

Ophthalmologie
<https://doi.org/10.1007/s00347-023-01976-5>
Eingegangen: 2. August 2023
Überarbeitet: 6. Dezember 2023
Angenommen: 19. Dezember 2023

© The Author(s) 2024



Iatrogene Netzhautdefekte nach intravitrealer operativer Medikamenteneingabe

David A. Märker¹ · Viola Radeck¹ · Fabian Lehmann² · Teresa Barth¹ · Horst Helbig¹ · Nicole Eter³ · Florian Alten³ · Christoph R. Clemens³

¹ Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde, Universitätsklinikum Regensburg, Regensburg, Deutschland

² Klinik für Augenheilkunde, Carl-Thiem Klinikum-Cottbus, Cottbus, Deutschland

³ Klinik für Augenheilkunde, Universitätsklinikum Münster, Münster, Deutschland

Zusammenfassung

Hintergrund: Intravitreale operative Medikamenteneingaben (IVOM) stellen einen der häufigsten Eingriffe in der Medizin dar. Das Risikoprofil ist gering. Neben intraokularen Drucksteigerungen zählen insbesondere erregerbedingte Endophthalmitiden, Glaskörperblutungen und rhegmatogene Netzhautablösungen zu den gängigen Komplikationen. Darüber hinaus wurden auch einzelne Fälle von Linsenverletzungen sowie peripheren Netzhautdefekten und Makulaforamina in Assoziation mit vitreoretinalen Traktionen beschrieben. In der hier vorliegenden Fallserie berichten wir über scharfe iatrogene Netzhaut- bzw. Makulaverletzungen.

Methoden: Multizentrische Fallsammlung von IVOM-Patienten mit iatrogenen Netzhautdefekten, retrospektiv über den Zeitraum 2016 bis 2023.

Ergebnisse: Es konnten 9 Fälle (72 Jahre \pm 8,1, 3 Augen pseudophak) mit einem iatrogenen retinalen Trauma nach IVOM zur Therapie einer neovaskulären altersbedingten Makuladegeneration (nAMD) dokumentiert werden. Während in 6 Fällen scharfe Verletzungen innerhalb der Makula vorlagen, waren die Läsionen in den anderen Fällen extramakulär lokalisiert.

Schlussfolgerungen: Iatrogene Netzhaut- und Makulaverletzungen sind seltene Komplikationen im Rahmen der IVOM und bei sachgemäßer Durchführung insbesondere mit Blick auf die Kanülenverwendung und die Wahl des Limbusabstands vermeidbar.

Schlüsselwörter

Komplikationen · Intravitreale Injektionen · Netzhautdefekte · Behandlung · Outcome

Hintergrund

Intravitreale operative Medikamenteneingaben (IVOM) stellen mit ca. 1,5 Mio. Injektionen in Deutschland einen der am häufigsten durchgeführten medizinischen Eingriffe dar [1] und werden zur Therapie der nAMD, vaskulärer Netzhauterkrankungen sowie entzündlicher Netzhauterkrankungen eingesetzt [2].

Neben Hyposphagmata zählen insbesondere intraokulare Drucksteigerungen sowie erregerbedingte und sterile Endophthalmitiden, Glaskörperblutungen und Netzhautablösungen zu den Komplika-

tionen [3]. Darüber hinaus wurden auch einzelne Fälle von Linsenverletzungen beschrieben sowie periphere Netzhautdefekte und Makulaforamina in Assoziation mit vitreoretinalen Traktionen [4–10].

In der hier vorliegenden Fallserie berichten wir über scharfe iatrogene Netzhaut- bzw. Makulaverletzungen nach IVOM.

Methodik

Es erfolgte eine multizentrische Fallsammlung (Cottbus, Münster, Regensburg) von IVOM-Patienten retrospektiv über den



QR-Code scannen & Beitrag online lesen

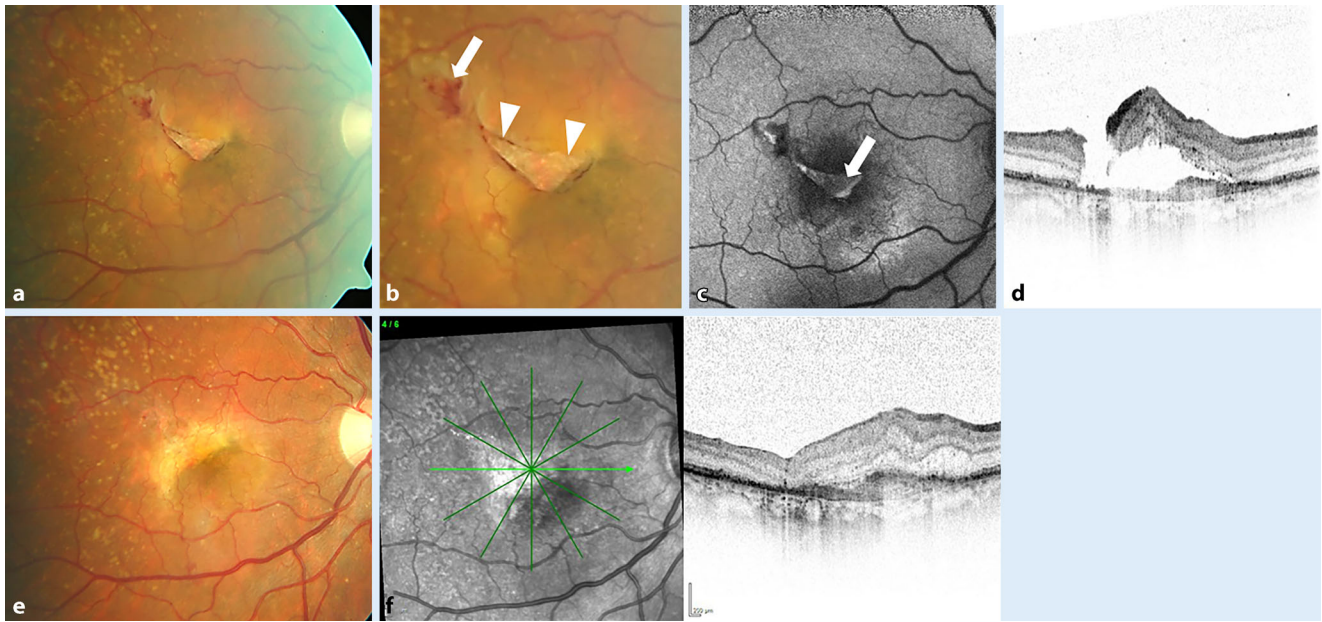


Abb. 1 ▲ **a** Fundusfotografie des rechten Auges, **b** vergrößerte Darstellung von **a**: zentrale punktförmige Hämorrhagie (*Pfeil*) und schlitzförmiger Netzhautdefekt (*Pfeilspitzen*), **c** Fundusautofluoreszenz mit Defekt des retinalen Pigmentepithels (RPE) im Bereich der Perforation (*Pfeil*), **d** SD-OCT mit durchgreifendem Netzhautdefekt und zentraler Netzhaut elevation, **e**, **f** postoperative Fundusfotografie und SD-OCT: zentrale Vernarbung und verschlossener Netzhautdefekt

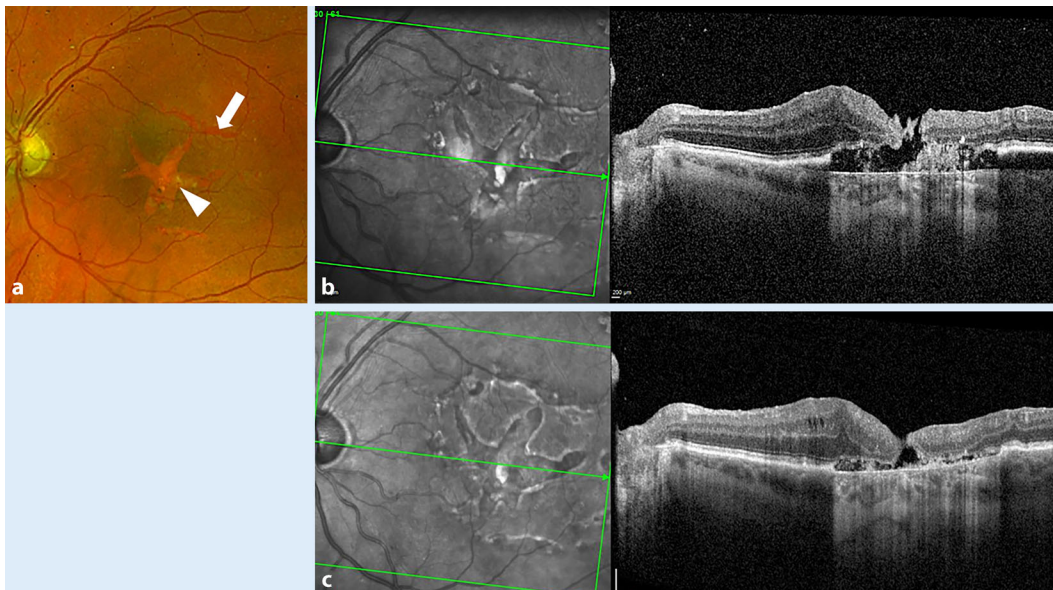


Abb. 2 ◀ **a** Fundusfotografie des linken Auges: zentraler sternförmiger Defekt (*Pfeilspitze*) und eine daran angrenzende horizontale Läsion (*Pfeil*), **b** SD-OCT-Aufnahme mit einem zentralen durchgreifenden Netzhautdefekt, subpigmentepithelialer Flüssigkeit und subretinalem hyperreflektivem Material, **c** SD-OCT-Aufnahmen im Verlauf (nach 2 Wochen) mit Regression der Flüssigkeit

Zeitraum 2016 bis 2023. Neben Anamnese, Visusprüfung, Augeninnendruckmessung und Spaltlampenuntersuchung erfolgten multimodale Fundusbildgebungen. In Fällen, in denen ein operatives Vorgehen geplant wurde, wurde die Diagnostik entsprechend ergänzt (z.B. Linsenberechnung). Die Studie entsprach den Vorgaben der Deklaration von Helsinki

(Ethikkommission Universität Regensburg; Ethikvotum: 23-3319-104).

Ergebnisse

Es wurden 9 Fälle mit iatrogenem retinalem Trauma nach extern durchgeführter IVOM bei nAMD identifiziert. Das Alter der Patienten betrug 72 Jahre \pm 8,1, das Geschlechterverhältnis lag bei 5:4 (weiblich

zu männlich); 33% der Patienten waren pseudophak. Die Achsenlänge bei den Patienten, bei denen ein operatives Vorgehen geplant wurde, betrug 21,5–25,18 mm.

Während in 6 Fällen scharfe Verletzungen im Bereich der Makula festgestellt wurden (**Abb. 1** und **2**), zeigten 3 Fälle extramakuläre Läsionen. In 1 Fall war die Perforationsstelle oberhalb der Papille lokalisiert (**Abb. 3**), in einem anderen

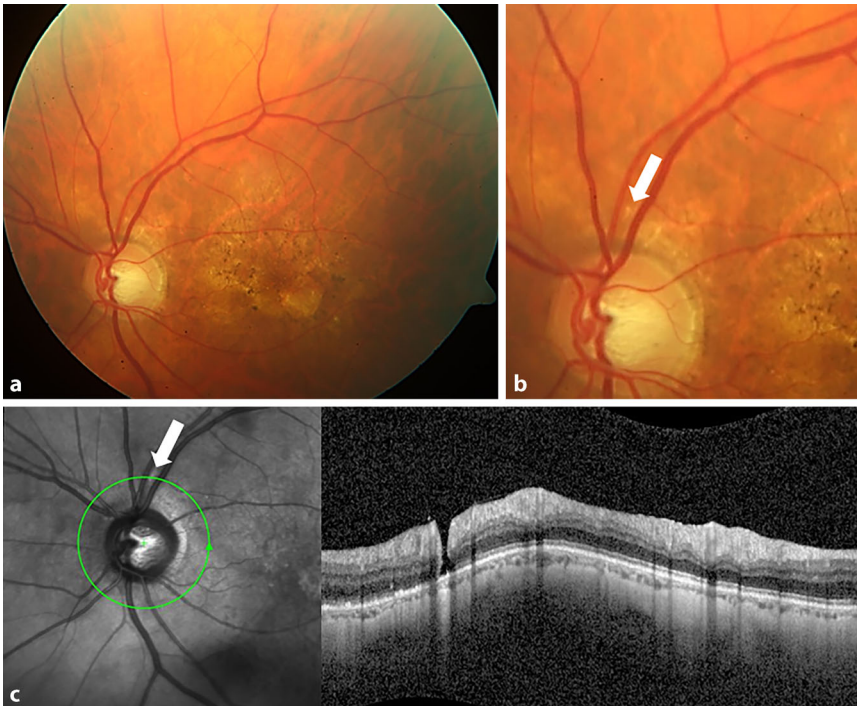


Abb. 3 ▲ a, b Fundusfotografie und vergrößerte Darstellung der Papille linkes Auge: zwischen Arterie und Vene stellt sich eine punktförmige Depigmentierung dar (Pfeil), c SD-OCT-Aufnahme zeigt einen schmalen durchgreifenden Netzhautdefekt

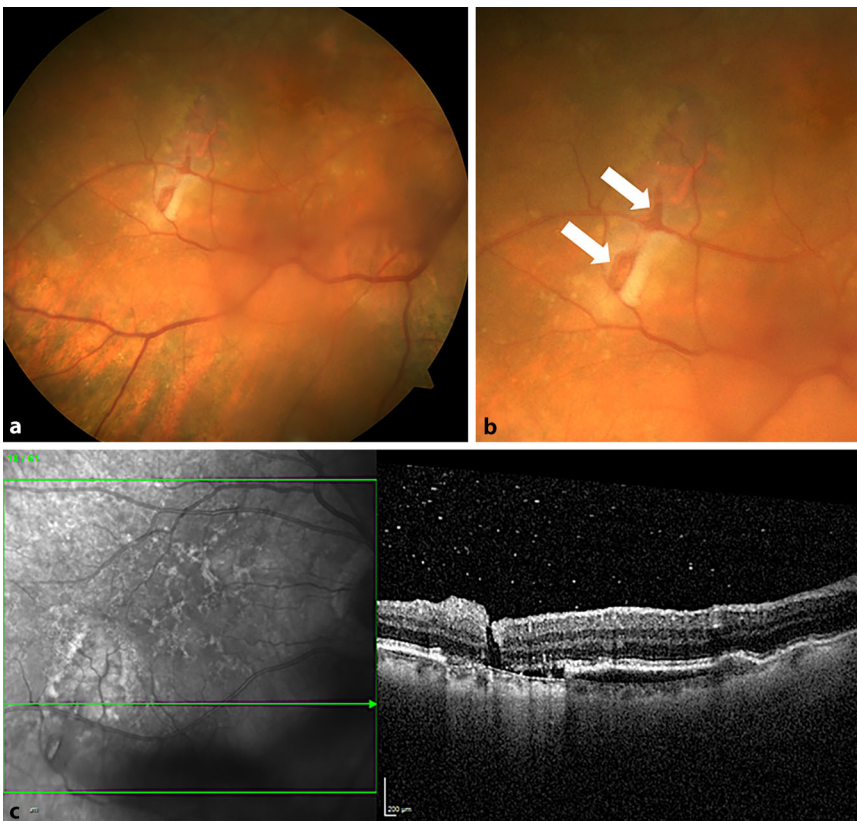


Abb. 4 ▲ a Fundusfotografie des rechten Auges, b vergrößerte Darstellung von a zeigt 2 Netzhautläsionen (Pfeile) im Bereich des temporal unteren Gefäßbogens, c SD-OCT mit durchgreifendem Netzhautforamen, subpigmentepithelialer Flüssigkeit und großflächigem RPE-Defekt

Fall am unteren Gefäßbogen (■ Abb. 4). Im dritten Fall stellten sich multiple Netzhautperforationen in der temporal-mittleren Peripherie dar. Bei den 2 Fällen mit peripherer Lokalisation der Netzhautdefekte zeigte sich eine begleitende Glaskörperblutung.

Insgesamt berichteten die Patienten von einem Symptombeginn kurz nach der Behandlung bis hin zu einem Zeitintervall von 4 Wochen.

Zwei Patienten mit extramakulärer Verletzung wurden umgehend operativ versorgt, um eine drohende Amotio retinae zu verhindern. Auch aufgrund der begleitenden Glaskörperhämorrhagie wurde in diesen Fällen auf eine alleinige Laserkoagulation der Netzhautläsionen verzichtet.

Im Rahmen der Makulaverletzungen erfolgte in 3 Fällen eine Operation analog zur operativen Behandlung idiopathischer Makulaforamina. In 4 weiteren Fällen wurde keine operative Versorgung durchgeführt entweder wegen Ablehnung der Operation seitens des Patienten oder aufgrund der Lokalisation des iatrogenen Netzhautdefekts inmitten einer bereits bestehenden Makulaläsion fortgeschrittenen Stadiums. Hier erfolgten engmaschige Verlaufskontrollen. Insgesamt zeigte sich die Visusentwicklung auch nach erfolgreicher Operation limitiert. Die wichtigsten Patientendaten sind in ■ Tab. 1 zusammengefasst. Exemplarisch seien 4 Fälle vorgestellt.

Fall 1

Eine 68-jährige Patientin stellte sich umgehend nach der letzten IVOM bei nAMD mit einem Sehverlust an dem behandelten rechten Auge vor. Der Visus betrug 1/35 Metertafel. Neben typischen AMD-Veränderungen ergaben die Fundoskopie und die weiterführende Bildgebung im temporal oberen Makulabereich eine Hämorrhagie mit einem daran angrenzenden schlitzförmigen Netzhautdefekt (■ Abb. 1a, b). Nach operativer Intervention mittels Parsplana-Vitrektomie, Peeling der ILM und Gasendotamponade entwickelte sich im Verlauf ein Verschluss des Makulaforamens mit einer zentralen Narbe. Der Visus betrug 1/20 Metertafel.

Tab. 1 Patientendaten											
Pa-tient	Alter (Jahre)	Ge-schlecht	Seite	Lokalisation	GE	Anzahl Injektionen	Symptombeginn	Achslänge/ Refraktion	OP	Post OP	BCVA EV Verlauf
1	68	w	RA	tMV	nAMD	19	4 Tage nach letz-ter IVOM	22,85 mm	Phako + HKL + ppV + MP + C3F8	tMV verschlossen	1/35 MT 1/20 MT
2	86	w	LA	tMV	nAMD	2	Wenige Tage nach letzter IVOM	(+0,25/-1,25/179°) Pseudophak	Keine, nur Kon-trollen	Keine OP	1/50 MT k. A.
3	85	w	LA	tMV	nAMD	25	Direkt nach letz-ter IVOM	(-0,25/-0,75/175°) Pseudophak	ppV + MP + C3F8	tMV verschlossen	1/35 MT 0,05
4	60	m	RA	tMV	nAMD	12	Wenige Tage nach letzter IVOM	23,03 mm	Phako + HKL + ppV + MP + LK	Persistierender atropher Defekt	1/20 MT 0,05
5	74	w	RA	GK-Blutung, NH-Defekte	nAMD	25	Direkt nach letz-ter IVOM	21,50 mm	Phako + HKL + ppV + Avastin	Netzhautanlage	HBW 0,4
6	81	w	RA	tMV	nAMD	3	Unbemerkt	(+1,0/-2,0/102°) Pseudophak	Keine, nur Kon-trollen	Keine OP	0,08 k. A.
7	71	m	LA	Foramen oberhalb der Papille	nAMD	20	2 Wochen nach letzter IVOM	(+1,75/-2,0/86°) Phak	Keine, nur Kon-trollen	Keine OP	0,1 k. A.
8	72	m	LA	tMV, RPE-Defekt	nAMD	15	1 h nach IVOM	23,40 mm	Keine, nur Kon-trollen	Keine OP	0,25 0,3
9	69	m	RA	NH-Defekt	nAMD	8	Direkt nach letz-ter IVOM	25,18 mm	ppV + C2F6	Netzhautanlage	0,1 0,3

GE Grunderkrankung, **OP** Operation, **BCVA** bestkorrigierter Fernvisus, **EV** Erstvorstellung, **w** weiblich, **m** männlich, **RA** rechtes Auge, **LA** linkes Auge, **tMV** traumatische Makulaverletzung, **GK-Blutung** Glaskörperblutung, **NH** Netzhaut, **RPE** retinales Pigmentepithel, **nAMD** neovaskuläre AMD, **Phako** Phakoemulsifikation, **HKL** Hinterkammerlinse, **ppV** Paris-plana-Vitrektomie, **MP** „brilliant blue“ assistiertes Membranpeeling, **LK** Laserkoagulation, **MT** Metertafel, **HBW** Handbewegungen, **k. A.** keine Angabe

Fall 2

Nach der letzten Anti-VEGF („vascular endothelial growth factor“)-Behandlung bemerkte ein 72-jähriger Patient eine Sehverschlechterung auf dem linken Auge. Der bestkorrigierte Visus betrug 0,25. Fundoskopisch imponierte ein zentraler sternförmiger Defekt (■ Abb. 2a). In der multimodalen Bildgebung zeigte sich eine durchgreifende Makulaläsion mit subpigmentepithelialer Flüssigkeit (■ Abb. 2b). Diese könnte möglicherweise nicht nur durch das direkte scharfe Trauma, sondern auch durch eine subpigmentepitheliale Injektion entstanden sein.

Eine operative Intervention wurde durch den Patienten abgelehnt. In der Folgeuntersuchung zeigte sich nach 2 Wochen eine Befundstabilisierung mit einem bestkorrigierten Visus von 0,3 (■ Abb. 2c).

Fall 3

Ein 71-jähriger Patient bemerkte 2 Wochen nach der letzten Injektion eine Gesichtsfeldeinschränkung links. Der Visus betrug 0,1. Fundoskopisch zeigte sich ein auf den ersten Blick unauffälliger Befund mit fortgeschrittenen Veränderungen im Rahmen der AMD. In der OCT-Untersuchung imponierte knapp oberhalb der Papille zwischen Arterie und Vene ein schmaler durchgreifender Netzhautdefekt (■ Abb. 3b).

Aufgrund der Lokalisation und der Läsionsgröße erfolgten ausschließlich engmaschige Verlaufskontrollen. Der Visus blieb im Verlauf stabil.

Fall 4

Ein 69-jähriger Patient stellte sich mit einer plötzlichen Visusminderung auf 0,1 nach der letzten IVOM vor. Fundoskopisch stellten sich im Bereich des unteren Gefäßbogens 2 Netzhautläsionen mit Defekten des RPE und einer leichten Glaskörperblutung dar. Die OCT-Untersuchung bestätigte den Verdacht einer Netzhautperforation mit subpigmentepithelialer Flüssigkeit (■ Abb. 4).

Es erfolgte umgehend eine operative Versorgung. Bei der anschließenden Verlaufskontrolle zeigte sich die Sehfähigkeit auf 0,3 angestiegen bei anliegender Netz-

haut und eine Vernarbung im Bereich der Läsion.

Diskussion

Die intravitreale Therapie bei Makulaerkrankungen stellt grundsätzlich eine sichere Behandlungsmodalität dar. Neben den bereits beschriebenen Komplikationen wird in einzelnen Fallberichten über die Ausbildung von Makulaforamina in Zusammenhang mit einer IVOM berichtet. Für die Entstehung werden unterschiedliche Mechanismen diskutiert. So könnte eine Deformation des Bulbus während der Injektion oder eine Glaskörperinkarzeration an der Injektionsstelle zu Traktionen im vitreoretinalen Interface führen, was wiederum einen Makuladefekt hervorrufen kann [5, 6]. Als möglicher Mechanismus für die Ausbildung eines Netzhautdefektes im Rahmen einer Ozurdex®-Injektion (Allergan Pharmaceuticals Ireland, Westport, Co. Mayo, Irland) wird ein stumpfes Netzhauttrauma auf der gegenüberliegenden Seite der Injektionsstelle vermutet [7, 8]. Eine weitere denkbare Ursache für die Ausbildung von Netzhautdefekten durch IVOM ist eine Injektion mit hohem Druck und daraus resultierendem „scharfen Strahl“. So beschreiben Propst et al. einen Netzhautdefekt mit flachem subretinalem Flüssigkeitssaum nach IVOM. Die Flüssigkeit resorbierte sich, und der Netzhautdefekt verschloss sich spontan [9].

Neben extramakulären und makulären Läsionen werden in der Literatur auch periphere Netzhautdefekte im Bereich der Injektionsstelle beschrieben [10]. Derartige Läsionen entstehen am ehesten dadurch, dass der Injektionsort hinter dem empfohlenen Limbusabstand von 3,5–4 mm gewählt wird. Sudhakar et al. untersuchten den geeigneten Limbusabstand für einen Pars-plana-Zugang an 450 enukleierten Augen. Hierzu wurden drei 25-Gauge-Nadeln je nach Linsenstatus in einem Abstand von 3 mm (aphak), 3,5 mm (pseudophak) oder 4 mm (phak) in den jeweiligen Quadranten eingeführt. In fast 14 % der Fälle wurden hierbei periphere Netzhautperforationen festgestellt und eine enge positive Korrelation zwischen der axialen Bulbuslänge und der Pars-plana-Breite. So zeigten hyperope Augen (Achsenlänge: 21,5–22,9 mm) einen deutlich schmaleren

Pars-plana-Bereich, was mit einem höheren Risiko einer Netzhautperforation einhergeht [11]. Um das Risiko von Komplikationen im Rahmen der IVOM zu verringern, legen Lincke et al. nahe, die axiale Bulbuslänge bei der Wahl des Limbusabstands zu berücksichtigen. So sollte der kürzere Abstand (3,5 mm) bei einer Achsenlänge von < 22,5 mm bevorzugt werden und der längere Abstand (4 mm) bei einer Achsenlänge von > 25 mm [12].

Bei den hier dargestellten Läsionen imponieren scharfe iatrogene Netzhaut- bzw. Makulaverletzungen. Eine exakte Ursachenklärung in den geschilderten Fällen war nicht bei allen Patienten möglich, da die IVOM-Behandlungen außerhalb der nachversorgenden Zentren erfolgten. In 1 Fall wurden Lieferschwierigkeiten der 30-Gauge-Kanülen genannt, weshalb auf 25-Gauge-Kanülen (Länge: 25 mm) zurückgegriffen wurde. Durch zu tiefes Einstechen solcher Kanülen können schwerste Perforationsverletzungen am hinteren Pol verursacht werden.

Daher ist die Anwendung der richtigen Kanülenlänge und -dicke für ein sicheres Injektionsverfahren von hoher Bedeutung. Während die deutschen Fachgesellschaften Injektionskanülen mit einem Durchmesser von 27–30 Gauge und einer Länge von maximal 12 mm empfehlen, wird in einem europäischen Konsensusreport die Anwendung von 13–18 mm langen Nadeln angeraten [13, 14]. Bei Verwendung solcher Kanülen und sachgemäßer Durchführung ist eine zentrale Netzhautperforation unwahrscheinlich. Denkbar ist eine Perforation in der mittleren Peripherie, wenn ein zu steiler, annähernd senkrechter Injektionswinkel gewählt wird und die Nadelspitze aufgrund der Bulbuskrümmung die Retina anterior des Äquators erreicht. Daher ist darauf zu achten, dass die Injektion parallel zum Limbus in einem Winkel von 45° in Tunneltechnik durchgeführt wird [15]. Darüber hinaus sollte auf eine nicht zu geringe Einstichtiefe geachtet werden, um einen Reflux und damit die Gefahr einer möglichen Glaskörperinkarzeration zu verringern [16]. Zusätzlich sollte die Injektion nicht mit zu hohem Druck erfolgen, um eine Netzhautverletzung durch das injizierte Volumen als „scharfen Strahl“ zu verhindern.

Iatrogene Netzhautdefekte werden in der Literatur auch als seltene Komplikation im Rahmen unterschiedlicher medizinischer Eingriffe beschrieben, beispielsweise durch Akupunkturnadeln [17], durch Retrobulbäranästhesien [18], Bückelchirurgie [19], Strabismusoperationen [20], Botulinumtoxin-Injektionen [21] und Elektromyographie des M. orbicularis oculi [22]. Allerdings unterscheiden sich hier die Verletzungen und die Defektlokalisationen von den in unserer Fallserie beschriebenen Traumata.

Angesichts der Heterogenität der Befunde nach scharfen iatrogenen Netzhautverletzungen nach IVOM gibt es kein einheitliches Behandlungsvorgehen. Grundsätzlich ist bei drohender Amotio retinae, persistierender Glaskörperhämorrhagie oder bei zu erwartender Funktionsverbesserung durch zentralen Defektverschluss ein operatives Vorgehen indiziert.

Fazit für die Praxis

- Im Rahmen von intravitrealen Injektionen können bei unsachgemäßer Durchführung iatrogene Netzhaut- bzw. Makulaverletzungen entstehen.
- Das Risiko für derartige Verletzungen steigt bei Verwendung von Kanülen, die nicht den Empfehlungen der Fachgesellschaften entsprechen.
- Bei der Wahl des Limbusabstandes sollte die axiale Bulbuslänge berücksichtigt werden, und die Injektion sollte in Tunneltechnik parallel zum Limbus in einem Winkel von 45° mit wenig Druck durchgeführt werden.
- Eine traumatische Netzhautschädigung führt in den meisten Fällen zu einer weiteren Beeinträchtigung der Sehfähigkeit, oft ist eine Fortführung der intravitrealen Therapie erforderlich.

Korrespondenzadresse

David A. Märker
Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde,
Universitätsklinikum Regensburg
Franz-Josef-Strauss Allee 11, 93053 Regensburg,
Deutschland
David.Maerker@klinik.uni-regensburg.de

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. D.A. Märker: Honorar: Bayer, Novartis; Advisory Board: Novartis, Alcon. H. Helbig: Honorar: Alcon, Novartis, Roche, AbbVie; Support for meetings/travel: Bayer; Advisory Board: Alcon, Novartis, Roche, Bayer, Aspellis AbbVie, Theapharm; Leadership: RG Vorstand, DOG Pressesprecher. N. Eter: Honorar: Allergan, Aspellis, Bayer, Novartis, Roche, Stada, AbbVie; Advisory Board: Apellis, Bayer, Novartis, Roche, Biogen, Janssen. F. Alten: Honorar: Bayer; C.R. Clemens: Honorar: Bayer, Novartis, Heidelberg Engineering. V. Radeck, F. Lehmann und T. Barth geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle beschriebenen Untersuchungen am Menschen oder an menschlichem Gewebe wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethikkommission, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki von 1975 (in der aktuellen, überarbeiteten Fassung) durchgeführt. Von allen beteiligten Patient/-innen liegt eine Einverständniserklärung vor.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Wolfram C, Schargus M (2022) Das Hamburger Register für intravitreale Injektionstherapien (QIVOM). *Ophthalmologie* 119:280–287. <https://doi.org/10.1007/s00347-021-01454-w>
2. Framme C, Junker B, Feltnen N et al (2022) Indikationen zur intravitrealen Injektionstherapie mit Anti-VEGF für Makulaerkrankungen – Fehler vermeiden. *Ophthalmologie* 119:309–326. <https://doi.org/10.1007/s00347-021-01553-8>
3. Falavarjani KG, Nguyen QD (2013) Adverse events and complications associated with intravitreal injection of anti-VEGF agents: a review of literature. *Nature* 27:787–794. <https://doi.org/10.1038/eye.2013.107>
4. Meyer CH, Rodrigues EB, Michels S et al (2010) Incidence of damage to the crystalline lens during intravitreal injections. *J Ocul Pharmacol Ther* 26:491–495. <https://doi.org/10.1089/jop.2010.0045>
5. Tufan HA, Gencer B, Kara S (2013) Macular hole after intravitreal bevacizumab injection for choroidal

Iatrogenic retinal defects after intravitreal operative drug injections

Background: Intravitreal operative drug injections represent one of the most frequently performed medical interventions. The risk profile is low. In addition to intraocular pressure elevation, the most frequent complications include exogenous endophthalmitis, vitreous hemorrhage and rhegmatogenous retinal detachment. Furthermore, isolated cases of lens injuries, macular holes associated with vitreoretinal traction and peripheral retinal defects have been described. In the present case series sharp iatrogenic macular and retinal defects are described.

Methods: Retrospective multicenter case collection of patients with iatrogenic retinal defects after intravitreal injections from 2016 to 2023.

Results: Iatrogenic retinal trauma after intravitreal injections for treatment of neovascular age-related macular degeneration was identified in 9 cases (72 years ± 8.1, 3 eyes pseudophakic). While sharp injuries within the macula occurred in six cases, extramacular lesions were detected in the other cases.

Conclusion: Iatrogenic retinal and macular injuries are rare complications of intravitreal injections and when correctly carried out are preventable, especially with respect to use of cannulas and the choice of the distance from the limbus.

Keywords

Complications · Intravitreal injections · Retinal defects · Treatment · Outcome

- neovascularisation. *Clin Exp Optom* 97:178–180. <https://doi.org/10.1111/cxo.12009>
6. Muramatsu D, Mitsuhashi R, Iwasaki T et al (2015) Macular hole formation following intravitreal injection of ranibizumab for branch retinal vein occlusion: a case report. *BMC Res Notes*. <https://doi.org/10.1186/s13104-015-1324-4>
 7. Christensen L, Sanders R, Olson J (2016) “Magic bullet”: eccentric macular hole as a complication from Dexamethasone implant insertion. *Case Rep Ophthalmol Med* 2016:1706234. <https://doi.org/10.1155/2016/1706234>
 8. Ekinci C, Kayiran A, Özdemiir H (2019) Extramacular retinal hole following intravitreal Dexamethasone implant: case report. *tjo* 49:175–177. <https://doi.org/10.4274/tjo.galenos.2019.98975>
 9. Propst SK, Seider MI, Vora RA (2020) Jet stream maculopathy. *Ophthalmology* 128:718. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2020.11.014>
 10. Kishore K, McGowan DS, Hanebrink KA (2021) Iatrogenic retinal penetration from intravitreal injections. *Case Rep Ophthalmol* 12:248–253. <https://doi.org/10.1159/000512695>
 11. Sudhalkar A, Chauhan P, Sudhalkar A, Trivedi RH (2012) Pars plana width and sclerotomy sites. *Ophthalmology* 119(1):198–199.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2011.09.002>
 12. Lincke J-B, Keller S, Amaral J, Zinkernagel MS, Schuerch K (2021) Ciliary body length revisited by anterior segment optical coherence tomography: implications for safe access to the pars plana for intravitreal injections. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 259(6):1435–1441. <https://doi.org/10.1007/s00417-020-04967-3>
 13. https://www.dog.org/wp-content/uploads/2009/09/DOG_Empfehlung_Intravitreale_Injektionen.pdf
 14. Grzybowski A, Told R, Sacu S, Bandello F, Moisseiev E, Loewenstein A, Schmidt-Erfurth U (2018) Euretina board; 2018 update on intravitreal injections: euretina expert consensus. *Recomm Ophthalmol* 239(4):181–193. <https://doi.org/10.1159/000486145>
 15. Karimi A, Razaghi R, Biglari H, Sabbaghi H, Sera T, Kudo S (2018) A comparative study to determine the optimal intravitreal injection angle to the eye: A computational fluid-structure interaction model. *Technol Health Care* 26(3):483–498. <https://doi.org/10.3233/THC-160777>
 16. Hubschman J-P, Coffee RE, Bourges J-L, Yu F, Schwartz SD (2010) Experimental model of intravitreal injection techniques. *Retina* 30(1):167–173. <https://doi.org/10.1097/IAE.0b013e3181b094cf>
 17. Drüke D, Feltnen N, Hoerauf H (2022) Loss of visual acuity following acupuncture. *Dtsch Arztebl Int* 119:663. <https://doi.org/10.3238/arztebl.m2022.0222>
 18. Rodriguez-Coleman H, Spaide R (2001) Ocular complications of needle perforations during retrolubar and peribulbar injections. *Ophthalmol Clin North Am* 14:573–579. [https://doi.org/10.1016/s0896-1549\(05\)70257-1](https://doi.org/10.1016/s0896-1549(05)70257-1)
 19. Brown P, Chignell AH (1982) Accidental drainage of subretinal fluid. *Br J Ophthalmol* 66:625. <https://doi.org/10.1136/bjo.66.10.625>
 20. Dang Y, Racu C, Isenberg SJ (2004) Scleral penetrations and perforations in strabismus surgery and associated risk factors. *J Am Assoc Pediatr Ophthalmol Strabismus* 8:325–331. <https://doi.org/10.1016/j.jaapos.2004.03.003>
 21. Liu M, Lee HC, Hertle RW, Ho AC (2004) Retinal detachment from inadvertent intraocular injection of botulinum toxin A. *Am J Ophthalmol* 137:201–202. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(03\)00837-7](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(03)00837-7)
 22. Bowen RC, Possin ME, Altaweel MM (2020) Bilateral globe penetration from electromyography electrode placement for intraoperative neurophysiologic monitoring. *J Vitre Dis* 4:136–138. <https://doi.org/10.1177/2474126419868888>

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.