

# Akkommodative Intraokularlinsen

## Kann eine Kunstlinse akkommodieren?

**D**as Leitthema dieser Ausgabe des „Ophthalmologen“ beschäftigt sich mit dem Thema „Akkommodative Intraokularlinsen“. Es ist ein kontroverses Thema. Schon der Begriff akkommodative Intraokularlinsen ließe sich diskutieren. Er soll im Folgenden als Arbeitsbegriff wertfrei benutzt werden, da wir keine allgemein akzeptierte Terminologie hierfür haben.

**Die Definitionen und Begriffe, die wir im Zusammenhang mit der physiologischen Akkommodation im gesunden phaken Auge anwenden, sind nicht oder nur begrenzt für die Situation des Pseudophaken zu nutzen.**

Die Definitionen und Begriffe, die wir im Zusammenhang mit der physiologischen Akkommodation im gesunden phaken Auge anwenden, sind nicht oder nur begrenzt für die Situation des Pseudophaken zu nutzen. Kann eine Kunstlinse akkommodieren? Nennen wir es „Pseudoakkommodation“, „scheinbare Akkommodation“ („apparent accommodation“) oder ist überhaupt der Begriff der Akkommodation, wie wir ihn von Helmholtz kennen, in diesem Zusammenhang gar nicht relevant? Repräsentiert eine Änderung der Vorderkammertiefe nach Applikation von Pilocarpin-Augentropfen das, was wir als Akkommodation bezeichnen würden? Entsprechend ist Vorsicht geboten, wenn auf Vorträgen oder in Artikeln die Begriffe „Akkommodationsbreiten“, „Akkommodationsampli-

tuden“, „medikamentöse Akkommodation“ im Zusammenhang mit solchen Implantaten benutzt werden. Welche Untersuchungsmethoden können uns helfen, die Funktionsweisen solcher „akkommodativen Linsen“ verlässlich und reproduzierbar zu evaluieren?

Vier recht unterschiedliche Arbeiten beschäftigen sich in diesem Heft mit diesem Thema. Auffarth und Mitarbeiter untersuchten im humanen Autopsieaugenmodell mit der Miyake-Apple-Technik, ob das „Anterior-Shift-Principle“, wie es für die Humanoptics 1CU vom Hersteller postuliert wird, realisiert wurde. Sie können mit der Videosimulation der Bewegungsmuster dieser Linse zumindest qualitativ die Fokusänderung durch Vorwärtsbewegung der IOL aufzeigen. Aufgrund der Limitationen des Versuchsaufbaus mit Autopsieaugen sind quantitative Messungen zum akkommodativen Effekt nicht möglich.

In einer klinischen Studie der gleichen Arbeitsgruppe zeigten sich recht gute funktionelle Ergebnisse der 1CU-IOL. Die Messung der Linsenvorwärtsbewegung nach Pilocarpin-Applikation zeigte jedoch auf, dass Messungen mit dem IOL-Master oder Orbiscan-II-System falsch positive, d.h. zu große Vorderkammer-Tiefenänderungen, ergeben. Untersuchungen mit der Ultraschallbiomikroskopie ergaben deutlich geringere Bewegungen von unter 0,4 mm.

Dick und Kaiser zeigen dann in ihrem Beitrag zur dynamischen Aber-

rometrie einen Ausweg zur objektiven Evaluierung solcher Implantate auf. Mit der Wellenfrontanalyse können sie Aberrationsveränderungen des optischen Systems Auge dynamisch erfassen. Sie verglichen Untersuchungen von gesunden phaken Augen mit denen pseudophaker Patienten mit akkommodativen oder nicht-akkommodativen Intraokularlinsen.

Die Erlanger Gruppe um Kühle berichtet desweiteren über ihre weltweit längsten Erfahrungen mit der Humanoptics 1CU-IOL. Kühle gibt in seinem Artikel Definitionen, was er unter den Begriffen Akkommodation und pseudophake Akkommodation versteht. Die positiven funktionellen Ergebnisse werden auch hier im Zusammenhang mit den Schwierigkeiten der Messmethoden ausführlich diskutiert.

Keiner der Arbeitsgruppen konnte bisher das Problem der Kapselsackfibrosierung und dessen Auswirkungen auf diese Implantate bearbeiten. Hierzu liegen noch zu kurze Nachbeobachtungszeiträume vor. Es wird jedoch neben den Evaluierungsmethoden ein Hauptthema in der Zukunft sein.

Zur simultanen Wiederherstellung eines guten Nah- und Fernvisus nach Kataraktoperation sind momentan ver-

© Springer-Verlag 2002

Priv.-Doz. Dr. G.U. Auffarth  
Universitäts-Augenklinik,  
Im Neuenheimer Feld 400, 69120 Heidelberg,  
E-Mail: gerd\_auffarth@med.uni-heidelberg.de

schiedene IOL-Typen, -Materialien und -Designs auf dem Markt erhältlich. Neben den verschiedenen Multifokal- oder Bifokallinsen wurde immer wieder versucht, Linsen zu entwickeln, die eine willentlich über Ziliarmuskel und Zonulafasern vermittelte Akkommodation einer kapselsackgestützten IOL ermöglichen [2, 3, 4, 8, 9, 11, 12].

So wurden verschiedene Designs, z.B. nach Cumming und Kamman oder Payr (und anderen) entwickelt, die auf dem Fokus-Shift-Prinzip bzw. einer Bewegung der IOL im Kapselsack beruhen [4, 12].

Ein anderer Ansatz zur Akkommodationswiederherstellung ist die Linsenkapselwiederauffüllung („lens refilling“). Hierzu existieren mehrere experimentelle Arbeiten [1, 6, 7, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18]. Häfliger, Parel und Mitarbeiter benutzen vorbehandeltes polymerisiertes Silikon [6, 17]. Sie setzten diese Linse im Primatenmodell ein. Nishi und Mitarbeiter benutzten einen aufblasbaren Silikonballon mit einem Silikonstöpsel zum Verschluss der Minikapsulorhexis [16]. Sie konnten bei jungen Cyonomolgusaffen Akkommodationsamplituden von  $4,6 \pm 2,5$  Dioptrien erzielen. Hettlich et al. entwickelten eine Methode, bei der sie die Kapsel mit einem Acrylcopolymer füllten und die Substanz im Kapselsack durch Belichtung mit blauen Licht polymerisierten [10]. Assia et al. entwickelten eine expansible Hydrogellinse, die im dehydrierten Zustand implantiert wird und durch das Kammerwasser auf ihre geplante, den Kapselsack ausfüllende Größe aufquillt [1]. Diese Linse wurde im Tiermodell und bei einer klinischen Studie eingesetzt. Wesendahl et al. verfolgten dieses Konzept weiter mit einer anderen Hydrogelzubereitung, bei der die Polymerisation mit Gammastrahlen erfolgte und die dehydrierte Linse als Drug Deliverysystem genutzt werden konnte [18]. Auch diese Entwicklung wurde im Tiermodell eingesetzt.

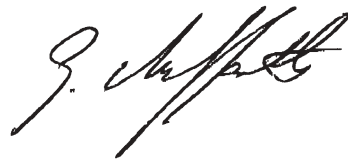
Die grundsätzlichen Probleme der Linsenwiederauffüllung liegen in der Vorrausberechnung der Linsengröße, der Krümmungsradien und der Brechkraft für den individuellen Patienten. Auch das Problem der Nachstarbildung ist, nach Nishi, ein essenzieller Schlüssel zum Erfolg der Linsenwiederauffüllung.

**Das „lens refilling“ hat sich, trotz sehr interessanter Ansätze, in den letzten Jahren nur begrenzt weiterentwickelt.**

Die in diesem Heft bearbeiteten Implantate befinden sich bereits in der klinischen Evaluierung und werden zeigen müssen, ob sie sich über dieses Stadium hinaus weiterentwickeln können.

Die Wiederherstellung einer akkommodativen Leistung nach Kataraktoperation wird in Zukunft mehr Raum in der klinischen Forschung einnehmen. Die potenziellen Möglichkeiten im refraktiv-chirurgischen Bereich sowie bei der kindlichen Katarakt oder auch der presbyopen Altersgruppe sind bekannt.

Wir stehen sicherlich noch am Anfang einer Entwicklung, die sich sowohl als Sackgasse wie auch als zukunfts-trächtig herausstellen kann. Es ist daher essenziell, von vornherein eine objektive wissenschaftlich fundierte Evaluierung sicherzustellen.



G.U. Auffarth

## Literatur

1. Assia EI, Blumenthal M, et al. (1999) Effect of expandable full-size intraocular lenses on lens concentration and capsule opacification in rabbits. J Cataract Refract Surg 25(3): 347–56
2. Auffarth GU, Apple DJ (2001) Zur Entwicklungsgeschichte der Intraokularlinsen. Der Ophthalmologe 98: 1017–1028
3. Auffarth GU, Dick HB (2001) Multifokale Intraokularlinsen: Eine Übersicht. Der Ophthalmologe 98: 127–137
4. Cumming JS, Slade SG, et al. (2001) Clinical evaluation of the model AT-45 silicone accommodating intraocular lens: results of feasibility and the initial phase of a Food and Drug Administration clinical trial. Ophthalmology 108(11): 2005–2009

5. Dick HB, Eisenmann D, Fabian E, Schwenn O (1999) Refraktive Kataraktchirurgie mit multifokalen Intraokularlinsen. Springer Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo
6. Haeffliger E, Parel JM et al. (1987) Accommodation of an endocapsular silicone lens (Phaco-Ersatz) in the nonhuman primate. Ophthalmology 94(5): 471–477
7. Hara T, Sakka Y, et al. (1994). Complications associated with endocapsular balloon implantation in rabbit eyes. J Cataract Refract Surg 20(5): 507–512
8. Hara T, Yasuda A, et al. (1990) Accommodative intraocular lens with spring action. Part 1. Design and placement in an excised animal eye. Ophthalmic Surg 21(2): 128–133
9. Hara T, Yasuda A, et al. (1992) Accommodative intraocular lens with spring action – Part 2. Fixation in the living rabbit. Ophthalmic Surg 23(9): 632–635
10. Hettlich H.J, Lucke K, et al. (1994) Lens refilling and endocapsular polymerization of an injectable intraocular lens: in vitro and in vivo study of potential risks and benefits. J Cataract Refract Surg 20(2): 115–123
11. Kuchle M, Langenbucher A, et al. (2001) Erste Ergebnisse nach Implantation einer potentiell akkommodierenden Hinterkammerlinse Klin Monatsbl Augenheilkd 218(9): 603–608
12. Legeais J M, Werner L, et al. (1999) Pseudoaccommodation: BioComFold versus a foldable silicone intraocular lens. J Cataract Refract Surg 25(2): 262–267
13. Nishi O, Hara T, et al. (1989) Further development of experimental techniques for refilling the lens of animal eyes with a balloon. J Cataract Refract Surg 15(5): 584–588
14. Nishi O, Hara T, et al. (1991) Refilling the lens with inflatable endocapsular balloon. Dev Ophthalmol 22: 122–125
15. Nishi O, Nakai Y, et al. (1993) Amplitudes of accommodation of primate lenses refilled with two types of inflatable endocapsular balloons. Arch Ophthalmol 111(12): 1677–1684
16. Nishi O, Nishi K (1998) Accommodation amplitude after lens refilling with injectable silicone by sealing the capsule with a plug in primates. Arch Ophthalmol; 116(10): 1358–1361
17. Parel J M, Gelender H, et al. (1986) Phaco-Ersatz: cataract surgery designed to preserve accommodation. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 224(2): 165–173
18. Wesendahl TA, Shallaby WS, Corson DW, Auffarth GU, Apple DJ (1996) Entwicklung von neuartigen Hydrogel Intraokularlinsen aus Polyvinylpyrrolidone (PVP) Polymeren. Der Ophthalmologe 93: 22–28