die Lähmung bedingt eine verminderte oder ausgefallene Abduktion. Die fehlende Zugkraft bei Blick geradeaus, sowie das Übergewicht des M. rectus medialis verursachen die inkomitante nach nasal gerichtete Schielstellung.(2,6,10) (Abbildung 22)

Die Parese äußert sich in plötzlich auftretenden horizontalen Doppelbildern, die gleichnamig, also nicht gekreuzt sind (das linke Auge sieht das linke, das rechte Auge das rechte Doppelbild),.(2,6,10) Bei geringgradiger Parese wird häufig nur über unscharfes Sehen geklagt.(10) Die Doppelbilder weisen in der Ferne einen größeren Abstand als in der Nähe auf und den größten bei Blick zur betroffenen Seite bzw. Abduktionsversuch mit dem betroffenen Muskel. Um die Doppelbilder zu umgehen, erfolgt manchmal eine Kopfwendung zur Seite der Lähmung.(6,10)

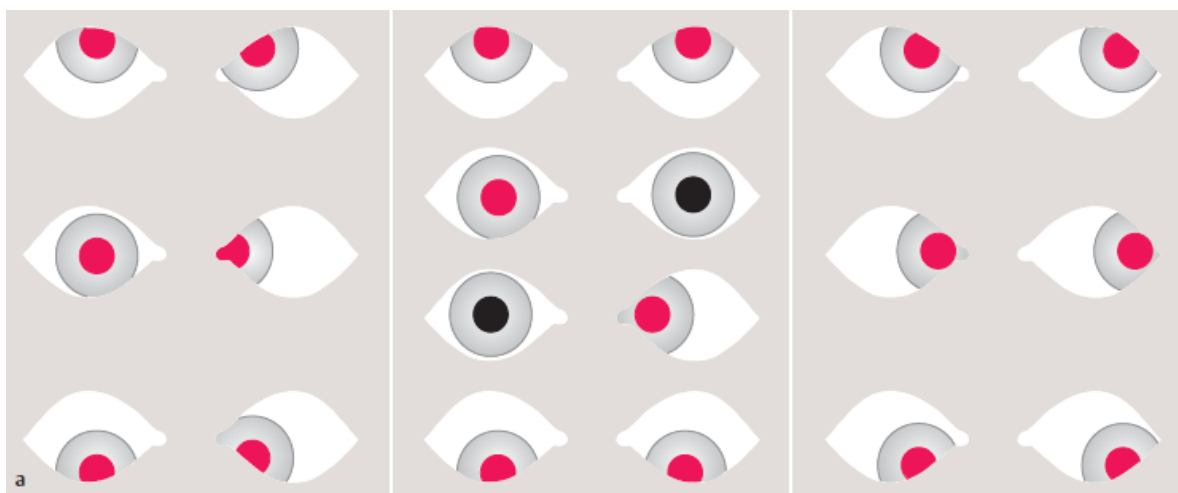


Abbildung 22. Blickbewegungen bei Abducensparese(6)

Bei Erwachsenen stehen ursächlich zerebrale Durchblutungsstörungen im Rahmen von Diabetes mellitus, arterieller Hypertonie und arteriosklerotischer Gefäßveränderungen im Vordergrund(2,10), gefolgt von einem Schädel-Hirn-Traumata mit Zerrung des N. VI und

Raumforderung in dessen Verlauf sowie Entzündungen und als Fernsymptom durch indirekte Läsion bei erhöhtem Liquordruck.(1,2,10)

Differenzialdiagnostisch muss vor allem bei Kindern dem Retraktionssyndrom (Stilling-Türk-Duane)³ Beachtung geschenkt werden, auch wenn dessen klassische Symptomatik meist eine gute Differenzierung zulässt.

Folgende Erkrankungen müssen differentialdiagnostisch bedacht werden. Die Myasthenia gravis, die nahezu jede Augenbewegungsstörung imitieren kann. Eine restriktive endokrine Ophthalmopathie den M. rectus medialis betreffend ist in der Lage eine Einschränkung der Abduktion hervorzurufen. Ebenfalls eine Einschränkung der Abduktion zieht eine Blow-out-Fraktur der medialen Orbitawand mit Einklemmung des Rectus medialis nach sich. Abduktionsschwäche und Abduktionsabhängige Schmerzen finden sich auch bei einer orbitale Myositis, die den M. rectus lateralis betrifft.(3)

1.3.2.2.1.2 Trochlearisparese

Eine Lähmung des M. obliquus superior, der vor allem ein Einwärtsroller, in Adduktion ein Senker und in Geradeausstellung ein Abduktor ist, resultiert in einem höher stehenden gelähmten Auge bei Adduktion und einem Innenschielen (Strabismus convergens et sursoadductorius).(2,6) (Abbildung 23) Aus diesem Grund werden die Motilitätseinschränkung und der gleichzeitige Höherstand des gelähmten Auges, durch das Überwiegen des M. obliquus inferior nach oben oder temporal oben, am besten beim Blick nach nasal unten sichtbar. Da diese Blickrichtung der eigentlichen Hauptzugrichtung des gelähmten M. obliquus superior entspricht, wird folglich hier der größte Abstand zwischen den vertikalen gekreuzten (das rechte Auge sieht das linke, das linke das rechte Doppelbild) und höhendistanten Doppelbildern mit Bildverollung angegeben.(2,6,10) Beim Blick nach oben existieren keine Doppelbilder(2), bei Blicksenkung werden horizontale Linien scherenförmig gegeneinander versetzt gesehen(1). Somit stört die Diplopie besonders beim Lesen oder Treppensteigen.(6) Die fehlende abduzierende Wirkung des M. obliquus superior führt zu einer zusätzlich auftretenden konvergenten Abweichung, die bei Abblick größer wird (V-Inkomitanz).(10) Die typische

³ Ist eine kongenitale Augenbewegungsstörung, die auf einer die Hypoplasie des Abducenskerns und Einsprossung von Okulomotoriusfasern in den M. rectus lateralis basiert. Das variantenreiche klinische Erscheinungsbild zeigt am häufigsten eine eingeschränkte Abduktion, die auch mit einer Adduktion Einschränkung und leichter Einwärtsschielstellung einhergehen kann.(6,10) Begründet durch die Koinnervation des M. rectus lateralis und des M. rectus medialis führt eine Adduktion zu einer Bulbusretraktion mit Lidspaltenverengung. Da die Störung meist einseitig ist kann eine Kopfwangshaltung registriert werden.(10)

kompensatorische Kopfhaltung mit Blick in das doppelbildfreie Blickfeld, ist durch eine Kopfneigung zur Seite des gesunden Auges, Gesichtswendung zur betroffenen Seite und Kinnsenkung charakterisiert.(2,6,10) Diese Kopfhaltung ist bei der Trochlearisparese von allen Hirnnervenparesen am ausgeprägtesten und so typisch, dass sie zur Diagnostik mittels Bielschowsky-Kopfneigetest⁴ genutzt werden kann.(2) (Abbildung 23)



Abbildung 23. Trochlearisparese mit Kopfzwangshaltung. rechtes Bild: Bielschowsky-Kopfneigetest(6)

Ätiologisch können Traumata, Gefäßveränderungen durch Diabetes mellitus, Hypertonie oder Arteriosklerose nachgewiesen werden.(2) Kompressionsbedingte Läsionen aufgrund von Aneurysmen oder Tumoren sind selten.(1,3) Zu differenzieren von erworbenen Trochlearisparesen sind kongenitale Obliquusdysfunktion mit abgeschwächter Funktion des M. obliquus superior, die häufig erst nach deren Dekompensation bei Erwachsenen symptomatisch werden.(3)

1.3.2.2.1.3 Oculomotoriusparese

Je nachdem welche Fasern des N. oculomotorius von einer Schädigung betroffen sind und welche Muskeln infolge dessen ausfallen, werden verschiedene Formen der Oculomotoriusparese unterschieden.

Die Oculomotoriuskerne beider Seiten liegen sehr dicht beieinander, im Gegensatz zu den Nerven. Daraus ergibt sich, dass beidseitige Lähmungen für eine Läsion des Kerngebiets und einseitige für eine Läsion des Nerven sprechen.(7)

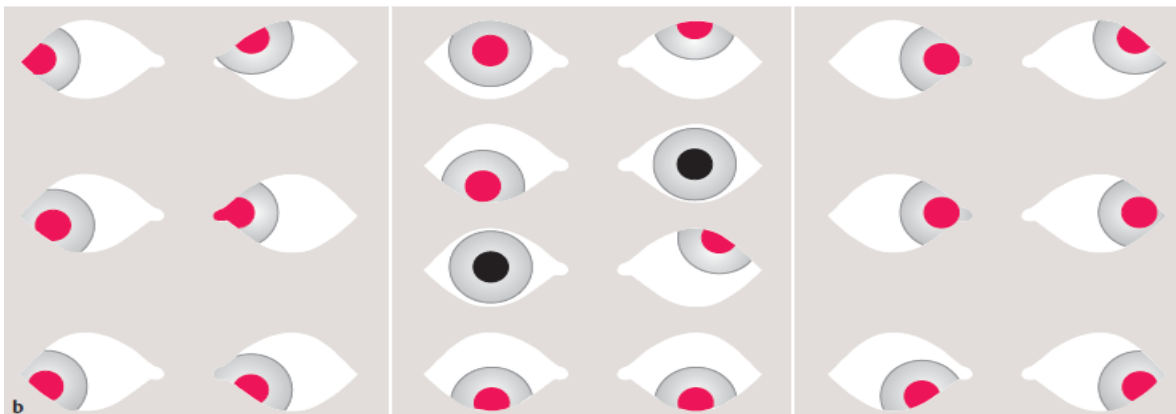


Abbildung 24. Blickbewegungen bei Oculomotoriusparese(6)

⁴ Bei Kopfneigung zur betroffenen Seite und Fixation mit dem gesunden Auge nimmt der Höherstand des paretischen Auges zu, bei Kopfneigung zur gesunden Seite entsteht keine Höhenabweichung.(2,10)

Bei der **kompletten (totalen) Oculomotoriusparese** sind nicht nur die vom N. III versorgten äußeren, sondern auch die inneren Augenmuskeln, zu denen der M. ciliaris und der M. sphinkter pupillae gehören, betroffen. Auf Grund der Parese der äußeren Augenmuskeln sind die Adduktion und die vertikalen Blickbewegungen unmöglich. Das Überwiegen der Zugkräfte des nicht gelähmten M. rectus lateralis und M. obliquus superior bewirkt eine Abweichung des Bulbus nach außen und etwas nach unten. Weiters besteht eine Ptosis infolge der Parese des M. levator palpebrae superior.(6) Zudem bestehen bei gleichzeitiger innerer N. III Parese durch den Ausfall der im N. oculomotorius verlaufenden parasympathischen Fasern eine Akkommodationslähmung(6), eine eingeschränkte bis aufgehobene Pupillenlichtreaktion(10) und eine Mydriasis(2).

Eine **äußere Oculomotoriusparese** beschreibt die isolierten Lähmung der vom N. III versorgten äußeren Augenmuskeln mit Schielstellung nach außen und leicht unten ohne Beeinträchtigung der Pupille oder der Akkommodation.(2,6) Diese Art von Parese wird häufig bei Durchblutungsstörungen beobachtet.(10) (Abbildung 24)

Bei der **innere Oculomotoriusparese (Ophthalmoplegia interna)** tritt ausschließlich eine isolierte Lähmung der vom N. oculomotorius versorgten inneren Augenmuskeln auf und führt dementsprechend zu einer Akkommodationslähmung mit Mydriasis.(2,6) Es bestehen weder ein Strabismus noch Doppelbilder.(2)

Das Syndrom der Orbitaspitze, das Syndrom der Fissura orbitalis superior und das Sinus-cavernosus-Syndrom bezeichnen verschiedene Erkrankungen durch arteriovenöse Fisteln, Sinusvenenthrombose, entzündliche Orbitaerkrankungen oder Tumore, deren Folge eine Lähmung aller äußeren und inneren Augenmuskeln ist.(6,10) Ursache der **Ophthalmoplegia totalis** ist eine Läsion der genannten Strukturen, mit enger Nachbarschaft zu dem N. oculomotorius, N. trochlearis und N. abducens.(6)

Im Falle der Kompression des N. oculomotorius durch ein Aneurysma der ipsilateralen A. communicans posterior oder ein Trauma tritt charakteristischerweise eine Pupillenbeteiligung auf, die auf dem Zusammendrücken der Piagefäße und der oberflächlich lokalisierten Pupillenfasern basiert.(3,10) An ein Aneurysma muss unbedingt im Falle einer Oculomotoriusparese mit kombinierten starken Kopfschmerzen gedacht werden.(7) Hingegen sparen Hypertonie und Diabetes mellitus die Pupille meistens aus, weil die assoziierte Mikroangiopathie und die damit einhergehende

Durchblutungsstörung die Vasa nervorum betreffen und zu einer Ischämie des Hauptstamms führen, wobei die oberflächlichen liegenden parasymphatischen Pupillenfasern ausgespart bleiben.(3)

Differenzialdiagnosen die im Hinblick auf eine Oculomotoriusparese ausgeschlossen werden sollten, sind die chronisch progressive externe Ophthalmoplegie⁵, die endokrine Orbitopathie und der Pseudotumor orbitae.(10) Eine intermittierende Oculomotoriuslähmung mit Pupillenausparung kann durch eine Myasthenie vorgetäuscht werden.(3)

1.3.2.2.1.4 Supranukleäre Augenbewegungsstörungen

Unter Blicklähmung wird die Störung konjugierter Bewegungen beider Augen verstanden.(6) Sie werden durch Läsionen der den Augenmuskelkernen vorgelagerten neuronalen Strukturen bzw. der Bahnen, die die Augenmuskelkerne miteinander verbinden und für den konjugierten Bewegungsablauf der Bahnen zuständig sind, bedingt. Zu den Ursachen zählen unter anderem Tumore, Enzephalitis, Insult oder Multiple Sklerose.(6,10) Auf Grund der Nähe dieser Strukturen zu den Hirnnervenkernen III, IV und VI können Blicklähmungen oft mit einem Lähmungsschielen kombiniert sein.(10)

Bei der **internukleäre Ophthalmoplegie (INO)** besteht eine pränukleäre Lähmung des M. rectus medialis, sodass das betroffene Auge bei Blickwendung nicht adduziert werden kann, wohl aber durch Naheinstellungskonvergenz. Ursächlich für die INO ist eine Schädigung der erregenden internukleären Neurone, die vom Abducenskern ausgehen, auf die andere Seite kreuzen, um im medialen longitudinalen Faszikulus den Subnucleus des M. rectus medialis zu erreichen. Daher auch die Kombination mit einer kontralateralen Abduktionseinschränkung sowie ein Nystagmus am abduzierenden Auge. Häufig ist die INO durch eine Multiple Sklerose ausgelöst und beidseitig. (10)

⁵ Die chronischen okularen Muskeldystrophie (Graefe-Krankheit) ist eine Erkrankung der Mitochondrien die zu einer unzureichenden Energiebereitstellung für die Augenmuskeln führt.(1) Diese Myopathie ist gekennzeichnet durch eine langsam über Jahre hinweg fortschreitende meist doppelseitige und häufig symmetrische Schwäche bis Lähmung einzelner oder aller äußeren Augenmuskeln, einschließlich der Lidheber mit Ptosis(6,7,10). Es kommt zu einer variabel ausgeprägten Bewegungseinschränkung in alle Richtungen mit entsprechenden Doppelbildern. (7)

1.3.2.2.2 Myogene Augenbewegungsstörungen

Diese sehr heterogene Gruppe von primär muskulären Veränderungen umfasst eine herabgesetzte Muskeldehnung bis hin zu Muskelstoffwechseleränderungen mit eingeschränkter Kontraktilität. Ihnen gemeinsam ist das nicht auf einer Reizverarbeitungs- oder Reizleitungsstörung der zerebralen oder peripher-neuronalen Ebene beruhende gestörte Zusammenspiel der Augenmuskelpaare.(7)

1.3.2.2.2.1 Endokrine Orbitopathie

Auf Grund einer autoimmunologischen Entzündung der Orbita zumeist im Rahmen der Hyperthyreose Morbus Basedow kommt es zu einer muskulären Schwellung durch Leukozyteninfiltration und Ödembildung.(1,7) Später geht diese in einer Fibrose und Kontraktur der äußeren Augenmuskeln über(1), die mit einem Elastizitätsverlust einhergeht(7). Sonographisch oder computertomographisch kann eine deutliche Verdickung der äußeren Augenmuskeln nachgewiesen werden.(6) Sie ist die häufigste Ursache myogen bedingter Augenbewegungsstörungen.(2) Der entstehende Exophthalmus und die Lidretraktion(1) werden von erheblichen Motilitätsstörungen durch Änderung der Kontraktions- und Dehnungsfähigkeit der Augenmuskeln begleitet(2). Je nachdem welcher der zwei am häufigsten betroffenen Muskeln in Mitleidenschaft gezogen ist, kommt es entweder zu einer Hebungseinschränkung durch den fibrosierten M. rectus inferior und/oder zu einer Innenschielstellung durch die Kontraktur des M. rectus medialis.(1)

1.3.2.2.2.2 Okulärer Myasthenie

Die okuläre Myasthenie ist eine autoimmun durch Antikörper gegen die Acetylcholin-Rezeptoren bedingte Störung der neuromuskulären Übertragung. Typisch für die okuläre Myasthenie sind wechselnde vielgestaltige Paresen, die nicht einem oder mehreren Hirnnerven zuordenbar sind.(1,2) In 50-70% der Fälle erfolgt die Erstmanifestation einer Myasthenie an den äußeren Augenmuskeln einschließlich dem M. levator palpebrae.(1) Bei den überwiegend älteren PatientInnen fallen eine Ptosis, wechselhafte Doppelbildwahrnehmung und rasche Ermüdbarkeit auf.(6,10) Charakteristisch ist eine tagsüber zunehmende Muskelschwäche und somit abends verstärkte Ptosis.(10)

1.3.2.2.2.3 Okuläre Myositis

Okuläre Myositis ist eine Entzündung ungeklärter Pathogenese eines oder mehrerer äußerer Augenmuskeln(1,2), die sowohl mit einem Verlust an Kontraktilität, als auch an

Elastizität einhergeht(7). Bewegungseinschränkung und massive Schmerzsymptomatik zeichnen das Bild dieser Erkrankung.(1) Meist ist die Beweglichkeit der Augen weniger in Zugrichtung des entzündeten Muskels als vielmehr in der Gegenrichtung eingeschränkt, da der entzündete Muskel zwar „paretisch“, vor allem aber nicht genügend dehnbar ist.(2) Orbitale Begleitsymptome wie Schmerzen bei Bewegung, Exophthalmus, Bindehautschwellung und Lidschwellung lassen eine Entzündung vermuten.(1,6)

1.3.2.2.3 Mechanische Augenbewegungsstörungen

1.3.2.2.3.1 Hohe Myopie

Die hohe Myopie ist in der Lage durch den Langbau des Bulbus eine mechanische Behinderung der Bulbusmotilität zu verursachen. In den meisten Fällen handelt es sich um eine Abduktions- und Hebungseinschränkung(6) mit konsekutivem Innenschielen und Tieferstand des betroffenen Auges – früher auch als „heavy eye“ bezeichnet. Inzwischen konnte gezeigt werden, dass der vergrößerte Bulbus bei Myopie, sowie eine veränderte Verlaufsrichtung durch eine Verlagerung des M. rectus superior nach nasal und eine Dislozierung des M. rectus lateralis nach unten bei abgeschwächtem intermuskulärem Halteapparat die ursächlichen Kräfte sind.(7)

Bei Jugendlichen und Erwachsenen mit mittelgradiger Myopie und zu schwacher Brillenkorrektur kann auch durch eine Divergenzschwäche bei zu großer Annäherung von Lesetexten ein akuter Strabismus convergens auftreten. Nur der Blick in die Ferne geht dabei nicht mit Innenschielen und Doppelbildern einher.(6)

1.3.2.2.3.2 Sehensyndrom des M. obliquus superior nach Brown

Eine angeborene Veränderung der Sehne des M. obliquus superior oder der Trochlea in Form einer Verkürzung oder Verdickung behindert bei diesem auch als Jaensch Brown bezeichneten Syndrom das problemlose Gleiten der Sehne über die Trochlea.(6,10) Veränderungen die auch erworben nach Trauma, Operationen oder rheumatischen Entzündungen zu beobachten sind.(10) Die gestörte Funktion des M. obliquus inferior ab einer bestimmten Blickexkursion ergibt sich durch das Festsitzen der M. obliquus superior Sehne in der Trochlea.(10) Ein klinisches Bild, das wie eine Parese des M. obliquus inferior imponiert, indem das betroffene Auge in Adduktion nicht über die Horizontale gehoben werden kann.(6)

1.3.2.2.3.3 Verletzungen

Traumata im Bereich des Gesichtsschädels oder der Orbita können Augenmotilitätsstörungen mit Diplopie hervorrufen.(6) Selten handelt es sich dabei aber um wirkliche Paresen, denn meist stören nur passagere Hämatome, Schwellungen oder die Einklemmung von Strukturen der Augenhöhle im Frakturspalt, die zu einer mechanischen Bewegungsstörung des Augapfels führen.(6,10)

Orbitawandfrakturen sind entweder die Folge einer unmittelbaren Krafteinwirkung auf die Orbitakante (Einknickmechanismus) oder einer Krafteinwirkung auf den Bulbus, die zur Druckerhöhung in der Orbita und dadurch bedingten Aussprengung einer Orbitawand (Druckerhöhungsmechanismus) führt.(7)

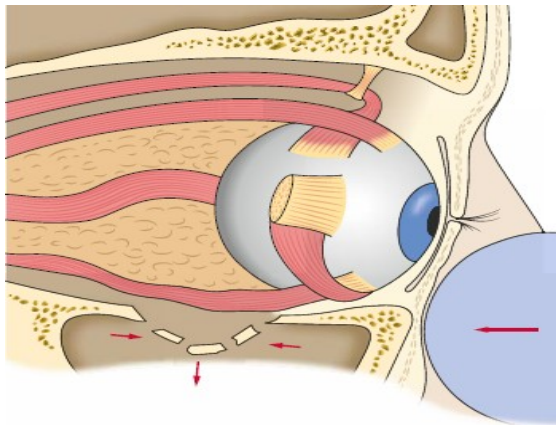


Abbildung 26. Einknickmechanismus bei Orbitatrauma(7)

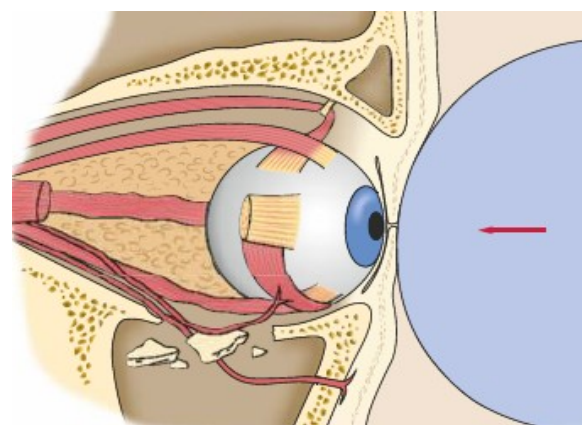


Abbildung 25. Druckerhöhungsmechanismus bei Orbitatrauma(7)

Am häufigsten findet sich eine durch ein stumpfes Trauma verursachte Orbitabodenfraktur.(10) Bei dieser sogenannten Blow-out-Fraktur kommt es zur Kompression des Orbitainhalts, der auch zum Teil durch die Fraktur in die Kieferhöhle gedrückt wird.(6) Es resultieren eine Einschränkung der Hebung und Senkung.(1,10) Wegen der Inkarceration des M. rectus inferior, mitunter auch des M. obliquus inferior, stellt sich die Bewegungsbegrenzung als Heberparese dar, obwohl die Heber des Auges unbeteiligt sind.(6) Zudem besteht des Öfteren eine Läsion des N. infraorbitalis, die sich durch eine Hypästhesie im Bereich der Wange und der Oberlippe äußert.(6,10) Häufig wird Enophthalmus beobachtet. Ein Lidemphysem ist meist die Folge einer Fraktur der Lamina papyracea.(6)

1.3.2.2.3.4 Drehmomentänderung und Vernarbung

Augenmotilitätsstörungen mit einer mechanischen Komponente können auch Ergebnis vorangegangener Augenoperationen, insbesondere nach Netzhautoperationen wie Plombe, Cerclage, temporärer Applikatoraufnähhung oder nach orbitalen Verletzungen sein.(7)

Der zugrundeliegende Pathomechanismus ist einerseits eine Drehmomentänderung, die ein Muskelungleichgewicht mit resultierender Schielstellung nach sich zieht. Vor allem nicht sehr stark skleraeindellenden Plomben oder Cerclagen, die unter den Augenmuskeln zu liegen kommen, gehen mit einer Erhöhung des Drehmoments einher. Dagegen führt andererseits eine Verwachsung von Augenmuskeln und Sklera, wie sie nach temporärer Applikatoraufnähhung der Fall sein kann, eher zum Effekt einer Verminderung des Drehmoments.(7) Indessen finden sich auch narbige Konstrikturen mit Einschränkung der passiven Drehung in Gegenrichtung. Diese sind meist Folge eines entzündungsbedingten fibrotischen Muskelumbaus.

1.3.2.3 Sekundärer Strabismus

Sekundäres Schielen ist die Folge einer Erkrankung, die zu einer Verschlechterung des von einem Auge wahrgenommenen Bildes führt. Dies führt dazu, dass verbunden mit dem Fusionsverlust die Achse dieses Auges von der normalen Richtung abweicht. Somit können Netzhauterkrankungen eines Auges, wie Retinoblastome, Hornhautveränderungen bei kongenitalem Glaukom, Morbus Coats, Frühgeborenenretinopathie, Netzhautablösung oder zentrale Netzhautnarben bei konataler Toxoplasmose, Trübungen der brechenden Medien, wie Hornhauttrübungen, kongenitaler Katarakt, persistierender hyperplastischer primärer Glaskörper und Erkrankungen der Lider durch eine kongenitale Ptosis oder ein großes Lidhämangiom einen sekundären Strabismus mit Deprivationsamblyopie auslösen.(1)

Grundsätzlich kann manifestes Schielen auf vielfältigste Weise entstehen. So ist eine Hirnnervenläsion, eine Störung der neuromuskulären Übertragung oder aber auch entzündliche oder degenerative Veränderungen an den Augenmuskeln selbst in der Lage eine pathologischen Stellung der Augen hervorzurufen. Zudem veranlassen Veränderungen am intraorbitalen Bindegewebe, die eine Änderung der Verlaufsrichtung der Augenmuskeln bewirken, angeborene oder erworbene Fehlinnervationen und Ansatzanomalien der Muskeln eine Schielstellung. Weiterhin kommt eine Unterbrechung

des Binokularsehens mit oder ohne Visusreduktion, zu denen eine Reihe ophthalmologischer Erkrankungen (s.o.) gezählt werden können, als Ursache eines Schielens in Frage. Ebenfalls ursächlich für einen Strabismus können zahlreiche neurologische Erkrankungen wie ein erhöhter Hirndruck oder eine Kleinhirnerkrankung sein. Ferner ist es möglich auf Grund eines erworbenen Fusionsverlustes, entweder spontan oder durch ein Schädel-Hirn-Traumata, ein manifestes Schielen zu beobachten.(7)

Auf Grund der Vielzahl an angeführten Ursachen, die eine Augenfehlstellung hervorrufen können, muss bei jeder Strabismus Erstdiagnose eine organische Ursache an Lidern und Netzhaut ausgeschlossen werden.(1)

1.3.3 Reoperationen

Schielopoperationen in der Kindheit können über lange Zeit eine zufriedenstellende Ausrichtung der Sehachsen beibehalten. Das Ergebnis der operativen Schielkorrektion ist umso stabiler, umso höher das Level der erlangten Fusionsfähigkeit.(54) Eine Reihe von Faktoren können im Laufe des Lebens ein erneutes Ungleichgewicht der Augen auslösen und wiederholt eine therapiebedürftige Fehlstellung der Augen zur Folge haben. Dazu zählen Änderungen der Refraktion, operative Eingriffe wie Kataraktoperation oder refraktive Chirurgie, systemische Krankheit oder sie sind Folge eines Traumas.(63)

Über 80% der StrabismuspatientInnen erreichen eine zufriedenstellende Anpassung der Sehachsen mit der ersten Operation.(54) Die restlichen 20% benötigen weitere chirurgische Eingriffe.(59,60) Case Reports mit einem Kontingent von 1515 StrabismuspatientInnen gesammelt von *Mills et al*(60) gaben eine 6 bis 21 prozentige Wahrscheinlichkeit von Reoperationen in einem postoperativen Zeitraum von 6 Wochen bis zu 10 Jahren an.(56,64)

Im Allgemeinen sind aber Reoperationen nach Operationen weniger wahrscheinlich, als nach Strabismus-Behandlung mit Botox.(60)

Zur Vermeidung weiterer Operationen sollten Über- und Unterkorrektur vermieden werden und eine gewissenhafte Nachkontrolle erfolgen, um Faktoren, die eine Dekompensation nach sich ziehen können, zu vermeiden oder früh genug zu erkennen.

1.4 Strabismus bei Erwachsenen

Augenfehlstellungen im Erwachsenenalter können einerseits auf einem schon in der Kindheit entwickelten Strabismus beruhen oder andererseits erst im Alter erworben werden. Dem Großteil der erwachsenen Schielenden liegt eine angeborene oder frühkindlich erworbene Schielform zugrunde, die sich im Laufe des Lebens verschlechtern und persistieren kann. So kann sich beispielsweise eine zuvor durch übermäßige kindliche Konvergenz problemlos kompensierte intermittierende Exotropie oder auch eine Exophorie auf Grund der im Alter abnehmenden Kompensationsmöglichkeiten verschlechtern und zu einem manifesten Problem werden.(12)

Prä-existenter kindlicher Strabismus kann zum einen auf einer nicht ausreichend oder gar nicht erfolgten Korrektur in der Kindheit beruhen, zum anderen kann es zu einem Wiederauftreten des Schielens im Alter kommen.(57) Häufig ändert sich im Zuge des Wiederauftretens die Richtung des ursprünglichen Strabismus. Trotz richtiger Therapie in der Kindheit, inklusive Operation, driften 20% der achsengerecht korrigierten Augen langsam über die Zeit aus der Normalstellung und entwickeln sich zu einem adulten Strabismus.(65) Rund 88% der erwachsenen StrabismuspatientInnen leiden an einem in der Kindheit begonnenen Schielen.(13) Ein Grund für die erstmalige Präsentation kindlicher SchielpatientInnen als Erwachsene kann beispielsweise der limitierte Zugang zu medizinischer Versorgung in Ländern mit niedrigem sozioökonomischen Status sein.(63) Auf Wege der in der Kindheit erlernten Suppression, die bis zum 7. Lebensjahr möglich ist, fehlen störende Symptome wie Diplopie, jedoch besteht häufig eine Amblyopie.(62) Die meist auffallende wenn auch zunächst asymptomatische Fehlstellung der Augen(57), geht mit dem Alter aber durch Änderung oder Vergrößerung des Schielwinkels auch mit Doppelbildern und Kopfwangshaltung einher.(66,67) Die erfolgreiche Korrektur der Augenfehlstellung und eine damit einhergehende signifikante Verbesserung der Beschwerden zeigt sich nachweislich auch noch bei älteren Kindern und Erwachsenen. Selbst Amblyopie ist möglicherweise im Erwachsenenalter noch beeinflussbar. *PEDIG-Studien*(68,69) unterstützen die Annahme, dass das adulte Sehsystem bis zur 3. bis 4. Dekade über eine gewisse Neuroplastizität verfügt. Es kann zwar nicht vorhergesagt werden welche PatientInnen profitieren, dennoch wäre die Verweigerung einer Amblyopietherapie in jedem Alter inakzeptabel.(68,69)

Im Erwachsenenalter erworbener Strabismus macht sich vor allem durch Diplopie, visuelle Konfusion, Asthenopie und Kopfwangshaltung bemerkbar. Die Ursachen sind vielfältig. Das Schielen kann, um nur einige Beispiele anzuführen, infolge mikrovaskulärer kranialer Neuropathie, Diabetes, Hypertension, Schädel-Hirn-Traumata, Tumoren, Multiple Sklerose oder Myasthenie auftreten, aber auch nach direkter Schädigung der Augenmuskeln, wie im Zuge von Orbitafrakturen, Orbitatumoren oder lokalen Entzündungsprozessen.(57)

Die Annahme, dass eine operative Korrektur des Strabismus nur bei Kindern Erfolg zeige, ist falsch, denn auch im Erwachsenenalter stehen effektive Therapiemöglichkeiten zur Verfügung.(13,57) Die operativen Erfolgsraten bei Kinder mit 75-85%(70) und bei Erwachsenen 70-92% sind vergleichbar(56,59,60,63,71,72). Auf Grund der mangelnden Kenntnis über die vielen funktionellen und psychosozialen Verbesserungen postoperativ, sowie Behauptungen: ‚Nichts kann für Erwachsene mit Strabismus getan werden‘, ‚Operation bei erwachsenen SchielpatientInnen sind nicht effektiv‘, ‚Schielopoperationen bei Erwachsenen sind ein rein kosmetisches Verfahren‘, ‚Schielopoperationen sind mit einem hohen Operationsrisiko behaftet‘, kommt es häufig zu einem Verzögern der Therapie im Falle erwachsener SchielerInnen.(16,54) Diese Begründungen sind verantwortlich für die Therapieverzögerung über Jahre. Im Mittel verging bei PatientInnen der Altersklasse von 18 bis 86 Jahren eine Zeit von 19,9 Jahren (1 bis 72 Jahren) zwischen Beginn des Strabismus und dessen operativer Behandlung, obwohl die PatientInnen enorm profitieren würden.(13) Die erfolgreiche Wiederherstellung der korrekten anatomischen Augenstellung ist sowohl mit Funktionsverbesserungen, als auch psychosozialen Vorteilen und einer Steigerung der Lebensqualität verbunden.(57) Eine frühe chirurgische Korrektur minimiert die Dauer der Beeinträchtigung und den schädlichen psychosozialen Druck.(42)

Indikationen die eine Operation rechtfertigen sind die Wahrnehmung von Doppelbildern, visuelle Konfusion, die Intoleranz von Prismen oder Okklusion, eine anormale kompensatorische Kopfhaltung, das Ziel der Wiederherstellung von Binokularsehen und die Wiedererlangung eines normalen binokularen Gebrauchs-Gesichtsfeldes, sowie die Beseitigung psychosozialer belastender Faktoren.(66)

In den letzten Jahren konnte eine Steigerung der Anzahl erwachsener StrabismuspatientInnen und der an ihnen vorgenommenen Operationen verzeichnet werden. Um diese Entwicklung zu verdeutlichen, wurde die Studie, der diese Diplomarbeit zugrunde liegt, durchgeführt. Nicht nur Zahlen sollen die Bedeutung einer adäquaten Strabismustherapie unabhängig vom Alter darlegen, sondern es soll auch darauf hingewiesen werden, dass Strabismusoperationen vor allem funktionelle Verbesserungen erzielen und der kosmetische Aspekt, wenn auch psychosozial stark belastend, nachrangig sein mag.(73) Strabismus ist ein anormaler, anatomischer und physiologischer Zustand, dessen Korrektur nicht kosmetisch ist, sondern die normale binokulare Situation so gut als möglich wiederherstellen soll.(67,73-75) Um vor allem den rekonstruktiven Aspekt dieser Operation zu veranschaulichen, sollen die Ergebnisse einiger Studien besprochen werden.

Zu den Operationszielen gehören neben der zufriedenstellenden Ausrichtung der Sehachsen(18) auch die Behebung einer Diplopie (55-94%)(60), sowie die Verbesserung eines Torticollis und einer Asthenopie (76%)(77) sowie Erleichterungen beim Lesen- und Autofahren(70) durch verbesserte Binokularfunktionen (42%-86%) unabhängig von Dauer und Typ der Abweichung(71,79). Je besser die postoperative Fusion, umso stabiler bleibt der postoperativ erreichte Schielwinkel.(56) In einer anderen Studie konnte bei StrabismuspatientInnen nach der visuellen Reife eine Erfolgsrate von 67% in Bezug auf das Binokularsehen verzeichnet werden.(60)

Prädiktive Faktoren für die Erlangung der Binokularität sind das Fehlen voriger Strabismusoperationen, ein Visus von über 0,5 am schlechteren schielenden Auge, NRK, eine präoperative Fusion während der Prismen Adaptation, das Fehlen infantiler Esotropie(80) sowie zusätzlich das Alter bei Schielbeginn, die Dauer und die Form des Strabismus(81). Voraussetzung für ein optimales Ergebnis im Hinblick auf Binokular- und Stereosehen ist eine maximale postoperative Restabweichung von 5 Grad.(54) So konnte auch bei 67% der Erwachsenen mit chronischem, langbestehenden erworbenen Strabismus und fehlender präoperativen Fusionsfähigkeit noch nach mehrmonatiger Schieldauer eine postoperativ messbare Stereopsis erzielt werden.(82)

90% der PatientInnen mit Esotropie profitierten zusätzlich von der Vergrößerung ihres Binokularfeldes nach der Operation, unabhängig von Strabismusbauer, Ausmaß der Abweichung und bestehender Amblyopie.(84,85)

Die Korrektur der Augenfehlstellung bringt aber auch oft unterschätzte Verbesserungen im psychosozialen Bereich mit sich(19,25-27,86,87) und verbessert so die generelle Gesundheit(88). So steigen nicht nur Selbstvertrauen, Akzeptanz in der Gruppe und die Chancen auf eine sichere Anstellung postoperativ(89,90), auch zwischenmenschliche Beziehungen werden einfacher und Vermeidungsverhalten wird abgebaut(45), was eine Steigerung der allgemeinen Lebensqualität bewirkt(91). *Lieberman et al(78)* befasste sich mit der Auswertung des AS-20 Fragebogens⁶, um spezifisch auf die Verbesserungen der funktionsbezogenen Lebensqualität einzugehen. Dabei ergab sich eine Zunahme in den Bereichen Konzentration, Tiefenwahrnehmung, Hobbys, Belastung, Lesen und eine Abnahme von Stress und Sorgen. Unterschiede konnten zwischen den Sorgen der PatientInnen, die unter Doppelbildern leiden und jenen ohne Diplopie, festgestellt werden. So fanden sich bei Diplopie PatientInnen vor allem Schwierigkeiten die Alltagsbewältigung betreffend und bei jenen ohne Doppelbilder vor allem Probleme im zwischenmenschlichen Bereich und der nonverbalen Kommunikation.(40)

Mit Hilfe therapiebegleitender, psychosozialer Intervention lässt sich die Lebensqualität gegenüber PatientInnen, die nur eine Operation erhielten signifikant verbessern.(62) Behandelnde Ärzte und Ärztinnen sollten sich bewusst sein, dass PatientInnen über die Operation hinaus noch soziale Rehabilitation, Berufsberatung und Psychotherapie benötigen.(42)

Die Kosten Nutzenrelation, die jene der Kataraktoperation übersteigt, und die geringe Komplikationsrate sind weitere Faktoren, die für die Schieloperation im Erwachsenenalter sprechen.(18,19,74,76)

⁶ Von Patienten abgeleiteter, Strabismus spezifischer, gesundheitsbezogener Fragebogen zur Lebensqualität. Er beinhaltet 10 psychosoziale und 10 funktionsbezogene Fragen.(81)

1.5 Ziel der Diplomarbeit

In den letzten Jahren veränderte sich das Altersspektrum der zur Schieloperation geplanten PatientInnen auffallend. Waren es ehemals vorwiegend PatientInnen mit kindlichen Schielformen, die zur Operation in der Schielabteilung vorstellig wurden so wird heute ein immer höherer Anteil an Erwachsenen festgestellt.

Anhand der Literatur ist zu erwarten, dass sich der Operationszeitpunkt auch pro futuro in eine höhere Altersklasse verlagern und quantitativ zunehmen wird. Eine Steigerung der erwachsenen SchielpatientInnen wird nicht nur Folge der erhöhten Lebenserwartung sein, sondern auch infolge zunehmender Mannigfaltigkeit neuroophthalmologischer Schielprobleme und der Rezidivhäufung nach Schieloperation im Kindesalter bei Erwachsenen auftreten. Damit verbundene psychosoziale Schwierigkeiten und eine höhere Erwartung an die Lebensqualität ziehen eine Zunahme erwachsener SchielpatientInnen nach sich.

Die von *Stanger(92)* beschriebene Steigerung erwachsener StrabismuspatientInnen in den letzten Jahren gab den Anstoß, die Übertragbarkeit seiner Feststellung auch für den eigenen Einzugsbereich zu prüfen. Im Rahmen der durchgeführten Diplomarbeit soll dieser Aufwärtstrend exemplarisch anhand der Daten der Strabismusabteilung der Grazer Universitätsklinik für Augenheilkunde erarbeitet werden.

Ziel der Studie ist die steigende Zahl Erwachsener mit Augenfehlstellungen aufzuzeigen und das häufig immer noch falsche Bild an Therapiemöglichkeiten zu erläutern. Dadurch soll eine gesteigerte Sensibilität hinsichtlich des Strabismus bei Erwachsenen geschaffen werden. Mittels Literaturrecherche und retrospektiver Datenerhebung über den Zeitraum der letzten 10 Jahre erfolgte eine genaue Fallzahlerhebung und eine Differenzierung der durchgeführten Schieloperationen an Erwachsenen.

2 Material und Methoden

Die vorliegende Arbeit setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Mit dem theoretischen Teil soll ein erweitertes Verständnis für Strabismus vor allem für Schielen im Erwachsenenalter generiert werden. Zum anderen beinhaltet die wissenschaftliche Ausarbeitung eine statistische Auswertung der Operationszahlen von StrabismuspatientInnen der Grazer Universitätsklinik für Augenheilkunde.

2.1 Literaturrecherche

Für die Bearbeitung des theoretischen Abschnittes wurde Wissen aus Fachbüchern der Ophthalmologie und aus zahlreichen Studien verwendet, um das Verständnis für die steigende Relevanz des Strabismus im Erwachsenenalter zu verbessern und um auf dessen diagnostische Möglichkeiten und Behandlungserfolge hinzuweisen. Die elektronische Recherche der Studien via Pubmed, Ovid und Google Scholar stütze sich auf den Artikel von *Stager 'Adult Strabismus: it's never too late'(92)*. Durch die angegeben Folgestudien sowie angeführten Referenzverweise wurde die Analyse ergänzt. Weitere Studien, die sich mit dem Thema Strabismus im Alter auseinandersetzten wurden durch eine Schlagwortsuche '*Adult Strabismus*', '*Late onest Strabismus*', '*Squint/Strabismus in Adulthood*', '*Squintoperations on adults*' usw. akquiriert.

Insgesamt kamen 144 Studien und Artikel in die engere Auswahl. Endgültig wurden jene Studien berücksichtigt, die das Thema Strabismus bei Erwachsenen, dessen Therapiemöglichkeiten, die funktionellen sowie psychosozialen Einflüsse und Verbesserungen behandelten. Case Reports mit zu geringer Fallzahl wurden ausgeschlossen und somit die Literaturanzahl auf 121 reduziert.

2.2 Studiendesign

Der statistische Teil dieser Studie widmete sich der Auswertung der Strabismusoperationen bei Erwachsenen innerhalb der letzten Jahre an der Grazer Universitätsklinik für Augenheilkunde. Zu diesem Zwecke wurden, nach Freigabe durch die Ethikkommission, die Daten sämtlicher StrabismuspatientInnen, die an der Universitätsklinik im Zeitraum von Jänner 2004 bis Dezember 2014 operiert wurden, evaluiert. Die retrospektiv erhobenen Daten wurden auf ihre Relevanz im Hinblick auf

diese Studie gefiltert und geordnet. Anschließend erfolgte die Datenanalyse im Sinne einer deskriptiven Statistik.

Aus den gesammelten Daten wurden als Hauptzielgrößen die über die Jahre hinweg steigende Anzahl und die Differenzierung durchgeführter Schieloperationen bei Erwachsenen ermittelt. Nebenzielgrößen sind dabei die Art und Häufigkeit der unterschiedlichen Operationsarten, die Häufigkeit einzelner Strabismusdiagnosen sowie Genderaspekte. Da Schieloperationen nicht nur funktionell notwendige Eingriffe sind, sondern auch psychosoziale Gründe eine Operation notwendig machen, wurden mögliche Genderaspekte thematisiert.

Es wurde keine Fallzahlberechnung durchgeführt, da alle die Einschlusskriterien erfüllenden PatientInnen der letzten 10 Jahre in die Auswertung mit einbezogen wurden.

Um Doppelzählungen zu vermeiden, wurden zweifach codierte Operationen am rechten und linken Auge als beidäugige Operation zusammengefasst sofern diese am gleichen Tag erfolgten.

2.3 Einschlusskriterien

Das zu untersuchende Patientenkollektiv umfasste alle PatientInnen der Schielambulanz der Grazer Universitätsklinik für Augenheilkunde, die sich innerhalb des Zeitraumes von Jänner 2004 bis Dezember 2014 einer Strabismusoperation unterzogen hatten. Die Operationsmethode bzw. an wie vielen Muskeln operiert wurde, entschieden die OperateurInnen in Abhängigkeit von der Diagnose, dem PatientInnen-Alter und eventuell vorangegangener Operationen. Vor jedem Eingriff wurden den PatientInnen das Procedere und mögliche intra- sowie postoperativ auftretende Komplikationen erklärt und deren Einverständniserklärung eingeholt.

Die Voraussetzungen für den Einschluss in die Studie waren die Diagnose Strabismus, sowie die operative Behandlung im definierten Zeitraum an der Universitäts-Augenklinik Graz. Der Studieneinschluss fand unabhängig von Geschlecht, Alter, vorangegangener Strabismusoperation, Anzahl und Art der operierten Muskeln und Seite des operierten Auges statt. Unberücksichtigt blieben ebenso der Visus, eine eventuell bestehende Amblyopie, anormale Netzhautkorrespondenz, Doppelbilder und/oder Nystagmus.

2.4 Ausschlusskriterien

Nicht mit in die Studie aufgenommen wurden PatientInnen, deren Daten unvollständig waren oder deren Operation außerhalb des vorgegebenen Behandlungszeitraumes stattfand. Ebenfalls Ausschlusskriterien waren Augenmuskeloperationen bei Applikatorlegung und zur Nystagmusberuhigung.

Keinen Ausschlussgrund bildeten Reoperationen oder vorangegangene Strabismusoperationen, die in anderen Zentren durchgeführt worden waren.

2.5 Ethische Überlegungen

Die retrospektiv erarbeiteten Ergebnisse dienen der Nachfolgeplanung im Bereich der Strabologie und der Optimierung der chirurgischen Ausbildung.

Das retrospektive Design der Studie ohne direkten Patientenkontakt erlaubt einen sicheren Wissenszuwachs ohne Patientengefährdung. Es wurden lediglich Daten der Schielambulanz verwendet, die vertraulich und daher aus Datenschutzgründen pseudoanonymisiert mit fortlaufender Nummerierung ausgewertet wurden.

Ein entsprechender Antrag wurde gemäß der Deklaration von Helsinki an der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz gestellt und von dieser freigegeben.

2.6 Datenerhebung

Die Patientendaten wurden aus der elektronischen Datenbank der Grazer Universitäts-Augenklinik entnommen. Insgesamt konnten 2328 Datensätze extrahiert werden. Diese umfassten Informationen über die in den Jahren 2004 bis 2014 durchgeführten Schieloperationen und deren Indikationsstellung. Die Anzahl wurde durch Zusammenfassen von Daten und unter Berücksichtigung der Ein- und Ausschlusskriterien auf 1968 reduziert.

Operationen, die am gleichen Tag, an derselben Person, aber an unterschiedlichen Augen durchgeführt wurden, wurden als eine Operation an beiden Augen zusammengefasst. Operationen an derselben Person, die aber an aufeinanderfolgenden Tagen oder zu einem späteren Zeitpunkt vorgenommen wurden, wurden als Reoperation geführt.

Nach Pseudoanonymisierung erfolgte die Ordnung der Daten anhand der Einschlusskriterien.

PatientInnen, die nicht den Auswahlkriterien entsprachen, wurden von der Auswahl ausgeschlossen. Fehlten einzelne Werte, so wurden diese in der Datenliste als fehlend vermerkt und in der Auswertung nicht weiter berücksichtigt.

Die Aufschlüsselung und retrospektive Auswertung der Daten erfolgte anhand folgender Parameter:

- Operationsdatum
- PatientInnen-Alter zum Zeitpunkt der Operation
- Geschlecht
- Seite des operierten Auges
- Methode der durchgeführten Schieloperation in Form von Anzahl und Art der operierten Muskeln
- Reoperationen
- Anzahl der Reoperationen
- Methode der durchgeführten Reoperation in Form von Anzahl und Art der operierten Muskeln
- Diagnose
- Reoperationsdiagnose

Das Alter der StudienteilnehmerInnen wurde auf den Tag der Operation berechnet.

Es wurden verschiedene Altersgruppen erstellt. Die PatientInnen wurden nach den Altersgruppen 0 bis 2 Jahre, 3 bis 10 Jahre, 11 bis 20 Jahre, 21 bis 40 Jahre und über 40 Jahre aufgeschlüsselt. Hierbei wurden auch die kindlichen SchielpatientInnen in die Auswertung einbezogen. Dies ermöglichte gegebenenfalls auch Abnahmen oder Häufungen kindlicher Strabismusoperationen nachzuvollziehen und diese mit den Ergebnissen der Strabismusoperationen bei Erwachsenen in Bezug zu setzen.

Zusätzlich wurde eine zweite Klassifizierung des PatientInnen-Alters in unter und über 18 Jahre vorgenommen. Durch den Zusammenschluss der kleinen Gruppen konnte eine Signifikanzprüfung mit erhöhter Aussagekraft erzielt werden.

Die Schieloperationen wurden nach der Anzahl der operierten Muskeln gegliedert. Zudem erfolgte die Unterteilung, ob der Eingriff an einem geraden, einem schrägen oder beiden Muskeln erfolgte.

Wiedervorstellungen aufgrund von Restabweichungen oder erneut aufgetretenem Schielen, das einen weiteren chirurgischen Eingriff erforderte, wurden unter Reoperationen erfasst.

Die Diagnosen wurden in neun Hauptdiagnosegruppen mit zusätzlichen Untergruppen zusammengefasst. Die Gliederung ist dem Kapitel 3.3.2 Diagnosen zu entnehmen.

2.7 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung der gewonnenen Daten erfolgte deskriptiv einerseits mit Microsoft Office Excel 2007 und andererseits mit IBM SPSS Statistics 22.

Für die deskriptive Auszählung der Daten wurde das Programm Excel verwendet, mit Tabellen und Diagrammen zur Veranschaulichung der Ergebnisse.

Die Funktionen der IBM SPSS Statistics 22-Software dienten der explorativen Datenanalyse und Prüfung der statistischen Signifikanz der Resultate.

Zur Signifikanzprüfung der Verteilung der Altersgruppen in Bezug auf die durchgeführten Operationen über die Jahre hinweg wurde der Chi-Quadrat-Test verwendet.

Das statistische Signifikanzniveau wurde auf einen p-Wert <0.05 festgelegt.

Zudem wurden die Daten mit dem Verlauf der Bevölkerungszahlen der Steiermark abgeglichen. Veränderungen in den Altersgruppen der Schieloperationen erfolgten unter Berücksichtigung der Entwicklung der Gesamtbevölkerung. Zur Auswertung wurde die Poisson Regression angewendet.

3 Ergebnisse – Resultate

3.1 Baseline Charakteristika aller eingeschlossenen PatientInnen

Die Daten von 2000 StrabismuspatientInnen, die im Zeitraum von 2004 bis Ende 2014 eine operative Korrektur ihrer Augenfehlstellung an der Grazer Universitäts-Augenklinik hatten, wurden nach Zusammenschluss infolge oben genannter Kriterien für die statistische Analyse herangezogen.

Folgende Fallnummern mussten aufgrund unvollständiger Datensätze von der Auswertung ausgeschlossen werden.

- Fallnummer: 165, 390, 595, 757, 1746

Bei unten angeführten Fallnummern wurden Operationen an Augenmuskeln durchgeführt, die per se keine Schieloperationen waren. Hierbei handelte es sich um Umlagerungsoperationen zur Anbringung und Entfernung von Ruthenium 106 Applikatoren zur Behandlung von malignen Melanomen verschiedener pigmentierter Augenstrukturen.

- Fallnummern: 81, 279, 747, 772, 904, 921, 929, 948, 1072, 1147, 1187, 1427, 1685, 1761, 1813, 1819, 1827, 1831, 1857, 1944, 1951, 1961, 1964

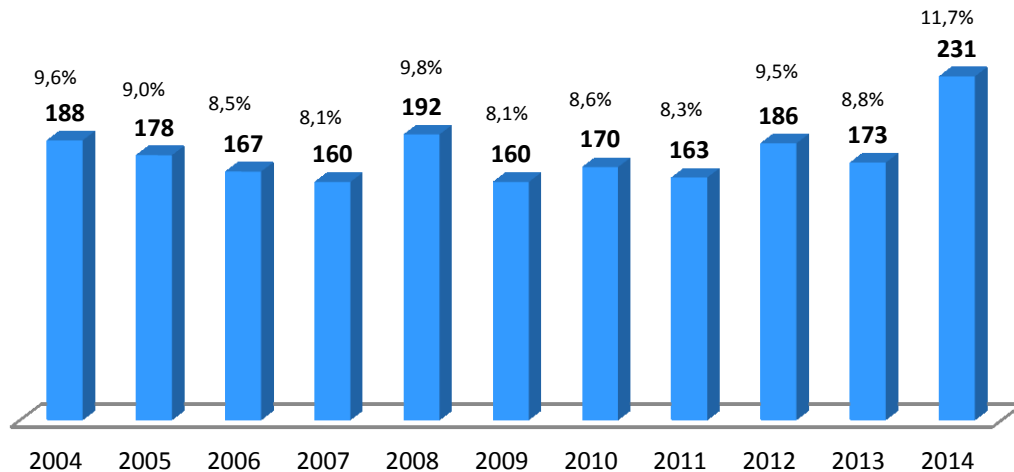
Ebenfalls von der statistischen Auswertung ausgeschlossen wurden Fälle, in denen eine Augenmuskelumlagerungsoperation zur Beseitigung der Kopfzwangshaltung bei Nystagmus ausgeführt worden war.

- Fallnummern: 738, 1358, 1482, 1525

Somit erfolgte nach Ausschluss der oben beschriebenen Fälle eine deskriptive Auswertung mit 1968 Datensätzen.

Über die letzten 10 Jahre hinweg betrachtet war die Anzahl an Schieloperationen konstant verteilt. (Diagramm 1) 2014 zeigte sich ein deutlicher Anstieg des Mittelwerts von durchschnittlich 179 Schieloperationen pro Jahr auf 231. Ein Minimum wurde 2009 mit nur 160 Operationen erreicht.

Diagramm 1. Jahresverteilung der Schieloperationen

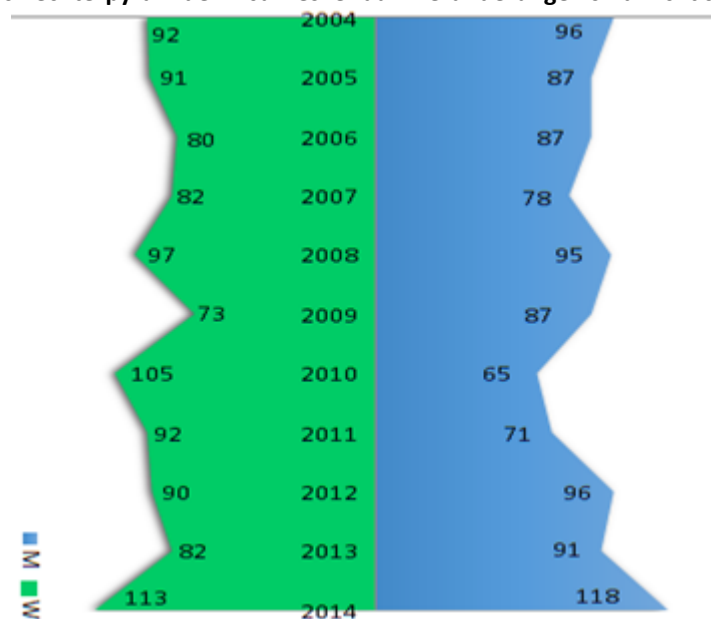


3.2 Geschlecht und Alter

Das analysierte Patientenkollektiv umfasste 971 (49,3%) männliche und 997 (50,7%) weibliche Patienten. Im Chi-Quadrat Test konnte keine statistische Signifikanz ($p=0,558$) dieser Geschlechtsverteilung nachgewiesen werden.

Wie im Gesamtkollektiv wurden auch in den einzelnen 10 Jahren keine relevanten Unterschiede bezogen auf das Geschlecht ermittelt. Einzig 2009 wurde eine vorübergehende, aber nicht signifikante, Abnahme der Frauen vom durchschnittlichen Mittelwert von 50,7% um 5% (45,6%) beobachtet. 2010 sowie 2011 war eine Reduktion der männlichen Patienten von durchschnittlich 49,3% um 10% (38,2%) und 5% (43,6%) ersichtlich. (Diagramm 2) Im Übrigen lässt sich ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen den Geschlechtern über den Beobachtungszeitraum feststellen.

Diagramm 2. Geschlechterpyramide im Jahresverlauf. Veränderungen sind nicht signifikant ($p=0,157$)



Die Berechnung des PatientInnen-Alters ergab sich aus dem Geburtsdatum, das auf das Operationsdatum bezogen wurde. Bei einem mittleren Alter von $27,9 \pm 21,5$ Jahren reichte die Altersspanne von <1 bis 85 Jahre. Das durchschnittliche Alter der Frauen betrug $27,8 \pm 21,2$ Jahre, das der Männer $28,0 \pm 21,8$ Jahre.

Die ungefilterten Daten der StrabismuspatientInnen wurden zuerst grob in kindliche PatientInnen unter 18 Jahren und erwachsene SchielerInnen über 18 Jahre eingeteilt. In den letzten 10 Jahren erfolgte bei 847 (43%) Kindern und 1121 (57%) Erwachsenen eine operative Korrektur. Das mittlere Alter der Kinder von unter einem Jahr bis 18 Jahre wurde mit $7,8 \pm 4,6$ Jahren berechnet, jenes der Erwachsenen mit $43,1 \pm 16,0$ Jahren innerhalb der Altersspanne von 19 bis 85 Jahren.

Die Aufschlüsselung der PatientInnen bezogen auf ihr Alter erfolgte zusätzlich anhand von kleineren Altersgruppen. Die kleinste bildete die Patientengruppe von 0 bis 2 Jahren (63 (3,2%)). Die zweitgrößere Gruppe bestand aus 267 SchielpatientInnen (13,6%) in einem Alter von 11 bis 20 Jahren. Das Patientenkollektiv zwischen 21 und 40 Jahren umfasste 485 Schieloperierte (24,6%). Der Häufigkeitsgipfel an Operationen fand sich einerseits in der Altersgruppe der 3- bis 10-Jährigen (574 (29,2%)) und andererseits in jener der über 40-Jährigen (579 (29,4%)). (Diagramm 3)

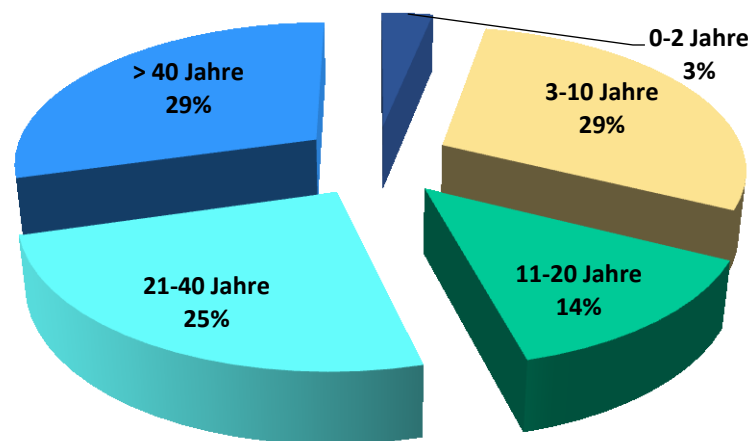
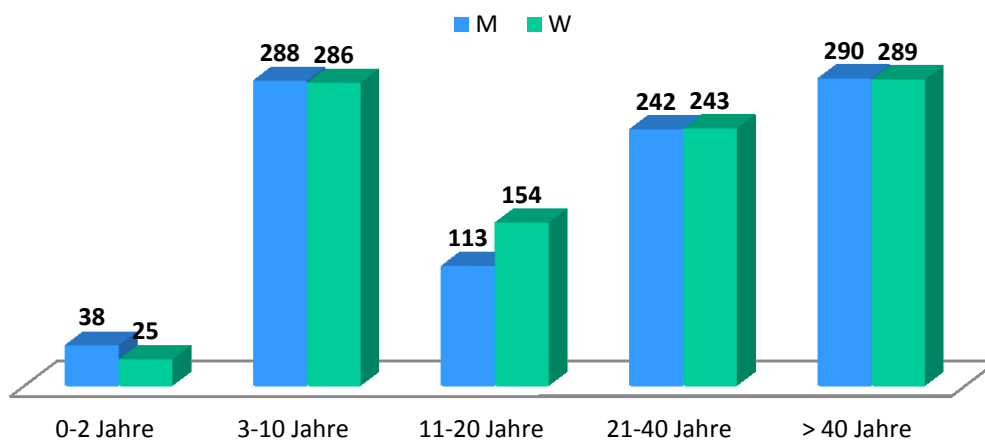


Diagramm 3. Prozentuelle Verteilung der Altersgruppen

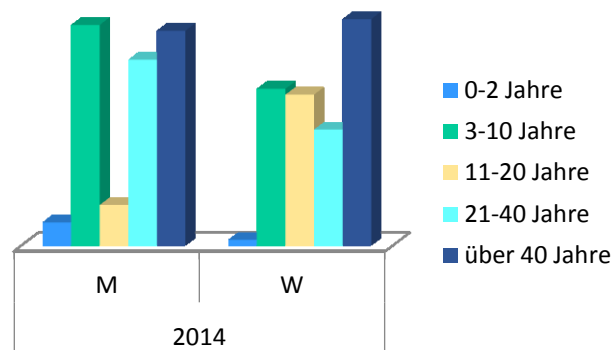
Die gleichmäßige Geschlechtsverteilung setzt sich über alle Altersgruppen hinweg fort. Der ermittelte Unterschied in der Gruppe der 11- bis 20-Jährigen ist nicht signifikant ($p=0,071$). (Diagramm 4) Eine Gegenüberstellung männlicher und weiblicher Kinder ($w:m=50,6\%:49,4\%$) und Erwachsener ($w:m=50,7\%:49,3\%$) ergibt ebenfalls eine ausgewogene Verteilung der Geschlechter.

Diagramm 4. Geschlechtsverteilung der Altersgruppen



Um mögliche Unterschiede in der Zahl männlicher und weiblicher Patienten in den jeweiligen Altersgruppen über die letzten 10 Jahre zu erkennen, wurde ein Chi-Quadrat Test durchgeführt. Geschlechtsunterschiede, die in den Altersgruppen gefunden wurden, waren rein zufällig. Einzig im Jahr 2014 wurde ein statistisch signifikanter Unterschied in den einzelnen Altersgruppen zwischen Frauen und Männern nachgewiesen ($p=0,002$).

Diagramm 5. Geschlechtsverteilung in den Altersgruppen im Jahre 2014

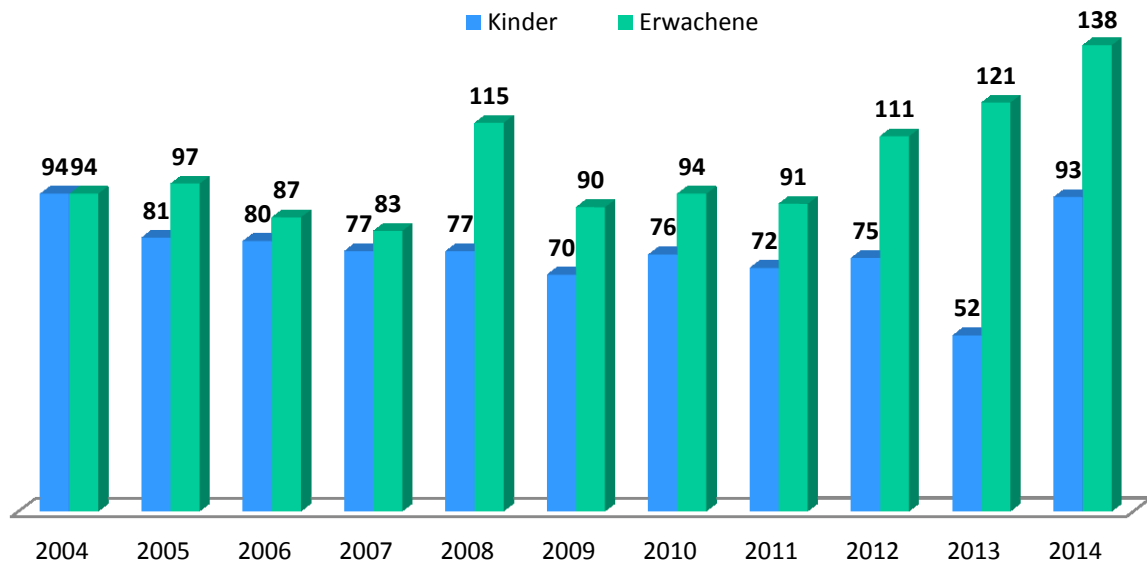


Über den zehnjährigen Zeitraum ließ sich eine quantitative Verschiebung in den Altersgruppen beobachten. In der Gruppe der über 40-Jährigen stieg die Zahl an Schieloperierten. Gegenläufig dazu reduzierten sich die Strabismusoperationen an Kindern. So bildete 2004 die Gruppe der 3- bis 10-Jährigen den größten Anteil (37,8%) an operierten PatientInnen. In den darauffolgenden Jahren 2005 und 2006 näherten sich die Anzahl der kindlichen und erwachsenen SchielpatientInnen immer weiter aneinander an. Im Jahre 2008 erfolgte der Umbruch und die Altersgruppe der über 40-Jährigen wurde zur führenden Patientengruppe, mit einem Maximum 2014 mit einem Patientenanteil von 39,9%. (Tabelle 2, Diagramm 6)

Tabelle 2. Jahresverteilung der Altersgruppen

		Altersgruppe					
		0-2 Jahre	3-10 Jahre	11-20 Jahre	21-40 Jahre	>40 Jahre	
2004	Anzahl	11	71	19	46	41	188
	% in Jahr	5,9%	37,8%	10,1%	24,5%	21,8%	100,0%
	% in Altersgruppe	17,5%	12,4%	7,1%	9,5%	7,1%	9,6%
2005	Anzahl	5	48	32	47	46	178
	% in Jahr	2,8%	27,0%	18,0%	26,4%	25,8%	100,0%
	% in Altersgruppe	7,9%	8,4%	12,0%	9,7%	7,9%	9,0%
2006	Anzahl	10	52	24	49	32	167
	% in Jahr	6,0%	31,1%	14,4%	29,3%	19,2%	100,0%
	% in Altersgruppe	15,9%	9,1%	9,0%	10,1%	5,5%	8,5%
2007	Anzahl	5	51	26	36	42	160
	% in Jahr	3,1%	31,9%	16,3%	22,5%	26,3%	100,0%
	% in Altersgruppe	7,9%	8,9%	9,7%	7,4%	7,3%	8,1%
2008	Anzahl	7	51	22	51	61	192
	% in Jahr	3,6%	26,6%	11,5%	26,6%	31,8%	100,0%
	% in Altersgruppe	11,1%	8,9%	8,2%	10,5%	10,5%	9,8%
2009	Anzahl	3	41	29	39	48	160
	% in Jahr	1,9%	25,6%	18,1%	24,4%	30,0%	100,0%
	% in Altersgruppe	4,8%	7,1%	10,9%	8,0%	8,3%	8,1%
2010	Anzahl	4	56	20	37	53	170
	% in Jahr	2,4%	32,9%	11,8%	21,8%	31,2%	100,0%
	% in Altersgruppe	6,3%	9,8%	7,5%	7,6%	9,2%	8,6%
2011	Anzahl	6	52	20	41	44	163
	% in Jahr	3,7%	31,9%	12,3%	25,2%	27,0%	100,0%
	% in Altersgruppe	9,5%	9,1%	7,5%	8,5%	7,6%	8,3%
2012	Anzahl	6	47	27	39	67	186
	% in Jahr	3,2%	25,3%	14,5%	21,0%	36,0%	100,0%
	% in Altersgruppe	9,5%	8,2%	10,1%	8,0%	11,6%	9,5%
2013	Anzahl	1	40	15	48	69	173
	% in Jahr	0,6%	23,1%	8,7%	27,7%	39,9%	100,0%
	% in Altersgruppe	1,6%	7,0%	5,6%	9,9%	11,9%	8,8%
2014	Anzahl	5	65	33	52	76	231
	% in Jahr	2,2%	28,1%	14,3%	22,5%	32,9%	100,0%
	% in Altersgruppe	7,9%	11,3%	12,4%	10,7%	13,1%	11,7%
	Anzahl	63	574	267	485	579	1968
	% in Jahr	3,2%	29,2%	13,6%	24,6%	29,4%	100,0%
	% in Altersgruppe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Diagramm 6. Jahresverteilung zwischen Kindern und Erwachsenen



Mittels des Chi-Quadrat Tests wurde die statistische Signifikanz der veränderten Aufteilung der Altersgruppe von Tabelle 2 ($p=0,008$) und in Diagramm 6 ($p=0,17$) über den Beobachtungszeitraum nachgewiesen.

Unter der Annahme, dass sich das Einzugsgebiet Grazer Universitäts-Augenklinik Graz vor allem auf steirische SchielpatientInnen erstreckt, wurde die Altersverteilung der Strabismusoperationen mit der Entwicklung der Bevölkerungszahlen der Steiermark von 2004 bis 2014 verglichen. Da sich die Datenanalyse der kindlichen und erwachsenen SchielpatientInnen auf die Zu- oder Abnahme von Schieloperationen bezog, ist die Auswertung im Kapitel 3.3.1 Operationsmethoden erfasst.

3.3 Gesamtergebnisse

3.3.1 Operationsmethode

3.3.1.1 Operierte Augen

320 (16,3%) PatientInnen wurden am selben Tag an beiden Augen operiert. Bei 824 (41,9%) PatientInnen erfolgte die Operation am rechten Auge und bei 824 (41,9%) am linken Auge. Im Falle von 2 PatientInnen konnten keine Angaben zur Seite des operierten Auges gefunden werden.

3.3.1.2 Operationsart und Anzahl operierter Augenmuskeln

Die Differenzierung der Operationen erfolgte anhand der operierten Augenmuskeln. (Diagramm 7) 1349 Erstoperationen wurden nach der Art und Anzahl der Muskeln, ob der Eingriff an einem oder zwei geraden und oder schrägen Augenmuskeln erfolgte, unterteilt. Sie nehmen einen Anteil von 68,5% an den Gesamtoperationszahlen ein. Die folgenden Prozentangaben beziehen sich auf die Summe aller durchgeführten Operationen.

Der Großteil der Erstoperationen fand an geraden Muskeln (1049 (53,4%)), vor allem an den zwei horizontalen Mm. recti (775 (39,4%)) statt. In 259 (13,2%) Fällen nur einem geraden und 15-mal (0,8%) an drei geraden Muskeln aufgeteilt auf beide Augen.

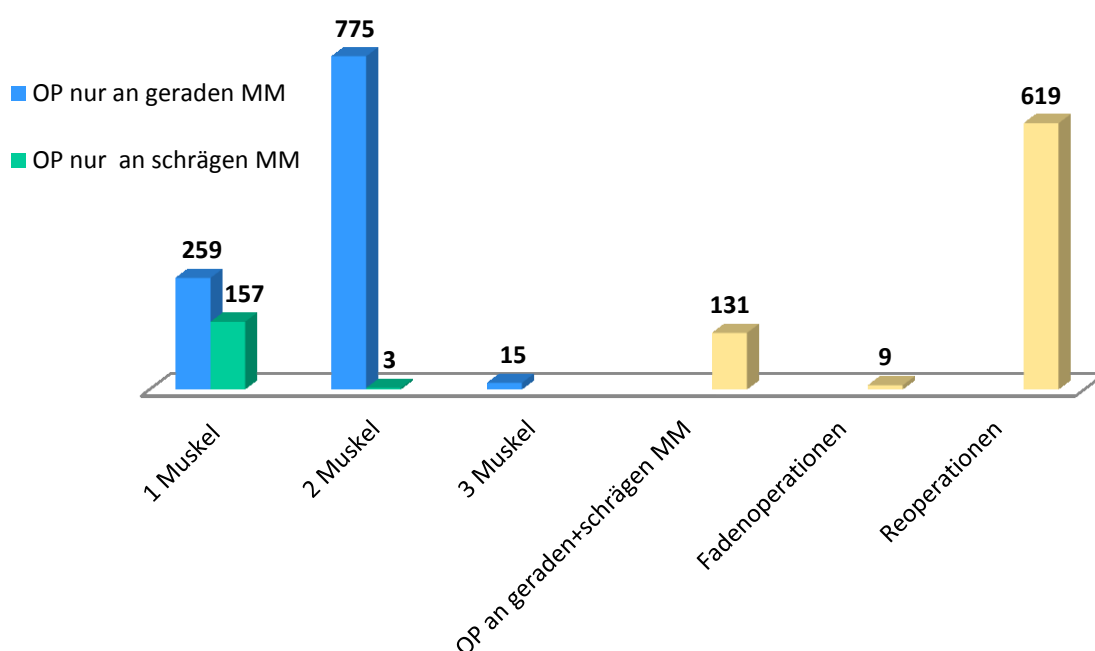
Bei Eingriffen an den schrägen Muskeln (160 (8,2%)) entfiel der größte Anteil auf Operationen an einem schrägen Augenmuskel (157 (8,0%)) ein oder beidseitig. Nur in 3 Fällen wurde an zwei Mm. obliqui (0,2%) eines Auges operiert.

Kombinierte Interventionen an geraden und schrägen Muskeln fanden sich in 131 (6,7%) Fällen.

9 (0,5%) Eingriffe wurden im Sinne einer Fadenoperation durchgeführt.

Auf die 619 (31,5%) Reoperationen wird im folgenden Kapitel noch genauer eingegangen.

Diagramm 7. Absolute Häufigkeit der Schieloperationen



Über den Beobachtungszeitraum von 10 Jahren zeigte sich eine relativ stabile Verteilung der Operationsarten in ihren jährlichen Anteilen. (Diagramm 8) Bezüglich der Zu- oder Abnahme an Operationen konnte keine Signifikanz errechnet werden. Schwankungen im Verlauf der Operationszahl ergaben sich aus personellen Gründen.

Im Jahresverlauf zeigt sich eine Steigerung von Operationen an nur einem Muskel. Bei Operationen an einem geraden Muskel nimmt der Anteil von 12,7% aller vorgenommenen Operationen auf 15% im Jahre 2013 zu da von Fadenoperationen auf beidseitige M. rectus medialis Rücklagerung gewechselt wurde. Ein stärkerer Anstieg ist bei Eingriffen an einem schrägen Muskel zu verzeichnen. 2004 bildete diese Gruppe noch einen Jahresanteil von 4,8%, 2014 waren es bereits 11,3%.

Eingriffe an zwei geraden Muskeln wiesen zwar Schwankungen von einem Maximum im Jahre 2008 mit 44,8% zu einem Minimum im Jahre 2014 mit 29,9% auf, die mittlere Gesamtzahl blieb aber gleich.

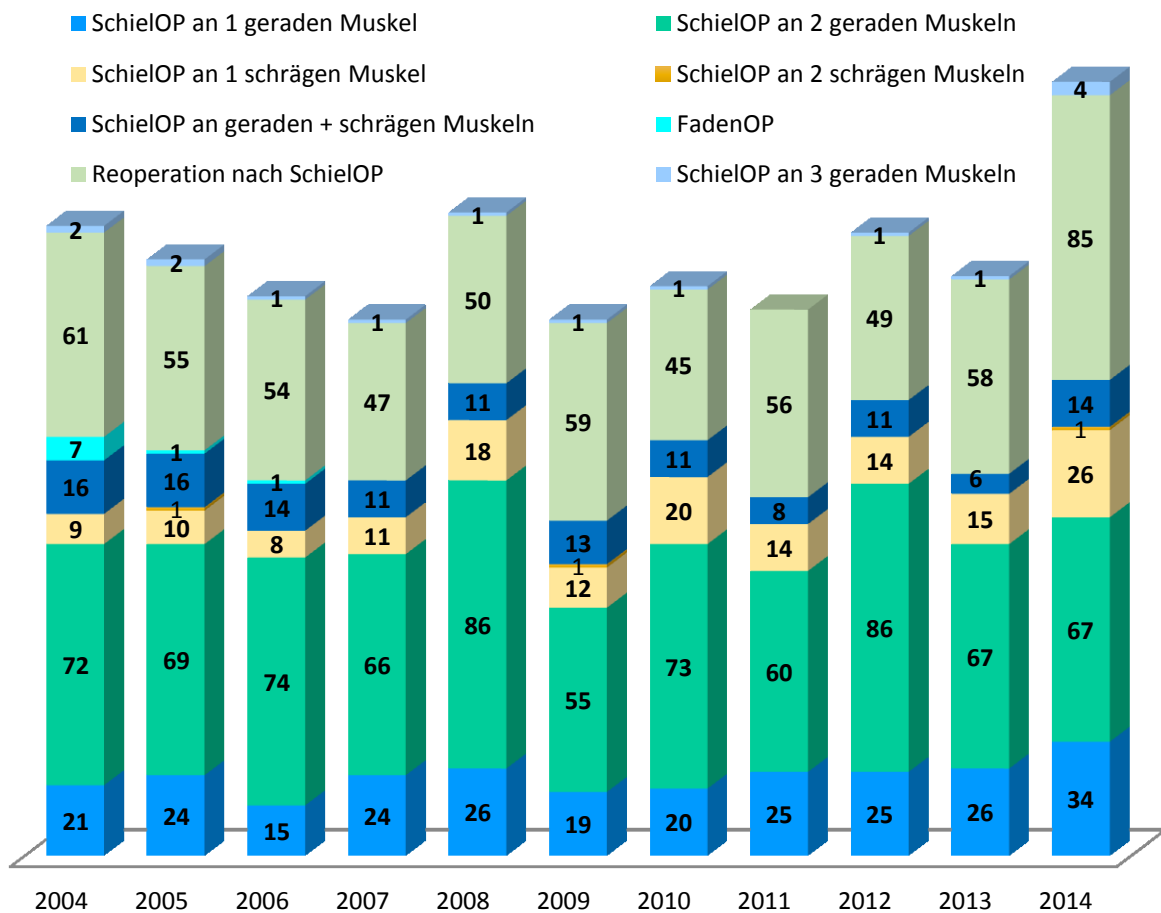
Kombinierte Operationen an geraden und schrägen Augenmuskeln wurden prozentuell eher seltener (2004 12,2%, 2013 4,6% und 2014 10,7%), sind sie doch ein Merkmal kindlicher Schiellsyndrome.

Die Anzahl der Reoperationen hingegen stieg von 2004 mit 32,4% bis 2013 auf 33,5% mit einem Maximum von 36,8% im Jahr 2014. Tendenz steigend.

Fadenoperationen wurden nach dem Jahr 2006 nicht mehr durchgeführt.

Die Berechnung der statistischen Signifikanz über den Gesamtverlauf bemisst sich auf $p=0,001$. Jedoch ist diese Signifikanz, die sehr wohl eine Veränderung über die Jahre beschreibt, mit Vorbehalt zu behandeln. Die Gruppen der Operationen bezogen auf ihre Fallzahl sind zu klein um tatsächlich eine statistische Veränderung nachzuweisen. Eine Gegenüberstellung aller Erstoperationen (1349 (68,5%)) zu den Reoperationen (619 (31,5%)) wies trotz erhöhter Aussagekraft keine signifikante Veränderung nach ($p=0,198$).

Diagramm 8. Jahresverteilung der Operationen

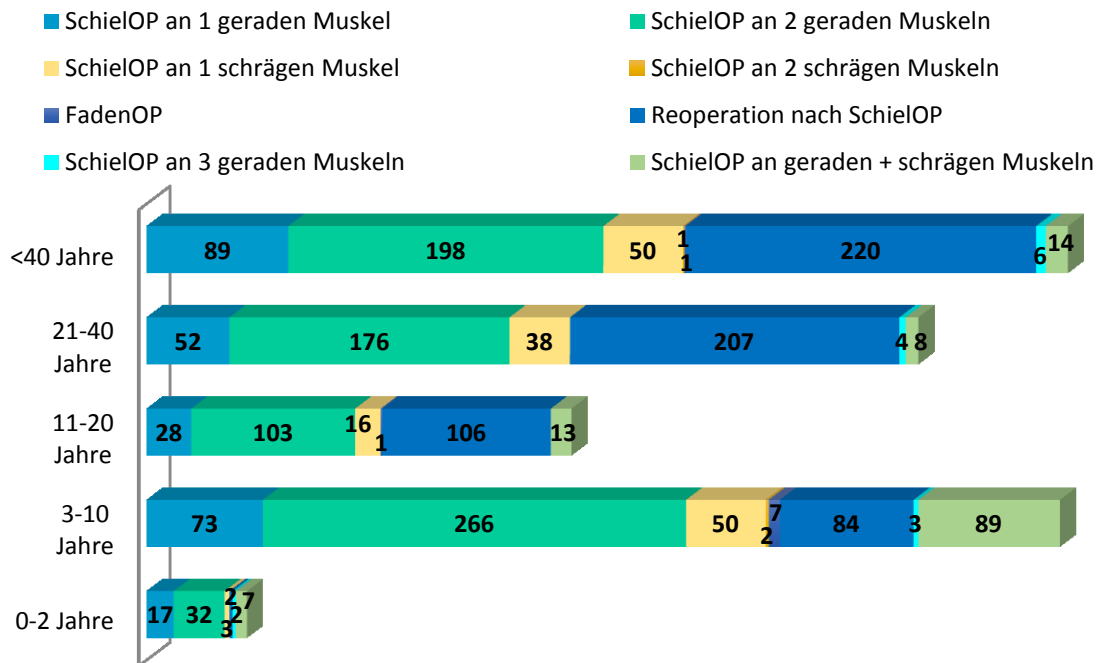


In Bezug auf die Altersgruppen repräsentierten die 3- bis 10-Jährigen mit 266 PatientInnen in fast allen Operationsgruppen die Mehrheit (Diagramm 9). Zumeist wurden dabei Operationen an den geraden Augenmuskeln durchgeführt (34,4% aller Operationen an geraden Augenmuskeln). An 2 PatientInnen erfolgte eine kombinierte Operation an beiden schrägen Augenmuskeln eines Auges, 89 kombinierte Operationen an geraden und schrägen Augenmuskeln, das waren 67% der Gesamtmenge und 77,8% (7) aller Fadenoperationen.

Je älter die PatientInnen, desto größer war der Anteil an Reoperationen. Bei PatientInnen über 20 Jahre betrug der Anteil 68,9% (427). Ebenfalls vorwiegend in der Gruppe der Erwachsenen waren Operationen an einem und an drei geraden Augenmuskeln.

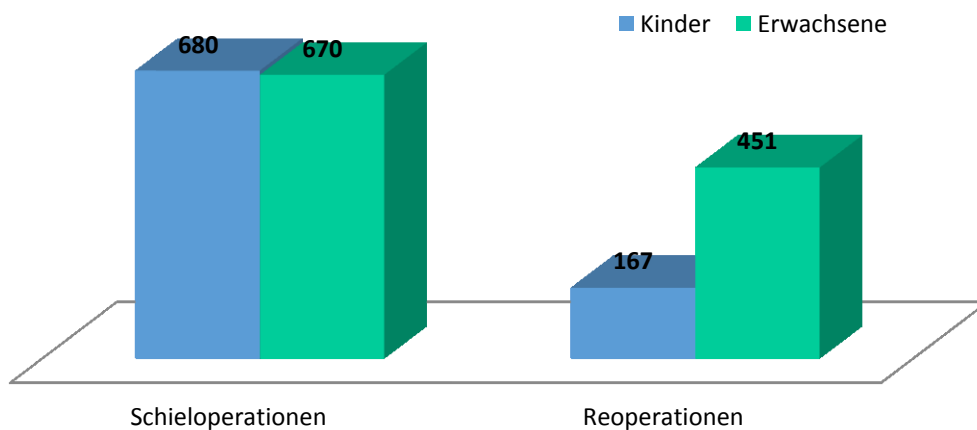
Schieloperationen an einem schrägen Augenmuskel sind gleich häufig in der Gruppe der 3- bis 10-Jährigen (50 (31,8%)) wie bei den über 40-Jährigen (50 (31,8%)).

Diagramm 9. Altersverteilung der Operationen



Werden alle Erstoperationen zusammengefasst und der Anzahl an Reoperationen gegenübergestellt, kann kein Unterschied in der Zahl an Erstoperationen wohl aber in jener der Reoperationen zwischen Kindern und Erwachsenen nachgewiesen werden ($p=0,000$). 73,0% wiederholter Schieloperationen entfallen auf Erwachsene. (Diagramm 10)

Diagramm 10. Absolute Häufigkeit der Operationen bei Kindern und Erwachsenen



Werden die gesamten Schieloperationen in der Aufteilung kindlicher und erwachsener PatientInnen über den zehnjährigen Beobachtungszeitraum auf die Einwohnerzahlen der Steiermark bezogen, so lässt sich keine Änderung in der Zahl kindlicher PatientInnen feststellen ($p=0,661$). Jedoch bestand auf die Strabismusoperationen im

Erwachsenenalter mittels Poisson Regression eine Zunahme von etwa 2,9% pro Jahr bei Annahme einer linearen Zunahme ($p=0,003$). (Tabelle 3)

Tabelle 3. Poisson Regression

Informationen zu stetigen Variablen

		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard Abweichung
Abhängige Variable	SchielOP	11	52,00	94,00	77,0000	11,28716
Kovariate	Jahr	11	2004	2014	2009,00	3,317
Offset	ln_pop_K_E	11	12,33	12,45	12,3872	,04188

Parameterschätzer

Parameter	RegressionskoeffizientB	Standard Fehler	95% Wald-Konfidenzintervall		Hypothesentest			Exp(B)	95% Wald-Konfidenzintervall für Exp(B)	
			Unterer Wert	Oberer Wert	Wald-Chi-Quadrat	df	Sig.		Unterer Wert	Oberer Wert
(Konst Term)	1,553	21,8599	-41,292	44,397	,005	1	,943	4,723	1,167E-18	191181 861299 882100 00,000
year (Skala)	-,005 ^{1a}	,0109	-,026	,017	,193	1	,661	,995	,974	1,017

Informationen zu stetigen Variablen

		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard Abweichung
Abhängige Variable	SchielOP	11	83,00	138,00	101,9091	17,06139
Kovariate	Jahr	11	2004	2014	2009,00	3,317
Offset	ln_pop_K_E	11	13,85	13,92	13,8842	,01900

Parameterschätzer

Parameter	RegressionskoeffizientB	Standard Fehler	95% Wald-Konfidenzintervall		Hypothesentest			Exp(B)	95% Wald-Konfidenzintervall für Exp(B)	
			Unterer Wert	Oberer Wert	Wald-Chi-Quadrat	df	Sig.		Unterer Wert	Oberer Wert
(Kons Term)	-66,617	19,0447	-103,944	-29,290	12,235	1	,000	1,172E-29	7,209E-46	1,904E-13
year (Skala)	,029 ^{1a}	,0095	,010	,047	9,071	1	,003	1,029	1,010	1,048

Eine Analyse der Verteilung an Operationen über die vergangenen 10 Jahre in den verschiedenen Altersgruppen veranschaulicht einen Rückgang in der Gruppe der 0- bis 2-Jährigen von einem maximalen Anteil an den gesamten Operationen von 17,5% im Jahre 2004 auf 7,9% in 2014. Veränderungen in dieser Altersgruppe sind nicht signifikant ($p=0,178$). Den größten Anteil an durchgeführten Operationen bildeten jene an zwei geraden Augenmuskeln (50,2%). Operationen an einem geraden Muskel blieben in der Anzahl unverändert, doch ihr Anteil an den Operationen pro Jahr erhöhte sich von 18,2% 2004 auf 40,0% 2014, allerdings gleichzeitig an beiden Augen. Andere Operationsarten kamen nur vereinzelt vor. Fadenoperationen wurden in diesem Alter keine durchgeführt.

Keine wesentlichen Veränderungen zeigten sich in der Anzahl der Operationen bei den 3- bis 10-Jährigen (2004 12,4%; 2014 11,3%). Die berechnete Signifikanz ($p=0,028$) muss auf Grund der kleinen Gruppen mit Behutsamkeit gehandhabt werden. Sowohl am Beginn wie auch am Ende des Beobachtungszeitraums betrug der prozentuelle Anteil an Operationen von allen chirurgischen Eingriffen um die 12%. In dieser Gruppe wurden die meisten Fadenoperationen (7 (77,8% aller Fadenoperationen)) zur Schielkorrektur angewandt. Wie auch in der Gruppe der unter 2-Jährigen dominierten vor allem die Operationen an den geraden Mm. recti. Am häufigsten erfolgte eine Stellungskorrektur durch einen Eingriff an zwei geraden Augenmuskeln (46,3% aller in diesem Alter durchgeführten Operationen), obwohl über die Jahre gesehen die Zahl bezogen auf die Gesamtzahl dieser Operationsart in dieser Altersgruppe (2004 10,2%-2014 8,6%) und der Anteil an allen Operationen pro Jahr (2004 38,0%-2014 35,4%) sank. Hingegen stieg die Zahl der Operationen an nur einem geraden Augenmuskel (2004 11,0%-2014 17,8%), sowie deren jährlicher Anteil an den Gesamtoperationen (2004 11,3%-2014 20,0%). Alle übrigen Operationsarten blieben im Verlauf der Jahre gleich.

Um einen Mittelwert von 9,9% schwankend blieb die Operationsverteilung aller bei den 11- bis 20-Jährigen konstant (2004 12,0% - 2014 12,4%) ($p=0,842$). In dieser Altersgruppe entfiel bezogen auf die Summe aller chirurgischen Interventionen ein gleich großer Anteil auf Reoperationen (39,7% (106)) und Erstoperationen an zwei geraden Augenmuskeln (38,6% (103)). Operationen an den geraden Augenmuskeln hatten ihren Höhepunkt 2005 und sanken anteilmäßig an Operationen pro Jahr (2005 49,9%-2014 27,3%) und in ihrer Gesamtzahl (2005 14,6%-2014 8,7%) über die Jahre. Der Anteil an Reoperationen an allen

Operationen stieg im Laufe der Jahre von 2005 31,3% bis 2014 auf 45,5%. Wie schon in den Gruppen zuvor stieg die Zahl der Operationen an einem geraden Muskel an beiden Augen (2005 14,3%-2014 21,4%) ebenso wie deren jährlicher Anteil an den Gesamtoperationen (2005 12,5%-2014 18,2%).

In der Gruppe der unter 18-Jährigen lässt sich somit zwar eine Abnahme an Operationen und auch der Reoperationen zeigen, jedoch ohne statistische Signifikanz.

Ein deutliches Überwiegen der Reoperationen verzeichneten wir ab einem Alter über 20 Jahre ($p=0,000$). Die Anzahl vorgenommener Reoperationen betrug 2004 41 (9,1% bezogen auf alle Reoperationen dieses Alters), 2007 32 (7,1%), 2013 49 (10,9%) und 2014 62 (13,7%). Reoperationen waren die führende Operationsart sowohl in der Gruppe der 20- bis 40-Jährigen (42,7%), als auch in jener der über 40-Jährigen (38,0%).

In den Altersgruppen der 21- bis 40-Jährigen und der über 40-Jährigen stieg die Anzahl an Operationen über die Jahre von 2005 53 (7,9%) auf 2014 76 (11,3%), jedoch nicht signifikant ($p=0,0045$). Besonders deutlich zu beobachten bei den über 40-Jährigen von 7,1% 2004 auf 11,7% 2014 ($p=0,161$).

Im Gegensatz zu vermehrten Operationen an einem geraden Muskel in den Altersgruppen unter 20 Jahren fand sich in den Altersgruppen darüber eine Erhöhung der Operationen an einem schrägen Augenmuskel sowohl in Bezug auf die Gesamtzahl dieser Operationsart (2004 5,3% bzw. 4,0% auf 2014 18,4% bzw. 17,1%) als auch anteilmäßig an allen Operationen (2004 4,3% bzw. 4,9% auf 2014 13,5% bzw. 17,1%).

In der Patientengruppe der Erwachsenen war der Anstieg der Erstoperations- und Reoperationszahlen statistisch signifikant.

Tabelle 4. Jahresverteilung der Operationen bei Kindern und Erwachsenen

		Jahr											
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		2014
Schieleroperation	Anzahl	75	68	62	62	63	50	61	61	65	43	70	680
	% in Operation	11,0%	10,0%	9,1%	9,1%	9,3%	7,4%	9,0%	9,0%	9,6%	6,3%	10,3%	100,0%
	% in Jahr	79,8%	84,0%	77,5%	80,5%	81,8%	71,4%	80,3%	84,7%	86,7%	82,7%	75,3%	80,3%
Reoperation nach Schieleroperation	Anzahl	19	13	18	15	14	20	15	11	10	9	23	167
	% in Operation	11,4%	7,8%	10,8%	9,0%	8,4%	12,0%	9,0%	6,6%	6,0%	5,4%	13,8%	100,0%
	% in Jahr	20,2%	16,0%	22,5%	19,5%	18,2%	28,6%	19,7%	15,3%	13,3%	17,3%	24,7%	19,7%
	Anzahl	94	81	80	77	77	70	76	72	75	52	93	847
	% in Operation	11,1%	9,6%	9,4%	9,1%	9,1%	8,3%	9,0%	8,5%	8,9%	6,1%	11,0%	100,0%
	% in Jahr	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

a. Kinder

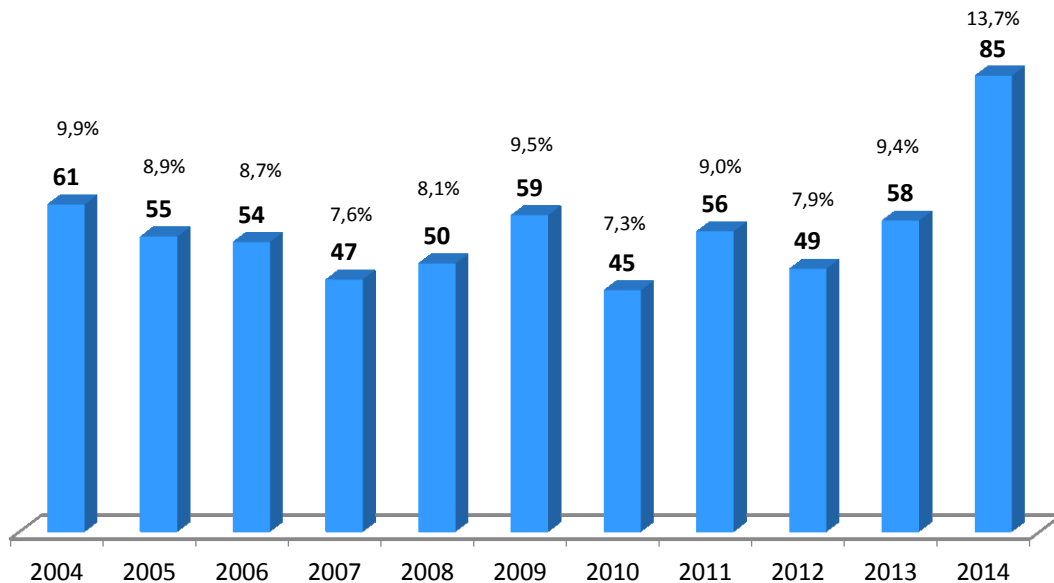
		Jahr											
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		2014
Schieleroperation	Anzahl	53	55	51	51	79	51	64	46	72	72	76	670
	% in Operation	7,9%	8,2%	7,6%	7,6%	11,8%	7,6%	9,6%	6,9%	10,7%	10,7%	11,3%	100,0%
	% in Jahr	56,4%	56,7%	58,6%	61,4%	68,7%	56,7%	68,1%	50,5%	64,9%	59,5%	55,1%	59,8%
Reoperation nach Schieleroperation	Anzahl	41	42	36	32	36	39	30	45	39	49	62	451
	% in Operation	9,1%	9,3%	8,0%	7,1%	8,0%	8,6%	6,7%	10,0%	8,6%	10,9%	13,7%	100,0%
	% in Jahr	43,6%	43,3%	41,4%	38,6%	31,3%	43,3%	31,9%	49,5%	35,1%	40,5%	44,9%	40,2%
	Anzahl	94	97	87	83	115	90	94	91	111	121	138	1121
	% in Operation	8,4%	8,7%	7,8%	7,4%	10,3%	8,0%	8,4%	8,1%	9,9%	10,8%	12,3%	100,0%
	% in Jahr	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

b. Erwachsene

3.3.1.3 Reoperationen

Reoperationen wurden an 619 (31,5%) PatientInnen durchgeführt. Die wenigsten Reoperationen erfolgten 2010 (45 (7,3% aller in diesem Jahr durchgeführten Operationen)) und die meisten 2014 (85 (13,7%)). (Diagramm 11)

Diagramm 11. Jahresverteilung der Reoperationen

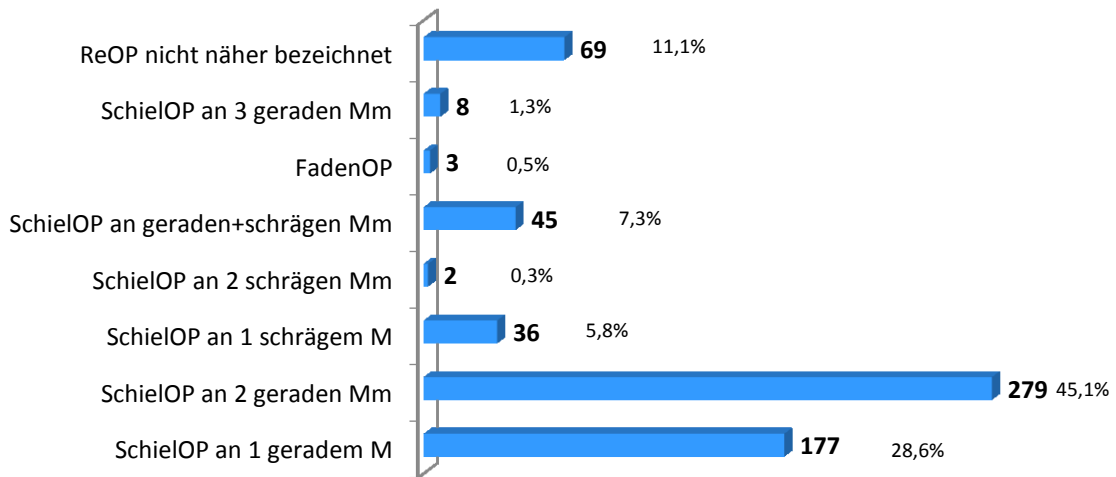


130 (21,0% aller Reoperierten) PatientInnen wurden zweimal, 37 (6,0%) dreimal, 5 (0,8%) viermal und 2 (0,3%) fünfmal auf Grund neuerlichen Schielens oder weiterhin störender funktioneller Einschränkungen operiert.

Bei der Auswertung der Reoperationen unterschieden wir, ob bei der erneuten Operation das gleiche Auge (371 (59,9%)), das andere (194 (31,3%)) oder beide Augen (54 (8,7%)) in ihrer Achsenstellung korrigiert wurden. 304 (49,1%) Reoperationen betrafen das rechte Auge und 260 (42,0%) das linke Auge. 55 (8,9%) der wiederholten Korrekturen erfolgten an beiden Augen.

Wie auch bei Erstoperationen überwogen im Falle der Reoperation die Eingriffe an den Mm. Recti. (Diagramm 12) In 69 (11,1% der gesamten Reoperationszahl) Fällen konnte auf Grund der fehlenden Dokumentation nicht ermittelt werden an welchen und/oder an wie vielen Augenmuskeln operiert worden war.

Diagramm 12. Verteilung der Reoperationsart

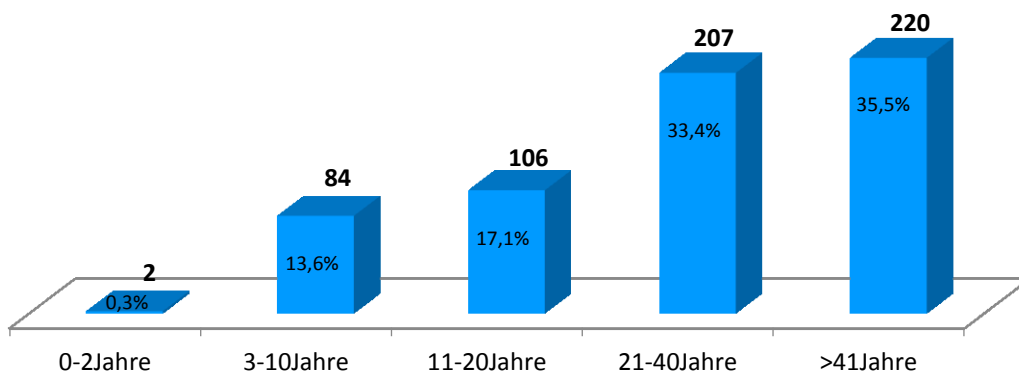


Die Verteilung der Reoperationen in Bezug auf ihr Geschlecht ergab einen Anteil von 279 (45,1%) Männer und 340 (54,9%) Frauen.

Bei der Analyse der Altersverteilung wurde evident, dass Reoperationen vor allem an erwachsenen PatientInnen (451 (72,9%)) erforderlich waren. In der Gruppe der unter 18-Jährigen hingegen betrug die Zahl lediglich 168 (27,1%).

Bezugnehmend auf die Einteilung der Altersgruppen zeigte sich ab einem Alter über 20 Jahre ein Anteil an Reoperationen von 68,9%. In dieser Altersklasse war die Gruppe der über 40-Jährigen mit 220 (35,5%) PatientInnen führend vertreten. Die Altersgruppe zwischen 20 und 40 Jahren beanspruchte einen Anteil von 33,4% (207) für sich. Je älter die PatientInnen, desto wahrscheinlicher war eine erneute Stellungskorrektur der Augen. In einem Alter von 11 bis 20 Jahren fanden sich 106 (17,1%) reoperierte SchielpatientInnen. Noch seltener wurden neuerliche Schieloperationen an PatientInnen im Alter von 3 bis 10 Jahren (84 (13,6%)) und unter 2 Jahren (2 (0,3%)) vorgenommen. (Diagramm 13)

Diagramm 13. Absolute und relative Häufigkeit der Altersverteilung



Aus der deskriptiven Analyse wurde ersichtlich, dass wiederholte Korrekturen vor allem am selben Auge stattfanden. Beginnend ab einem Alter von 11 Jahren wurde doppelt so häufig dasselbe Auge reoperiert. Im Alter zwischen 3 und 10 Jahren wurde vermehrt am zweiten Auge operiert. In allen Gruppen gleich selten waren nochmalige Schieloperationen an beiden Augen. (Tabelle 5)

Tabelle 5. Absolute und relative Häufigkeit der Altersverteilung der Reoperationen

		Reoperation nach Schieloperation			
		ReOP n. SchielOP am gleichen Auge	ReOP n. SchielOP an beiden Augen	ReOP n. SchielOP am zweiten Auge	
0-2Jahre	Anzahl	0	1	1	2
	% in Altersgruppe	0,0%	50,0%	50,0%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	0,0%	1,9%	0,5%	0,3%
3-10Jahre	Anzahl	27	18	39	84
	% in Altersgruppe	32,1%	21,4%	46,4%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	7,3%	33,3%	20,1%	13,6%
11-20Jahre	Anzahl	59	15	32	106
	% in Altersgruppe	55,7%	14,2%	30,2%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	15,9%	27,8%	16,5%	17,1%
21-40Jahre	Anzahl	136	13	58	207
	% in Altersgruppe	65,7%	6,3%	28,0%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	36,7%	24,1%	29,9%	33,4%
>41Jahre	Anzahl	149	7	64	220
	% in Altersgruppe	67,7%	3,2%	29,1%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	40,2%	13,0%	33,0%	35,5%
	Anzahl	371	54	194	619
	% in Altersgruppe	59,9%	8,7%	31,3%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Unter Berücksichtigung der Diagnosen als Indikation zur Reoperation erfolgten Reoperationen am selben Auge vor allem bei PatientInnen mit Strabismus convergens und divergens wie auch bei deren konsekutiven Formen. Ebenfalls am selben Auge reoperiert wurden SchielpatientInnen mit paralytischem Strabismus.

Häufiger fanden sich wiederholte Schielkorrekturen am zweiten Auge bei PatientInnen mit Strabismus intermittens, Mikrostrabismus, Heterophorie und mechanisch bedingten Schielformen.

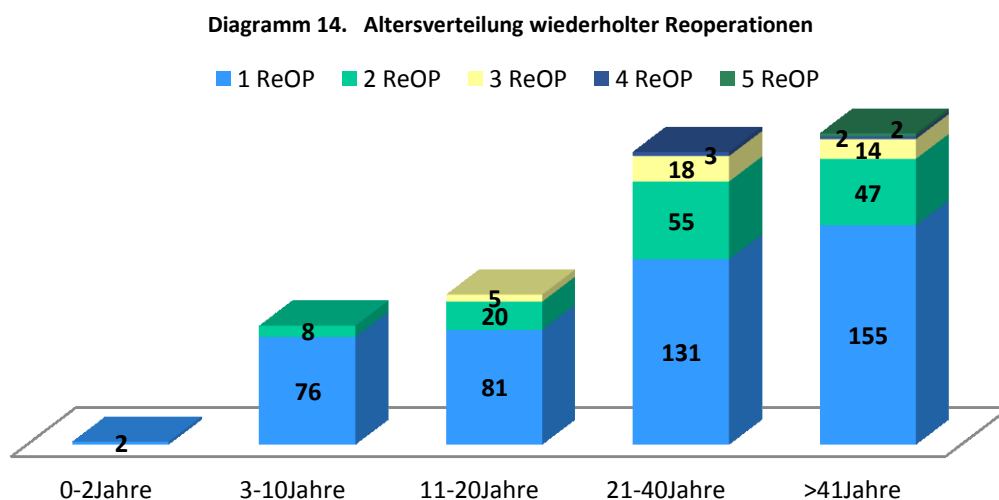
Ungefähr zu gleichen Teilen wurde bei erneuter oder restlicher vertikaler Augenabweichung am selben wie auch am zweiten Auge operiert. (Tabelle 6)

Tabelle 6. Absolute und relative Häufigkeit der Diagnoseverteilung der Reoperationen

		ReOPnSchielOP			
		ReOP n SchielOP am selben Auge	ReOP n SchielOP an beiden Augen	ReOP n SchielOP am zweiten Auge	
Strabismus con. convergens	Anzahl	117	27	77	221
	% in ReOPDiagnose	52,9%	12,2%	34,8%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	31,5%	50,0%	39,7%	35,7%
Strabismus con. divergens	Anzahl	196	20	39	255
	% in ReOPDiagnose	76,9%	7,8%	15,3%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	52,8%	37,0%	20,1%	41,2%
Strabismus con. intermittens	Anzahl	6	3	14	23
	% in ReOPDiagnose	26,1%	13,0%	60,9%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	1,6%	5,6%	7,2%	3,7%
Mikrostrabismus	Anzahl	0	0	3	3
	% in ReOPDiagnose	0,0%	0,0%	100,0%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	0,0%	0,0%	1,5%	0,5%
Heterophorie	Anzahl	8	0	26	34
	% in ReOPDiagnose	23,5%	0,0%	76,5%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	2,2%	0,0%	13,4%	5,5%
Strabismus verticalis	Anzahl	11	0	12	23
	% in ReOPDiagnose	47,8%	0,0%	52,2%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	3,0%	0,0%	6,2%	3,7%
Strabismus paralyticus	Anzahl	29	2	19	50
	% in ReOPDiagnose	58,0%	4,0%	38,0%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	7,8%	3,7%	9,8%	8,1%
Strabismus mechanisch bedingt	Anzahl	2	2	3	7
	% in ReOPDiagnose	28,6%	28,6%	42,9%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	0,5%	3,7%	1,5%	1,1%
Sonstige Störungen	Anzahl	2	0	1	3
	% in ReOPDiagnose	66,7%	0,0%	33,3%	100,0%
	% in ReOPnSchielOP	0,5%	0,0%	0,5%	0,5%
		371	54	194	619
		59,9%	8,7%	31,3%	100,0%
		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Eine Analyse der Häufigkeit der Wiederholung von Reoperationen bezogen auf die Altersverteilung zeigte den Zusammenhang zwischen Alter und wiederkehrender Reoperationswahrscheinlichkeit. Je älter die PatientInnen, desto wahrscheinlicher waren mehrmalige Reoperationen. In jeder Altersgruppe stieg die Anzahl wiederholter Reoperationen signifikant bis ab dem Alter von über 40 Jahren ein Limit von fünfmalig durchgeführten Reoperationen erreicht wurde ($p=0,040$). (Diagramm 14)

Die größte Gruppe der einmaligen Wiederholung von Reoperationen bildeten die über 40-Jährigen (155 (34,9% bezogen auf die gesamten einmaligen Reoperationen)). Die zwei- (55 (42,3% aller zweimaligen Reoperationen)), drei- (18 (48,6% aller dreimaligen Reoperationen)) bis viermal (3 (60% aller viermaligen Reoperationen)) durchgeführten Reoperationen hingegen waren vor allem in der Altersgruppe der 20 bis 40 Jährigen zu finden.



Die Aufschlüsselung der Reoperationsanzahl zeigte den mehrmaligen Bedarf wiederholter Fehlstellungskorrekturen bei konvergenten und divergenten Schielformen, aber auch bei paralytischem und vertikalem Schielen.

In der Gruppe der dreimaligen Reoperationen fanden sich 13 von 37 PatientInnen mit Strabismus convergens, 17 mit Strabismus divergens, 4 mit Strabismus verticalis und 3 mit paralytischem Strabismus. Bis zu fünfmal wurde bei einem Patienten mit Strabismus divergens und bei einem mit paralytischem Schielen operiert.

In der Gruppe der zweimaligen Reoperation waren neben PatientInnen mit konvergentem und divergentem Schielen der Strabismus divergens intermittens (2 (1,8%)), Heterophorien (5 (3,8%)) und mechanisch bedingte Schielformen (2 (1,5%)) zu finden.

PatientInnen mit dekompenzierten Mikrostrabismen (3 (0,7%)) und der Diagnose der 'Sonstigen Störungen des binokularen Sehens' (3 (0,7%)) fanden sich unter den einmaligen Reoperation.

3.3.2 Diagnosen

Aus der deskriptiven Aufschlüsselung der Diagnosen (Diagramm 15) wurde erkennbar, dass der Großteil der SchielpatientInnen von einem konvergenten Strabismus (831 (42,2%)) betroffen war. Bei ungefähr einem Viertel der PatientInnen (475 (24,1%)) fand sich eine divergente Abweichung der Augen. Ein divergentes intermittierendes Schielen kam in 146 (7,4%) der Fälle vor.

Neben den horizontalen Abweichungen litten 147 (7,5%) unter einem Strabismus verticalis. Dabei lagen zu einem großen Teil Dysfunktionen der Mm. obliqui, wie ein Strabismus sursoadductorius oder deorsoadductorius vor (134). Das waren 91,2% aller vertikalen Abweichungen. Bei 13 (8,8%) der vertikalen Schiel Diagnosen konnte die Ursache nicht näher zugeordnet werden.

Latentes Schielen wurde bei 120 (6,1%) der operierten PatientInnen dokumentiert, 55 (45,8%) Esophoriker und 65 (54,1%) Exophoriker.

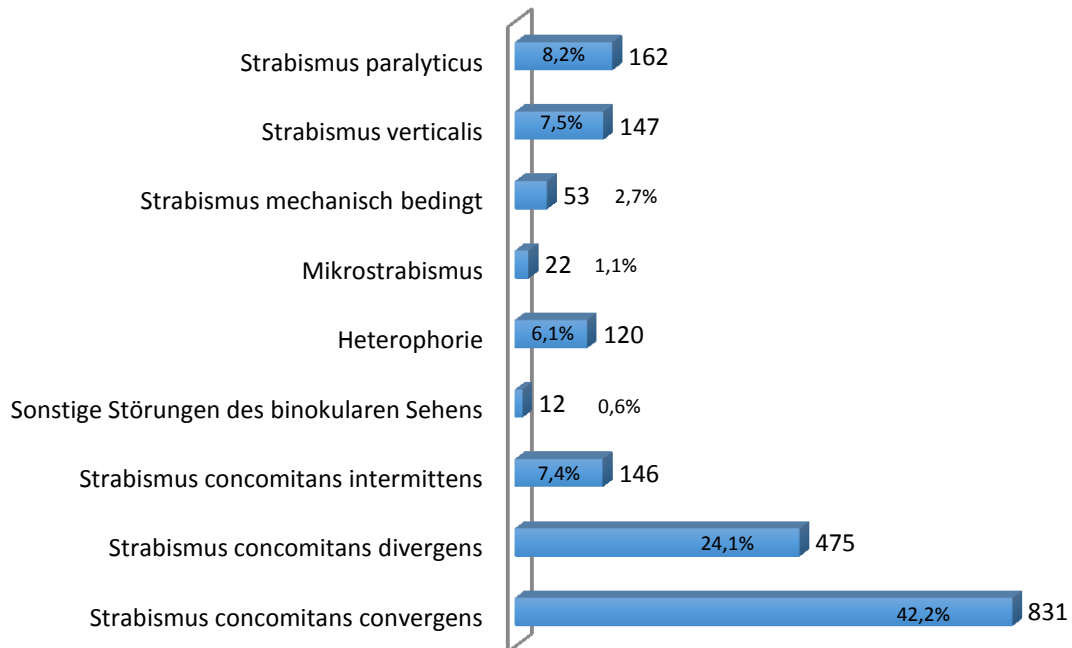
22 (1,1%) der PatientInnen wurden auf Grund ihres dekompenzierten Mikrostrabismus in der Schielambulanz zur Operation eingeteilt. Unter diesen fanden sich bei 14 (63,6%) konvergierende Augenfehlstellungen. Bei 4 (18,2%) wurde ein Auseinanderweichen der Augenachsen diagnostiziert. Genauso häufig zeigte sich ein vertikaler Mikrostrabismus.

12 (0,6%) PatientInnen wurden unter der Diagnose 'Sonstige Störungen des binokularen Sehens' zusammengefasst. In dieser Gruppe befanden sich 7 (58,3%) PatientInnen mit einem Duane Syndrome, 3 (25%) mit einer Opticusatrophie und 2 (16,7%) mit einem traumatisch bedingten Strabismus, also sekundäres und mechanisches Schielen.

Paretisches Schielen betraf 162 (8,2%) der Schielenden. Am häufigsten trat eine Parese des N. abducens auf (77 (47,5%)), gefolgt von der Lähmung des N. oculomotorius (44 (27,2%)). Schlusslicht der Hirnnervenlähmungen bildete die Trochlearisparese in 34 (21,0%) der operierten Fälle. Andere neurologisch bedingte Schielformen umfassten die Supranukleäre Ophthalmoplegie (6 (3,7%)) und die horizontale Blickparese (1 (0,6%)).

Eine mechanische Behinderung der Augenmuskeln lag in 53 (2,7%) der diagnostizierten Strabismusfälle vor. Darunter fanden sich vor allem PatientInnen mit einer endokrinen Orbitopathie (45 (85,0%)). Eine (2%) dieser mechanischen Einschränkungen war auf eine Myopathie bei hochgradiger Myopie zurückzuführen. Der Rest (8 (15,0%)) dieser Diagnosegruppe war nicht genauer beschrieben.

Diagramm 15. Absolute und relative Häufigkeit der Diagnosen



Entsprechend der in der Literatur beschriebenen Altersverteilung fand sich ein Strabismus convergens überwiegend in jüngeren Jahren (unter 18 Jahre 551 (66,3%)). Angeführte Prozentzahlen beziehen sich auf die Gesamtheit der jeweiligen Diagnosegruppe. Hingegen traten die divergenten (über 18 Jahre 363 (76,4%)), mechanisch bedingten (52 (98,1%)) vertikalen (102 (69,4%)) und paretischen (140 (86,4%)) Schielformen hauptsächlich in einem höheren Lebensalter auf. Auch Heterophorien (84 (70,0%)) waren vor allem in der Patientengruppe älter als 18 Jahre vertreten. Strabismus intermittens und Mikrostrabismus kommen jeweils zu gleichen Teilen bezogen auf die Gesamtmenge der jeweiligen Diagnosegruppe in kindlichen (67 (45,9%) respektive 10 (45,5%)) und erwachsenen (79 (54,1%) respektive 12 (54,4%)) SchielpatientInnen vor.

Der Altersgipfel bei Operationen des Strabismus concomitans convergens fand sich in der Gruppe der 3- bis 10-Jährigen mit einem Anteil von 49,3%. Im Gegensatz dazu stieg die Operationshäufigkeit bei Strabismus concomitans divergens ab einem Alter von 20

Jahren. Von 21 bis 40 Jahren betrug der Anteil divergenten Schielens 38,1%, über 40 Jahren 34,7%.

45,5% der Operationsdiagnose Mikrostrabismus betraf 3- bis 10-Jährige, ebenso wie der Strabismus intermittens, dessen größter Anteil (34,9%) ebenfalls in dieser Altersgruppe operiert wurde.

Alle anderen Diagnosen (Tabelle 7) fielen auf PatientInnen über 20 Jahre, jeweils ein Viertel auf die Gruppe der 21- bis 40-Jährigen und die der über 40-Jährigen.

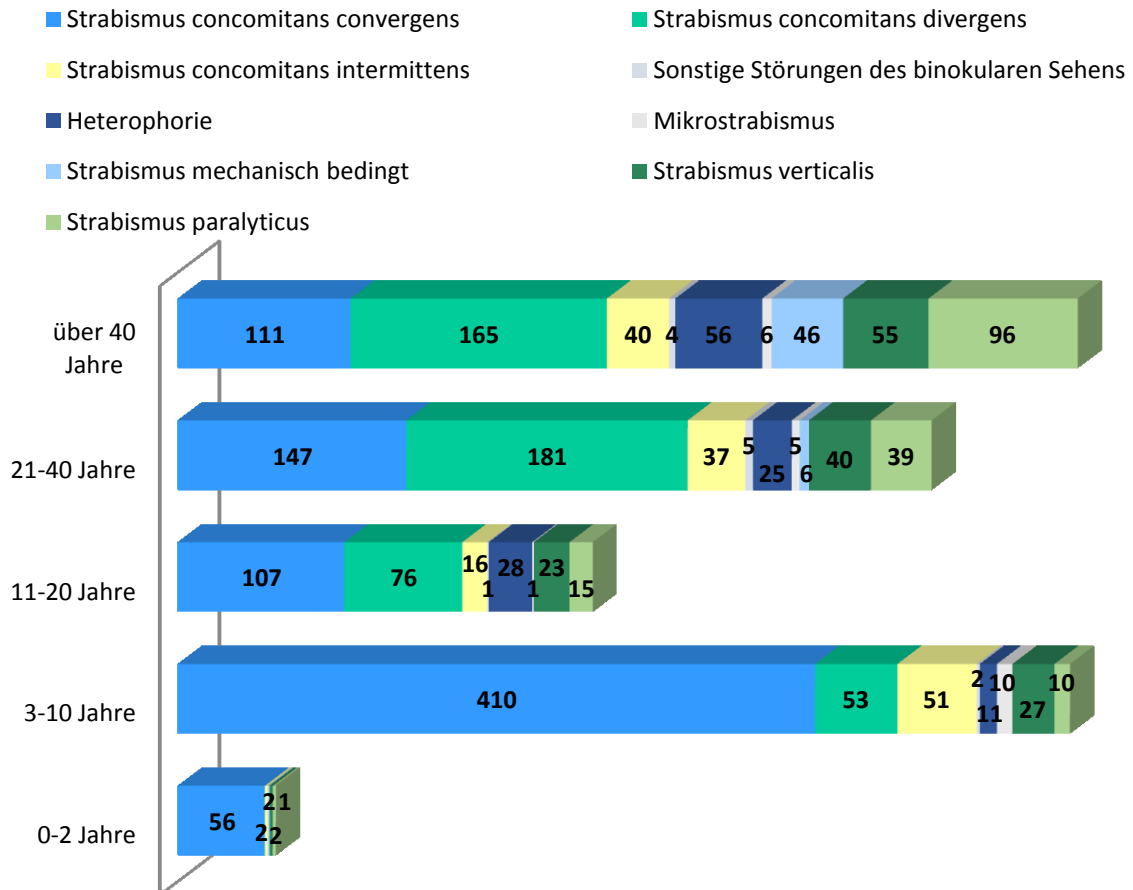
Mit fortschreitendem Alter häuften sich Augenmuskelparesen, mechanisch bedingte Schielformen, Strabismus verticalis und jene Krankheitsbilder, die unter `Sonstige Störungen des binokularen Sehens` zusammengefasst wurden. Bei all diesen Diagnosen war vor allem eine Häufung ab dem 40. Lebensjahr zu verzeichnen.

Neben angeborenen Augenmuskelparesen lagen mit zunehmendem Alter ursächlich, meist Schädel-Hirn-Traumata oder vaskuläre Ereignisse vor. Paretisches Schielen einschließlich der Supranukleären Ophthalmoplegie und horizontalen Blickparese (59,3%), aber auch mechanische Einschränkungen (86,8%), fanden sich bei unseren Operationsindikationen daher zu einem großen Teil bei PatientInnen über dem 40. Lebensjahr, ebenso wie latentes Schielen mit 46,7%. (Diagramm 16)

Tabelle 7. Absolute und relative Häufigkeit der Altersverteilung der Diagnosen

		Altersgruppe					
		0-2 Jahre	3-10 Jahre	11-20 Jahre	21-40 Jahre	>40 Jahre	
Strabismus con. convergens	Anzahl	56	410	107	147	111	831
	% in Diagnose	6,7%	49,3%	12,9%	17,7%	13,4%	100,0%
	% in Altersgruppe	88,9%	71,4%	40,1%	30,3%	19,2%	42,2%
Strabismus con. divergens	Anzahl	0	53	76	181	165	475
	% in Diagnose	0,0%	11,2%	16,0%	38,1%	34,7%	100,0%
	% in Altersgruppe	0,0%	9,2%	28,5%	37,3%	28,5%	24,1%
Strabismus con. intermittens	Anzahl	2	51	16	37	40	146
	% in Diagnose	1,4%	34,9%	11,0%	25,3%	27,4%	100,0%
	% in Altersgruppe	3,2%	8,9%	6,0%	7,6%	6,9%	7,4%
Sonstige Störungen des binokularen Sehens	Anzahl	0	2	1	5	4	12
	% in Diagnose	0,0%	16,7%	8,3%	41,7%	33,3%	100,0%
	% in Altersgruppe	0,0%	0,3%	0,4%	1,0%	0,7%	0,6%
Heterophorie	Anzahl	0	11	28	25	56	120
	% in Diagnose	0,0%	9,2%	23,3%	20,8%	46,7%	100,0%
	% in Altersgruppe	0,0%	1,9%	10,5%	5,2%	9,7%	6,1%
Mikrostrabismus	Anzahl	0	10	1	5	6	22
	% in Diagnose	0,0%	45,5%	4,5%	22,7%	27,3%	100,0%
	% in Altersgruppe	0,0%	1,7%	0,4%	1,0%	1,0%	1,1%
Strabismus mechanisch bedingt	Anzahl	1	0	0	6	46	53
	% in Diagnose	1,9%	0,0%	0,0%	11,3%	86,8%	100,0%
	% in Altersgruppe	1,6%	0,0%	0,0%	1,2%	7,9%	2,7%
Strabismus verticalis	Anzahl	2	27	23	40	55	147
	% in Diagnose	1,4%	18,4%	15,6%	27,2%	37,4%	100,0%
	% in Altersgruppe	3,2%	4,7%	8,6%	8,2%	9,5%	7,5%
Strabismus paralyticus	Anzahl	2	10	15	39	96	162
	% in Diagnose	1,2%	6,2%	9,3%	24,1%	59,3%	100,0%
	% in Altersgruppe	3,2%	1,7%	5,6%	8,0%	16,6%	8,2%
	Anzahl	63	574	267	485	579	1968
	% in Diagnose	3,2%	29,2%	13,6%	24,6%	29,4%	100,0%
	% in Altersgruppe	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Diagramm 16. Altersverteilung der Diagnosen



Die Jahresverteilung der Diagnosen lies eine Steigerung des Strabismus convergens von durchschnittlich 8,6% (73) auf 11,3% (94) im Jahr 2014 erkennen. Ebenfalls einen Anstieg von durchschnittlich 8,8% (42) auf 11,6% (55) im Jahr 2014 verzeichneten wir beim Strabismus divergens, während beim Strabismus intermittens, Mikrostrabismus, mechanisch bedingtem Strabismus sowie 'Sonstigen Störungen des binokularen Sehens' eine durchschnittlich gleichbleibende Verteilung über die Jahre bestand.

Interessant der Anstieg in der Gruppe jener PatientInnen, die auf Grund ihrer Heterophorie operiert wurden. Ein Anstieg an diagnostizierten Heterophorien von 7,5% 2004 auf 15,8% 2014 konnte gezeigt werden. Durchschnittlich fanden sich 10 (8,4%) SchielpatientInnen pro Jahr. 2014 stieg dieser Anteil sogar auf fast das Doppelte (19).

Im Gegensatz dazu sank die Zahl der wegen Lähmungsschielens operierten PatientInnen von 16% (26) im Jahr 2008 auf 6,4% (10) im Jahr 2014.

Veränderungen der Diagnoseverteilungen im Jahresverlauf sind nachgewiesen signifikant ($p=0,022$). (Tabelle 8)

Tabelle 8. Jahresverteilung der Diagnosen

		Jahr											
		2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013		2014
Strabismus conc. convergens	Anzahl	89	70	80	73	78	66	71	73	71	66	94	831
	% in Diagnose	10,7%	8,4%	9,6%	8,8%	9,4%	7,9%	8,5%	8,8%	8,5%	7,9%	11,3%	100,0%
	% in Jahr	47,3%	39,3%	47,9%	45,6%	40,6%	41,3%	41,8%	44,8%	38,2%	38,2%	40,7%	42,2%
Strabismus con. divergens	Anzahl	45	57	38	36	34	40	48	44	41	37	55	475
	% in Diagnose	9,5%	12,0%	8,0%	7,6%	7,2%	8,4%	10,1%	9,3%	8,6%	7,8%	11,6%	100,0%
	% in Jahr	23,9%	32,0%	22,8%	22,5%	17,7%	25,0%	28,2%	27,0%	22,0%	21,4%	23,8%	24,1%
Strabismus con. intermittens	Anzahl	13	17	15	11	11	9	15	12	18	8	17	146
	% in Diagnose	8,9%	11,6%	10,3%	7,5%	7,5%	6,2%	10,3%	8,2%	12,3%	5,5%	11,6%	100,0%
	% in Jahr	6,9%	9,6%	9,0%	6,9%	5,7%	5,6%	8,8%	7,4%	9,7%	4,6%	7,4%	7,4%
Sonstige Störungen des binokularen Sehens	Anzahl	1	2	1	0	1	1	1	0	1	2	2	12
	% in Diagnose	8,3%	16,7%	8,3%	0,0%	8,3%	8,3%	8,3%	0,0%	8,3%	16,7%	16,7%	100,0%
	% in Jahr	0,5%	1,1%	0,6%	0,0%	0,5%	0,6%	0,6%	0,0%	0,5%	1,2%	0,9%	0,6%
Heterophorie	Anzahl	9	11	8	6	10	13	12	6	12	14	19	120
	% in Diagnose	7,5%	9,2%	6,7%	5,0%	8,3%	10,8%	10,0%	5,0%	10,0%	11,7%	15,8%	100,0%
	% in Jahr	4,8%	6,2%	4,8%	3,8%	5,2%	8,1%	7,1%	3,7%	6,5%	8,1%	8,2%	6,1%
Mikrostrabismus	Anzahl	4	1	1	1	3	0	3	4	0	1	4	22
	% in Diagnose	18,2%	4,5%	4,5%	4,5%	13,6%	0,0%	13,6%	18,2%	0,0%	4,5%	18,2%	100,0%
	% in Jahr	2,1%	0,6%	0,6%	0,6%	1,6%	0,0%	1,8%	2,5%	0,0%	0,6%	1,7%	1,1%
Strabismus mechanisch bedingt	Anzahl	7	0	4	7	7	2	3	4	5	6	8	53
	% in Diagnose	13,2%	0,0%	7,5%	13,2%	13,2%	3,8%	5,7%	7,5%	9,4%	11,3%	15,1%	100,0%
	% in Jahr	3,7%	0,0%	2,4%	4,4%	3,6%	1,3%	1,8%	2,5%	2,7%	3,5%	3,5%	2,7%

Strabismus verticalis	Anzahl	7	7	9	11	22	21	9	9	15	15	22	147
	% in Diagnose	4,8%	4,8%	6,1%	7,5%	15,0%	14,3%	6,1%	6,1%	10,2%	10,2%	15,0%	100,0%
	% in Jahr	3,7%	3,9%	5,4%	6,9%	11,5%	13,1%	5,3%	5,5%	8,1%	8,7%	9,5%	7,5%
Strabismus paralyticus	Anzahl	13	13	11	15	26	8	8	11	23	24	10	162
	% in Diagnose	8,0%	8,0%	6,8%	9,3%	16,0%	4,9%	4,9%	6,8%	14,2%	14,8%	6,2%	100,0%
	% in Jahr	6,9%	7,3%	6,6%	9,4%	13,5%	5,0%	4,7%	6,7%	12,4%	13,9%	4,3%	8,2%
	Anzahl	188	178	167	160	192	160	170	163	186	173	231	1968
	% in Diagnose	9,6%	9,0%	8,5%	8,1%	9,8%	8,1%	8,6%	8,3%	9,5%	8,8%	11,7%	100,0%
	% in Jahr	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

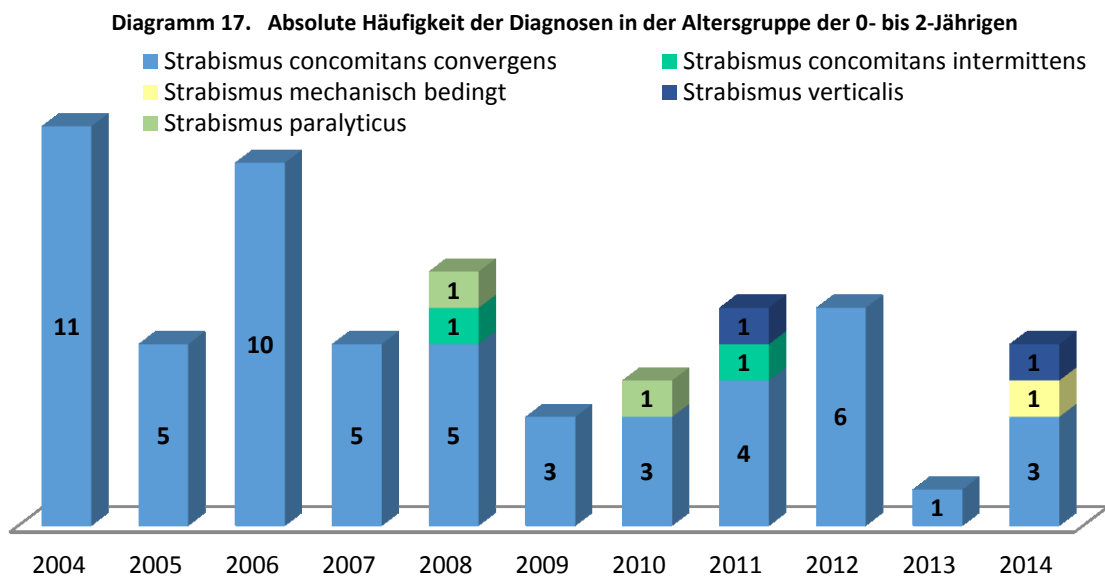
Eine Analyse der Diagnosen für die einzelnen Altersgruppen über die letzten 10 Jahre wurde vorgenommen, um eine eventuelle Verschiebung des Diagnosespektrums zu erkennen. Werden nur die Unterschiede in den Operationsdiagnosen kindlicher und erwachsener SchielpatientInnen über die Jahre betrachtet, weist das Diagnosespektrum keine signifikante Veränderung auf ($p=0,083$).

3.3.2.1 Operationsindikationen – Diagnosen in der Gruppe 0- bis 2-Jährige

In dieser Altersgruppe (63 (3,2% aller PatientInnen)) zeigte sich eine Abnahme der Operationen konvergenter Schielformen. Von insgesamt 56 konvergenten StrabismuspatientInnen wurden im Jahre 2004 11 (19,6% bezogen auf die Gesamtheit dieser Diagnosegruppe) und 2006 10 (17,9%) PatientInnen korrigiert. Ab 2007 wurde ein Rückgang verzeichnet, der im Jahr 2013 mit nur einem Patienten bzw. einer Patientin (1,8%) das Minimum erreichte. Die allgemeine Reduzierung hielt auch im Jahr 2014 mit 3 (4,5%) PatientInnen an, auch wenn der Rückgang nicht signifikant war ($p=0,428$). Die Gruppe des Strabismus convergens bleibt aber mit 88,9% die häufigste Operationsindikation in dieser Altersgruppe.

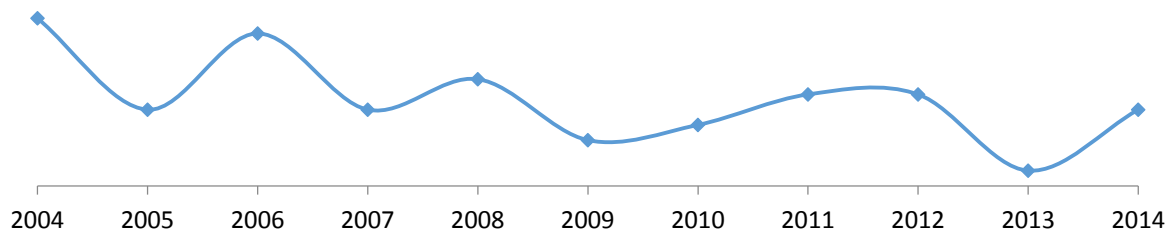
Über den ganzen Beobachtungszeitraum fand sich kein Patient bzw. keine Patientin mit Strabismus divergens, Heterophorien oder dekompenziertem Mikrostrabismus.

Mechanisches (1 (1,6%)), intermittierendes (2 (3,2%)), vertikales (1 (1,6%)) und paralytisches (1 (1,6%)) Schielen kamen nur vereinzelt vor, sodass keine Aussage über eine Trendentwicklung möglich war. (Diagramm 17)



Die Betrachtung der Gesamtanzahl an PatientInnen diesen Alters über den Beobachtungszeitraum ergab eine Abnahme um 10%, von 17,5% (11) 2004 auf 7,9% (5) 2014. (Diagramm 18)

Diagramm 18. Jahresverteilung der Diagnosen in der Altersgruppe der 0- bis 2-Jährigen



3.3.2.2 Operationsindikationen – Diagnosen in der Gruppe 3- bis 10-Jährige

Bei der Analyse der 574 3- bis 10-Jährigen operierten PatientInnen (29,9% aller PatientInnen) (Diagramm 19) nahm die Häufigkeit des Strabismus convergens im Verlauf der letzten 10 Jahre ab wenn auch nur in geringem Ausmaß ($p=0,082$). 2004 wurden von den 408 dieser konvergenten Gruppe 51 operiert. Der geringste Wert wurde in den Jahren 2005, 2012 und 2013 mit jeweils 31 InnenschielerInnen erreicht. Über den gesamten Beobachtungszeitraum blieb das konkomitierende konvergente Schielen (410 (71,4%)) aber die Hauptindikation für eine Schieloperation in dieser Altersgruppe.

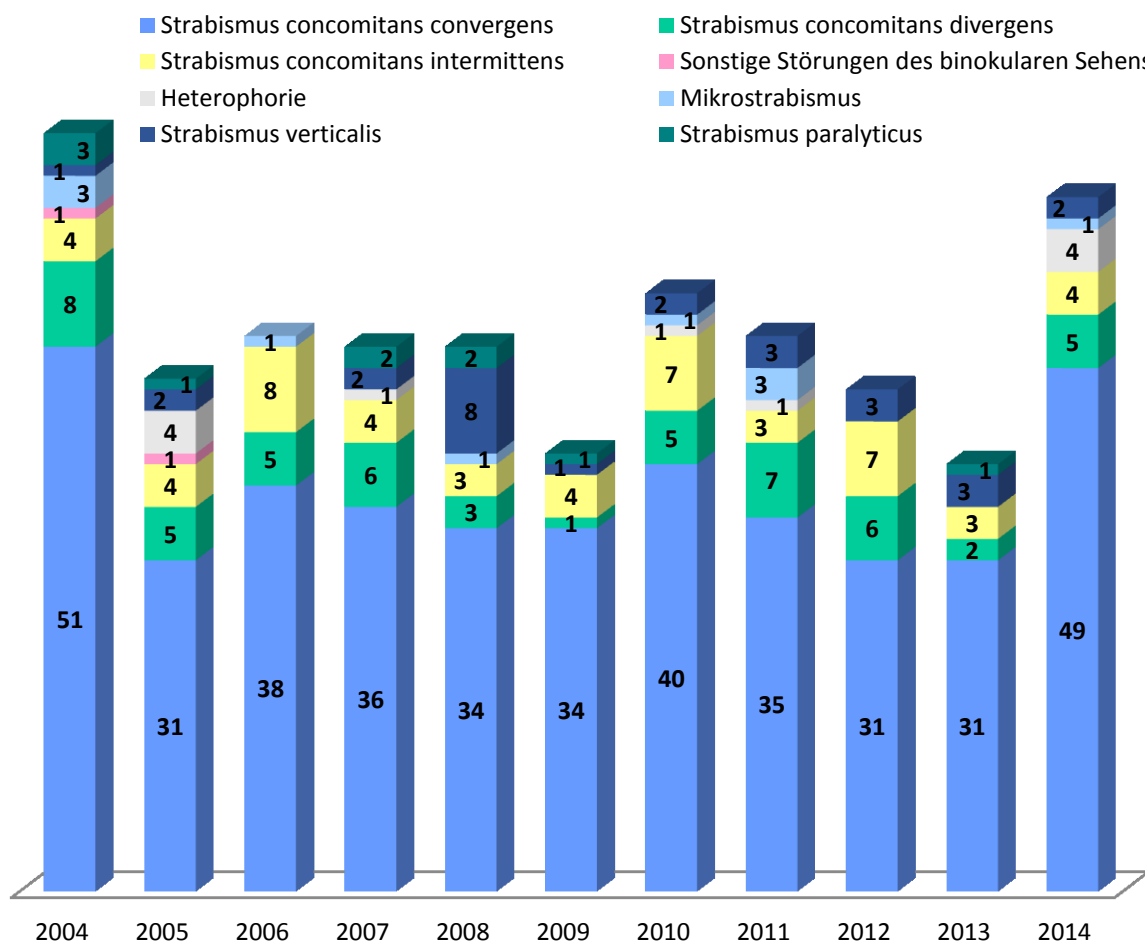
Keine signifikante Veränderung wurde beim Strabismus divergens beobachtet. Von den insgesamt 53 Fällen (9,2% aller in dieser Altersgruppe gestellten Diagnosen) wurde jedes Jahr an durchschnittlich 5 PatientInnen (9,4% bezogen auf die Gesamtheit dieser Diagnosegruppe) eine Schieloperation vorgenommen. Der Höchstwert wurde 2004 mit 8 (15,1%) erreicht. Nur ein Patient bzw. eine Patientin (1,9%) gab es 2009. Über die letzten 10 Jahre fanden sich fast gleich viele PatientInnen (51 (8,9% aller in dieser Altersgruppe gestellten Diagnosen)) in der Gruppe mit manifestem wie mit intermittierendem Strabismus divergens, durchschnittlich 5 pro Jahr. Das Maximum wurde 2006 mit 8 (15,7% bezogen auf die Gesamtheit dieser Diagnosegruppe) und das Minimum mit 2008, 2011 und 2013 mit 3 (5,9%) Operierten erreicht.

Die Diagnosestellung vertikales Schielen als Operationsindikation wurde in dieser Altersgruppe durchschnittlich 2-mal (7,4% bezogen auf die Gesamtheit dieser Diagnosegruppe) pro Jahr gestellt. Eine Ausnahme fand sich 2008 mit 8 (29,6%) vertikalen

SchielerInnen. Über die Jahre gesehen konnte keine signifikante Veränderung festgestellt werden. In der Gesamtsumme der Diagnosen über alle Jahre nahmen vertikale Augenabweichungen einen Anteil von 4,7% (27) ein.

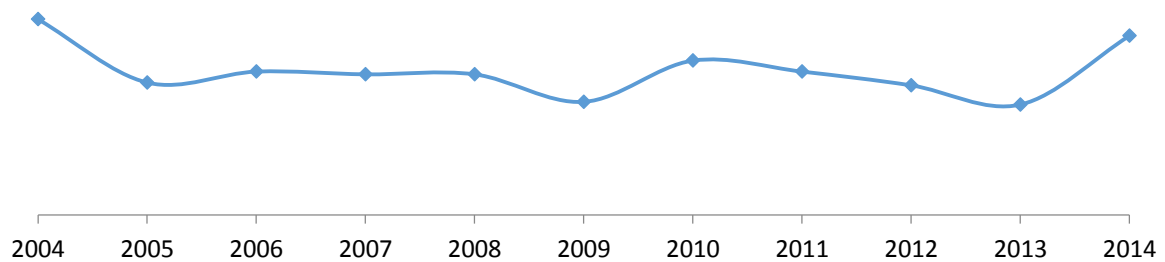
Die übrigen Diagnosen, wie Heterophorie, Mikrostrabismus und Augenmuskellähmungen führten in dieser Altersgruppe nur vereinzelt zu operativen Eingriffen. Sie nahmen nur einen Bruchteil an der Gesamtsumme der Diagnose ein (< 1,9%) und sind deshalb nicht für eine statistische Auswertung geeignet.

Diagramm 19. Absolute Häufigkeit der Diagnose in der Altersgruppe der 3- bis 10-Jährigen



In Summe konnte die deskriptive Statistik in diesem Fall keine eindeutige Abnahme der Häufigkeit der Schieloperationen in dieser Altersgruppe zeigen. Sowohl 2004 (71 (12,3%)), wie auch 2014 (65 (11,3%)) erfolgten in der Altersgruppe der 3- bis 10-Jährigen die meisten Operationen. Ein leichter Abfall war 2009 (41 (7,1%)) zu erkennen. (Diagramm 20)

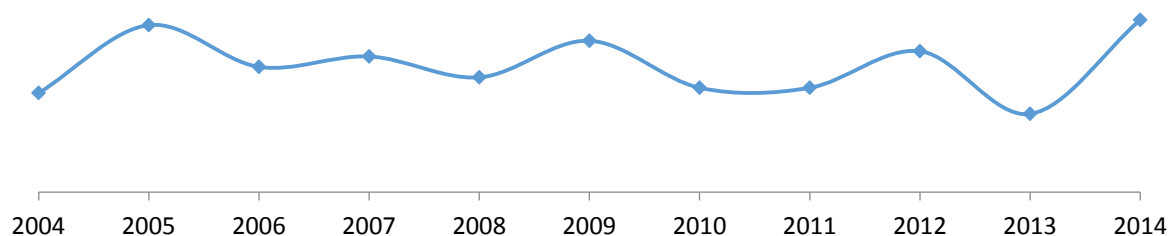
Diagramm 20. Jahresverteilung der Diagnosen in der Altersgruppe der 3- bis 10-Jährigen



3.3.2.3 Operationsindikationen – Diagnosen in der Gruppe 11- bis 20-Jährige

Im Jahresverlauf ergab die Auswertung der 11- bis 20-Jährigen einen Anstieg der Fälle von 2004 (7,1%) auf 2014 (12,4%) jedoch ohne Signifikanz. ($p=0,510$). (Diagramm 21)

Diagramm 21. Jahresverteilung der Diagnosen in der Altersgruppe der 11- bis 20-Jährigen



Der Strabismus convergens und divergens schwankten über die Jahre gleichermaßen und ließen keinen Schluss auf eine Zu- oder Abnahme zu. Sie bildeten beide die Hauptindikationen zur Operation in dieser Altersgruppe - konvergentes Schielen mit 40,1% (107) und divergentes mit 28,5% (76).

2005 wurde nur 5-mal (4,7% bezogen auf die Gesamtheit dieser Diagnosegruppe) auf Grund eines Strabismus convergens operiert. Die meisten konvergenten SchielerInnen (14 (13,1%)) fanden sich 2005 und 2012. Das Maximum mit 13 (17,1%) divergenten SchielerInnen wurde 2009 beobachtet. Nur einmal (1,3%) erfolgte die Korrektur der Divergenz 2013.

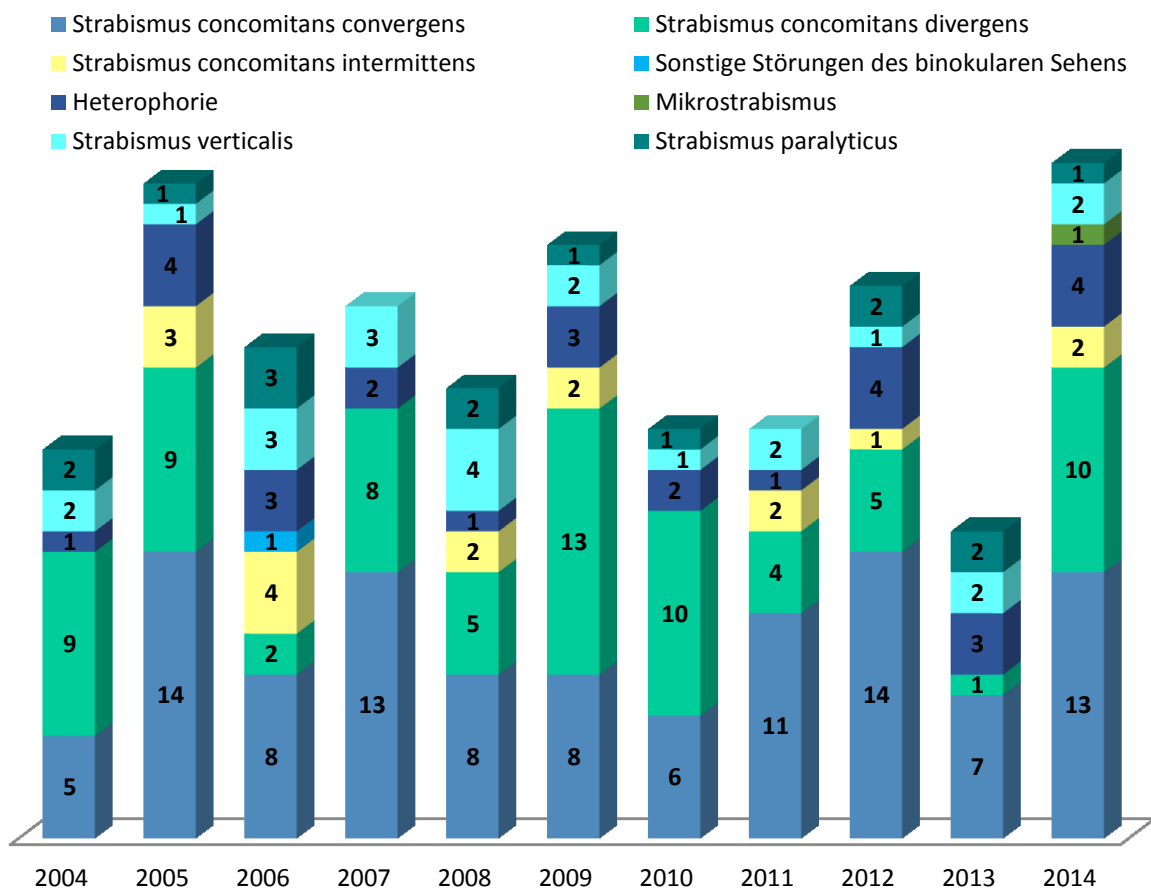
Die Anzahl intermittierender AußenschielerInnen änderte sich in dieser Gruppe mit 6% der Diagnosen nicht merklich. In den Jahren 2004, 2007, 2010 und 2013 wurden keine PatientInnen diesen Alters mit intermittierendem Schielen operiert, in den übrigen Jahren durchschnittlich 2 (12,5%).

Die Häufigkeit an Operationen auf Grund von Heterophorie, vertikalem oder paralytischem Schielen schwankte in minimalen Bereichen in den letzten 10 Jahren, blieb

aber in der Gesamtheit betrachtet über die Jahre hinweg unverändert. Der Anteil an Heterophorien an der Gesamtheit an gestellten Diagnosen betrug 10,5% (28), jener vertikalen Schielens 8,6% (23) und jener paralytischen Schielens 5,6% (15).

Jeweils nur einmal in 10 Jahren wurden bei den 11- bis 20-Jährigen ein Patient bzw. eine Patientin mit der Diagnose 'Sonstige Störungen des binokularen Sehens' (2006) und ein Patient bzw. eine Patientin mit Mikrostrabismus (2014) operiert. Sie bildeten zusammen nur 0,8% aller Diagnosen dieser Altersgruppe. (Diagramm 22)

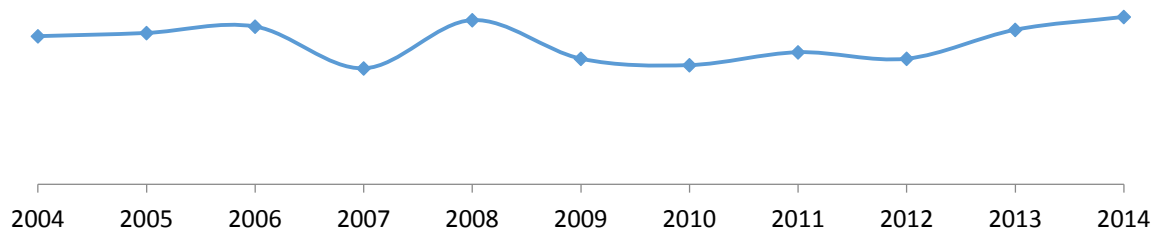
Diagramm 22. Absolute Häufigkeit der Diagnosen in der Altersgruppe der 11- bis 20-Jährigen



3.3.2.4 Operationsindikationen – Diagnosen in der Gruppe 20- bis 40-Jährigen

In der Altersgruppe der 20- bis 40-Jährigen stieg die Gesamtsumme der Diagnosen nicht signifikant ($p=0,798$). So waren es 2004 9,5%, und 2014 10,7%. (Diagramm 23). Auch wenn sich das Spektrum der Operationsindikationen vor allem bezüglich konvergentem und divergentem Schielens änderte.

Diagramm 23. Jahresverteilung der Diagnosen in der Altersgruppe der 20- bis 40-Jährigen



Die Anzahl der konvergenten SchielerInnen dieser Altersgruppe blieb über die Jahre abgesehen von leichten Schwankungen gleich. Durchschnittlich wurden 13 PatientInnen pro Jahr mit dieser Diagnose operiert, mit einem Maximum 2006 mit 19 (12,9% bezogen auf die Gesamtheit dieser Diagnosegruppe) Operierten. Das Minimum mit 10 (6,8%) PatientInnen fand sich 2009 und 2010. Im Jahr 2006 (38,8%) und 2008 (35,5%) stellte die konvergente Gruppe die häufigste Indikation zur Schieloperation verglichen mit allen anderen Diagnosen bei den 20- bis 40-Jährigen dar.

In allen übrigen Jahren bildete diese der Strabismus divergens mit durchschnittlich 38,3%, wie auch über die Gesamtheit der Jahre betrachtet (181 (37,3%)), gefolgt von Esotropien (147 (30,3%)). Die meisten Exotropien unter den Schieloperierten fanden sich im Jahr 2005 (21 (11,6% bezogen auf die Gesamtheit dieser Diagnosegruppe)), die wenigsten im Jahre 2007 und 2012 (7,2%).

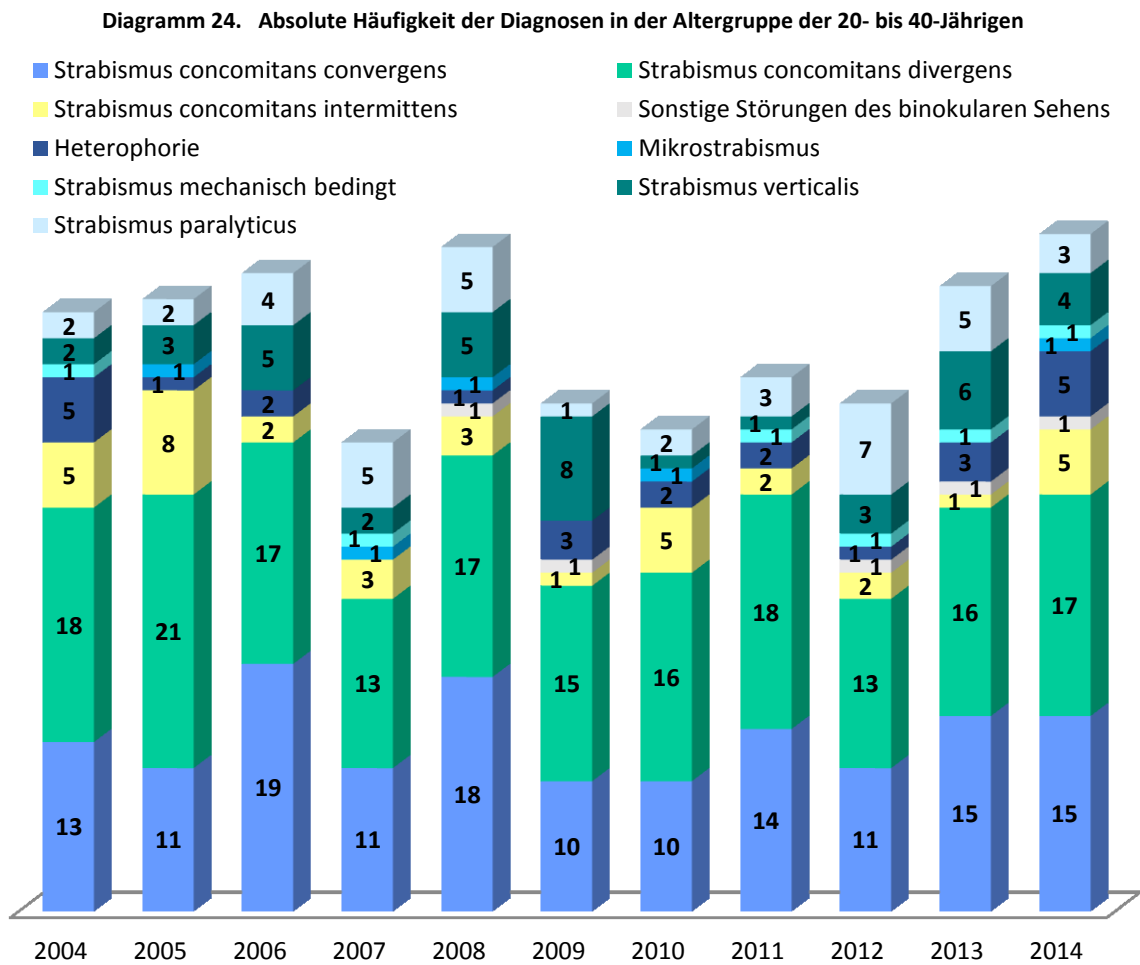
Der drittgrößte Anteil entfiel auf den Strabismus verticalis (8,2%), hier war ein leichter Anstieg von 2004 mit 5% (2) auf 2013 mit 15,5% (6) bezogen auf die Gesamtheit dieser Diagnosegruppe erkennbar.

Einen fast gleich großen Anteil an den Gesamtdiagnosen bildeten die paralytischen Schielformen (8,0% aller in dieser Altersgruppe gestellten Diagnosen). Durchschnittlich wurden pro Jahr 4 (10,3%) PatientInnen mit dieser Schielform operiert.

Jährlich wurden 3 Operationen auf Grund eines Strabismus intermittens in dieser Altersgruppe durchgeführt. 2005 wurde ein Maximum mit 8 erreicht. Sie nehmen 7,6% an der Gesamtheit der Diagnosen ein.

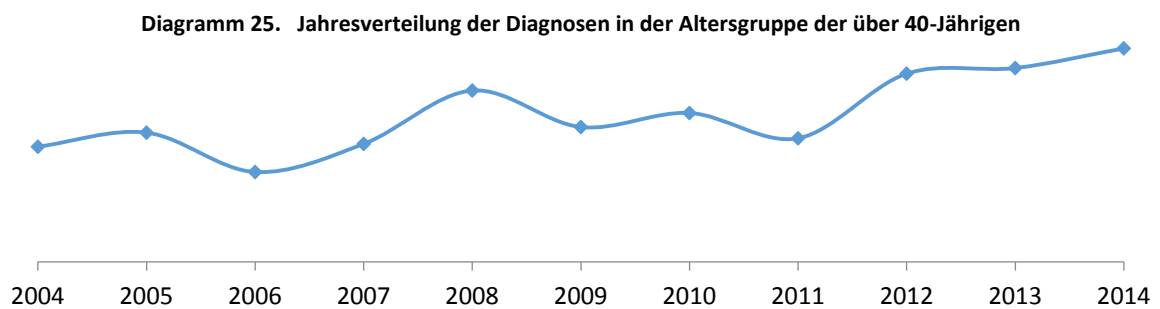
Die restlichen Diagnosen zu denen Heterophorien (5,2%), Mikrostrabismus (1,0%), 'Sonstige Störungen des binokularen Sehens' (1,0%) und mechanische bedingtes Schielen

(1,2%) gehören, bildeten nur einen kleinen Teil der Operationsindikationen in dem Alter zwischen 21 und 40 Jahren. (Diagramm 24)



3.3.2.5 Operationsindikationen – Diagnosen in der Gruppe über 40-Jährigen

Im Beobachtungszeitraum von 10 Jahren verzeichnete die relative Zahl der Operationen in der Gruppe der über 40-Jährigen einen nicht signifikanten Anstieg von 7,1% 2004 auf 13,1% 2014 ($p=0,312$). (Diagramm 25)



Sowohl die Diagnose des Strabismus convergens als auch des divergens stieg über die Jahre von 8,1% und 6,1% auf 12,6% und 15,0%. Über alle Jahre hinweg und auch in der

Gesamtheit der Operationsindikationen dieser Altersgruppe dominierte der Strabismus divergens. Einzig im Jahr 2009 teilten sich Strabismus convergens und divergens die Hauptanteile an Operationsdiagnosen (22,9%).

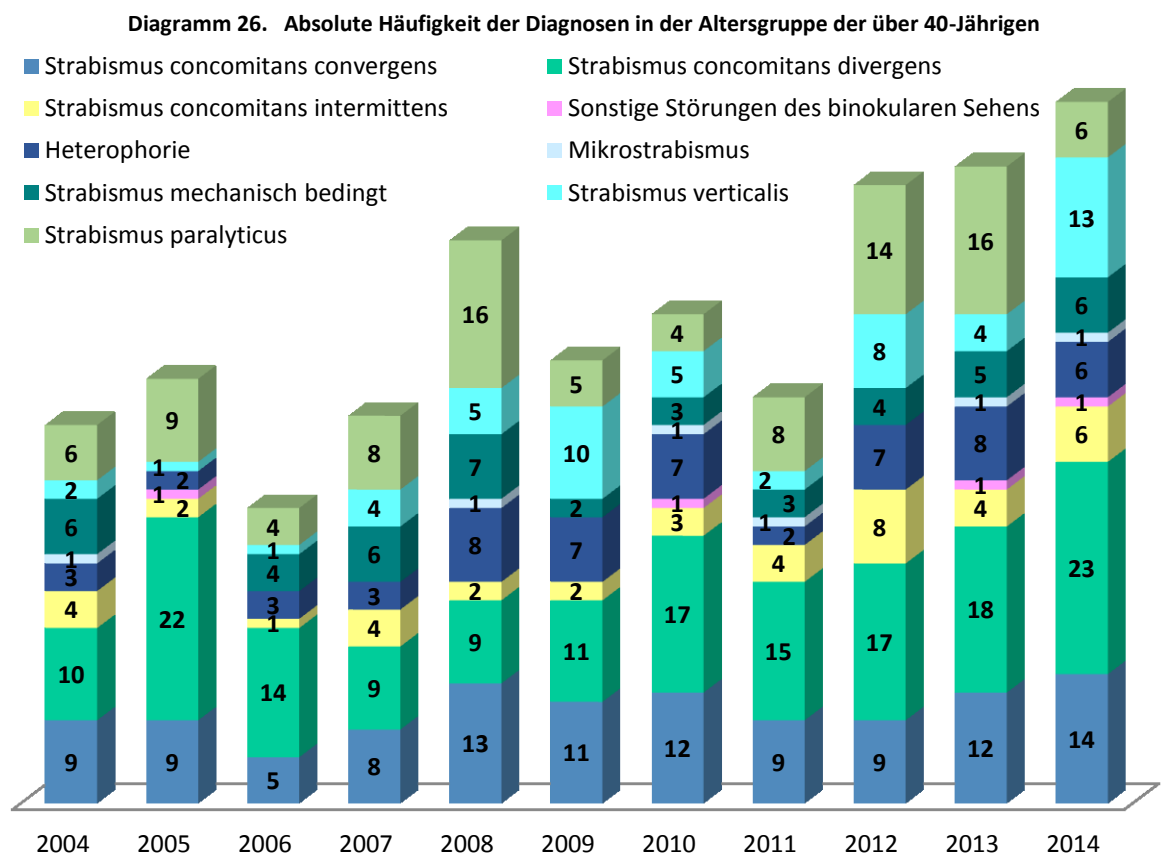
Im Falle des Strabismus verticalis konnte über die 10 Jahre eine Häufung von 10% 2004 auf 15% 2014 gezeigt werden wobei dessen Anteil 9,5% an den Gesamtdiagnosen betrug.

Auf den paralytischen Strabismus entfielen 16,6% der Gesamtdiagnosen. Über die letzten 10 Jahre ließ sich in dieser Diagnosegruppe eine Steigerung von 6,3% auf 23,2% ermitteln.

Auch In der Gruppe der Heterophorien mit 9,7% der PatientInnen über 40 Jahre zeigte sich eine Zunahme von 5,4% 2004 auf 10,7%.

Über die Jahre gleich bleibend wurden PatientInnen mit mechanisch bedingtem Strabismus operiert (9,5%).

Die Diagnosen Mikrostrabismus (1,0%) und 'Sonstigen Störungen des binokularen Sehens' (0,7%) als Operationsindikation schwankten nur wenig im Jahresverlauf. Sie bildeten nur einen kleinen Teil aller Diagnosen dieser Altersgruppe. (Diagramm 26)



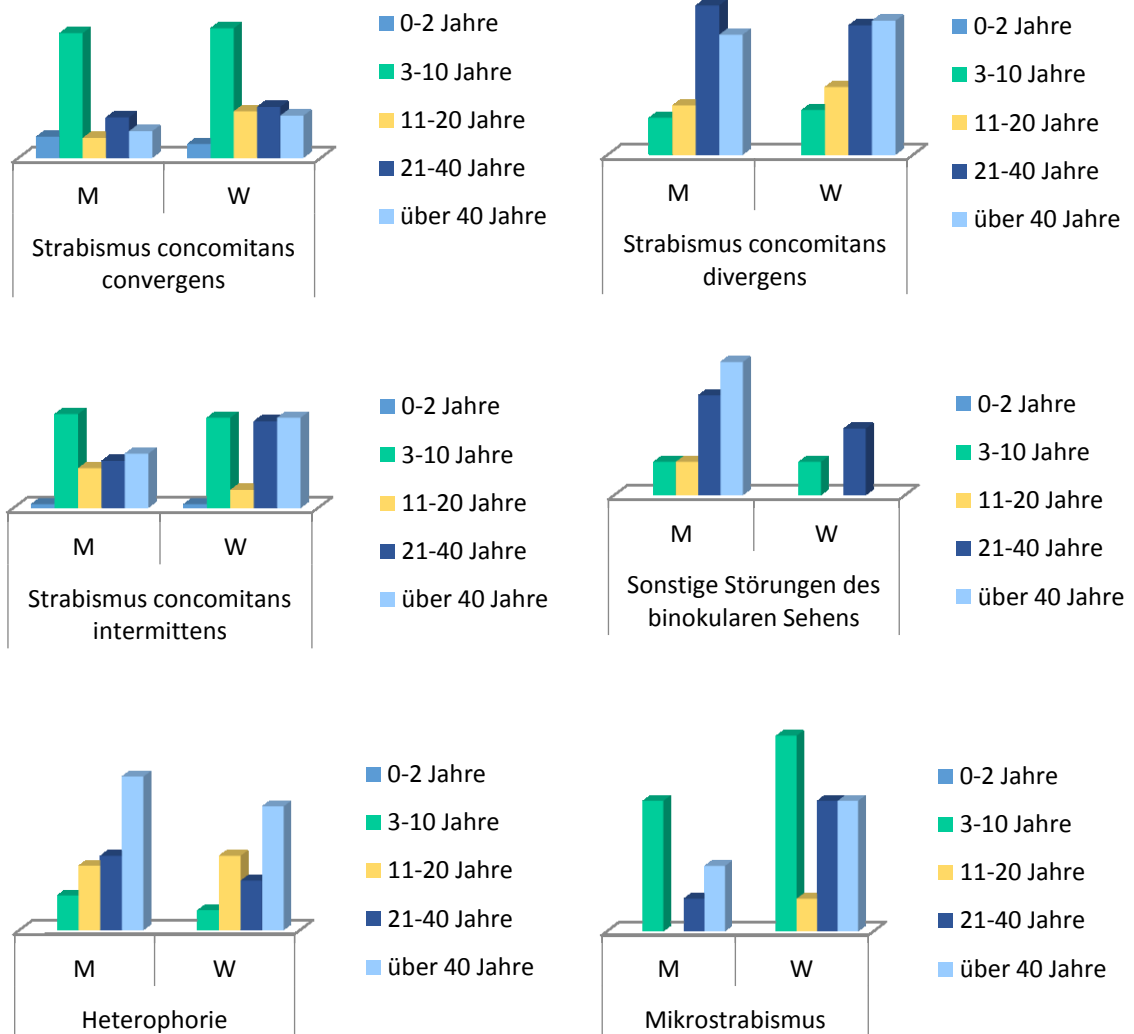
3.3.2.6 Geschlechtsverteilung der Diagnosen

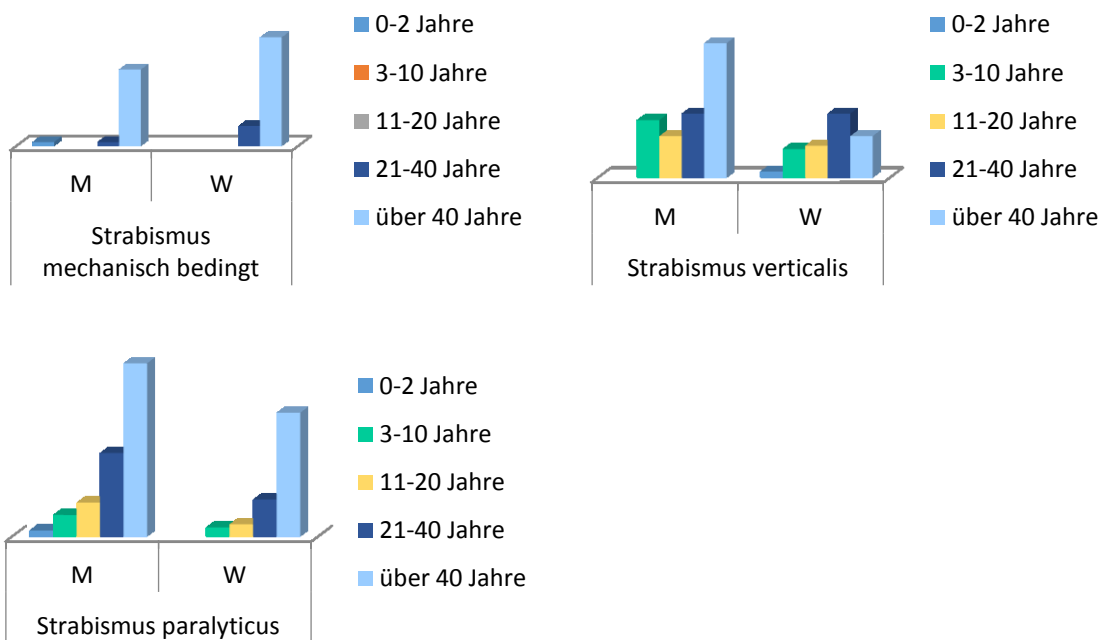
Die Auswertung der Diagnosen und damit der Operationsindikation auf eventuelle Unterschiede in der Geschlechterverteilung (Diagramm 27) konnten weder beim Strabismus convergens noch des divergens nachgewiesen werden.

Ab einem Alter von 20 Jahren wurden Frauen häufiger auf Grund eines Strabismus intermittens und Mikrostrabismus operiert, während sich der Strabismus verticalis und 'Sonstigen Störungen des binokularen Sehens' häufiger bei Männern fanden.

Veränderungen wurden mit einer statistischen Signifikanz von $p=0,000$ berechnet.

Diagramm 27. Geschlechtsverteilung der Diagnosen





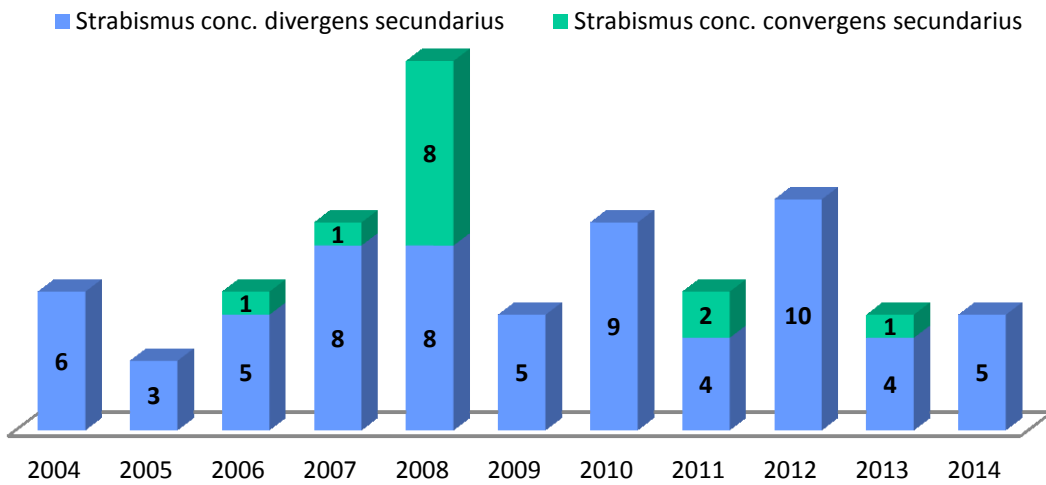
3.3.2.7 Strabismus secundarius

Als sekundäre Form des Strabismus werden Augenfehlstellungen auf Basis anderer Augenerkrankungen verstanden.

Unter den gesammelten Datensätzen fanden sich 80 (4,1%) PatientInnen, bei denen ein sekundärer Strabismus vorlag, 67-mal (84%) in Form eines Strabismus divergens und 13-mal (16%) als konvergenter Strabismus secundarius.

Im Jahresverlauf konnte keine Steigerung oder Reduktion der Gesamtzahl sekundären Schielens beobachtet werden. 2008 wurde die größte Anzahl operierter, sekundär divergenter Augenabweichungen festgestellt (16 (20%)), ein Minimum wurde im Jahre 2015 mit nur 3 (3,8%) Fällen erreicht. Bis auf das Jahr 2008 dominierte in allen Jahren die divergente Form des sekundären Schielens. 2008 fanden sich gleich viel divergente wie konvergente sekundäre Abweichungen der Augen. Am häufigsten wurde die Operation des sekundären Strabismus divergens 2012 (10) durchgeführt. (Diagramm 28)

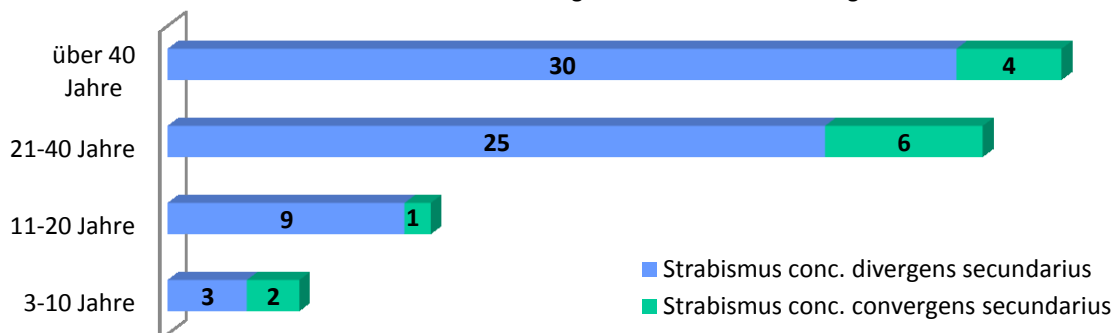
Diagramm 28. Jahresverteilung des Strabismus secundarius



Die Aufschlüsselung der Verteilung des sekundären Schielens nach dem Alter ließ ein vermehrtes Auftreten mit zunehmendem Alter erkennen. (Diagramm 29) Je älter die SchielpatientInnen, desto häufiger muss an eine sekundäre Ursache des Schielens gedacht werden. Zwei Drittel (81,3%) der sekundären SchielpatientInnen waren über 20 Jahre alt. In der Gruppe der über 40-Jährigen fanden sich 34 (42,5%) PatientInnen, in jener der 21- bis 40-Jährigen 31 (38,8%).

Sekundärer Strabismus ist eine Seltenheit in jungen Jahren: 10 (12,5%) PatientInnen in der Altersgruppe der 11- bis 20-Jährigen und 5 (6,3%) in jener der 3- bis 10-Jährigen, keine PatientInnen unter 2 Jahren.

Diagramm 29. Jahresverteilung des Strabismus secundarius

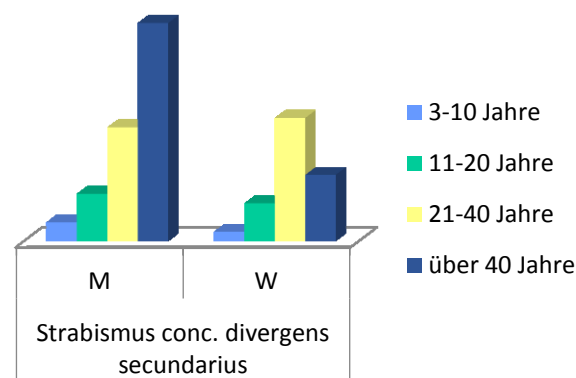


In der Altersgruppe der über 40-Jährigen gipfelte die divergente Form des sekundären Strabismus mit 44,8% (30), in jener der 20- bis 40-Jährigen die konvergente Form mit 46,2% (6).

Um auf den Genderaspekt einzugehen wurde die Diagnose Strabismus secundarius auf Auffälligkeiten in der Geschlechtsverteilung geprüft. Daraus ergab sich ein Unterschied in der Altersgruppe der über 40-Jährigen, in der das männliche Geschlecht überwog. (Diagramm 30) In den übrigen Altersgruppen halten sich bei den divergenten sekundären Abweichungen die beiden Geschlechter die Waage ($p=0,938$).

Die konvergenten sekundären SchielerInnen wurden aufgrund ihrer geringen Anzahl nicht analysiert.

Diagramm 30. Geschlechtsverteilung des Strabismus secundarius



3.3.2.8 Strabismus consecutivus

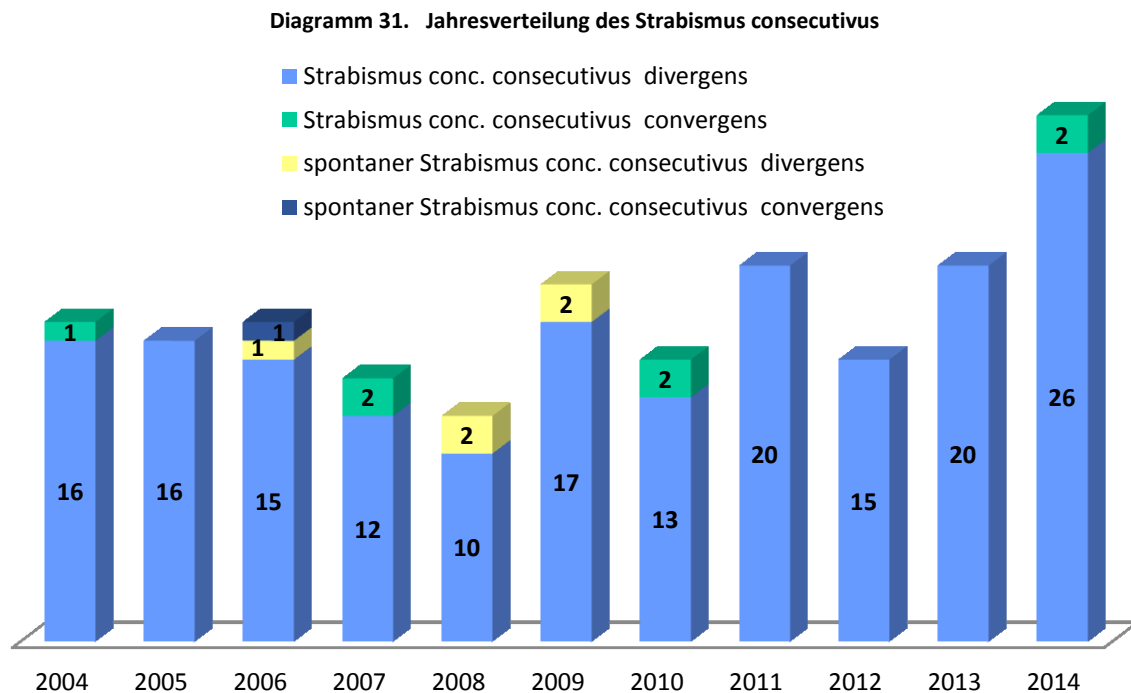
Konsekutives Schielen bezeichnet eine Schielform, die selten spontan, häufiger als Folge jahrelanger Schielbehandlungen und/oder Schieloperationen entsteht.

In der Menge an untersuchten Daten fanden sich 193 (9,8%) PatientInnen mit einem Strabismus consecutivus. Davon wichen bei 185 (95,9%) die Sehachsen divergent auseinander. Diesem konsekutiven divergenten Schielen lagen einerseits ein spontanes Auftreten (5 (2,7%)) und andererseits ein wiederholtes Auftreten nach bereits operiertem Innenschielen (180 (97,3%)) zu Grunde. Nur 8 (4,1%) PatientInnen waren von einer konvergenten Form des Strabismus consecutivus betroffen. Diese Form teilte sich wiederum in einen spontanen konsekutiven konvergenten Strabismus (1 (12,5%)) oder folgte einem bereits therapiertem Strabismus (7 (87,5%)).

Im Beobachtungszeitraum von 10 Jahren wurde eine Häufung des konsekutiven Strabismus von 8,8% (17) 2004 auf 14,5% (28) 2014 festgestellt, jedoch ohne Signifikanz ($p=0,057$).

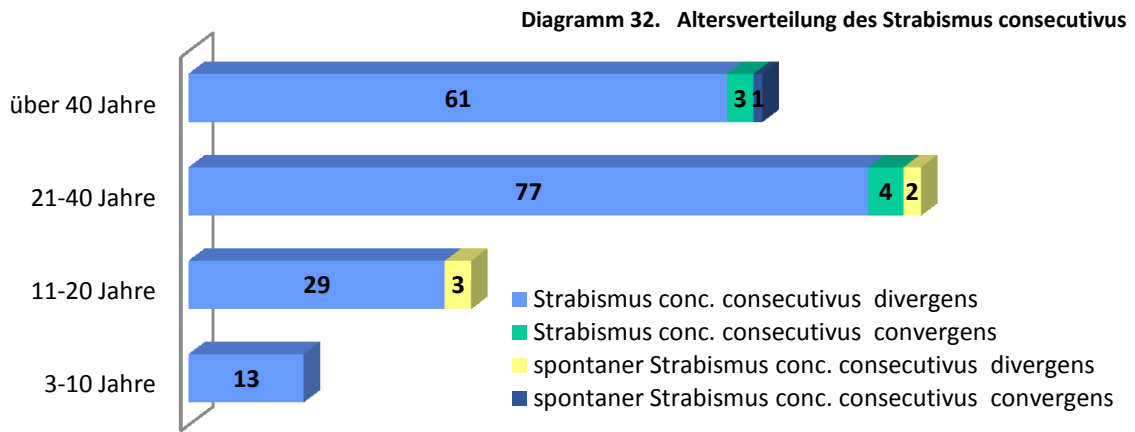
In allen Jahren dominierte die divergente konsekutive Abweichung, die postoperativ, zumeist Jahre bis Jahrzehnte nach einer vorausgegangen Schieloperation auftrat (8,9% (16) 2004 auf 14,4% (26) 2014).

Die konvergenten und spontanen konsekutiven Schielformen bildeten zusammen nur einen kleinen Teil (13 (6,7%)). Sie kamen über die Jahre nur vereinzelt vor und ließen deshalb keine Zu- oder Abnahme erkennen. (Diagramm 31)



Über- oder Unterkorrekturen im Verlauf einer Schieloperation oder Dekompensationen im Zuge von Schielbehandlungen sind in jedem Alter möglich weshalb auch konsekutive Strabismusformen über alle Altersgruppen hinweg zu finden sind wenn auch eine Häufung mit steigendem Alter beobachtet wurde. (Diagramm 32)

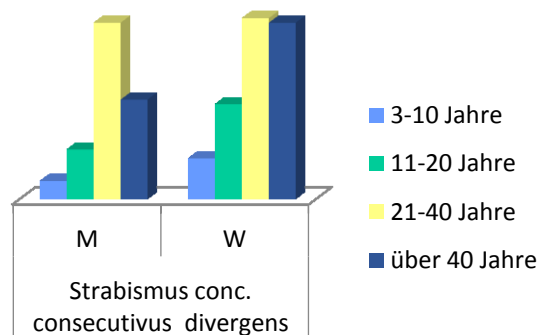
In den Datensätzen der Universitäts-Augenklinik Graz fanden sich keine PatientInnen mit konsekutivem Schielen in der Altersgruppe unter 2 Jahren. Diese traten vor allem in der Altersgruppe der 20- bis 40-Jährigen (83 (43%)) gehäuft auf, sowie bei PatientInnen über 40 (65 (33,7%)). In der Gruppe der 11- bis 20-Jährigen fanden sich 32 (16,6%) Betroffene. Den kleinsten Anteil an konsekutiven SchielerInnen hatte die Altersgruppe der 3- bis 10-Jährigen (13 (6,7%)).



Werden Geschlechtsunterschiede analysiert, so ließ sich die Dominanz weiblicher Patientinnen (112) gegenüber männlichen (81) nahezu in allen Altersgruppen erkennen. Ausnahme bildeten die 21- bis 40- Jährigen, mit einer gleichmäßigen Geschlechtsverteilung ($p=0,551$). (Diagramm 33)

Die Auswertung für die Diagnose Strabismus consecutivus convergens wurde aus Gründen der geringen Anzahl an PatientInnen nicht durchgeführt.

Diagramm 33. Geschlechtsverteilung des Strabismus consecutivus



3.3.2.9 Diagnosen bei Reoperationen

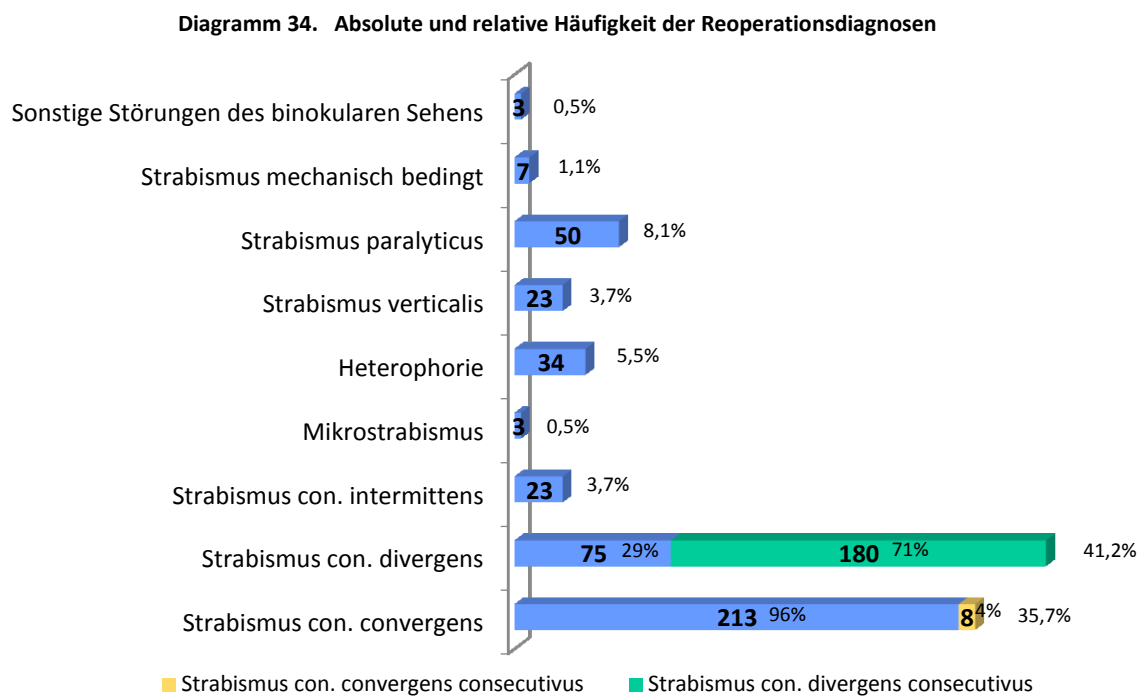
Auch bei initial erfolgreicher Korrektur der Schielstellung ist ein neuerliches Schielen möglich, sei es als Restschielen, in Form eines konsekutiven Schielens oder im Rahmen einer operativen Über- oder Unterkorrektur.

Unter den PatientInnen, die sich einer Reoperation unterzogen (619 (31,0%)) lag 221-mal (35,7%) eine Esotropie und 255-mal (41,2%) eine Exotropie vor, darunter waren 7 (2,7%) konsekutiv konvergente und 180 (70,6%) konsekutive divergente SchielerInnen.

23 (3,7%) PatientInnen wurden mit intermittierendem Schielen und 34 (5,5%) auf Grund einer neuerlich dekompenzierten Heterophorie reoperiert.

Bei 3 (0,5%) PatientInnen mit Mikrostrabismen, 50 (8,1%) mit Strabismus paralyticus und 7 PatientInnen (1,1%) mit endokriner Orbitopathie oder mit mechanisch bedingtem Schielen waren weitere korrektive Eingriffe notwendig.

3 Fälle (0,5%) fanden sich in der Gruppe 'Sonstige Störungen des binokularen Sehens'.
(Diagramm 34)



Unter Berücksichtigung der Altersverteilung wird die Häufung der Reoperationen mit zunehmendem Alter ersichtlich. Über die Hälfte (68,8%) der PatientInnen befanden sich in einem Alter über 20 Jahren. 207 (33,4%) PatientInnen gehörten der Altersgruppe der 21- bis 40-Jährigen an und 220 (35,5%) der Reoperierten sind über 40 Jahre alt. Das restliche Drittel der PatientInnen teilte sich auf 106 (17,1%) 11- bis 20-Jährige, 84 (13,6%) 3- bis 10-Jährige und nur 2 (0,3%) 0- bis 2-Jährige auf.

Die frühesten Reoperationen zur Korrektur eines restlichen Schielwinkels fanden sich bei großen Schielwinkeln zweier PatientInnen mit Strabismus convergens in der Altersgruppe der 0- bis 2-Jährigen.

Auch im Alter zwischen 3 und 10 Jahren war dieses konvergente Restschielen (53 (63,1%)) der häufigste Grund für eine neuerliche Schielwinkelkorrektur. Divergente Schielformen wurden in dieser Altersgruppe in 18 (21,4%) Fällen einer weiteren Korrektur unterzogen. Seltene Indikationen für eine nochmalige Operation stellten intermittierendes Schielen (5

(6,0%), Mikrostrabismus (1 (1,2%)), Heterophorie (2 (2,4%)), Strabismus verticalis (2 (2,4%)) und paralytisches Schielen (3 (3,6%)) dar.

In der Gruppe der 11- bis 20-Jährigen wurde gleich häufig auf Grund eines Strabismus convergens (43 (40,6%)) und divergens (41 (39,6%)) reoperiert. Bei nur 7 (6,6%) PatientInnen dieses Alters führte ein Strabismus paralyticus zu erneuten Korrekturen. Jeweils 5 (4,7%) PatientInnen mit einem vertikalen Schielen und eine mit Heterophorie wurden erneut operiert. 3 (2,8%) Reoperationen erfolgten bei intermittierendem Schielen und ein Patient bzw. eine Patientin (0,9%) fand sich in der Diagnosegruppe `Sonstige Störungen des binokularen Sehens`.

Der Häufigkeitsgipfel an Reoperationen bei Strabismus convergens (70 (33,7%)) und divergens (105 (41,2%)) zeigte sich bei den 20- bis 40-Jährigen. Die Hälfte (50,7%) der Reoperationen in dieser Altersgruppe erfolgte bei Strabismus divergens, die restlichen verteilten sich auf den Strabismus convergens (33,8%), Strabismus paralyticus (12 (5,8%)), Heterophorien (7 (3,4%)), Strabismus verticalis (6 (2,9%)), Strabismus intermittens (5 (2,4%)), einem mechanisch bedingten Strabismus (0,5%) und einer neuerlichen Strabismusoperation wegen `Sonstigen Störungen des binokularen Sehens` (0,5%).

PatientInnen mit einem Alter über 40 Jahre wurden vor allem auf Grund eines divergenten Schielens (90 (40,9%)) reoperiert, gefolgt von konvergenten Schielformen (53 (24,1%)). In dieser Altersgruppe waren ursächlich für die Reoperation der Strabismus paralyticus (28 (12,7%)), die Heterophorie (20 (9,1%)), der Strabismus intermittens (10 (4,5%)), der Strabismus verticalis (10 (4,5%)), mechanisches Schielen (6 (2,7%)) und der Mikrostrabismus (2 (0,9%)) zu finden. Nur ein Patient bzw. eine Patientin (0,5%) mit `Sonstiger Störung des binokularen Sehens` fand sich in dieser Gruppe. (Diagramm 35)

Diagramm 35. Altersverteilung der Reoperationsdiagnosen

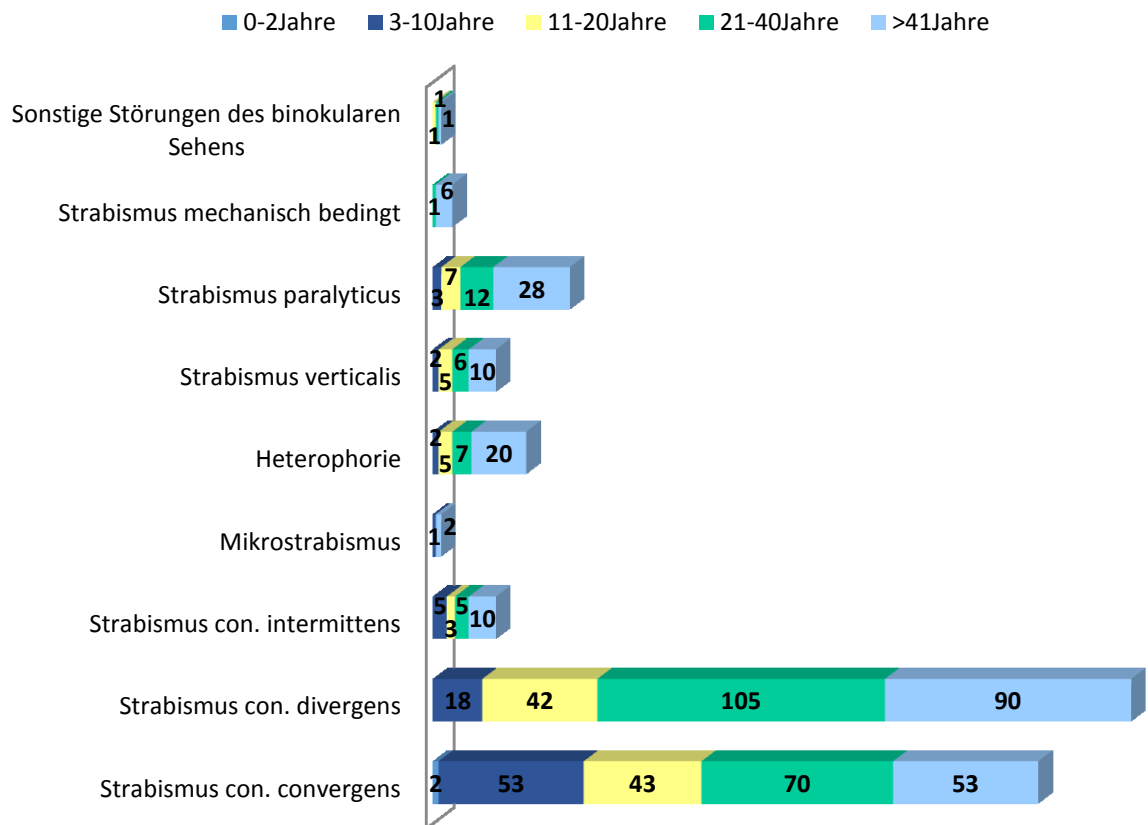


Tabelle 9. Überblickstabelle der kindlichen und erwachsenen SchielpatientInnen

	Kinder			Erwachsene		
	0-2 Jahre	3-10 Jahre	11-20 Jahre	21-40 Jahre	>40 Jahre	
Operationen	63	574	267	485	579	1968
	+ 3,2%	29,2%	13,6%	24,6%	29,4%	100,0%
	++ 100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
SchielOP an 1 geraden M	17	73	28	52	89	259
	6,6%	28,2%	10,8%	20,1%	34,4%	100,0%
	27,0%	12,7%	10,5%	10,7%	15,4%	13,2%
SchielOP an 2 geraden Mm	32	266	103	176	198	775
	4,1%	34,3%	13,3%	22,7%	25,5%	100,0%
	50,8%	46,3%	38,6%	36,3%	34,2%	39,4%
SchielOP an 3 geraden Mm	2	3	0	4	6	15
	13,3%	20,0%	0,0%	26,7%	40,0%	100,0%
	3,2%	0,5%	0,0%	0,8%	1,0%	0,8%
SchielOP an 1 schrägen M	3	50	16	38	50	157
	1,9%	31,8%	10,2%	24,2%	31,8%	100,0%
	4,8%	8,7%	6,0%	7,8%	8,6%	8,0%
SchielOP an 2 schrägen Mm	0	2	0	0	1	3
	0,0%	66,7%	0,0%	0,0%	33,3%	100,0%
	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%
SchielOP an geraden + schrägen Mm	7	89	13	8	14	131
	5,3%	67,9%	9,9%	6,1%	10,7%	100,0%
	11,1%	15,5%	4,9%	1,6%	2,4%	6,7%

Fadenoperation	0	7	1	0	1	9
	0,0%	77,8%	11,1%	0,0%	11,1%	100,0%
	0,0%	1,2%	0,4%	0,0%	0,2%	0,5%
Reoperationen	2	84	106	207	220	619
	0,3%	13,6%	17,1%	33,4%	35,5%	100,0%
	3,2%	14,6%	39,7%	42,7%	38,0%	31,5%
Diagnosen	63	574	267	485	579	1968
	* 3,2%	29,2%	13,6%	24,6%	29,4%	100,0%
	** 100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Strab. conc. convergens	56	410	107	147	111	831
	6,7%	49,3%	12,9%	17,7%	13,4%	100,0%
	88,9%	71,4%	40,1%	30,3%	19,2%	42,2%
Strabismus sekundarius convergens	0	2	1	6	4	13
	0,0%	40,0%	10,0%	19,4%	11,8%	100,0%
	0,0%	15,4%	7,7%	46,2%	30,8,0%	16,3%
Strabismus consecutivus convergens	0	0	0	4	4	0
	0,0%	0,0%	0,0%	50,0 %	50,0%	100,0%
	0,0%	0,0%	0,0%	4,8%	4,8%	0,0%
Strab. conc. divergens	0	53	76	181	165	475
	0,0%	11,2%	16,0%	38,1%	34,7%	100,0%
	0,0%	9,2%	28,5%	37,3%	28,5%	24,1%
Strabismus sekundarius divergens	0	3	9	25	30	0
	0,0%	60,0%	90,0%	80,6%	88,2%	100,0%
	0,0%	4,5%	13,4%	37,3%	44,8%	83,8%
Strabismus consecutivus divergens	0	13	32	79	61	185
	0,0%	7,2,0%	16,1%	42,8%	33,9%	100,0%

	0,0%	100,0%	90,6%	92,8%	93,9%	0,0%
Strabismus conc. intermittens	2	51	16	37	40	146
	1,4%	34,9%	11,0%	25,3%	27,4%	100,0%
	3,2%	8,9%	6,0%	7,6%	6,9%	7,4%
Heterophorie	0	11	28	25	56	120
	0,0%	9,2%	23,3%	20,8%	46,7%	100,0%
	0,0%	1,9%	10,5%	5,2%	9,7%	6,1%
Mikrostrabismus	0	10	1	5	6	22
	0,0%	45,5%	4,5%	22,7%	27,3%	100,0%
	0,0%	1,7%	0,4%	1,0%	1,0%	1,1%
Mechanische bedingter Strabismus	1	0	0	6	46	53
	1,9%	0,0%	0,0%	11,3%	86,8%	100,0%
	1,6%	0,0%	0,0%	1,2%	7,9%	2,7%
Strabismus verticalis	2	27	23	40	55	147
	1,4%	18,4%	15,6%	27,2%	37,4%	100,0%
	3,2%	4,7%	8,6%	8,2%	9,5%	7,5%
Sonstige Störungen des Binokularen Sehens	0	2	1	5	4	12
	0,0%	16,7%	8,3%	41,7%	33,3%	100,0%
	0,0%	0,3%	0,4%	1,0%	0,7%	0,6%
Strabismus paralyticus	2	10	15	39	96	162
	1,2%	6,2%	9,3%	24,1%	59,3%	100,0%
	3,2%	1,7%	5,6%	8,0%	16,6%	8,2%

+ % an OP
++ % in Altersgruppe

* % an Diagnose
** % in Altersgruppe

4 Diskussion

4.1 Patientenkollektiv

Stager(92) weist in seinem Artikel „*Adult Strabismus: It's never too late*“ auf die steigende Zahl erwachsener StrabismuspatientInnen und die wachsende Bedeutung deren adäquater Diagnostik und Behandlung hin. Basierend auf den amerikanischen Daten schätzt er eine monatliche Zusatzbelastung von 100 neuen erwachsenen SchielpatientInnen für jedes Mitglied der AAPOS (American Association of pediatric ophthalmology). Dieser Schätzwert soll aufgrund des wachsenden Anteils der älteren Bevölkerung weiter zunehmen.

Astle, Foulsham, Foss und McGraw(93) untersuchten die Zahlen der Strabismusoperationen und deren Entwicklung über einen Zeitraum von 2000 bis 2014 in Großbritannien. Sie verzeichneten in ihren bevölkerungskorrigierten Daten einen Anstieg erwachsener StrabismuspatientInnen von 24%. Im Gegensatz dazu wurde eine Abnahme an PatientInnen jünger als 15 Jahre um 17% festgestellt. Die Gesamtzahl der in einem Jahr vorgenommenen Operationen sank innerhalb des Beobachtungszeitraumes dabei nur minimal um 1%.

Ziel unserer retrospektiven Analyse war es diese Zahlen mit den Grazer Daten und der Steiermark als Einzugsgebiet zu vergleichen. Aus der Datenbank der Grazer Universitätsklinik für Augenheilkunde erfüllten 1968 SchielpatientInnen die Einschlusskriterien, um für diesen Vergleich herangezogen zu werden. Im Zeitraum von Jänner 2004 bis Dezember 2014 erfolgte bei 847 (43%) PatientInnen unter 18 Jahre und 1121 (57%) älter als 18 Jahre die operative Korrektur ihrer Augenfehlstellung.

Auch aus unseren Daten war ein Anstieg erwachsener SchielpatientInnen, an denen eine Schieloperation durchgeführt worden war, verglichen mit den steirischen Bevölkerungszahlen ersichtlich, jedoch mit 2,9% in einem wesentlich geringerem Ausmaß. Die Abnahme der Gesamtoperationszahl betrug weniger als 1%. Von 2004 bis 2014 zeigte sich eine Reduktion der Anzahl der unter 18-Jährigen um weniger als 1%, während die Zahl der Erwachsenen um 3,4% stieg. Entscheidend für die Interpretation der Daten ist allerdings nicht nur die prozentuelle Verteilung, sondern das Verhältnis operierter Kinder zu operierten Erwachsenen.

So wurden 2004 in der Grazer Schielambulanz bereits gleich viele schielende Kinder wie Erwachsene, jeweils 94, operiert. In den darauffolgenden Jahren stieg die Anzahl an erwachsenen SchielerInnen weiter bis 2013 ein Verhältnis von 30,1% (52) Kindern zu 69,9% (121) Erwachsenen erreicht wurde. In der Studie von *Astle, Foulsham, Foss und McGraw(93)* wurde ein relatives Verhältnis von Strabismusoperationen an Kindern zu Erwachsenen von 2000 3:2 zu 2014 1:1 ermittelt, ein Verhältnis das unserem Wert von 2004 entsprach. Der massive Ansturm erwachsener SchielpatientInnen, wie *Stager(92)* ihn beschrieb, blieb entsprechend dieser anderen Ausgangslage aus. Der geringere Anteil an operierten erwachsenen SchielerInnen im amerikanischen Kollektiv ergibt sich einerseits möglicherweise aus der landestypischen Spezialisierung. So werden Schieloperationen vorwiegend von „pediatric ophthalmologists“ durchgeführt, deren Hauptpatientenkollektiv Kinder sind, während in Europa SchielerInnen aller Altersgruppen zusammen betreut werden. Andererseits dürfte auch eine, allen Ländern gemeinsam, hohe Dunkelziffer an erwachsenen StrabismuspatientInnen eine Rolle spielen. Die Ergebnisse der Studie von *Repka et al(14)* zeigten, dass 2010 in den USA nur 0.68% der Krankenversicherten älter als 65 Jahre mit „Strabismus“ diagnostiziert wurden. Von diesen erhielten nur 2.6% eine Schieloperation. Es bedarf wohl generell einer verstärkten Aufklärung und Schulung von OphthalmologInnen hinsichtlich der Problematik erwachsener SchielpatientInnen, deren Diagnostik und Therapiemöglichkeiten. *Kushner(16,54)* nannte die vier häufigsten Falschaussagen im Hinblick auf schielende Erwachsene: “(1) *nothing can be done for adults with strabismus*; (2) *strabismus surgery is not effective in adults*; (3) *there is a high risk associated with strabismus surgery, including a substantial risk of intractable postoperative diplopia*; (4) *surgery is “cosmetic” and does not improve binocular function.*”(54) Diese Faktoren verzögern nicht nur Schieloperationen(13), sondern verhindern Verbesserungen im funktionellen und psychosozialen Bereich wie in zahlreichen Studien bewiesen werden konnte. In der Studie von *Scott et al(56)* wurden 892 PatientInnen, die im Alter von 9 bis 89 Jahren schieloperiert wurden, auf deren funktionellen Erfolg innerhalb eines 34 monatigen Follow-Up untersucht. Neben der Wiederherstellung der korrekten Augenstellung konnte bei vielen die Verbesserung der sensorischen Funktionen, einschließlich der Behebung von Doppelbildern nachgewiesen werden. Die Ergebnisse waren dabei unabhängig vom Zeitpunkt des Schielbeginns.

In einem Review von *Mills et al(60)* wurden 49 Studien bezüglich der Effektivität und Sicherheit der chirurgischen Behandlung erwachsener SchielpatientInnen analysiert. Die Erfolgsrate einer Normalisierung der Augenstellung wurde mit 68% bis 85% auf einem Evidenzlevel von 3 angegeben. Auf demselben Evidenzniveau befand sich die Verbesserung sensorischer Funktionen.

Auch *Kushner et al(71)* testeten prä- und postoperativ die Binokularität von 359 erwachsenen SchielpatientInnen. Unabhängig von der Art der Abweichung, der Schieldauer und der Schwere einer eventuellen Amblyopie erreichte der Großteil der PatientInnen binokulares Sehen, 86% sogar fast direkt nach der Operation.

Laut einer retrospektiven Studie von *Mets et al(79)* wiesen 42% (30) von 72 PatientInnen im Alter von 16 bis 80 Jahren postoperativ binokulare Funktionen auf. Nur bei 5% verschlechterte sich das Binokularesehen.

Ebenso wie *Astle, Foulsham, Foss und McGraw(93)* beobachteten auch wir aufgrund des zunehmenden Lebensalters und verbesserter neurologischer und neurochirurgischer Maßnahmen eine Zunahme an vaskulärischämisch und neuroophthalmologisch bedingten Schielformen sowie dekompenziertem latentem Schielen mit störenden Doppelbildern. Das Durchschnittsalter schieloperierter Erwachsener lag dabei an der Grazer Augenklinik bei 43,1 Jahren. In den Studien von *Coats et al(13)* betrug das mittlere Alter der erwachsenen SchielpatientInnen um 45,7 Jahre (18 bis 86 Jahre), bei *Hatt et al(40)* lag es bei 39,5 Jahren (18 bis 74 Jahre).

Schließlich spielt auch der Leidensdruck der PatientInnen und deren Forderung nach chirurgischer Korrektur der Augenfehlstellung eine zunehmende Rolle.(93) Psychosoziale Faktoren mit dem Wunsch nach „gesellschaftlich erwarteter Augenstellung“ stehen dabei außer bei Diplopie vor der Erwartung nach funktioneller Verbesserung.(27,95)

Gegensinnig zum Anstieg erwachsener PatientInnen an der Grazer Schielabteilung verhält sich der Rückgang operativ korrigierter schielender Kinder. Ihre Anzahl sank innerhalb der Jahre von 2004 mit 94 Operierten auf 52 im Jahre 2013. Trotz eines Anstiegs 2014, der wahrscheinlich auf die allgemein gestiegene Operationszahl in diesem Jahr zurückzuführen ist, wurden 20% weniger Kinder als Erwachsene auf Grund ihres Schielens operiert.

Für diese Reduktion sind einerseits die sinkenden Geburtenzahlen der Steiermark verantwortlich. So gab es 2004 in der Steiermark noch 254.255 Bewohner unter 19 Jahren, eine Anzahl, die 2014 um 12,8% auf 225.372 herabgesetzt war.(96) Andererseits wurde nach einem anfänglichen Hoch an sogenannten „Frühoperationen“ vor dem 2. Lebensjahr wieder vermehrt von Eltern der Wunsch nach „Spätoperationen“ nach dem 2. Lebensjahr laut. Ähnliche Beobachtungen machten auch *Heng et al(97)*. Als Erklärungsmodell für den Rückgang von Operationen an kindlichen SchielerInnen im Alter von 0 bis 14 Jahre in England ($p=0,01$), Schottland ($p=0,03$) und Wales ($p=0,06$) zwischen 2000 bis 2010 wurden die Reduktion der Inzidenzen, die frühere Erkennung durch umfassende orthoptische Screenings und die zeitgerechte, erfolgreiche konservative Behandlung, aber auch die erhöhte Schwelle für Strabismusoperationen angesehen. Eine Änderung des Diagnosespektrums als Operationsindikation ist für den Rückgang nicht verantwortlich. Dieses blieb weitestgehend konstant.(98) Dem gegenüber zeigten Trendanalysen entnommen aus der Arbeit von *Dabes, Weakley und Brich(99)* keine signifikante Änderung in der jährlichen Rate an Schieloperationen, insbesondere nicht für Korrekturen von infantilem Innenschielen in einem Zeitraum von 1990 bis 2009 unter Berücksichtigung der jährlichen Geburtenzahlen in Dallas ($p=0,25$). Der Anteil an chirurgischer Korrektur auf Grund einer Esotropie an der Gesamtheit aller primären Schieloperationen sank allerdings, während jener zur Korrektur von Exotropien stieg. Die Studie von *Aurora et al(100)* zeigte ebenfalls einen Abfall kindlicher operierter SchielpatientInnen in Canada.

Das mittlere Alter kindlicher SchielerInnen, an denen in Graz eine Schieloperation durchgeführt wurde, betrug $7,8\pm 4,6$ Jahre (>1 bis 18 Jahre). Dies entspricht dem Schnitt anderer internationaler Schielabteilungen. In der Studie von *Hopker und Weakley(101)* wurde durchschnittlich mit 5,2 Lebensjahren (6 Monate bis 17 Jahre) operiert. Die in Bangkok von *Kampanartsanyakorn et al(102)* über den Zeitraum von 5 Jahren durchgeführte Studie ergab als durchschnittliches Alter ihrer 304 PatientInnen, die aufgrund einer horizontalen Schielstellung operiert wurden, $10,5\pm 10$ Jahre (5 Monate bis 53 Jahre). In China betrug laut *Yu et al(103)* bei 2219 PatientInnen das Alter $9,55\pm 4,31$ Jahre (1 bis 17 Jahre).

4.2 Kinder

Die führende Diagnose bei Kindern (680), an denen in Graz eine Schieloperation durchgeführt wurde, war mit 65,1% (551) der Strabismus convergens. Am zweithäufigsten erfolgte ein operativer Eingriff bei Strabismus divergens 13,3% (112). Eine gleiche Verteilung findet sich in der Studie von *Mohney(104)* für den Strabismus convergens (60.1%), den Strabismus divergens (32,7%), und die Hypertropie (6,7%).

Auch aus Studien(97,98,99) von Großbritannien und Amerika lässt sich die Dominanz esotroper Augenfehlstellungen als Operationsindikation bei kindlichen SchielerInnen, wenn auch mit sinkender Gesamtzahl entnehmen. In den Jahren 1990 bis 1994 betrug der Anteil von Esotropien an Schieloperationen noch 59% (553/930). Dieser sank zwischen 2005 und 2009 auf 51% (729/1424).(99)

Gegensätzlich zu den westlichen Ländern verhält sich die Aufteilung der Operationsindikationen in Asien zugunsten der Exotropie.(103,105) In der aus China stammenden Studie von *Yu et al(103)* repräsentieren exotrope Augenabweichungen 44% (973/2219) mit steigender Inzidenz die Hauptindikation kindlicher Schieloperationen.

Divergente Schielformen im Kindesalter fanden sich in unserer Studie zu 112 (13,2%), divergente intermittierende SchielerInnen zu 7,9% (67). Dabei liegt eine häufige Form der kindlichen Exotropie vor, die meist vor dem 5. Lebensjahr auftritt und 50-90% aller Exotropien umfasst.(106,107,108)

Mikrostrabismen mit Dekompensation lagen in dieser Studie nur zu 1,2% (10) vor.

Aus unseren dieser Arbeit zugrundeliegenden Daten wurde ersichtlich, dass intermittierender Strabismus divergens und Mikrostrabismus sowohl bei kindlichen, als auch bei erwachsenen SchielerInnen in gleichen Teilen zur operativen Korrektur führte. Die Diagnose des Strabismus secundarius und des Strabismus consecutivus ist bei Kindern verglichen mit der Anzahl der Operationen an Erwachsenen gering, wie sowohl aus unseren Daten als auch aus der Literatur hervorgeht.(4)

Entsprechend den Hauptindikationen sind Operationen an geraden Augenmuskeln in der Patientengruppe unter 18 Jahren führend.

Den insgesamt 680 (80,3%) Erstoperationen stehen die 167 (19,7%) Reoperationen gegenüber. Je jünger die PatientInnen desto unwahrscheinlicher erfolgte eine neuerliche operative Korrektur der Schielstellung.

In unserer Studie wird die Gruppe der Kinder bis zu einem Alter von 20 Jahren vor allem durch die Gruppe der 3- bis 10-Jährigen gebildet.

Auch in einer Studie von *Ying et al(105)* repräsentiert im Jahr 2003 bis 2006 die Patientengruppe im Alter von unter 12 Jahren die größte Gruppe, Tendenz steigend ($p < 0,01$). Im Gegensatz dazu verzeichnet die ebenfalls große Altersgruppe der 13- bis 30-Jährigen einen Rückgang an Operationen über den Zeitraum dieser Studie ($p < 0,01$).

Im Allgemeinen ließ sich aus den vorliegenden Daten unserer PatientInnen eine leichte Abnahme der Operationszahlen einhergehend mit der Verringerung der Geburtenzahlen erkennen. Diese Abnahme ist vor allem in der Gruppe der 0- bis 2-Jährigen nachzuvollziehen und wird deshalb auch unter dem Kapitel dieser Gruppe diskutiert. Jedenfalls sollte bedacht werden, dass zu früh vorgenommene und möglicherweise unnötige Operationen im Kindesalter erneute Eingriffe im Erwachsenenalter nach sich ziehen können wie beispielsweise in Form eines Strabismus consecutivus divergens. Dessen Inzidenz variiert zwischen 2% bis 20% und beruht neben der selten spontan auftretenden Form unter anderem auch auf einer möglicherweise zu frühen Schieloperation.(109,110,111)

Ergebnisse einer retrospektiven Studie von *Ganesh et al(111)* bei 85 konsekutiv divergenten PatientInnen konnten außerdem einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten konsekutiven Schielens und der Anzahl vorausgegangener Schieloperationen herstellen. $14,6 \pm 19,3$ Jahre wurde von *Gesite-de Leon und Demer(112)* als durchschnittlicher Zeitraum zwischen der ersten Operation und dem Auftreten einer konsekutiven Schielform angegeben. Das mittlere Alter bei der Zweitoperation auf Grund des Strabismus consecutivus betrug innerhalb der untersuchten Patientengruppe von 1 bis 65 Jahren 19 ± 19 Jahre. In unserer Studie ergab sich ein mittleres Alter der Operationen auf Grund eines Strabismus consecutivus von $34,5 \pm 16,9$ Jahren. Wegen des langen Zeitraumes zwischen Esotropie Korrektur und Entwicklung der konsekutiven Exotropie ist ein Langzeit Follow Up empfehlenswert.

Reoperationen an kindlichen SchielerInnen erfolgten vor allem auf Grund eines Restwinkels bei Strabismus convergens. Seltener, aber im Verlauf zur Volljährigkeit zunehmend auch wegen divergenter und konsekutiver Augenfehlstellungen. In der Studie von *Og̃zu et al(109)* betrug das mittlere Alter zum Operationszeitpunkt in einer Gruppe zwischen 1- und 21-Jährigen $8,7\pm 4,3$ Jahre. In unserer Studie betrug das mittlere Alter der unter 18-Jährigen zum Zeitpunkt der Reoperation $10,5\pm 5,0$ Jahre. Im Jahresverlauf wird bei 24,6% (167/680) der Reoperationen bis zum 18. Lebensjahr eine Abnahme ersichtlich. In der retrospektiven Studie von *Leffler et al(113)* findet sich in der gleichen Altersgruppe eine Reoperationsrate von 7,7% (851/11115). In dieser Studie wurden allerdings auch die Botulinumtoxin Injektionen zur primären Behandlung des Schielens eingeschlossen.

Hinsichtlich des bestmöglichen Zeitpunktes für die erste Schieloperation diskutieren *Astle, Foulsham, Foss und McGraw(93)* unter anderem die Möglichkeit auf Wunsch der Eltern den Kindern die Entscheidung einer operativen Korrektur ihrer Augenfehlstellung selbst zu überlassen und zuzuwarten. Außerdem biete die Schieloperation Erwachsener auf Grund der besseren Kooperation besonders im Hinblick auf die postoperative Betreuung Vorteile. Demgegenüber steht die Verzögerung der Strabismusbehandlung im Alter der zerebralen Plastizität und Reifung des visuellen Systems mit der Gefahr der Amblyopie und verminderten Binokularität.

4.2.1 0- bis 2-Jährige

In der Altersgruppe der 0- bis 2-Jährigen war die Hauptdiagnose der 63 PatientInnen der Strabismus convergens (56/63). Divergente Schielformen fanden sich nur in Form eines Strabismus intermittens (2/63). Sekundäre oder konsekutive Schielformen traten wohl auf Grund des Alters in dieser Gruppe nicht auf. Entsprechend der Operationsindikationen wurden in dieser Altersgruppe vor allem Operationen an den geraden Augenmuskeln vorgenommen. Bei 2 PatientInnen erfolgte auch die Korrektur der Restkonvergenz innerhalb dieses Lebensalters. (Tabelle 9)

Der Rückgang an Schieloperationen in dieser Altersgruppe steht neben sinkender Geburtenzahlen, auch in Zusammenhang mit der in Studien (114,115) beschriebenen Neurotoxizität von Narkosen bei Kindern vor dem 2. Lebensjahr und der daraus resultierenden Lernschwäche. Eine randomisierte Literaturrecherche von *Reddy(114)* mit Studien von 1979 bis 2011 fasste die Auswirkungen einer Allgemeinnarkose auf sich

entwickelnde Gehirne zusammen. In diesen Studien mit verschiedenen Klassen allgemeiner Anästhetika in üblich gebräuchlichen Dosierungen wurde der Zelluntergang und somit die Neurodegeneration in heranreifenden Gehirnen junger Tiere und menschlicher Primaten nachgewiesen. Die Assoziation zwischen großen Operationen während der neonatalen Periode und einer mangelhaften neurologischen Entwicklung war auch in verschiedenen Kohort Studien (116,117,118) an Menschen erkennbar. Dass eine Allgemeinanästhesie zum Zeitpunkt der Synaptogenese signifikante Lern-, Gedächtnis- und kognitive Defizite mit progredientem Verlauf im späteren Leben verursacht, wurde auch in einer Arbeit von *Jevtovic-Todorovis et al(115)* im Vergleich zu einer Kontrollgruppe bestätigt. Obwohl der Großteil der Hirnentwicklung intrauterin stattfindet, sind menschliche Gehirne zum Zeitpunkt der Geburt noch nicht voll entwickelt sondern reifen über die ersten postnatalen Jahren.(119)

Entkräftet wurde diese Gefahr der schädigenden Wirkung von Narkosemitteln allerdings in einer neueren dänischen Studie von *Hansen et al(120)* in der bei kurzer Einzelanästhesie kein Langzeiteffekt auf das Gehirn feststellbar war. Das Risiko von Lernschwierigkeiten steigt aber mit der Anzahl an Anästhesien.(121)

Trotz der unterschiedlichen Meinungen und zum Teil fehlender klinischer Verifikation (112) sollte der Zeitpunkt einer Operation bei Kindern sorgfältig gewählt werden, und der Reifegrad des Gehirns mitbedacht werden(114).

4.2.2 3- bis 10-Jährige

In der Gruppe 3- bis 10-Jährigen (574 PatientInnen) fanden sich 410 mit einem Strabismus convergens als Operationsindikation (71,4%). Diese Altersgruppe repräsentierte fast die Hälfte (49,3%) aller Strabismus convergens Diagnosen. Auch der dekompenzierte Mikrostrabismus trat führend in dieser Altersgruppe auf (10 (45,5%)). Alle anderen PatientInnen mit dieser Diagnose waren über 20 Jahre alt. Intermittierendes Schielen wurde in gleichem Ausmaß in dieser Altersgruppe wie nach dem 20. Lebensjahr operiert. Sekundäre Schielformen als Operationsindikation bildeten die Ausnahme.

Entsprechend dem Spektrum an Operationsindikationen dieses Alters erfolgten vor allem Eingriffe an den geraden Augenmuskeln. Bis 2005 wurden vormals in dieser Altersgruppe noch Fadenoperationen zur Schielkorrektur angewandt. In der Studie von *Fakhoury et al(94)* konnte zwar die Kurz- und Mittel-Effektivität nach einer Fadenoperation

nachgewiesen werden, doch diese verlor sich über den Langzeitraum. Deshalb, aber auch das Wissen um die hohe Wahrscheinlichkeit einer Reoperation und die bei Fadenoperation dann kompliziertere Technik haben zum Rückgang dieses Operationsverfahren beigetragen.

Wiederholungen der Schieloperationen wurden vorwiegend am zweiten Auge durchgeführt. Von den 84 Reoperationen wurde in 53 Fällen auf Grund einer restlichen konvergenten Augenstellung eine erneute Operationsindikation gestellt. 18-mal erfolgte die Reoperation bei Strabismus divergens, wobei in 13 Fällen eine konsekutiv divergente Fehlstellung vorlag. (Tabelle 9)

4.2.3 11- bis 20-Jährige

In der Gruppe der 11- bis 20-Jährigen (267) stellten vor allem Esotropien (107 (12,9%)) und Exotropien (76 (16,0%)) die Operationsindikation dar, sodass auch in dieser Altersgruppe vor allem Operationen an geraden Muskeln erfolgten.

Mit steigendem Alter nimmt nun der Anteil an Reoperationen zu, zumeist an jenem Auge an welchem ursprünglich operiert worden war. Die 106 (17,1%) Betroffenen dieses Alters wurden in fast gleichem Ausmaß wegen einer konvergenten (43 (40,6%)) und divergenten (41 (39,6%)) Abweichung operiert. Mit 32 konsekutiven SchielerInnen betrug der Anteil an der Gesamtoperationszahl auf Grund konsekutiven Schielens 16,6%. (Tabelle 9)

4.3 Erwachsene

Die führende Operationsindikation bei SchielpatientInnen über 18 Jahre, die innerhalb des Zeitraumes von 2004 bis 2014 an der Grazer Augenklinik operiert wurden, war mit einem Anteil von 76,4% der Strabismus divergens, davon 70% konsekutive Formen. Die zweitgrößte Diagnosegruppe bildete der Strabismus convergens. Aus diesen Diagnosen erklärt sich, dass zumeist an geraden Muskeln operiert wurde.

Unterschiedlich zu Kindern fielen mechanisches (52 (98,1%)) und paralytisches (140 (88,4%)) Schielen, sowie dekompenzierte Heterophorien (84 (70%)) und jene Diagnosen, die unter den `Sonstigen Störungen des Binokularsehens` (9 (75,0%)) zusammengefasst wurden, vor allem ins Erwachsenenalter.

Ebenso wie der Strabismus verticalis mit 69,4%, was sich wiederum im hohen Anteil von Korrekturen an schräger Augenmuskeln widerspiegelte. Eine Steigerung über die Jahre

von 7 2004 (3,7% an der Jahres-Gesamtoperationszahl) auf 15 (8,7%) 2013 und 22 (9,5%) 2014 wurde festgestellt.

Das Verhältnis von Erstoperationen zu Reoperationen beträgt über den gesamten Beobachtungszeitraum in dieser Altersgruppe 59,8% zu 40,2%, obwohl die Reoperationsrate bei Schieloperationen in der Altersspanne von 18 bis 89 Jahren nur bei 8,5% liegt (*Repka et al(113)*) und je nach Schielform stark schwankt. Mit steigender Operationszahl über die Jahre nehmen Erstoperationen und Reoperationen im selben Ausmaß zu.

4.3.1 20- bis 40-Jährige

In der Gruppe der 20- bis 40-Jährigen bildeten divergente Augenfehlstellungen den größten Anteil an Operationsindikationen. Hierzu zählten einerseits der Strabismus divergens, mit einem Anteil von 37,3% an den Gesamtdiagnosen dieses Alters (181) und andererseits die 37 intermittierend divergenten SchielerInnen entsprechend einem Anteil von 7,6%. In ihrer Zahl geringer waren konvergente Schielformen (147 (30,3%)). Alle anderen Diagnosen nahmen jeweils einen Anteil unter 10% an der Gesamtheit dieser Altersgruppe ein. Dekompensierte Mikrostrabismen wurden in 5 (1,0%) Fällen und Heterophorien 25-mal (5,2%) operiert. Vertikale SchielerInnen mit Operationsindikation kamen 40 (8,2%) vor. Ein Anteil von 8,0% (39) entfiel auf paretische, 1,2% (6) auf mechanisch bedingte Schielformen. Mit steigendem Alter erhöhte sich die Zahl sekundärer SchielerInnen, von denen 25 divergent und 6 konvergent schielten.

In dieser Altersgruppe waren Reoperationen die führende Operationsart (42,7%). 207 (33,4%) der PatientInnen dieses Alters kamen zu wiederholten Reoperationen, die ebenfalls meist am selben Auge also dem ursprünglich erstoperierten Auge erfolgten. 50,7% (105) dieser Reoperationen wurden auf Grund einer Exotropie durchgeführt, 77 davon waren konsekutiv divergent. In 33,8% (70) der Reoperierten lag eine Esotropie vor. In dieser Altersgruppe war der Wunsch nach der Korrektur einer restlichen konvergenten Schielabweichung am größten. (Tabelle 9)

4.3.2 Über 40-Jährige

Mit Ausnahme des dekompenzierten Mikrostrabismus und des intermittierenden Außenschielens lassen sich die Daten mit jenen der 20- bis 40-Jährigen vergleichen, wenn auch eine Zunahme an PatientInnen, vor allem in der Gruppe der Reoperationen zu

beobachten war. Auch hier erfolgte die Reoperation zum Großteil am selben, ursprünglich erstoperiertem Auge. Der Hauptteil der PatientInnen hatte divergente (90 (40,9%)), davon 61 konsekutiv divergente Schielprobleme. 53 (24,1%) der PatientInnen mit restlichem Konvergenzschiel und 3 mit konsekutiv konvergenten Abweichungen wurden reoperiert. Aufgrund des zunehmenden Alters häuften sich auch alle anderen zu Reoperationen führenden Diagnosen in dieser Gruppe.

Auffallend wenn auch zu erwarten der nun größte Anteil an PatientInnen mit paretischen (96 (59,3% aller diagnostizierten Paresen)) und mechanisch bedingten (46 (86,8% aller endokrinen Ophthalmopathien)) Schielformen sowie an Abweichungen. (Tabelle 9)

4.4 Gender und psychosoziale Aspekte

In Summe aller analysierten Schieloperationen der Grazer Universitäts-Augenklinik lässt sich über den ganzen Beobachtungszeitraum ein ausgewogenes Verhältnis zwischen weiblichen (50,6%) und männlichen (49,3%) Patienten feststellen, welches dem der steirischen Bevölkerung (w:m=51%:49%) entspricht.(96)

Die Annahme eines geschlechtsspezifischen Unterschiedes begründete sich nicht auf anatomische oder physiologische Unterschiede im Aufbau oder der Funktion der Augenmuskulatur bzw. der Schielursachen sondern auf Aspekte der Lebensqualität. Eine Diskrepanz zwischen dem genetischen und sozialen Geschlecht ergab sich aus den gegenwärtigen Daten jedoch keine.

Die Studiendaten der Grazer Strabologieambulanz zeigten, dass der psychosoziale Druck in beiden Geschlechtern unabhängig vom Alter gleich stark war. In den einzelnen Altersgruppen konnte keine signifikante Abweichung in der Geschlechterverteilung ermittelt werden.

Die Hypothese, dass Männer aus beruflichen Gründen und dementsprechend im mittleren Alter Frauen hingegen vor allem aus Gründen der Attraktivität operative Korrekturen ihrer Augenfehlstellung vornehmen lassen, konnte nicht bestätigt werden. Entsprechend den gewandelten Geschlechterrollen zeigen sich sowohl eine gesteigerte Achtsamkeit des äußeren Erscheinungsbildes bei Männern, wie auch ein vermehrtes Streben nach beruflicher Chancengleichheit bei Frauen.

Aus den vorliegenden Studiendaten konnten nur in der geschlechtsspezifischen Analyse der einzelnen Altersgruppen bezogen auf die Operationsindikationen Unterschiede aufgedeckt werden, jedoch ohne statistische Signifikanz.

So zeigte sich ab einem Alter über 40 Jahre ein Überwiegen der Männer in den Diagnosegruppen des Strabismus verticalis und paralyticus sowie beim sekundären Schielen.

Im Gegensatz dazu fanden wir unter den Schieloperierten beim dekompenzierten Mikrostrabismus und dem Strabismus intermittens ab einem Alter von 20 Jahren und beim Strabismus divergens consecutivus im Alter über 40 Jahre mehr Frauen.

4.5 Kritik und Limitationen der Studie

Um Schlussfolgerungen richtig zu interpretieren muss auf Limitationen der Studie hingewiesen werden.

Auf Grund der retrospektiven Datenerhebung können keine kausalen, sondern nur beschreibende Zusammenhänge zwischen den Altersgruppen einerseits und den Veränderung des Indikationsspektrums unserer Schieloperationen, sowie der Operationsarten gezogen werden. Anhand übereinstimmender Ergebnisse in der Literatur können die Beziehungen aber als wahrscheinlich kausal angesehen werden.

Eine wesentliche Signifikanzprüfung konnte trotz der großen Datenmenge auf Grund deren Aufschlüsselung in kleine Gruppen nicht durchgeführt werden. Diese Datenaufteilung wurde dennoch beibehalten, um genauere Aussagen bezüglich des PatientInnen-Alters, der zur Operation führenden Indikationen in den verschiedenen Altersgruppen und der verwendeten Operationsarten zu erhalten. Um eventuelle Signifikanzen zu erkennen, wurde eine Zusammenfassung verschiedener Gruppen vorgenommen und diese nochmals in Hinblick auf Veränderungen geprüft. Dies ermöglichte einerseits einen Ausblick auf Techniken, die in Zukunft vermehrt zum Einsatz kommen könnten und wies andererseits auf die Notwendigkeit weiterführender Studien zur Vermeidung von Reoperationen und damit auch zum unverändert offenen idealen Zeitpunkt einer Schieloperation hin. Voraussetzung hierfür ist das konsequente Screening mit bestmöglicher Diagnostik und konservativer Behandlung von schielenden Kindern.

Schließlich sind noch Einflüsse von außen, die in die statistische Auswertung nicht mit einbezogen wurden zu bedenken. Zu diesen gehören zum Beispiel die Beweggründe der PatientInnen sich für eine Operation an der Grazer Universitätsklinik zu entscheiden, aber auch Personalstandsveränderungen über die einzelnen Jahre wie Abwesenheiten von OperateurInnen.

Von Interesse wäre die repräsentative Datensammlung der Grazer Universitätsklinik fortzuführen und auf den ganzen österreichischen bzw. deutschsprachigen Raum zu erweitern. In Form einer prospektiven Studie wäre die Trendentwicklung, wie aus den Daten der amerikanischen und englischen Studien dargestellt auch für diesen Raum überprüfbar.

5 Schlussfolgerung

Die vorliegende Studie wurde unter der Annahme und auf Basis einer Literaturrecherche eines sich verändernden Alters- und Indikationsspektrums bei Strabismusoperationen initiiert. Der Trend zu vermehrten Schieloperationen im Erwachsenenalter konnte bestätigt werden, wenn auch nicht in dem Ausmaß wie es die amerikanische und zum Teil auch englische Literatur erwarten ließ. Dies vor allem auf Grund eines anderen Ausgangslevels, wurden in Graz doch schon 2004 nahezu gleich viele Kinder wie Erwachsene operiert. Pro futuro wird einerseits der Vermeidung von Reoperationen andererseits dem Bedarf an vermehrten und zum Teil komplexen Schieloperationen im Erwachsenenalter Rechnung getragen werden müssen, was in der Ausbildung von OphthalmochirurgInnen aber auch im Umgang mit diagnostischen und konservativ-therapeutischen Maßnahmen von SchielpatientInnen zu bedenken ist. Unterstützt durch vermehrte Information und Aufklärung kann den PatientInnen ein langer Leidensweg mit funktionellen Störungen und psychosozialer Belastung erspart werden.

Kinder sind keine kleinen Erwachsenen. Diagnostik, therapeutische Maßnahmen, die Aufklärung zur Schieloperation, die operativen Möglichkeiten und erzielbaren Ergebnisse sind altersabhängig und in Abhängigkeit von der Vielfalt an Operationsindikationen individuell zu wählen und zu diskutieren.

6 Literaturverzeichnis

1. Grehn F. Augenheilkunde: Mit ... 27 Tabellen ; [mit Fallquiz]. 31., überarb. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer; 2012. (Springer-Lehrbuch).
2. Esser J, Lang GK. Augenheilkunde. 5. überarb. Aufl. Stuttgart [u.a.]: Thieme; 2014.
3. Kanski JJ, Bowling B. Klinische Ophthalmologie: Lehrbuch und Atlas. 7. Aufl. Munich: Urban & Fischer; 2011.
4. Aumüller G. Anatomie: 208 Tabellen ; [mit DVD zum Präp.-Kurs]. 2.überarb. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2010. (Duale Reihe).
5. Anderhuber F, Fanghänel J, Nitsch R, Pera F, Waldeyer A. Waldeyer - Anatomie des Menschen. 19., Aufl. Berlin: de Gruyter; 2012. (de Gruyter : Studium).
6. Sachsenweger M. Augenheilkunde: 73 Tabellen. 2., vollst. überarb. und erw. Aufl. Stuttgart, New York: Thieme; 2003. (Duale Reihe).
7. Esser J, Kaufmann H, Steffen H. Strabismus. 4., vollst. überarb. und erw. Aufl. Stuttgart [u.a.]: Thieme; 2012.
8. Buchberger M. Augenmotilitätsstörungen: Computerunterstützte Diagnose und Therapie. Berlin: Springer; 2005.
9. Gelisken F, Schlote T. Taschenatlas Augenheilkunde: 40 Tabellen. Stuttgart [u.a]: Thieme; 2004.
10. Beauchamp GR, Black BC, Coats DK, Enzenauer RW, Hutchinson AK, Saunders RA et al. The management of strabismus in adults--I. Clinical characteristics and treatment. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2003; 7(4):233–40.
11. Kushner BJ. Recently acquired diplopia in adults with long-standing strabismus. *Archives of ophthalmology (Chicago, Ill. : 1960)* 2001; 119(12):1795–801.
12. Davidson S, Quinn GE. The impact of pediatric vision disorders in adulthood. *Pediatrics* 2011; 127(2):334–9.
13. Coats DK, Stager DR, SR, Beauchamp GR, Stager DR, JR, Mazow ML, Paysse EA et al. Reasons for delay of surgical intervention in adult strabismus. *Archives of ophthalmology (Chicago, Ill. : 1960)* 2005; 123(4):497–9.
14. Repka MX, Yu F, Coleman A. Strabismus among aged fee-for-service Medicare beneficiaries. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2012; 16(6):495–500.
15. Martinez-Thompson JM, Diehl NN, Holmes JM, Mohny BG. Incidence, types, and lifetime risk of adult-onset strabismus. *Ophthalmology* 2014; 121(4):877–82.
16. Kushner BJ. The benefits, risks, and efficacy of strabismus surgery in adults. *Optometry and vision science : official publication of the American Academy of Optometry* 2014; 91(5):e102-9.
17. Hatt SR, Leske DA, Yamada T, Bradley EA, Cole SR, Holmes JM. Development and initial validation of quality-of-life questionnaires for intermittent exotropia. *Ophthalmology* 2010; 117(1):163-168.e1.
18. Frank M. Adult strabismus surgery. June 200; <https://www.mivision.com.au/adult-strabismus-surgery>
19. Skarin L. Explore strabismus surgery benefits for adults. *Primary Care Optometry News*. 2007 April; <http://www.healio.com/optometry/retina-vitreous/news/print/primary-care-optometry-news/%7Be95a128a-aa5b-4ab9-b9ae-0e498de1d8dd%7D/explore-strabismus-surgery-benefits-for-adults>
20. Wu-Chen WY, Christoff A, Subramanian PS, Eggenberger ER. Diplopia and quality of life. *Ophthalmology* 2011; 118(7):1481-1481.e2.

21. McBain HB, Au CK, Hancox J, MacKenzie KA, Ezra DG, Adams GGW et al. The impact of strabismus on quality of life in adults with and without diplopia: a systematic review. *Survey of ophthalmology* 2014; 59(2):185–91.
22. Ribeiro GdB, Zum Bach AG, Faria CM, Anastasia S, Almeida HCd. Quality of life of patients with strabismus. *Arquivos brasileiros de oftalmologia* 2014; 77(2):110–3.
23. Durnian JM, Owen ME, Marsh IB. The psychosocial aspects of strabismus: correlation between the AS-20 and DAS59 quality-of-life questionnaires. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2009; 13(5):477–80.
24. Satterfield D, Keltner JL, Morrison TL. Psychosocial aspects of strabismus study. *Archives of ophthalmology (Chicago, Ill. : 1960)* 1993; 111(8):1100–5.
25. Jackson S, Harrad RA, Morris M, Rumsey N. The psychosocial benefits of corrective surgery for adults with strabismus. *The British journal of ophthalmology* 2006; 90(7):883–8.
26. Nelson BA, Gunton KB, Lasker JN, Nelson LB, Drohan LA. The psychosocial aspects of strabismus in teenagers and adults and the impact of surgical correction. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2008; 12(1):72-76.e1.
27. Menon V, Saha J, Tandon R, Mehta M, Khokhar S. Study of the psychosocial aspects of strabismus. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus* 2002; 39(4):203–8.
28. Mojon-Azzi SM, Mojon DS. Strabismus and employment: the opinion of headhunters. *Acta ophthalmologica* 2009; 87(7):784–8.
29. Mojon-Azzi SM, Potnik W, Mojon DS. Opinions of dating agents about strabismic subjects' ability to find a partner. *The British journal of ophthalmology* 2008; 92(6):765–9.
30. Goff MJ, Suhr AW, Ward JA, Croley JK, O'Hara MA. Effect of adult strabismus on ratings of official U.S. Army photographs. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2006; 10(5):400–3.
31. Durnian JM, Noonan CP, Marsh IB. The psychosocial effects of adult strabismus: a review. *The British journal of ophthalmology* 2011; 95(4):450–3.
32. Glasman P, Cheeseman R, Wong V, Young J, Durnian JM. Improvement in patients' quality-of-life following strabismus surgery: evaluation of postoperative outcomes using the Adult Strabismus 20 (AS-20) score. *Eye (London, England)* 2013; 27(11):1249–53.
33. Wen G, McKean-Cowdin R, Varma R, Tarczy-Hornoch K, Cotter SA, Borchert M et al. General health-related quality of life in preschool children with strabismus or amblyopia. *Ophthalmology* 2011; 118(3):574–80.
34. Paysse EA, Steele EA, McCreery KM, Wilhelmus KR, Coats DK. Age of the emergence of negative attitudes toward strabismus. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2001; 5(6):361–6.
35. Olitsky SE, Sudesh S, Graziano A, Hamblen J, Brooks SE, Shaha SH. The negative psychosocial impact of strabismus in adults. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 1999; 3(4):209–11.
36. Uretmen O, Egrilmez S, Kose S, Pamukcu K, Akkin C, Palamar M. Negative social bias against children with strabismus. *Acta ophthalmologica Scandinavica* 2003; 81(2):138–42.
37. Springer IN, Wannicke B, Warnke PH, Zernial O, Wiltfang J, Russo PAJ et al. Facial attractiveness: visual impact of symmetry increases significantly towards the midline. *Annals of plastic surgery* 2007; 59(2):156–62.

38. Mojon-Azzi SM, Kunz A, Mojon DS. The perception of strabismus by children and adults. *Graefe's archive for clinical and experimental ophthalmology = Albrecht von Graefes Archiv für klinische und experimentelle Ophthalmologie* 2011; 249(5):753–7.
39. Coats DK, Paysse EA, Towler AJ, Dipboye RL. Impact of large angle horizontal strabismus on ability to obtain employment. *Ophthalmology* 2000; 107(2):402–5.
40. Hatt SR, Leske DA, Kirgis PA, Bradley EA, Holmes JM. The effects of strabismus on quality of life in adults. *American journal of ophthalmology* 2007; 144(5):643–7.
41. Hatt SR, Leske DA, Bradley EA, Cole SR, Holmes JM. Comparison of quality-of-life instruments in adults with strabismus. *American journal of ophthalmology* 2009; 148(4):558–62.
42. Rosenbaum AL. Adult strabismus surgery: the rehabilitation of a disability. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 1999; 3(4):193.
43. Jackson S. Living and Coping with Strabismus as an adult. http://www.academia.edu/4305250/Living_and_coping_with_strabismus_as_an_adult
44. Klauer T, Schneider W, Bacskulin A, Guthoff R. Psychosoziale Korrelate von Strabismus und chirurgischer Strabismuskorrektur bei Erwachsenen. *J Zeitschrift für Medizinische Psychologie*; 2000; 9(4): 167-176
45. Ghiasi G, Shojaei A, Soltan-Sanjari M, Kosari M, Aslani M. The Psychosocial Improvement after Strabismus Surgery in Iranian Patients. *Iranian Journal of Ophthalmology*. 2013; 25(3): 211-215
46. Bez Y, Coskun E, Erol K, Cingu AK, Eren Z, Topcuoglu V et al. Adult strabismus and social phobia: a case-controlled study. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2009; 13(3):249–52.
47. McKenzie JA, Capo JA, Nusz KJ, Diehl NN, Mohny BG. Prevalence and sex differences of psychiatric disorders in young adults who had intermittent exotropia as children. *Archives of ophthalmology (Chicago, Ill. : 1960)* 2009; 127(6):743–7.
48. Mohny BG, McKenzie JA, Capo JA, Nusz KJ, Mrazek D, Diehl NN. Mental illness in young adults who had strabismus as children. *Pediatrics* 2008; 122(5):1033–8.
49. Toyota T, Yoshitsugu K, Ebihara M, Yamada K, Ohba H, Fukasawa M et al. Association between schizophrenia with ocular misalignment and polyalanine length variation in PMX2B. *Human molecular genetics* 2004; 13(5):551–61.
50. Hatt SR, Leske DA, Liebermann L, Philbrick KL, Holmes JM. Depressive symptoms associated with poor health-related quality of life in adults with strabismus. *Ophthalmology* 2014; 121(10):2070–1.
51. Alpak G, Coskun E, Erbagci I, Bez Y, Okumus S, Oren B et al. Effects of corrective surgery on social phobia, psychological distress, disease-related disability and quality of life in adult strabismus patients. *The British journal of ophthalmology* 2014; 98(7):876–9.
52. Kraft SP. Adult Strabismus Part 2: Therapeutic Options. *Ophthalmology rounds- Department of Ophthalmology and Vision Sciences, Faculty of Medicine, University of Toronto*. September /Oktober 2007; 5(5)
53. Jampolysky A. The Management of Strabismus. *Caloforina Medicine*. 1953 November; 79(5): 367-369
54. Kushner BJ. The efficacy of strabismus surgery in adults: a review for primary care physicians. *Postgraduate medical journal* 2011; 87(1026):269–73.
55. Umazume F, Ohtsuki H, Hasebe S. Preoperative factors influencing effectiveness of surgery in adult strabismus. *Japanese journal of ophthalmology* 1997; 41(2):89–97.
56. Scott WE, Kutschke PJ, Lee WR. 20th annual Frank Costenbader Lecture--adult strabismus. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus* 1995; 32(6):348–52.
57. Angello R. Treatment of adult strabismus: more than meets the eye. *Medical forum*. September 2011; p.28

58. Kushner BJ. Intractable diplopia after strabismus surgery in adults. *Archives of ophthalmology* (Chicago, Ill. : 1960) 2002; 120(11):1498–504.
59. Hertle RW. Clinical characteristics of surgically treated adult strabismus. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus* 1998; 35(3):138-45; quiz 167-8.
60. Mills MD, Coats DK, Donahue SP, Wheeler DT. Strabismus surgery for adults: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology* 2004; 111(6):1255–62.
61. Ryu WY, Sohn EJ, Ahn HB. Differences between patient expectations and actual strabismus surgery experience in adults. *Canadian journal of ophthalmology. Journal canadien d'ophtalmologie* 2015; 50(1):61–7.
62. MacKenzie K, Hancox J, McBain H, Ezra DG, Adams G, Newman S. Psychosocial interventions for improving quality of life outcomes in adults undergoing strabismus surgery. *The Cochrane database of systematic reviews* 2016; (5):CD010092.
63. Kraft SP. Adult Strabismus Part 1: Myths and Reality. *Ophthalmology rounds- Department of Ophthalmology and Vision Sciences, Faculty of Medicine, University of Toronto. September /Oktober* 2007; 5(5)
64. Wisnicki HJ, Repka MX, Guyton DL. Reoperation rate in adjustable strabismus surgery. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus* 1988; 25(3):112–4.
65. Strominger M. Adult Strabismus Can be Corrected. http://www.neec.com/Pages/Services/Pediatric/StraightTalk/10_articles/1001_Adultstrabismus_Strominger.php
66. POLICY STATEMENT Adult Strabismus Surgery. http://www.aapos.org//client_data/files/2012/499_adult_strabismus_surgery_approved05.09.12.pdf
67. Kraft SP. Adult strabismus surgery: more than just cosmetic. *Canadian journal of ophthalmology. Journal canadien d'ophtalmologie* 2008; 43(1):9–12.
68. Scheiman MM, Hertle RW, Beck RW, Edwards AR, Birch E, Cotter SA et al. Randomized trial of treatment of amblyopia in children aged 7 to 17 years. *Archives of ophthalmology* (Chicago, Ill. : 1960) 2005; 123(4):437–47.
69. A randomized trial of atropine vs. patching for treatment of moderate amblyopia in children. *Archives of ophthalmology* (Chicago, Ill. : 1960) 2002; 120(3):268–78.
70. Beauchamp GR, Black BC, Coats DK, Enzenauer RW, Hutchinson AK, Saunders RA et al. The management of strabismus in adults--III. The effects on disability. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2005; 9(5):455–9.
71. Kushner BJ, Morton GV. Postoperative binocularity in adults with longstanding strabismus. *Ophthalmology* 1992; 99(3):316–9.
72. Eino D, Kraft SP. Postoperative drifts after adjustable-suture strabismus surgery. *Canadian journal of ophthalmology. Journal canadien d'ophtalmologie* 1997; 32(3):163–9.
73. Kraft SP. Outcome criteria in strabismus surgery. *Canadian journal of ophthalmology. Journal canadien d'ophtalmologie* 1998; 33(4):237–9.
74. Baker JD. The value of adult strabismus correction to the patient. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2002; 6(3):136–40.
75. Rosenbaum AL. The goal of adult strabismus surgery is not cosmetic. *Archives of ophthalmology* (Chicago, Ill. : 1960) 1999; 117(2):250.
76. Beauchamp CL, Beauchamp GR, Stager DR, SR, Brown MM, Brown GC, Felius J. The cost utility of strabismus surgery in adults. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2006; 10(5):394–9.

77. Gill MK, Drummond GT. Indications and outcomes of strabismus repair in visually mature patients. *Canadian journal of ophthalmology. Journal canadien d'ophtalmologie* 1997; 32(7):436–40.
78. Liebermann L, Hatt SR, Leske DA, Holmes JM. Improvement in specific function-related quality-of-life concerns after strabismus surgery in nondiplopic adults. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2014; 18(2):105–9.
79. Mets MB, Beauchamp C, Haldi BA. Binocularity following surgical correction of strabismus in adults. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2004; 8(5):435–8.
80. Umazume F, Ohtsuki H, Hasebe S. Predictors of postoperative binocularity in adult strabismus. *Japanese journal of ophthalmology* 1997; 41(6):414–21.
81. Fawcett SL, Stager DR, SR, Felius J. Factors influencing stereoacuity outcomes in adults with acquired strabismus. *American journal of ophthalmology* 2004; 138(6):931–5.
82. Amitava A, Siddiqui S, Ashraf M, Fatima T. Gains beyond cosmesis: Recovery of fusion and stereopsis in adults with longstanding strabismus following successful surgical realignment. *Indian J Ophthalmol* 2009; 57(2):141.
83. Gleich S, Nemergut M, Flick R. Anesthetic-related neurotoxicity in young children: an update. *Current opinion in anaesthesiology* 2013; 26(3):340–7.
84. Wortham E, 5th., Greenwald MJ. Expanded binocular peripheral visual fields following surgery for esotropia. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus* 1989; 26(3):109–12.
85. Kushner BJ. Binocular field expansion in adults after surgery for esotropia. *Archives of ophthalmology (Chicago, Ill. : 1960)* 1994; 112(5):639–43.
86. Burke JP, Leach CM, Davis H. Psychosocial implications of strabismus surgery in adults. *Journal of pediatric ophthalmology and strabismus* 1997; 34(3):159–64.
87. Keltner JL. Strabismus surgery in adults. Functional and psychosocial implications. *Archives of ophthalmology (Chicago, Ill. : 1960)* 1994; 112(5):599–600.
88. Dickmann A, Aliberti S, Rebecchi MT, Aprile I, Salerni A, Petroni S et al. Improved sensory status and quality-of-life measures in adult patients after strabismus surgery. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2013; 17(1):25–8.
89. Satterfield D, Keltner JL, Morrison TL. Psychosocial aspects of strabismus study. *Arch Ophthalmol.* 1993; 111:1100-1105.
90. Archer SM, Musch DC, Wren PA, Guire KE, Del Monte MA. Social and emotional impact of strabismus surgery on quality of life in children. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2005; 9(2):148–51.
91. Skorin L. Explore strabismus surgery benefits for adults. *Primary Care Optometry News.* 2007 April; <http://www.healio.com/optometry/retina-vitreous/news/print/primary-care-optometry-news/%7Be95a128a-aa5b-4ab9-b9ae-0e498de1d8dd%7D/explore-strabismus-surgery-benefits-for-adults>
92. Stager D, JR. Adult Strabismus: it's never too late. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2014; 18(2):103–4.
93. Astle AT, Foulsham T, Foss AJ, McGraw PV. Is the frequency of adult strabismus surgery increasing? *Ophthalmic & physiological optics : the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)* 2016; 36(4):487–93.
94. Fakhoury O, Donnadieu B, Aziz A, Guigue H, Benichou J, Denis D. Long-term efficacy of Fadenoperation associated to conventional surgery in the treatment of esotropia with distance-near incomitance: About 55 cases. *Journal francais d'ophtalmologie* 2015; 38(9):787–92.

95. McBain HB, MacKenzie KA, Hancox J, Ezra DG, Adams GG & Newman SP. What do patients with strabismus expect post surgery? The development and validation of a questionnaire. *Br J Ophthalmol* 2016; 100: 415–419.
96. STATISTIK AUSTRIA. Statistik des Bevölkerungsstandes gemäß §9 Abs.9 FAG 2008. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/index.html
97. Heng SJ, MacEwen CJ. Decrease in the rate of esotropia surgery in the United Kingdom from 2000 to 2010. *The British journal of ophthalmology* 2013; 97(5):598–600.
98. MacEwen CJ, Chakrabarti HS. Why is squint surgery in children in decline? *The British journal of ophthalmology* 2004; 88(4):509–11.
99. Dabes EMP, Weakley DR, Birch E. Trends in surgical correction of strabismus: a 20-year experience, 1990-2009. *Journal of AAPOS: the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus*. 2011; 15(3):219–23.
100. Arora A, Williams B, Arora AK, McNamara R, Yates J & Fielder A. Decreasing strabismus surgery. *Br J Ophthalmol*. 2005; 89: 409–412.
101. Hopker LM, Weakley DR. Surgical results after one-muscle recession for correction of horizontal sensory strabismus in children. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2013; 17(2):174–6.
102. Kampanartsanyakorn S, Surachatkumtonekul T, Dulayajinda D, Jumroendararasmee M, Tongsaee S. The outcomes of horizontal strabismus surgery and influencing factors of the surgical success. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet thangphaet* 2005; 88 Suppl 9:S94-9.
103. Yu X, Ji Z, Yu H, Xu M, Xu J. Exotropia Is the Main Pattern of Childhood Strabismus Surgery in the South of China: A Six-Year Clinical Review. *Journal of ophthalmology* 2016; 2016:1489537.
104. Mohny BG. Common forms of childhood strabismus in an incidence cohort. *American journal of ophthalmology* 2007; 144(3):465–7.
105. Jie Y, Xu Z, He Y, Wang N, Wang J, Lu W et al. A 4 year retrospective survey of strabismus surgery in Tongren Eye Centre Beijing. *Ophthalmic & physiological optics : the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)* 2010; 30(3):310–4.
106. Abrams AD, Mohny BG, Rush DP, Parks MM, Tong PY. Timely surgery in intermittent and constant exotropia for superior sensory outcome. *American journal of ophthalmology* 2001; 131(1):111–6.
107. Chia A, Seenyen L, Long QB. A retrospective review of 287 consecutive children in singapore presenting with intermittent exotropia. *Journal of AAPOS: the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2005; 9(3):257–63.
108. Figueira EC, Hing S. Intermittent exotropia: comparison of treatments. *Clinical & experimental ophthalmology* 2006; 34(3):245–51.
109. Noorden GK von, Campos EC. Binocular vision and ocular motility: Theory and management of strabismus. 6th ed. St. Louis Mo.: Mosby; 2002
110. Vroman DT, Hutchinson AK, Saunders RA, Wilson ME. Two-muscle surgery for congenital esotropia: rate of reoperation in patients with small versus large angles of deviation. *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2000; 4(5):267–70.
111. Ganesh A, Pirouznia S, Ganguly SS, Fagerholm P, Lithander J. Consecutive exotropia after surgical treatment of childhood esotropia: a 40-year follow-up study. *Acta ophthalmologica* 2011; 89(7):691–5.
112. Gesite-de Leon B, Demer JL. Consecutive exotropia: why does it happen, and can medial rectus advancement correct it? *Journal of AAPOS : the official publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus / American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 2014; 18(6):554–8.

113. Leffler CT, Vaziri K, Schwartz SG, Cavuoto KM, McKeown CA, Kishor KS et al. Rates of Reoperation and Abnormal Binocularity Following Strabismus Surgery in Children. *American journal of ophthalmology* 2016; 162:159-166.e9.
114. Reddy SV. Effect of general anesthetics on the developing brain. *Journal of anaesthesiology, clinical pharmacology* 2012; 28(1):6–10.
115. Jevtovic-Todorovic V, Hartman RE, Izumi Y, Benshoff ND, Dikranian K, Zorumski CF et al. Early exposure to common anesthetic agents causes widespread neurodegeneration in the developing rat brain and persistent learning deficits. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience* 2003; 23(3):876–82.
116. Walker K, Holland AJA, Winlaw D, Sherwood M, Badawi N. Neurodevelopmental outcomes and surgery in neonates. *Journal of paediatrics and child health* 2006; 42(12):749–51.
117. Ludman L, Spitz L, Wade A. Educational attainments in early adolescence of infants who required major neonatal surgery. *Journal of pediatric surgery* 2001; 36(6):858–62.
118. Kabra NS, Schmidt B, Roberts RS, Doyle LW, Papile L, Fanaroff A. Neurosensory impairment after surgical closure of patent ductus arteriosus in extremely low birth weight infants: results from the Trial of Indomethacin Prophylaxis in Preterms. *The Journal of pediatrics* 2007; 150(3):229-34, 234.e1.
119. Dobbing J, Sands J. Comparative aspects of the brain growth spurt. *Early human development* 1979; 3(1):79–83.
120. Hansen TG, Pedersen JK, Henneberg SW, Pedersen DA, Murray JC, Morton NS et al. Academic performance in adolescence after inguinal hernia repair in infancy: a nationwide cohort study. *Anesthesiology* 2011; 114(5):1076–85.
121. Wilder RT, Flick RP, Sprung J, Katusic SK, Barbaresi WJ, Mickelson C et al. Early exposure to anesthesia and learning disabilities in a population-based birth cohort. *Anesthesiology* 2009; 110(4):796–804.