

(Aus der II. Universitäts-Augenklinik Wien. — Direktor: Prof. Dr. K. Lindner.)

## Ein Beitrag zu den Blutdruckverhältnissen in der Arteria centralis retinae<sup>1</sup>.

Die Blutdruckschwankungen im zentralen Gefäßsystem bei Arbeit,  
Hyperventilation, nach Coramin, Sympatol und Prisco.

Von

Dr. Helmut Fanta,

Assistent der Klinik.

Im folgenden sei ein kurzer Überblick über die Ergebnisse der gemeinsamen Arbeit mit *Siedek*<sup>14</sup> wiedergegeben, soweit diese mir für die Augenheilkunde zur Beurteilung von Zirkulationsstörungen im Augenhintergrund von Bedeutung zu sein scheinen.

War früher die Blutdruckuntersuchung im Gefäßgebiet der Art. centr. ret. ausschließlich eine Domäne der Okulisten, so stellt gerade dieser Teil der Ophthalmologie eine wichtige Brücke zu den Grenzgebieten der Augenheilkunde dar und weiter ein ausschlaggebendes Bindeglied zur Neurologie und vor allem zur internen Medizin. Wie schwierig aber auch hier die Verhältnisse für die Blutdruckmessung sind, wird uns am besten durch die große Zahl der hierfür angegebenen Dynamometer bewiesen (*Baillart*<sup>1</sup>, *Kukan*<sup>6</sup>, *Sobansky*<sup>15</sup>, *H. K. Müller*<sup>9</sup>), wobei die Autoren immer bestrebt waren, den absoluten Wert des Blutdruckes in dem genannten Gefäßsystem zu finden und möglichst genau zu bestimmen. Bei unseren Untersuchungen konnten wir jedoch die absoluten Werte vernachlässigen, da wir ja die Blutdruckschwankungen unter verschiedenen pharmakologischen und physiologischen Einflüssen beobachten wollten, wobei es sich ja doch nur um *relative* Werte handelte. Es sei einer anderen Mitteilung vorbehalten, auf die theoretischen Bedingungen der einzelnen Methoden einzugehen, wobei auch noch die einzelnen Meßfehler, soweit sie uns bekannt sind, berücksichtigt werden sollen.

Wir verwendeten bei unseren Untersuchungen das Ophthalmodynamometer nach *H. K. Müller*<sup>9</sup>, das nach Umrechnung mit den beigegebenen Eich Tabellen die Ergebnisse in Millimeter Quecksilber (mm Hg) anzugeben gestattet. Da diese Blutdruckmessung nur zu zweit ausführbar ist, war eine genaue Einarbeitung unbedingt erforderlich, wobei wir uns an mehr als 100 Patienten eine gewisse Sicherheit bei der Ausführung der Methode aneigneten und gleichzeitig auch rein empirisch

<sup>1</sup> Nach einem Vortrag, gehalten bei der Jahrestagung der Sudetendeutschen Augenärztlichen Gesellschaft in Prag am 12. 12. 1943.

die absoluten Werte, angegeben von *H. K. Müller*<sup>9</sup>, für diese Meßmethode überprüfen konnten. Wurden die normalen Werte für den systolischen Druck um 70 mm Hg und für den diastolischen Druck um 40 mm Hg angegeben, so können wir diese Werte für die oben angegebene Meßmethode nur bestätigen. Wiederholte Untersuchungen an einem Patienten bewiesen auch außerdem die Zuverlässigkeit der Methode. Es sei noch hervorgehoben, daß auch bei den Untersuchungen möglichst alle in Frage kommenden Einflüsse berücksichtigt wurden, wie z. B. die Änderung des intraokularen Druckes durch die Massage des Bulbus bei der Ausführung der Messung oder aber auch die Erregung bei sensiblen Patienten, wodurch die Blutdruckwerte evtl. etwas höher gefunden werden konnten.

Im folgenden sollen nun die einzelnen Beobachtungen näher besprochen werden.

*Arbeitsversuch.* Zunächst seien die Untersuchungen und Ergebnisse der Druckverhältnisse in der Art. centr. ret. nach körperlicher Arbeit erwähnt. Es ist ja bekannt, daß der allgemeine Blutdruck hierbei rasche und beträchtliche Schwankungen aufweisen kann, deren Auswirkungen auf den Retinaarteriendruck durch die Blutdruckmessungen in diesem Gefäßgebiet untersucht wurden. Für den Internisten gestattet dies wieder weitgehende Aufschlüsse über die Verhältnisse in der Kreislaufperipherie unter diesen obengenannten Bedingungen.

Vorerst untersuchten wir 10 Patienten, vor und nach der Ausführung von 10 Kniebeugen. Für den Untersuchten, die alle in einem sehr guten Trainingszustand waren, entsprach dies nur eine geringe Leistung. Bei der Messung des Blutdruckes in der Arteria brachialis konnten wir bei 8 Fällen eine Steigerung beobachten, gegenüber eines sehr geringen Anstieges des Blutdruckes in der Art. centr. ret. bei nur 5 Fällen. Beachtenswert erschien uns noch die Veränderung der Blutdruckamplitude, die wir rein rechnerisch aus der Differenz des systolischen und des diastolischen Blutdruckes bestimmen können. Finden wir eine bedeutende Zunahme der Amplitude bei der Blutdruckuntersuchung in der Art. brachialis, so finden wir fast keine Änderung der Amplitude in der Art. centr. ret. Dieses Verhalten ist dahin zu erklären, daß die zusätzlich ausgeworfene Blutmenge nur dem Gefäßgebiet der arbeitenden Muskeln zugutekommt.

Weiter untersuchten wir bei 14 Fällen die Blutdruckveränderungen nach *maximaler* Arbeitsleistung. Wir ließen die Betreffenden so rasch Kniebeugen ausführen, bis sie ganz außer Atem waren. Dies konnten wir nach 20—40 Kniebeugen beobachten. Hier bekamen wir ganz andere Werte als bei dem vorher besprochenen Versuch. Es kam zu einem starken Anstieg der Pulsfrequenz, zu einem Anstieg des systolischen und diastolischen Druckes und als Zeichen einer gewaltigen Minutenvolumssteigerung zu einem Anstieg der Druckamplitude trotz der

erwähnten Frequenzsteigerung. Wir mußten annehmen, daß die Kreislaufregulation überschießend war und konnten diese Überregulation auch im Gehirngefäßgebiet finden, da wir auch in diesem Gefäßgebiet einen deutlichen Anstieg der Druckamplitude beobachten konnten, trotz der gesteigerten Pulsfrequenz. Es wurde also auch mehr Blut in das Gehirngefäßgebiet geworfen. Eine Abweichung von diesem Verhalten konnten wir jedoch bei pathologisch veränderten Gefäßen finden, auf die jedoch hier nicht eingegangen werden soll.

Annähernd normale Werte waren meist 8 Min. nach der Ausführung der Kniebeugen wieder zu finden, so daß nach dieser Zeit die Reaktion nach der Arbeit abgeklungen zu sein schien.

Aus diesen Versuchen können wir die starke Belastung der Retinargefäße bei maximaler Arbeit ersehen, weshalb wir auch bei Erkrankung dieses Gefäßsystems unbedingte Ruhe anordnen müssen.

*Sympatolwirkung.* Anschließend an die Untersuchungen nach dem Arbeitsversuch möchte ich die Beobachtungen der Sympatolwirkung darlegen. Da nach den Untersuchungen von *Ozales* und *Casuto*<sup>10</sup> und *Bietti*<sup>2</sup> eine subcutane Verabreichung des Sympatol eine Drucksenkung im Gefäßgebiet der Art. centr. ret. zur Folge hat, wollten wir die Druckmessungen nach einer rasch gegebenen intravenösen Injektion untersuchen. Hier konnten wir ein gegengleiches Verhalten gegenüber einer subcutanen Injektion feststellen. Wir konnten nach einer intravenös verabfolgten Sympatolinjektion einen beträchtlichen Anstieg der systolischen und diastolischen Werte des allgemeinen Blutdruckes feststellen, parallel verlaufend dazu aber auch einen Anstieg des Druckes in der Retinalarterie. Bei einigen Fällen konnten wir eine derartige Steigerung des Blutdruckes in der Art. centr. ret. messen, wie sie bisher nicht beobachtet wurde. Bei einem Fall war die Drucksteigerung sogar so hoch, daß der Druck mit dem *Müllerschen* Apparat nicht mehr meßbar war. Weiter kam es zu einem starken Anstieg der Druckamplitude, die prozentual die Steigerung des allgemeinen Blutdruckes weit übertrifft, speziell dann, wenn es gerade in diesem Gefäßgebiet nicht zu einem allzu großen Druckanstieg gekommen ist. Wir deuteten dies als eine mehr passive Reaktion der kleinen Gefäße. Das Schlagvolumen scheint bei den besonders hohen Druckwerten auch gestiegen zu sein. Die passive Reaktion im Sinne einer Erweiterung der Gefäße konnten wir im Augenhintergrund deutlich beobachten.

Nach *Rein*<sup>11</sup> wissen wir, daß Gefäße eines arbeitenden Muskels sympathischen Reaktionen kaum zugänglich sind. Wir haben auch Sympatol bei Patienten injiziert, bei denen noch deutlich eine abklingende Reaktion nachweisbar war und konnten sehen, daß bei diesen Patienten kaum eine Erhöhung des zentralen Blutdruckes feststellbar war gegenüber eines deutlichen Anstieges des systolischen Druckes in der Retinalarterie und auch der Amplitude. Wir konnten also feststellen, daß auch

dann noch der Druck in der Retinalarterie anstieg, wenn auch der allgemeine Blutdruck durch das Mittel nicht mehr gesteigert wird, weil gewisse Gefäßgebiete auf den verengenden Einfluß, wie oben besprochen, nicht mehr reagieren. Letzteres schien uns für die Behandlung von Kranken mit Gefäßkollapsen von großer Bedeutung.

*Hyperventilation* und *Coramin*. Kurz möchte ich nun die Versuche mit Hyperventilation und Coramin streifen. Wissen wir doch, daß es nach Coramin auch zu einer Atemvertiefung kommt und diese einen ganz erheblichen Einfluß auf den Blutdruck hat. Die Beeinflussung erfolgt nicht nur durch die mechanische Reizung der sensiblen Vagusendigungen, sondern auch direkt von den Zentren oder zentralen Rezeptoren aus, durch die Veränderung der Blutgase. *Tiralla* hat doch nachgewiesen, daß man doch bei Hypertonie durch fortgesetzte Tiefatmung den Blutdruck senken kann. Bei unseren Versuchen konnten wir bei aktiver Hyperventilation einen starken Abfall des systolischen Druckes in der Retinalarterie nachweisen, wobei es auch zu einer ausgesprochenen Verkleinerung der Druckamplitude kam. Das Blutangebot in dem retinalen Gefäßgebiet ist also sehr gering. Ähnlich waren die Verhältnisse nach Coramin. Wir müssen also in dem geringen Blutangebot an das Gefäßgebiet der Art. centr. ret. und daher auch an das Gehirngefäßgebiet die Ursache für das Schwindelgefühl nach Hyperventilation suchen, das selbst bis zur Bewußtseinstörung führen kann. Auch glaube ich, daß wir damit die Angaben des Patienten erklären können, die wiederholt bei der Ausführung der Versuche über eine Sehverminderung in dem Sinne klagten, daß es „vor ihren Augen schwarz werden würde“. Es sei auch noch erwähnt, daß wir auch bei diesen Versuchen, im Gegensatz zum *Priscol*, das noch eingehend besprochen werden soll, kein Zeichen einer stattgefundenen Gefäßerweiterung finden konnten.

In einer weiteren Gruppe seien diejenigen Fälle zusammengefaßt, bei denen wir eine deutliche Druckerhöhung im retinalen Gefäßsystem nachweisen konnten, bei einem verhältnismäßig normalen allgemeinen Blutdruck. *Espidora*<sup>3</sup> stellt hierfür den Begriff „arterieller cephaler Hochdruck“ auf. Die Symptome dieses Krankheitsbildes sind die einer mehr oder minder hochgradigen Gefäßlabilität. Bei unseren Patienten handelte es sich hauptsächlich um Erkrankungen wie *Vasoneurosen*, *Hyperthyreosen*, *rheumatische Erkrankungen* und *Nephritiden*. Erkrankungen also, die im Laufe der Zeit letzten Endes zu einer Hypertonie führen können. Wir konnten auch bei diesen Patienten fallweise Gefäßveränderungen am Augenhintergrund feststellen und nehmen an, daß es sich als Hauptfaktor für den isolierten cerebralen Hochdruck wahrscheinlich mehr um eine Wandschädigung in diesem Gefäßgebiet handelt, die den Hochdruck vortäuscht.

*Priscol*. Einen besonderen Platz wollte ich dem *Priscol* einräumen. Das *Priscol* wirkt therapeutisch ähnlich dem naheverwandten *Histamin*,

ist jedoch wegen seiner geringen Toxizität viel besser verträglich, wodurch die Verwendungsmöglichkeiten wesentlich größer sind. Seine gefäßerweiternde Wirkung, auch der Gefäße des Auges, wurde von *Glees*<sup>4</sup>, *R. Meier* und *R. Müller*<sup>8</sup> im Tierversuch nachgewiesen. Während die genannten Autoren vor allem die Erweiterung der Gefäße der Binde- und Regenbogenhaut studierten, wies *Roeseler*<sup>12</sup> mit Hilfe des *Lobeck*-schen<sup>7</sup> Meßverfahrens die Erweiterung der Retinagefäße nach. *Roeseler* konnte diese Wirkung nach Einträufeln einer 10%igen *Priscollösung* deutlich bestimmen. Die Erweiterung der Gefäße war bis zu 89% und im allgemeinen im Venengefäßsystem stärker als im arteriellen.

Uns interessierten seinerzeit die Druckbeeinflussungen in der Art. centr. ret. Wegen der starken Durchblutung der Hautgefäße im Bereich des Kopfes, die man nach einer *Priscolinjektion* sehen kann, haben wir auch einen Einfluß auf die Hirngefäße erwartet. *Siedek*<sup>13</sup> hat in einer früheren Arbeit die ungleiche Wirkung dieses Mittels bei verschiedenen Individuen beschrieben. Es konnte bei typischen Vagotonikern ein Absinken oder ein Gleichbleiben des Minutenvolumens nach einer intravenösen Applikation gefunden werden, während bei normalen ein Anstieg nachweisbar war. Sympathikotoniker reagierten wieder mit einem sehr starken Anstieg des Minutenvolumens. Dieses verschiedene Verhalten der vegetativen Typen deutete *Siedek*<sup>13</sup> so, daß durch eine Gefäßerweiterung im Gehirn die Kreislaufzentren zur Reaktion gezwungen werden und je nach dem Überwiegen eines vegetativen Tonus das eine Mal mit einer Sparfunktion, bei den anderen vegetativen Typen mit einer überschießenden Reaktion antworteten. Es war nun die Frage, ob die Gefäßerweiterung mit einer Steigerung oder mit einer Blutdrucksenkung im Gehirngefäßgebiet verbunden ist, wobei aber von vornherein eine Senkung angenommen wurde, wenn auch von pharmakologischer Seite nur über eine Erweiterung der kleinen Arterien ohne Mitbeteiligung der Capillaren (*Hartmann* und *Isler*<sup>5</sup>) berichtet wird.

Wir konnten bei unseren Versuchen, die an 29 Patienten ausgeführt wurden, nach intravenöser Zufuhr von 0,02 *Priscol* in den meisten Fällen, bei denen es auch zu einer Reaktion im Sinne einer Hautrötung und eines Wärmegefühles kam, eine Senkung des Blutdruckes in der Art. centr. ret. feststellen. Die Senkung des Blutdruckes in den Retinalgefäßen konnten wir aber auch bei den Fällen beobachten, die mit einer *Blutdrucksteigerung* in der Art. brachialis reagierten. Die Abnahme des Blutdruckes war sowohl systolisch als auch diastolisch um rund 15 mm Hg. Für ein Gefäßgebiet, das auf Druckabfall sehr empfindlich ist und deshalb auch starr reguliert ist, ist dieser Abfall als sehr bedeutend zu betrachten. Die Ursache des Druckabfalles glaubten wir in der Gefäßerweiterung suchen zu dürfen. Die unterschiedliche Wirkung auf das Minutenvolumen bei den verschiedenen vegetativen Typen konnten wir auch bei diesen Versuchen sehen.

In jüngster Zeit wurde das *Priscol* auch bei verschiedenen Erkrankungen des Auges in Form einer retrobulbären Injektion empfohlen (Thiel<sup>16</sup>). Es handelt sich hierbei um solche Erkrankungen, bei denen eine Gefäßerweiterung und damit eine bessere Durchblutung erzielt werden soll. Uns interessierte die Wirkung einer retrobulbär verabfolgten *Priscolinjektion* auf den Blutdruck, weshalb diese Versuche in letzter Zeit aufgenommen wurden. Die Beobachtungen umfassen schon ein größeres Krankengut, jedoch sind wir noch nicht in der Lage, ein endgültiges Urteil über die Wirkung abzugeben. Es sei vorweggenommen, daß das *Priscol* retrobulbär sehr gut vertragen wird und wir bei unseren Versuchen von einer vorhergehenden Novocaininjektion absahen, um die *Priscolwirkung* dadurch nicht zu verschleiern. Die Patienten haben hierbei über keine wesentliche Beschwerden geklagt. Es wurde ganz wenig Novocain subconjunctival an der Stelle gespritzt, wo später die retrobulbäre Injektion ausgeführt werden sollte. Von dieser Injektion wurde aber auch bei diesen Patienten abgesehen, bei denen die Injektion durch das Unterlid gegeben wurde.

Wir erwarteten von vornherein eine Senkung des Blutdruckes in den Retinalgefäßen und fanden dies auch bei den meisten Fällen bestätigt. Die Blutdrucksenkung ist bei den einzelnen Patienten sehr verschieden gewesen und schwankt zwischen 15 und 25 mm Hg bei den systolischen

Tabelle 1. Retrobulbäre Injektion bei einer 21jährigen Patientin, die an einer Embolie der Zentralarterie des linken Auges erkrankt war.

	Puls	RR	Druck in der Art. centr. ret.	Blutdruckamplitude
	110	115/85	70/40	30
Priscol:				
5 Min.	106	115/85	65,5/35,5	30
8 „	106	115/85	54/30	24
12 „	106	115/85	55/31	24
Amylnitrit:				
5 Min.	92	115/85	82/37	45
10 „	92	115/85	86/42	44
15 „	96	110/85	67/40	37
20 „	92	115/85	52/28	25

Werten. Parallel verlaufend dazu auch eine Senkung der diastolischen Werte. Der allgemeine Blutdruck zeigte hierbei keine wesentliche Änderung. Da die Versuche hierüber noch nicht abgeschlossen sind, soll später darüber eingehend berichtet werden.

Verwenden wir das *Priscol* als Therapeuticum bei Embolien der Zentralarterie des Auges, so müssen wir schon damit rechnen, daß wir wohl eine Gefäßerweiterung erwarten können, jedoch auch eine Blutdrucksenkung, zu mindestens bei der Mehrzahl der Fälle, damit verbunden ist. Wir versuchten nun eine Kombination des *Priscol* mit *Amylnitrit* und fanden in dieser Kombination die ideale Wirkung auf Blutdruck und Gefäße. Einer dieser Versuche sei näher dargelegt (s. Tabelle 1). Aus der untenstehenden Tabelle können wir entnehmen, daß nach der retrobulbär verabfolgten *Priscolinjektion* eine Senkung des diastolischen und

systolischen Blutdruckes feststellbar war. Nachdem wir aber der Patientin *Amylnitrit* zum Riechen gaben, konnten wir einen enormen Anstieg des systolischen Blutdruckes messen, bei einem verhältnismäßig geringen Anstieg des diastolischen Druckes im Gefäßgebiet der Retinaarterie. Der allgemeine Blutdruck zeigt nur ganz geringe Schwankungen. Die Druckamplitude stieg also nach *Amylnitrit* wesentlich an. Wir deuteten diese Wirkung derart, daß durch das *Priscol* die Gefäße erweitert wurden und damit eine Blutdrucksenkung verbunden war. Durch das *Amylnitrit* aber kam es zu einem Blutdruckanstieg, wobei die starke Zunahme der Druckamplitude auch auf ein erhöhtes Blutangebot hinweist. Wir können also hier eine ideale Kombination sehen und als Therapeuticum für *Embolien* empfehlen, dadurch, daß durch das *Priscol* die Gefäße stark erweitert werden und der Blutdruck durch das *Amylnitrit* gesteigert wird, wobei auch das Blutangebot wesentlich erhöht wird. Auch hier sind jedoch die Versuche nicht abgeschlossen.

Zusammenfassend sei gesagt, daß wir die Blutdruckschwankungen in der Arteria centralis retinae unter verschiedenen Einflüssen untersuchten. Es wurden sowohl physiologische als auch pharmakologische Belastungen gewählt. Die Untersuchungen wurden mit dem Ophthalmodynamometer von *H. K. Müller* ausgeführt, wobei wir die Zuverlässigkeit der Methode durch wiederholtes Messen an einem Patienten und durch Parallelen im Tierversuch nachweisen konnten. Wir untersuchten die Blutdruckschwankungen bei *Arbeit* und *Hyperventilation* und nach *Sympatol-Coramin-* und *Priscolinjektionen*.

---

### Literatur.

- <sup>1</sup> *Baillart*: Ophthalm. Kongreß Kairo 1937. — <sup>2</sup> *Bietti*: Riv. Ocul. 15, 113 (1938). — <sup>3</sup> *Espildora, Luqu.*: Boll. Ocul. 10, 1457 (1931). — <sup>4</sup> *Glees*: Graefes Arch. 140, 479 (1939). — <sup>5</sup> *Hartmann u. Ister*: Arch. f. exper. Path. 192, 141 (1938). — <sup>6</sup> *Kukan*: Zbl. Augenheilk. 38, 328. — <sup>7</sup> *Lobeck*: Graefes Arch. 142, 241 (1940). — <sup>8</sup> *Meier, R. u. R. Müller*: Schweiz. med. Wschr. 1939 II, 1271. — <sup>9</sup> *Müller, H. K.*: Vers. dtsh. ophthalm. Ges. Heidelberg 1938. — <sup>10</sup> *Orzalesi et Casuto*: Boll. Ocul. 17, 1 (1938). — <sup>11</sup> *Rein*: Verh. dtsh. Ges. Kreislaufforsch. 1941. — <sup>12</sup> *Roeseler*: Inaug.-Diss. Berlin 1941. — <sup>13</sup> *Siedek*: Wien. Arch. klin. Med. 30, 197 (1937). — <sup>14</sup> *Siedek u. Fanta*: Z. klin. Med. 140, 291 (1942). — <sup>15</sup> *Sobansky*: Zbl. Augenheilk. 32, 318. — <sup>16</sup> *Thiel*: Klin. Mbl. Augenheilk. 109, 433 (1943).
-