

## Selektive Atrophie der radialen peripapillären Netzhautcapillaren und glaukomatöse Gesichtsfelddefekte

B. Daicker

Universitäts-Augenklinik (Direktor: Prof. F. Rintelen) Basel

Eingegangen am 6. Februar 1975

### Selective Atrophy of the Radial Peripapillary Capillaries and Visual Field Defects in Glaucoma

*Summary.* The existence and distribution of atrophic radial peripapillary capillaries in 33 autopsy eyes of patients with chronic glaucoma or different optic nerve atrophies are compared with their visual field defects and stage of atrophy or excavation of the disc. No correlation of defective RPC and visual field defects was found. The selective atrophy of RPC is therefore supposed to be secondary to different atrophies of the disc.

*Zusammenfassung.* Der Autor vergleicht Vorkommen und Verteilung selektiv atropher radialer peripapillärer Capillaren in 33 Autopsieaugen von Patienten mit Glaucoma simplex oder Opticusatrophien anderer Ursache mit deren Gesichtsfelddefekten und Stärke der Opticusatrophie. Es konnte keine Korrelation zwischen atrophischen RPC und Gesichtsfelddefekten gefunden werden. Die selektive Atrophie von radialen peripapillären Capillaren scheint vielmehr als Folge pathogenetisch differenter Papillenatrophien entstehen zu können.

In der peripapillären Retina des Menschen liegt ein besonders aufgebauter Capillarplexus [14, 13, 16, 6]. Auch Hund [4], Rhesusaffe, Katze und Schwein besitzen analoge Gefäßsysteme [9]. Genauere Kenntnisse über die Anatomie dieses „Capillarplexus der Nervenfaserschicht“ [17] sind von Henkind und Mitarbeitern in verschiedenen Publikationen dargelegt worden [1, 3, 9—11, 18]. Shimizu [16] hat sie jüngst intensiv fluorescenzangiographisch untersucht. Diese Gefäße werden meist als radiale, peripapilläre Capillaren (RPC) bezeichnet.

Es handelt sich um eine einfache Lage gestreckter, bis millimeterlanger Capillaren in der Nervenfaserschicht, welche den Nervenfasern und zueinander parallel laufen. Sie haben nur selten Anastomosen unter sich und zu den tiefen Capillarplexus. Gespiessen werden sie von retinalen Praecapillaren [18, 9, 10, 3], möglicherweise aber auch, zumindest in Papillennähe, von oberflächlichen Papillengefäßen [17, 6, 16]. Sie drainieren in Retina- oder Papillenvenen [6, 3, 11, 16].

Das Ausbreitungsgebiet der RPC beim Menschen ist charakteristischerweise ein Areal in Form eines doppelten Bjerrumfeldes [8—10, 1].

Die Pathogenese der Bjerrumskotome ist heute noch so umstritten wie der Ort, wo eine sie verursachende Noxe angreife. Meist wird eine sekundär vasculäre Schädelle in der Papille, der peripapillären Aderhaut oder hinter der Lamina cribrosa vermutet [Lit. siehe 5, 7]. Die Anatomie dieser Gewebe vermag aber die Lage von Bjerrumskotomen nicht zu erklären. Henkind [10] und Altermann und Henkind [1] haben nun aufgrund der Lage der RPC die Hypothese auf-

| PAT.           | SEITE | EXCAVATION | GESICHTSFELD | ATROPHIE RPC |
|----------------|-------|------------|--------------|--------------|
| 1<br>K.J.<br>♀ | O.D.  | +          |              |              |
| 2<br>K.A.<br>♀ | O.D.  | +++        |              |              |
| 2<br>K.A.<br>♀ | O.S.  | +          |              |              |
| 3<br>M.F.<br>♀ | O.D.  | +++        |              |              |
| 4<br>F.F.<br>♀ | O.D.  | ++         |              |              |
| 4<br>F.F.<br>♀ | O.S.  | ++         |              |              |
| 5<br>S.K.<br>♂ | O.S.  | +++        |              |              |
| 6<br>M.J.      | O.D.  | +++        |              |              |
| 6<br>M.J.      | O.S.  | +++        |              |              |

Abb. 1

| PAT.            | SEITE | EXCAVATION | GESICHTSFELD |
|-----------------|-------|------------|--------------|
| 7<br>H.B.<br>♀  | O.D.  | +          |              |
| 8<br>M.A.<br>♂  | O.D.  | +          |              |
| 9<br>R.A.<br>♂  | O.D.  | +++        |              |
| 9<br>R.A.<br>♂  | O.S.  | +++        |              |
| 5<br>S.K.<br>♂  | O.D.  | +++        |              |
| 10<br>G.M.<br>♀ | O.D.  | +++        |              |

Abb. 2

Abb. 1. Atrophiegebiete von RPC bei Patienten mit glaukomatösen Gesichtsfelddefekten und -Papillenexcauationen. Jede Linie entspricht wie in den folgenden Abb. 1—2 parallelen, atrophien Capillaren

Abb. 2. Glaukomatöse Gesichtsfelddefekte ohne Atrophie der RPC

gestellt, eine selektive Atrophie dieser Capillaren durch chronisch erhöhten Intraokulardruck könnte eine Ursache der Bjerrumskotome sein und deren Form erklären. Der lange Verlauf und die seltenen Anastomosen würden diese Gefäße für erhöhten Intraokulardruck besonders empfindlich machen. Untersuchungen an Katzen [1] und Schweinen [3], durch experimentell erzeugte akute Drucksteigerungen selektive Minderdurchblutungen in den RPC zu erzeugen, haben nicht zu schlüssigen Resultaten geführt. Kornzweig [12] und Kornzweig *et al.* [13] haben 28 Retinae von Patienten mit anamnestisch bestehendem chronischem

| PAT.            | SEITE | EXCAVATION | ATROPHIE RPC | PAT.            | SEITE | DIAGNOSE   | ATROPHIE | EXCAVATION | GESICHTSFELD         | ATROPHIE RPC |
|-----------------|-------|------------|--------------|-----------------|-------|--|----------|------------|----------------------|--------------|
| 10<br>G.M.<br>♀ | O.S.  | +          | KEINE        | 16<br>S.M.<br>♀ | O.D.  | ATROPHIE<br>STAUNUNGSPAPILLE<br>HIRNTUMOR            | ++       | -          | NICHT<br>AUFZUNEHMEN |              |
| 11<br>B.L.<br>♂ | O.D.  | ±          | KEINE        | 17<br>K.E.<br>♀ | O.S.  | CEREBRO-VASC.<br>INSULT.<br>VASC.<br>OPTICUSATROPHIE | +        | ±          |                      |              |
| 11<br>B.L.<br>♂ | O.S.  | ++         | KEINE        | 17<br>K.E.<br>♀ | O.S.  | APOPLEXIA<br>PAPILLÆ                                 | +++      | -          | AMAUROSE             |              |
| 12<br>H.A.<br>♀ | O.D.  | -          | KEINE        | 18<br>B.E.<br>♀ | O.D.  | METASTASE IM<br>CHIASMA                              | ++       | -          |                      |              |
| 12<br>H.A.<br>♀ | O.S.  | ±          |              | 19<br>F.O.<br>♂ | O.S.  | GLAUCOMA SEC.<br>UVEITIS                             | +++      | +++        |                      |              |
| 13<br>M.P.<br>♀ | O.D.  | +++        |              |                 |       |  |          |            |                      |              |
| 14<br>M.P.<br>♀ | O.S.  | +++        |              |                 |       |  |          |            |                      |              |
| 15<br>W.H.<br>♂ | O.D.  | -          |              |                 |       |  |          |            |                      |              |
| 15<br>W.H.<br>♂ | O.S.  | ++         |              |                 |       |  |          |            |                      |              |

Abb. 3

Abb. 4

Abb. 3. Atrophien der RPC bei Glaukompatienten ohne Gesichtsfeld

Abb. 4. Atrophien der RPC bei verschiedenen Opticusatrophien

Glaukom auf selektive Atrophien der RPC histologisch untersucht und in allen Fällen solche atrophische Capillaren gefunden. Da aber keine Gesichtsfelder dieser Augen mit den Atrophiearealen verglichen werden konnten, vermochten die Autoren nicht auszusagen, ob Capillaratrophen und glaukomatöse Gesichtsfelddefekte topographisch oder gar kausal in Relation stehen.

Wir haben deshalb die Gefäße von 15 Retinae 10 verstorbener Glaukompatienten, deren Gesichtsfelddefekte bekannt waren, mit der Trypsin-Verdauungsmethode untersucht. Gleichermaßen wurden 9 weitere Retinae von 6 Patienten mit anamnestisch bestehendem Glaucoma simplex ausgewertet, obwohl keine Gesichtsfelder zu erhalten waren. Vorhandene Atrophien

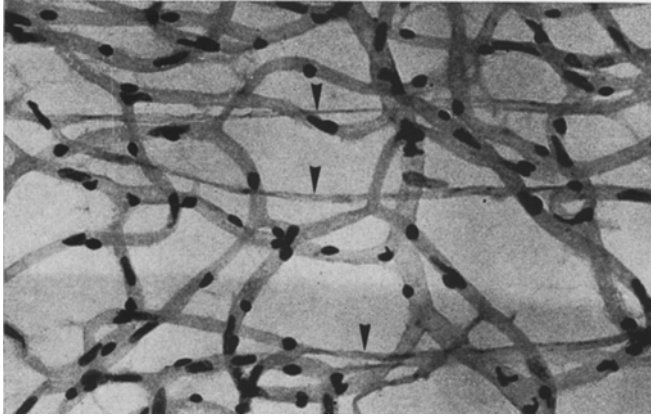


Abb. 5. Selektive Atrophie der RPC bei Opticusatrophie durch Mamma-Ca-Metastase im Chiasma (Pat. 18, o.d.) Trypsin, HE.  $\times 220$

der RPC wurden mit den Gesichtsfelddefekten und den bei der Autopsie erhobenen Papillenexcavationen verglichen. Zum Vergleich wurden 9 Retinae von 5 Patienten mit Opticusatrophien anderer Ursache ohne Glaukom in der Anamnese in gleicher Weise ausgewertet.

### Resultate

Von den 15 Retinae mit bekannten glaukomatösen Gesichtsfelddefekten haben 9 selektive Atrophien von RPC (Abb. 1). Die Lokalisation dieser Atrophien entspricht aber kaum oder nicht den Gesichtsfelddefekten. Ein verbreiteter Mitbefall nasaler RPC bei Atrophie temporaler Gefäße und lediglich typischerweise nasalen Gesichtsfelddefekten ist offenbar. Auch besteht, zumindest bei stärkerem Befall, eine Parallelität zwischen Stärke der glaukomatösen Excavation und dem Befall der RPC.

Bei gleichen Patienten kommen bei ähnlichen Gesichtsfelddefekten sehr differente Capillaratrophen vor (Pat. 2). Sogar völlige Unversehrtheit der Capillaren der funktionell schlechteren Seite bei starkem Befall der Gegenseite wird beobachtet (Pat. 5).

6 Retinae mit glaukomatösen Gesichtsfelddefekten zeigten völlig intakte RPC, auch bei erheblicher glaukomatöser Excavation (Abb. 2).

Von den 9 lediglich anamnestisch glaukomatösen Retinae haben 5 selektive Atrophien von RPC. Eine Parallelität ihrer Stärke und Ausdehnung zur Schwere der glaukomatösen Papillenexcavation ist nicht offenbar (Abb. 3).

Von den 9 Retinae mit Opticusatrophien anderer Ursache haben 5 zum Teil ganz ausgeprägte selektive RPC-Atrophien (Abb. 4 und 5). Auch hier entspricht deren topographische Verteilung nicht den Gesichtsfelddefekten. Die Capillaratrophen können trotz fehlender Papillenexcavation schwer sein. Schwere der Opticus- und der Gefäßatrophen gehen meist parallel. Auch hier werden am selben Patienten mit gleichem oder differentem Grundleiden beidseits völlig differente Kapillarbefunde festgestellt (Abb. 4 und 6, Pat. 18 und 19).

Auch schwere Opticusatrophien ohne Atrophie der RPC kommen vor (Abb. 6).

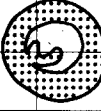

| PAT.            | SEITE | DIAGNOSE                | ATROPHIE | EXCAVATION | GESICHTSFELD  |
|-----------------|-------|-------------------------|----------|------------|---|
| 19<br>F.O.<br>♂ | O.D.  | APOPLEXIA<br>PAPILLAE   | +++      | -          |  |
| 20<br>W.W.<br>♂ | O.D.  | MYOPIA MAGNA DEG.       | +        | -          | FEHLT   |
| 20<br>W.W.<br>♂ | O.S.  | MYOPIA MAGNA DEG.       | +        | -          | FEHLT   |
| 18<br>B.E.<br>♀ | O.S.  | METASTASE IM<br>CHIASMA | +        | -          |  |

Abb. 6. Opticusatrophien ohne Atrophie der RPC

Es darf aus diesen Resultaten geschlossen werden, daß die glaukomatösen Gesichtsfelddefekte nicht Folge einer selektiven Atrophie entsprechender RPC sind. Solche Atrophien kommen wohl bei Glaucoma simplex häufig vor und werden mit zunehmender glaukomatöser Opticusatrophie ausgedehnter. Es lassen sich aber gleichartige selektive Capillaratrophen auch bei nichtexcavierenden Opticusatrophien verschiedener Ätiologie finden. Cogan [2] sah einen Schwund peripapillärer Capillaren nach Opticusatrophie durch MS. Wir vermuten deshalb, daß sich die Capillaratrophen aufgrund eines atrophierenden Geschehens in der Papille sekundär entwickeln. Ob Papillenatrophen in individuell verschiedenem Maß zur Obliteration venöser Aflüsse oder arteriolärer Zuflüsse der RPC führen, oder ob die Capillaratrophen Folge einer retinalen „Inaktivitätsatrophie“ bei Schwund der Nervenfaserschicht seien, muß offen bleiben.

### Literatur

1. Alterman, M., Henkind, P.: Radial peripapillary capillaries. 2: Possible role in Bjerrum-scotoma. Brit. J. Ophthal. **52**, 26—31 (1968)
2. Cogan, D. G.: Development and senescence of the human retinal vasculature. Trans. ophthal. Soc. UK. **83**, 465—489 (1963)
3. Dollery, C. T., Henkind, P., Kohner, E. M., Paterson, J. W.: Effect of raised intra-ocular pressure on the retinal and choroidal circulation. Invest. Ophthal. **7**, 191—198 (1968)
4. Engermann, R. L., Molitor, D. L., Bloodworth, J. M. B.: Vascular system of the dog retina: Light and electron microscopic studies. Exp. Eye Res. **5**, 296—301 (1966)
5. François, J., de Laey, J. J.: Fluorescein angiography of the glaucomatous disc. Ophthalmologica (Basel) **168**, 288—298 (1974)
6. François, J., Neetens, A.: Comparative anatomy of the vascular supply of the eye in vertebrates. Ed. H. Davson: The eye. Vol. I., p. 405. New York: Academic press 1962
7. François, J., Neetens, A.: Vascularity of the eye and the optic nerve in glaucoma. Arch. Ophthal. **71**, 219—225 (1964)

8. Gafner, F., Goldmann, H.: Experimentelle Untersuchungen über den Zusammenhang von Augendrucksteigerungen und Gesichtsfeldschädigungen. *Ophthalmologica (Basel)* **130**, 359—377 (1955)
9. Henkind, P.: The radial peripapillary capillaries of the retina 1. Anatomy: Human and comparative. *Brit. J. Ophthalm.* **51**, 115—123 (1967)
10. Henkind, P.: New observations on the radial peripapillary capillaries. *Invest. Ophthalm.* **6**, 103—108 (1967)
11. Henkind, P.: Microcirculation of the peripapillary retina. *Trans. Amer. Acad. Ophthalm. Otolaryng.* **73**, 890—897 (1969)
12. Kornzweig, A. L.: Further observations on selective atrophy of the radial peripapillary capillaries in chronic glaucoma. *Proc. 21. Int. Congr. Ophthalm. II*, p. 1180—1187 (1970)
13. Kornzweig, A. L., Eliasoph, I., Feldstein, M.: Selective atrophy of the radial peripapillary capillaries in chronic glaucoma. *Arch. Ophthalm. (Chic.)* **80**, 696—707 (1968)
14. Michaelson, I. C.: *Retinal circulation in man and animals*. Springfield: Charles C. Thomas 1954
15. Michaelson, I. C., Campbell, A. C. P.: The anatomy of the finer retinal vessels. *Trans. ophthalm. Soc. UK.* **60**, 71—112 (1940)
16. Shimizu, K.: *Fluorescein microangiography of the ocular fundus*, p. 1—21. Stuttgart: Thieme 1974
17. Toussaint, D., Kuwabara, T., Cogan, D. G.: Retinal vascular patterns 2. Human retinal vessels studies in three dimensions. *Arch. Ophthalm. (Chic.)* **65**, 575—581 (1961)
18. Wise, G. N., Dollery, C. T., Henkind, P.: *The retinal circulation*, p. 29—31. New York: Harper and Row 1971

Priv. Doz. Dr. B. Daicker  
Universitäts-Augenklinik  
Mittlere Straße 91  
CH 4056 Basel, Schweiz