

Chirurgische Verfahren zur Monovision

Eine Option zur Behandlung der Presbyopie stellt die Monovision dar, die durch verschiedene chirurgische Methoden erzielt werden kann. Hierzu gehören die IOL-Implantation, PRK und LASIK sowie Verfahren, bei denen korneale Inlays implantiert werden. Dr. Omid Kermani (Köln) zeigt die unterschiedlichen refraktivchirurgischen Möglichkeiten mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen auf.

Wenn im Alter jenseits des 40. Lebensjahres die Akkommodation nachlässt und somit das Sehen in der Nähe erschwert wird, spricht man von Presbyopie. Bei der Monovision als Therapie der Presbyopie wird ein Auge auf die Nähe, das andere auf die Ferne eingestellt. Chirurgische Methoden, bei denen mit Monovision gearbeitet wird, sind die IOL-Implantation, PRK und LASIK sowie Verfahren, bei denen korneale Inlays implantiert werden.

Mikromonovision

In den meisten internationalen Publikationen und in der klinischen Praxis insbesondere in den Vereinigten Staaten wird bei der Monovision, je nach Alter des Patienten, eine Anisometropie von bis zu 2,5 dpt angestrebt. Die Folgen für das Binokularsehen können erheblich sein. Unverträglichkeiten sind mit hoher Wahrscheinlichkeit bei vielen Patienten zu erwarten. Dies begründet auch die Skepsis vieler deutscher Augenärzte gegenüber dem Prinzip der Monovision. Tatsächlich wird in Europa die Anisometropie bei der Monovision selten über 1,5 dpt eingestellt. Man spricht daher auch von einer Mikromonovision. Um die Einführung eines weiteren Begriffes zu vermeiden, wird im Folgenden der Begriff Monovision mit dem Prinzip der Mikromonovision, also einer maximalen Anisometropie von nicht mehr als 1,5 dpt gleichgesetzt. Die Abstufungen beginnen mit 0,5-dpt-Myopisierung beim präpresbyopen 40-Jährigen und lassen sich altersentsprechend in Schrit-

ten von 0,25 dpt steigern. Über die richtige „angepasste“ Dosierung entscheidet die Simulation mit Kontaktlinse oder Probebrille. Der Patient sollte idealerweise in allen Entfernungen scharf sehen können. Da immer nur ein Auge bei verschiedenen Entfernungen scharf sieht, sollte der Patient in der Lage sein, die verschwommene Komponente zu unterdrücken (Suppression). Die so genannte interokuläre Rivalität sorgt dafür, dass sich das je bessere Abbild kognitiv in der Wahrnehmung durchsetzt. Obwohl der Patient wahrscheinlich noch eine Brille benötigen wird (Auto fahren bei Dunkelheit, Lesen von kleiner Schrift, Bildschirmarbeit), sollte das Verhältnis im Lebensalltag der Patienten bei 85 Prozent ohne Brille und 15 Prozent mit Brille liegen, um eine Akzeptanz zu erzielen.

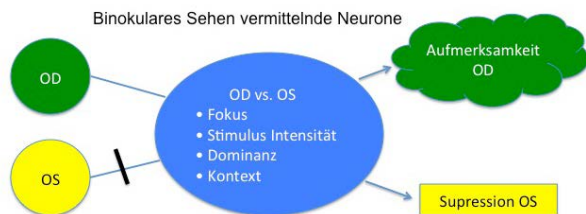
Sehfunktionen bei Monovision

Monovision hat nur eine geringe Auswirkung auf das binokulare Sehen in normal beleuchteten Räumen, fällt aber bei schwach beleuchtetem Umfeld stärker aus. Der Erfolg der Monovision hängt erstens von der Sehqualität des fernkorrigierten dominanten Auges und zweitens von der Fähigkeit des Patienten ab, die verschwommenen Bilder des nicht beanspruchten Auges zu unterdrücken und nur die scharfen Bilder des jeweils anderen Auges wahrzunehmen (Suppression, interokuläre Rivalität). Dies wird bei schlechten Lichtverhältnissen erschwert.

Die Stereosehkraft bei der Monovision sinkt um mehr als 30 Bogensekunden im Vergleich zur binokularen Sehkraft. Bei Patienten mit erfolgloser Monovision sinkt der Wert um 50 bis 60 Bogensekunden stärker als bei erfolgreicher Monovision; der Wert verbessert sich aber nach ein- bis sechswöchiger Eingewöhnung. Binokulares Kontrastsehen ist um 40 Prozent besser als monokulares Kontrastsehen. Bei erfolgreichen Monovision-Patienten verringert die Unschärfe die binokulare Summation bei mittleren und hohen Frequenzen. Wird die Unschärfe stärker, weitet sich dieser Effekt auch auf die niedrigen Frequenzen aus. Bei über 2 Dioptrien ist die binokulare Summation verloren. Monovision ist für Patienten, die sehr feine Arbeiten oder Arbeiten bei schlechten Lichtverhältnissen zu erledigen haben, nicht geeignet.

Die Monovision hat keinen Einfluss auf das periphere Sehfeld (Gesichtsfeld). Monovision-Patienten entwickeln eine leichte Esophorie für die Ferne. In der Nähe ist es bedeutungslos, da Presby-

° Instantane neuronale Selektion des je besseren Abbildes, oder Elementen hieraus, um die jeweiligen Anforderungen am besten lösen zu können.



* Aus: Monovision in name only, W.F. Maloney, Ocular Surgery News US Edition Oct. 1, 2006

Abb. 1: Okuläre Rivalität und Unschärfe-Suppression.

ope im Allgemeinen eine leichte bis ausgeprägte Exophorie entwickeln (0 bis 0,6 Prismendioptrien bei erfolgreicher Monovision und 2,1 bis 2,2 Prismendioptrien bei erfolgloser Monovision).

Gegen eine Monovision sprechfolgende Faktoren:

- | geringe Fähigkeit der Suppression
- | große esophorische Verschiebungen
- | stark eingeschränktes Stereosehen
- | Feinarbeiten (wegen nachlassendem Kontrastsehen)
- | psychologische Aspekte
- | Persönlichkeit (falsche bzw. zu hohe Erwartungen)

Das am besten geeignete Alter liegt zwischen dem 48. und 55. Lebensjahr. In angepasster Form kann aber auch bei einem präpresbyopen 40-Jährigen die zu erwartende Nahsehschwäche berücksichtigt werden. Monovision wird am Besten mit einer Kontaktlinse getestet, da eine Brille Vergrößerungs- beziehungsweise Verkleinerungseffekte haben kann. Der Patient sollte sich wenigstens einige Stunden mit dem neuen Sehen auseinandersetzen, bevor entschieden wird, ob die Monovision geeignet ist. Falls der Patient Probleme haben sollte, muss sichergestellt sein, dass die Kontaktlinse richtig angepasst und gegebenenfalls ein Astigmatismus ausreichend auskorrigiert wurde. Die Akzeptanz der angepassten milden Form der Monovision lässt sich in der Regel schnell und sicher einschätzen.

Der Patient wird angehalten, einen entfernt liegenden Fixationspunkt durch eine in der ausgestreckten Hand gehaltene Lochblende von 5 cm Durchmesser binokular zu fixieren. Nun wird der Patient aufgefordert, die Lochblende zum Auge zu führen, hierbei aber die Fixation aufrecht zu erhalten. In der Regel führt der Patient die Lochblende zum Führungsaue, also dem dominanten Auge.

Bestimmung der Nahaddition:

1. Nahaddition sollte am besten unter Kontaktlinsen getestet werden
2. es empfiehlt sich, die kleinstmögliche Hilfe zu nehmen, welche die Nahsicht noch ermöglicht
3. dadurch wird die maximale binokulare Funktion gewährleistet
4. 2/3-Regel: 50-Jähriger mit einer 1,5-dpt-Lesebrille wird bis 1,0 dpt korrigiert
5. auch möglich: eine Korrektur von 0,5 bis 0,75 dpt, da dies im Allgemeinen besser toleriert wird; allerdings ist dann noch eine Lesebrille nötig

Umgekehrte Monovision:

1. nichtdominantes Auge für die Ferne
2. dominantes Auge für die Nähe
3. Patienten trotzdem zufrieden mit der Sehkraft

Blended Vision

Anders als bei der klassischen Monovision, die auf dem Prinzip der interokulären Rivalität und Suppression des jeweils nicht beanspruchten Bildes beruht, soll hier eine weichere Überblendung von einem zum anderen Augenabbild erfolgen. Die Fusion soll möglichst nicht beeinträchtigt werden, Heterophorien und damit verbundener Verlust an Stereopsis und Störungen beim Dämmerungssehen sollen minimiert werden. Physiologische optische Anpassungsfähigkeiten wie Unschärfeadaptation und neuronale Summation werden gezielt angesprochen und befördern eine kognitive Adaptation an das refraktive Ergebnis.

Unsere Patienten sind durchaus in der Lage, sich an verschiedene Formen von Aberrationen anzupassen. Besonders störend allerdings sind asymmetrische Aberrationen wie Coma oder Trefoil. Sphärische Aberrationen hingegen haben oft einen ganz natürlichen Ursprung und sind durch Kreissymmetrie gekennzeichnet. So nehmen im Laufe des Lebens die positiven sphärischen Aberrationen zu, was im Wesentlichen auf die Alterung der kristallinen Linse zurückzuführen ist. Die Hornhaut erzeugt selber auch positive sphärische Aberrationen, die allerdings zeitlebens weitgehend stabil bleiben. Bemerkbar werden diese Aberrationen von den meisten Patienten allerdings nicht.

Ein optischer Nebeneffekt von sphärischen Aberrationen ist die Zunahme der Schärfentiefe – ein Nebeneffekt, den wir uns in der Laserablation des presbyopen Patienten zunutze machen. Laser Blended Vision nutzt die physiologische Monovision, also die wechselnde objekt- und aufmerksamkeitsbezogene Sehpräferenz und Seitendominanz. Anders als bei der klassischen Monovision erfolgt aber der Seherfolg im Nahbereich über eine nur geringe Anisometropie von weniger als -1 dpt.

Das zur Anwendung kommende Ablationsprofil allerdings überführt die natürlichen, positiven sphärischen Aberrationen der Hornhaut in negative sphärische Aberrationen. Aus einer nativen, leicht prolaten Hornhaut wird ein hyperprolates Profil herausgeformt. Der natürlicherweise diskret negative Q-Wert der Hornhaut ($-0,2$ bis $-0,4$) wird weiter ins Minus ($\leq -0,6$) gesetzt. Dies unterstützt auf ganz natürliche Weise den Vorgang der Akkommodation, der betreffs der kristallinen Linse zwar frustant ist beim presbyopen Patienten, aber auch gekennzeichnet ist durch eine Nahmiosis, also einer Verengung der Pupille. Die hyperprolate Hornhaut liefert hinreichend gutes Fernsehen bei weiter Pupille und ein betont gutes Sehen in der Nähe bei enger Pupille, und dies zum einen in Folge der vergrößerten Schärfentiefe als auch der zentral myopen Anteile der Hornhaut bei negativer Asphärität. Der Gewinn an Pseudoakkommodation kann bis zu $1,5$ dpt betragen. Rechnet man die zentral auf $-0,75$ eingestellte Hornhaut hinzu, so ist insgesamt ein Akkommodationserfolg von über $2,0$ dpt möglich. Die Herabsetzung der Fernsehstärke bleibt hinge-

gen moderat und entspricht den effektiven $-0,75$ dpt der zentralen Hornhautanteile.

Das je dominante Auge wird emmetropisiert, wobei auch hier darauf zu achten ist, dass asphärische Ablationsprofile zur Anwendung kommen, die den Q-Wert der Hornhaut nicht erhöhen. Laser Blended Vision ist also eine intelligente, den physiologischen Gegebenheiten angepasste Form der abgeschwächten Monovision. Behandelte Patienten erreichen binokular vollen Visus in der Ferne und im Nahbereich und leiden nur selten unter der für die klassische Monovision typischen Dissoziation der Bildfusion der beiden Augen.

In ähnlicher Weise wird das gleiche Prinzip auch bei der Implantation multifokaler Intraokularlinsen angewendet. Dem presbyopen Patienten ein gutes Sehen in der Ferne, im Zwischenbereich und in der Nähe zu ermöglichen, das ist die eigentliche Schwierigkeit. So genannte multifokale IOL sind optisch betrachtet entweder bifokal oder trifokal. Die Stärke der Addition kann variieren. Asymmetrische multifokale IOL sind mit dem Problem behaftet, das eben auch asymmetrische Aberrationen (Coma) erzeugt werden, die zu kompensieren den Patienten nicht so leicht fallen. Die Neuroadaptation an kreis-symmetrische Phänomene wie sie als Halos von diffraktiven IOL erzeugt werden, gelingt in der Regel leichter. Trifokale IOL teilen die einfallende Lichtenergie auf drei Foki anstelle von nur zwei wie bei den bifokalen IOL. Die Verteilung der Lichtenergie auf verschiedene Foki ist ein Nullsummenspiel. Je mehr Foki eine IOL erzeugt desto schlechter wird die optische Abbildungsqualität der einzelnen Foki. Aber auch der Verlust von Energie durch Streulicht ist bei trifokalen IOL größer als bei bifokalen, ganz einfach weil bei trifokalen IOL mehr diffraktive Ringe auf der Optikoberfläche angebracht sind. Die beste optische Abbildungsqualität erzeugen IOL, die klar Ferndominant sind und ein nur leichte Nahaddition aufweisen.

Nun wissen wir aus vielen Jahren Erfahrung mit der Monovision im Bereich der LASIK bei presbyopen Patienten, dass die Erfolgsrate ganz stark korreliert mit der Sehqualität des je dominanten Fernauges. Diese Erfahrung lässt sich auf die Strategie bei der geeigneten Auswahl von multifokalen IOL anwenden. Zunächst ist es von großer Bedeutung, eine Sehdominanz zu identifizieren. In das dominante Auge wird dann eine ferndominante multifokale IOL mit nur geringer Addition ($+1,5$ Brillenebene) und geringem Nebenwirkungspotential implantiert. Alternativ bietet sich auch die Verwendung einer IOL mit vergrößertem Schärfentiefebereich an. Das nichtdominante Auge wird mit einer nahdominanten multifokalen IOL mit stärkerer Addition ($+2,5$ Brillenebene) versorgt. Im Falle der Verwendung einer IOL mit vergrößertem Schärfentiefebereich kann das nichtdominante Auge auch leicht in die Myopie gesetzt werden. Dieses Prinzip kann man auch als binokulare Trifokalität bezeichnen. Ähnlich wie bei Laser Blended Vision nutzt man die physiologischen Gegebenheiten, um Wirkung zu maximieren und Nebenwirkung zu minimieren.

Korneale Inlays

Auch in die Hornhaut können optische wirksame Implantate eingesetzt werden. Die Wirkungsmechanismen sind unterschiedlich. Bei allen Inlay-Verfahren wird das je nichtdominante Auge versorgt. Inlay-Verfahren können mit LASIK in Kombination zur Anwendung kommen, so dass nicht nur der Nahsehfehler, sondern auch eine Fernametropie behandelt werden kann. Auch hier funktionieren Suppression und interokuläre Rivalität in gleicher Weise. Eine verbesserte Schärfentiefe etwa wird mit dem Kamra-Inlay erreicht. Hierbei handelt es sich um eine Lochblende aus Polyvinyl mit einer Stärke von 5,0 µm. Der Innendurchmesser beträgt 1,6 mm, der Außendurchmesser 3,8 mm. Der Anulus ist mit über 8.000 feinsten Löchern durchsiebt und gewährleistet so einen Stofftransport in alle Richtungen. Allerdings ist der Anulus hierdurch auch leicht lichtdurchlässig (fünf Prozent).

Das Raindrop-Inlay wird ebenfalls unter den LASIK-Flap oder in ein Pocket eingesetzt. Es ist aus einem klaren Hydrogel hergestellt und hat einen Gesamtdurchmesser von 2,0 mm bei einer maximalen Dicke von 30 µm. Dieses Inlay generiert durch seine Form bedingt eine zentrale Aufsteilung der Hornhaut (central island). Diese Aufsteilung entspricht einer hyperprolaten Formveränderung, die entsprechend negative sphärische Aberrationen hervorruft und also den Q-Wert der Hornhaut so verändert, dass der Patient den Gewinn an Schärfentiefe (Pseudoakkommodation) zum Nahsehen nutzen kann.

Reversibilität

Hier liegt wohl der entscheidende strategische Vorteil aller Verfahren, die auf dem Prinzip der Monovision beruhen. Stellt sich heraus, dass die Monovision nicht angenommen wird, so kann in der Regel das Verfahren rückgängig gemacht und eine Gleichschaltung der Augen wiederhergestellt werden. Inlays der Hornhaut können entfernt, eine unterkorrigierte Hornhaut nach LASIK kann nachgelasert und eine multifokale Intraokularlinse ausgetauscht werden, insbesondere dann, wenn mit so genannten Add-on-Linsen gearbeitet wird, also IOL-Systemen, bei denen eine monofokale Hinterkammerlinse in den Kapselsack und eine diffraktive Zusatzlinse (Add-on) in den Sulcus gesetzt wird. Das Austauschen der Add-on-IOL ist unkompliziert und berührt nicht die Fernsehleistung des Auges. Zudem wird die Kompartimentierung des vorderen vom hinteren Augenabschnitt nicht aufgehoben. Der Glaskörper droht bei Entfernung der Add-on-IOL nicht verletzt zu werden.

Dr. Omid Kermani

Augenklinik am Neumarkt, Köln

E-Mail: info@augenportal.de