

Kriegschirurgische Mitteilungen aus dem Völkerrkriege 1914/16.

Aus dem Festungslazarett I in Warschau.

Nr. 47. Funktionsprüfung unterbundener und genähter Schlagadern.

Von Dr. Paul Graf aus Neumünster i. Holstein, Feldarzt bei einer Kriegslazarettabteilung.

Es ist ein Verdienst v. Frischs, zuerst an der Hand von 17 Fällen nachgewiesen zu haben, daß nach Unterbindung einer großen Schlagader zwar das Leben eines Gliedes erhalten bleiben kann, die Leistungsfähigkeit aber unter Umständen schwer beeinträchtigt wird. Auch hat Korotkow gefunden, daß der Blutdruck nach Unterbindung unter 17 Fällen nur sechsmal mehr als die Hälfte der gesunden Seite beträgt. Diese Feststellung v. Frischs wird zwar nach den wesentlich größeren Erfahrungen des Weltkriegs eine gewisse Einschränkung, besonders für die oberen Gliedmaßen erfahren, bei vielen Fällen kann sie aber bestätigt werden. Nun gibt es neben den groben noch feinere Ausfälle, die nicht so auf der Hand liegen und deren Kenntnis uns immerhin für die Beurteilung des gesamten Blutkreislaufes unterhalb einer Unterbindungsstelle oder Naht von Wert ist. Auch steht uns nicht immer ein Blutdruckmesser zur Verfügung, ganz zu schweigen von dem Rüstzeug des Physiologen, dem Plethysmographen, dem Tachometer usw. Die Beurteilung des Pulses nach dem Gefühl, peripher von der geschädigten Stelle allein, genügt jedenfalls nicht. Der Puls erlaubt vor allem keine exakten Vergleiche zwischen dem Heute und dem Zustande nach 4 Wochen. Ich habe mich nun bemüht, der Frage des Blutkreislaufes unterhalb der Unterbindungsstelle, vor allem nach der Menge des Blutes, durch vergleichende Hyperämieversuche an beiden Gliedmaßen, dem gesunden und beschädigten Gliede, näherzu-

treten, in Anlehnung an ältere Versuche von A. Bier und L. Moszkowicz. Wenn die Zahl der Fälle nicht so groß ist, so sind andererseits die Ergebnisse mit solch gesetzmäßiger Regelmäßigkeit eingetreten, daß sie einiges Vertrauen verdienen. Zunächst will ich mit ein paar Worten auf die normalen Verhältnisse eingehen. — Wir haben bei 55 Gesunden im militärpflichtigen Alter von 19—45 Jahren um die Höhe des Bicepswulstes an beiden Oberarmen gleichzeitig auf Kommando Esmarchsche Binden fest umgelegt, die Glieder also abgeschnürt, dann auf Kommando die Binde gelöst und nun, mit der Sekundenuhr in der Hand, das zeitliche Auftreten der ersten Rötung nach Lösung der letzten Bidentour am Handrücken festgestellt. Dabei hat sich ergeben, daß, so gut wie ausnahmslos, auf beiden Seiten zur gleichen Sekunde die Rötung auftrat. Im Mittel durcheilte das Blut nach Lösung der letzten Bidentour die etwa 45 cm lange Strecke in $4\frac{1}{2}$ Sek., der Radialispuls war in einer Reihe daraufhin untersuchter Fälle eine Sekunde früher tastbar. Der Unterschied in dem Auftreten der Farbe am Handrücken zwischen rechts und links betrug höchstens 1 Sekunde und dürfte sich durch das gelegentlich nicht ganz gleichmäßige Lösen der Binde erklären.

A. Bier erklärt in einer älteren Arbeit das gesetzmäßige Auftreten dieser erhöhten Durchblutung so, daß die Kapillaren aktiv mit großer Gewalt arterielles Blut an sich reißen, unabhängig von zentralen nervösen Einflüssen. Wenn wir die Angaben der Physiologen über die Blutgeschwindigkeit beim Tier mit unseren gefundenen Mittelwerten vergleichen, so finden wir beim Hunde, in der Cruralis, die Blutgeschwindigkeit mit 128 mm in der Sekunde verzeichnet (Tigerstedt, Lehrbuch der Physiologie, Bd. 1, S. 301); für den Menschen sind keine absoluten Zahlen angegeben. Beim Hunde würde also eine 45 cm lange Strecke ebenfalls in etwa 4 Sek. vom Blut in peripheren Arterien durchteilt werden.

Schwierig war die Auseinandersetzung mit den zahlreichen, gleichzeitigen Nervenverletzungen. Beeinflußt ein unterbrochener Medianus, Ulnaris, Radialis das Auftreten der Rötung? — Wir haben eine Reihe von peripheren Lähmungen des Armes ohne Schlagaderverletzung untersucht und gefunden, daß nie eine Ver-

zögerung im Auftreten der Hyperämie im gelähmten Bezirke stattfand. Im Gegenteil hatten wir den Eindruck, daß der Tonus der kleinsten Gefäße etwas herabgesetzt sei, daß die Hyperämie eine Spur rascher auftrat, als auf der anderen gesunden Seite. Nun liegen die Verhältnisse am Arm insofern für den Versuch nicht günstig, als vollständige Lähmungen aller Nerven zur Seltenheit gehören, die Teillähmung die Regel bildet. Bei einer Ischiadicuslähmung ohne Schlagaderverletzung, mit völligem Bewegungsausfall vom Knie abwärts und weitgehendem sensiblem Ausfall, fanden wir den großen Unterschied von 2 Sek. auf der gelähmten Seite gegen 28 Sek. auf der gesunden Seite. Die Physiologen haben beim Tier gefunden, daß die Blutgeschwindigkeit nach Durchschneidung der Nerven noch einmal so groß in den peripheren Arterien ist, als bei erhaltenen Nerven. (Tigerstedt, Bd. I, S. 301). Auffallend ist ferner die Tatsache, daß man auf einer völlig unempfindlichen Hautfläche einer teilweise gelähmten Hand mit Leichtigkeit „Dermographie“ hervorzubringen kann, obwohl der Strich gar nicht empfunden wird. Es erscheint mir jedenfalls nach dem Tierversuch und nach den Ergebnissen der Hyperämieversuche an verhältnismäßig frisch gelähmten Gliedern ohne Arterienverletzung sicher, daß die Nervenverletzung an sich eher eine Beschleunigung als eine Verzögerung der Hautröte hervorruft. Wenn wir also bei gleichzeitiger Nerven- und Schlagaderverletzung im Versuch eine Verzögerung auf der Seite der verletzten Arterie finden, so können wir sie ganz auf Rechnung der Arterie setzen. Nur insofern kommt der begleitenden Nervenverletzung ein Einfluß zu, als die Funktion des Gliedes dadurch auf viele Monate schwer behindert ist. Daß aber die Übung des Gliedes das beste Mittel darstellt, die gestörten Kreislaufverhältnisse wieder in Schwung zu bringen, bedarf keiner Auseinandersetzung. Wenn wir also nach Jahr und Tag finden, daß ein teilweise gelähmtes Glied mit Schlagaderverletzung immer noch deutliche Störungen im Hyperämieversuche zeigt, so muß das mittelbar teilweise auf Rechnung der Lähmung gesetzt werden.

Tafel I.
10 Unterbindungen.

Name	Art der Verwundung	Tag der Verwundung	Tag des Versuchs	Ergebnis	Unterschied	Bemerkung
1. Oberleutn. B., ungefähr 29 J.	R. Arm, zwischen mittlerem und unterem Drittel: Abschuß der A. brachialis, Medianus- und Ulnarislähmung	26. IX.	12. IV.	r. 7", l. 5	2"	r. zögernder als l.
		14	16 18. VI.	r. 5—6", l. 4"	2"	
2. Rittmeister H., 36 J.	R. Arm, zwischen mittlerem und unterem Drittel: Abschuß der A. brachialis, Ulnarislähmung. Puls r. halb so voll wie l. am Handgelenk	8. IX.	9. V.	r. 8", l. 3	5"	r. träger als l.
3. Musk. B., 20 J.	R. Arm, 10 cm über dem Ellenbogengelenk. Abschuß der A. brachialis. Ulnarislähmung. Puls r. kleiner als l. am Handgelenk	24. V.	11. VI.	r. 15", l. 5	10"	r. träger als l.
		15	16 9. VII.	r. 10", l. 3	7"	r. viel schwächer als l.
4. Ltn. H., 23 J.	R. Oberschlüsselbein-grube. Aneurysma der A. subclavia. Unterbindung am 28. VI. 16. Medianus- und Ulnarislähmung. Puls nach der Unterbindung schwach am Handgelenk zu fühlen	17. VI.	11. VII.	r. 10", l. 3	7"	
5. Ldstrmm. M., 27 J.	L. Arm. Oberhalb der Mitte Aneurysma. Rad. Puls l. halb so stark wie r. Unterbindung am 21. VII. 16	18. VI.	28. VI.	l. 26", r. 9	17"	l. viel zögernder als r. vor dem Eingriff
		16	16 8. VIII.	l. 45", r. 11"	34"	l. zögernd, fleckförmig nach dem Eingriff
6. Ers.-Res.T., 27 J.	R. Arm. Ellenbeuge. Durchschuß. Rad. Puls r. schwächer als l.	17. VI.	15. VII.	r. 20", l. 6"	14"	r. viel zögernder als l. Puls zunächst r. kaum zu fühlen

Name	Art der Verwundung	Tag der Verwundung	Tag des Versuchs	Ergebnis	Unterschied	Bemerkung
7. Soldat N.	R. Unterarm. A. radialis oberhalb des Handgelenks		12. IV. 16	r. 4", l. 2"	2"	r. etwas träger als l.
8. Soldat K., 26 J.	R. Arm. Am 21. VI. 16 die A. ulnaris dicht am Abgang von der A. cubitalis unterbunden		30. VII. 16 7. I X. 16			Daumenseite des Handrückens rötet sich rascher als die Kleinfingerseite
9 u. 10 bereits veröffentlicht	1 Unterbindung. 1 Abschluß der A. brachialis				14" 9"	

Bei den Fällen von Unterbindung, bzw. Abschluß der Schlagader und den genähten Fällen, sind die Versuche ganz in gleicher Weise durchgeführt worden, wie bei den gesunden. Die Reaktion der Haut auf die Blutleere wird deutlicher, wenn man die Binde länger liegen läßt. Wir haben deshalb bei den meisten 5 Minuten Blutleere gewählt, was ohne große Beschwerden zu ertragen ist. Wir haben nun in allen Fällen, wie ein Blick auf unsere Tafel 1 lehrt, recht deutliche Zeitunterschiede bekommen, deutlicher bei den frischen (Nr. 4—10), als bei den alten Fällen (Nr. 1 bis 3). Doch ist nicht nur das zeitliche Auftreten der ersten Röte zu verwerten, sondern auch der ganze Verlauf der Röte bis zum Abblassen. Auf der verletzten Seite breitet sich die Röte viel langsamer aus in ganz unregelmäßigen Flecken, landkartenartig, erreicht vielfach nicht die tiefrote Farbe der gesunden Seite und blaßt langsamer ab. Doch haben wir das Abblassen außer acht gelassen, weil es der subjektiven Deutung einen zu weiten Spielraum gewährt. Wir halten uns nur an das zeitliche Auftreten des ersten roten Flecks auf dem Handrücken und auf die Art der Ausbreitung über dem Handrücken. Wir haben so bei 6 frischen Fällen, die in den ersten Wochen nach der Unterbindung geprüft sind, Unterschiede gefunden zwischen 2 und 34 Sek., wobei ja im allgemeinen die höher gelegene Unterbindung einen größeren Unterschied macht. Überraschend gering ist der Unterschied von 7 Sek. bei der Unterbindung der A. subclavia

peripher vom Truncus thyreocervicalis. Bei einem Unterarm (s. Fall Nr. 8), dessen A. ulnaris dicht am Abgang unterbunden wurde, haben wir einen deutlichen Unterschied in Auftreten und Stärke der Rötung zwischen radialer und ulnarer Seite des gleichen Arms in zwei Versuchen festgestellt. Aber auch nach Jahr und Tag, wenn der Puls am Handgelenk längst wieder gut zu fühlen ist, läßt sich, wie die Betrachtung der ersten 3 Fälle ergibt, noch ein nicht zu verkennender Unterschied feststellen. Alle 3 Fälle hatten Teillähmungen des Armes, waren deshalb in dem Gebrauch behindert. Alte Arterienverletzungen ohne Lähmung habe ich nicht zur Untersuchung bekommen können.

Tafel II.
12 Nähte.

Name	Art der Verwundung	Tag der Verwundung	Tag des Versuchs	Die Röte tritt auf nach:	Unterschied	Bemerkung
1. Ldstrmm. W., 41 J.	R. Arm, handbreit über der Ellenbeuge. Durchschuß der A. brachialis. Sofort kreisförmige Naht. Puls r. so voll wie l. im Juli 1916	13. IV. 16	20. V. 16 12.VII. 16	r. 38", l. 7" r. 25", l. 5"	31" 20"	r. viel träger als l.
2. Musk. M., 20 J.	L. Arm. Verletzung der A. brachialis zwischen mittlerem und oberem Drittel. Thrombose. — 27. VI.: Entfernung des Thrombus. Kreisförmige Naht. Puls nachher knapp zu fühlen	18. VI. 16	26. VI. 16 26.VII. 16	l. 16", r. 4" l. 9", r. 3'	12" 6"	l. nicht so stark wie r.
3. Gefr. P., 25 J.	R. Arm. 1 cm unterhalb der Achselfalte. Verletzung der A. brachialis. Blutung am 30. VI. 16. Quere halbkreisförmige Naht. — Puls zunächst schwach, später gut zu fühlen	25. VI. 16	30.VII. 16 1.VIII. 16	r. 3", l. 3" r. 2—2" l. 2—3"	0" 0"	ganz gleicher Verlauf

Name	Art der Verwundung	Tag der Verwundung	Tag des Versuchs	Die Röte tritt auf nach:	Unterschied	Bemerkung
4. Ldstmm. E., 35 J.	L. Arm. Höhe der Achselfalte A. brachialis quer durchschossen. Thrombose. Am 21. VI. Thrombus entfernt, kreisförmige Naht. Puls später schwach zu fühlen. — Ulnarislähmung	15. VI. 16	30. VII. 16	l. 14", r. 2"	12"	l. schwächer als r.
5. Gefr. R., 23 J.	Aneurysma der A. subclavia l. Medianus- u. Ulnarislähmung. — Puls vor dem Eingriff l. halb so stark wie r. zu fühlen.	17. VI. 16	18. VII. 16	l. 3—4", r. 3—4"		vor dem Eingriff bei gleichzeitigem Druck auf das Aneurysma: Hand bleibt blutleer
	19. VII. 16 Einpflanzung der V. saphena in die Subklavia. — Hinterher Puls kaum zu fühlen		30. VII. 16	l. 18", r. 5"	13"	nach dem Eingriff
			2. IX. 16	l. 11", r. 4" l. 10", r. 3"	7" 7"	
6. Bereits veröffentlicht in der 1. Arbeit	Brachialisnaht		13. IX. 16		16"	
7. Bereits veröffentlicht in der 1. Arbeit	Cubitalisnaht				0"	
8, 9, 10, 11. Bereits veröffentlicht in der 1. Arbeit	4 frische Nähte der A. femoralis				43— 80"	
12.	1 sechs Monate alte kreisförmige Naht der A. femoralis				20"	beitellosem Puls am Fuß und guter Funktion, aber leichter Ermüdbarkeit des Beines

Nun sind wir mit großen Erwartungen an die Prüfung genähter Fälle herangegangen. Aber ein Blick auf die Tafel II zeigt, daß sie sich mit Ausnahme von zwei Fällen

nicht wesentlich von der Reihe der unterbundenen Schlagadern unterscheidet. Bei zwei Fällen von 12 (Nr. 3 u. 7) haben wir schon in den ersten Wochen nach der Naht in mehrfachen Versuchen den Unterschied im Auftreten der Röte gleich Null gefunden, also ganz normale Verhältnisse. Und das waren zwei Nähte, die nur die halbe Gefäßwand in querer Richtung vereinigten, bei denen die andere Hälfte der Wand unverletzt war. Bei den übrigen Fällen haben wir, obwohl in einigen Fällen der periphere Puls kaum von der andern Seite in der Füllung zu unterscheiden war, bei anderen allerdings sehr erhebliche Unterschiede zeigte, genau die gleichen Beobachtungen gemacht, wie bei der Unterbindung: Unterschiede beim Arm von 7—31 Sek. beim Bein von 43—80 Sek. in frischen Fällen. Der einzige Trost bei dieser Entdeckung war der, daß nach einigen Wochen der Unterschied, wo wir ihn prüfen konnten, recht beträchtlich sank, von 31 auf 20 Sek. (Nr. 1), von 13 auf 7 Sek. (Nr. 5), von 12 auf 6 Sek. (Nr. 2). Bei einer 6 Monate alten kreisförmigen Naht der A. femoralis von Geh. Rat A. Bier ausgeführt, fanden wir bei tadellosem peripherem Puls am Fuß, doch noch 20 Sek. Unterschied. Der Betreffende klagte noch über leichte Ermüdbarkeit, war aber in der Funktion grob nicht behindert. Bei einem Mann mit Aneurysma der Subclavia habe ich die Saphena in die Lücke der Subclavia gepflanzt (Nr. 5) und glaube bestimmt, daß bei dem großen Unterschied der Lichtung — 6 mm: 2 mm schätzungsweise — eine Verstopfung eingetreten ist, wofür auch der fehlende Puls am Arm und der schwache Puls am Handgelenk spricht. Trotzdem ist bei diesem Mann der Unterschied jetzt, 6 Wochen nach dem Eingriff, nur 7 Sek., genau so wie bei der Unterbindung der Subclavia in der anderen Tafel. Nicht unerwähnt bleibe, daß wir bei drei Fällen den Hyperämieversuch vor dem Eingriff machten. Dabei zeigte sich bei dem erwähnten pulsierenden Hämatom der Subclavia (II, Nr. 5) rechts wie links in 3—4 Sek. die Rötung. Drückte man das Hämatom samt dem Gefäß nach Moszkowicz zusammen, so blieb im Hyperämieversuch die Hand blutleer. Das gleiche Ergebnis hatten wir bei einem Aneurysma der Cubitalis (II, Nr. 7) im ersten Versuch 4 Sek., im zweiten Versuch 0 Sek. Unterschied, wobei ebenfalls die Hand blutleer blieb bei Druck auf das An-

eurysma. Derartiger Befund spricht mit Sicherheit für eine gute Durchgängigkeit des Aneurysmas in der Richtung des normalen Blutstroms, und ganz folgerichtig für eine schlechte Ausbildung der Seitenbahnen. Dagegen fand sich bei einem pulsierenden Erguß der Brachialis (I, Nr. 5) vor dem Eingriff 17 Sek. Unterschied zwischen rechts und links bei gut fühlbarem, etwa halb so stark gefülltem Puls am Handgelenk. Der anatomische Befund entsprach dem klinischen. Die Arterie war zu $\frac{2}{5}$ durchschossen, der schmale Rest bis 6 mm ausgezogen; der Blutstrom hatte erhebliche Schwierigkeiten die alte Bahn zu verfolgen.

Was bedeutet nun dieser Unterschied in dem Auftreten der Röte? Bekanntlich nimmt die Physiologie an, daß der Mensch nicht so viel Blut besitzt, um alle Organe zu jeder Zeit gleichmäßig mit Blut zu versorgen. Ein ungemein empfindliches System von Nerven regelt, teils zentral, teils peripher, die erhöhte Zufuhr zum arbeitenden oder aus anderen Gründen bedürftigen Organ und vermindert dagegen die Zufuhr zum ruhenden Organ. Wenn wir also beim Hyperämieversuch große Unterschiede im Auftreten der Hyperämie zwischen 2 Armen finden, so kann das nicht bedeuten, daß die beiden Arme auch in der Ruhe wesentlich verschiedene Blutmengen erhalten. Es spricht ja auch der Puls, der oft wenig oder nicht verschieden in seiner Füllung ist, dagegen. Unter außergewöhnlichen Umständen jedoch, bei der Arbeit, oder beim plötzlichen Blut- oder Sauerstoffhunger der Gewebe, bekommen die Gewebe des unbeschädigten Armes ohne Zweifel in der Zeiteinheit ein größeres Stromvolumen als die mit beschädigter Schlagader. Die Seitenbahnen sind nicht imstande, durch Erweiterung die gleiche Menge Blutes durchzulassen, wie die gesunde Schlagader mit ihren Nebenästen.

Diese Tatsache hat weiter nichts Überraschendes bei unterbrochenen Schlagadern, wohl aber bei genähten. Nun ist das Material von 12 Nähten zu klein, um erkennen zu lassen, warum in einem so hohen Prozentsatz die physiologische Funktion der genähten Schlagader so mangelhaft ist. Es befindet sich unter diesen Fällen ein einziges ausgebildetes Aneurysma, sonst nur pulsierende Hämatome, die z. T. im Augenblick einer Nachblutung in Angriff genommen wurden, oder frisch thrombosierte Gefäße,

bei denen durch sanftes Streichen der Pfropf zu entfernen war. Bei den Schlagadern des Beines, über die in der angeführten Arbeit bereits berichtet ist, war die Vereinigung nur unter Spannung möglich. Es wird also in einem höheren Prozentsatze als in den Reserve-Lazaretten des Heimatgebietes Verstopfung an der Nahtstelle eingetreten sein. Auch durchgängige, unter Spannung genähte Gefäße, werden ihre Lichtung nachträglich nicht in dem Ausmaße verengen und erweitern können, wie gesunde. Vor allem aber können wir von einer kreisförmigen Naht nicht erwarten, daß sie an der Stelle der Narbe sich verengt und erweitert. Dort ist ein starrer Narbenring ins Gefäß eingeschaltet, so eng und so weit er eben aus dem Widerspiel zwischen Blutdruck und Narbenzug sich gestaltet. Wir wissen ja auch von unseren Magen-Darmnähten, daß wir mit Sicherheit die spätere Lichtung einer ringförmigen Narbe nicht bestimmen können. Wird nun eine Vene eingepflanzt, wie es im Fall II, Nr. 5 geschehen ist, so haben wir 2 Narbenringe eingeschaltet und eine Strecke Rohr, das zunächst nicht unter dem Einfluß der Gefäßnerven steht und dessen aktive Erweiterungs- und Verengungsfähigkeit an sich schon zu wünschen übrig läßt, weil es eine Vene ist. Das Ziel unserer Gefäßnähte muß aber nicht nur die anatomische, sondern auch die physiologische Wiederherstellung sein.

Aus diesen Überlegungen heraus halte ich die Erhaltung eines schmalen Wandstreifens für sehr vorteilhaft. Dieser gesunde Wandstreifen wird seine Elastizität und Kontraktionsfähigkeit wiedergewinnen. In der Tat haben wir ja auch bei zwei halbkreisförmigen Nähten schon nach Wochen ganz normale Durchblutungsverhältnisse im Versuch erhalten. Deshalb scheint mir das Verfahren von Küttner, mit dem plastischen Verschuß durch einen kleinen Türflügellappen aus dem Aneurysmasack, der späteren physiologischen Aufgabe des Gefäßes am ehesten zu entsprechen. Der nächste Schritt nach dieser Richtung würde sein, daß man statt des Türflügellappens aus dem narbigen Sack ein Stück gesunde Gefäßwand, von wo anders her, frei in die Seitenlücke des Aneurysmas verpflanzt, was sicher auch schon gelegentlich ausgeführt ist.

Gar nicht befreunden konnten wir uns mit der Forderung

einiger Chirurgen, die Vene bei Schlagaderunterbindung mit zu unterbinden, „weil die große Vene das Blut zu rasch absaugt“. Als Beweis für diese Forderung wird eine Statistik Wolffs angeführt, die 20,4 Proz. Brand an der unteren Extremität, 7,8 Proz. an der oberen Extremität bei einfacher Unterbindung der Schlagader berechnet, bei gleichzeitiger Unterbindung der Vene 9 und 0 Proz. Es läßt sich gegen die Verwertung der Statistik Wolffs in diesem Sinne folgendes sagen: 1. Die Grundlagen der Wolffschen Statistik sind nicht die gleichen wie die im jetzigen Kriege. 2. Jeder größere arterielle Bluterguß unter der Haut, der mit einem Druck von durchschnittlich 120 mm Quecksilber aus dem Loch der Schlagader strömt, drückt schon ganz allein die Vene mit ihrem Blutdruck von 0—10 mm Quecksilber glatt zusammen. Wir kennen nur eine sichere Tatsache, welche Gangrän begünstigt, d. i. die augenblickliche Unterbrechung des gesamten Blutstroms einer Schlagader an besonderen Stellen, z. B. in der Knickehle, in der Leiste oberhalb der A. profunda femoris. Unter 48 Fällen von Unterbindung von Schlagadern des Armes und Beines sind in meinem Material 6 Fälle von Brand vorhanden, davon sind 4 durch Verletzung der A. poplitea vor der Unterbindung entstanden, 1 nach Unterbindung der A. profunda femoris im Kriegslazarett, 1 nach sofortiger Unterbindung der A. femoralis hinter der Front in der Leiste. Hier war die V. femoralis laut Bericht mit unterbunden.

Die Verhältnisse liegen doch nach der Unterbindung so, daß peripher von der Unterbindungsstelle der Blutdruck in den Arterien stark herabgesetzt ist. Wenn nun dieser geringe Druck eben noch hinreicht, um das Blut durch die Kapillaren zu befördern, erschwert man die Strömung erheblich durch Unterbindung der Vene. Der Druckunterschied zwischen Arterie und Vene, das Stromgefälle, könnte leicht gleich Null werden und die Strömung aufhören. Außerdem läßt diese mechanische Vorstellung, das Blut in dem Gliede am Abfluß zu hindern, die selbständige Tätigkeit der Kapillaren völlig außer acht. Das Blut gibt nur eine gewisse Menge Sauerstoff an die Gewebe in den Kapillaren ab und diese bereits bei normaler Geschwindigkeit des Blutstroms. Bei einer künstlichen Verlangsamung des Stromes kann es auch nicht mehr Sauerstoff abgeben, als es hat. Wir

haben die Venen stets geschont, wenn sie unverletzt waren, ohne je bei der Unterbindung oder Naht den geringsten Nachteil davon gemerkt zu haben, im ganzen nur zwölfmal gleichzeitig mit unterbunden bei Venenverletzung.

Übersichtstafel III.

	Unterbindung	Naht	Tamponade in Narkose	Brand	Tod (nur bei Unterbin- dungen erfolgt)
I. Gesicht und Hal					
Maxillar. ext. . .	2		1		1 † Pyämie bei gleich- zeitiger Jugularisver- letzungen. 1 † Ver- blutung aus 2. Ge- fäßverletzung, 1 † an Meningitis
Carotis ext. . .	6		—		
„ int. . .	1		—		
Jugularis int. . .	1		—		
9 Verletzte	10		1		3 † auf 9 Verletzte.
2. Arm					
Subclavia . . .	3	1	—		1 † Sepsis, 1 † Sep- sis und Blutverlust, 2 † Sepsis nach Un- terbindung
Axillaris . . .	4	—	—		
Brachialis . . .	12	7	—		
Cubitalis . . .	—	2	—		
Radialis . . .	2	—	—		
Ulnaris . . .	2	—	—		
32 Verletzte	23	10	—		4 † auf 32 Verletzte.
3. Bein					
Femoralis . . .	13	5	2	nach Unter- bindung 1 nach frischer Unterbindg. 1	2 † Blutung, 3 † Sepsis
V. femoralis . .	1				1 † in Narkose im epileptischen Anfall 1 † Nachblutung 1 † Nachblutung
Poplitea . . .	1			vor Unter- bindung 4	
} † Absetzung 4					
Tibialis ant. und post.	4				
Glutäa	1				
31 Verletzte	25	5	2	vor Unterbg. 4 nach „ 2	2 8 † auf 31 Verletzte.
72 Verletzte	58	15	3	nach Unterbg. 2 vor „ 4	15 † auf 72 Verletzte.

Dazu vergebliche Eingriffe bei 2 Verletzten, weil Hilfe zu spät:
 Verblutung bei quorem Halsschuß und bei Verletzung der
 Subclavia im Brustraum. Also von 74 Fällen, die zu uns kamen
 17 gestorben, bei 58 Unterbindungen 4× vorher, 2× nachher Brand.

Seit der letzten Veröffentlichung meines Materials sind 16
 Fälle von Schlagaderverletzung hinzugekommen, so daß sich die
 Gesamtzahl heute auf 74 beläuft (s. Tafel III). Von den letzten
 Fällen wurden 9 unterbunden, 6 genäht, einmal wurde die V.
 saphena in die Subclavia eingepflanzt. 1 Naht war nach 3 Wochen
 geplatzt, die Armschlagader wurde darauf unterbunden. Das Ge-
 samtmaterial umfaßt mit einer Ausnahme nur Fälle, die bereits
 einige Tage ihre Verletzung hatten, meist jenseits der ersten
 Woche standen, aber andererseits in der Regel noch keine ab-
 geschlossenen Aneurysmasäcke aufwiesen. Die Grundsätze, nach
 denen vorgegangen wurde, sind in der ersten Arbeit ausführlich
 dargelegt. Als Leitgrundsatz gilt: Wo nur der Verdacht
 auf eine Gefäßverletzung vorliegt und die Wund-
 verhältnisse die Gefahr einer Nachblutung oder
 Infektion des Blutergusses nicht gänzlich aus-
 schließen, wird die Schlagader möglichst früh-
 zeitig freigelegt und entsprechend versorgt,
 auf jeden Fall nach einmaliger, wenn auch ge-
 ringer Nachblutung. Die Naht ist der Unterbindung vor-
 zuziehen, weil sie die anatomischen und in vielen Fällen die
 physiologischen Verhältnisse des Blutkreislaufs wieder herstellen
 kann.

Wenn ich zum Schlusse noch das Ergebnis meiner Ausführ-
 ungen zusammenfassen darf, so ist es folgendes:

Nach Unterbindungen und Nähten sind noch,
 auf Monate hinaus, Störungen im Kreislauf
 unter erhöhten Anforderungen festzustellen, für
 die der in der Ruhelage beurteilte Puls uns nicht
 immer den richtigen Maßstab gewährt. Ein ein-
 faches Mittel, solche Störungen festzustellen
 und ihren Rückgang unter entsprechenden Maß-
 nahmen zahlenmäßig zu beurteilen, sind ver-
 gleichende, überall ausführbare Hyperämiever-
 suche am verletzten und unverletzten Glied. Der

Wert anderer Prüfungsarten, wie sie die Physiologie verwendet, soll damit in keiner Weise bestritten werden. Auch vor dem Eingriff vermag der Hyperämieversuch uns Aufschluß zu geben, ob ein Aneurysma für den Blutstrom gut durchgängig ist oder nicht.

Es ist selbstverständlich, daß wir nach diesen Erfahrungen einer geordneten Übungsbehandlung der verletzten Glieder nach Schlagaderverletzung den größten Wert beimessen, genau so, wie nach Nervenverletzung und Knochenbruch.

Literaturverzeichnis.

1. Bier, A., Die Entstehung des Kollateralkreislaufes. — Virchows Arch., Bd. 147 u. 153.
2. Bonin, v., Aneurysmen durch Schußverletzungen. Kriegschirurg. Hefte der Beitr. zur klin. Chir. 1915, 6. Heft.
3. Frisch, v., Beitrag zur Behandlung peripherer Aneurysmen. — Arch. f. klin. Chir. 1906/7, Bd. 9.
4. —, Beiträge zur klin. Chir. 1914, Bd. 21, 1. u. 2. Heft.
5. Graf, Paul, Erfahrungen bei Gefäßverletzungen. Kriegschir. Hefte der Beiträge z. klin. Chir. 1916, 13. Heft.
6. Hotz, G., Zur Chirurgie der Blutgefäße. Kriegschir. Hefte der Beiträge z. klin. Chir. 1915, 6. Heft.
7. Katzenstein, Entstehung und Wesen des Kollateralkreislaufes. — Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 77.
8. Küttner, Hermann, Gefäßplastiken. — Feldärztl. Beilage der Münchn. med. Wochenschr. 1916, Nr. 20.
9. Moszkowicz, Ludwig, Wie vermindern wir die Gefahr nach Aneurysmaoperation? — Kriegschir. Hefte der Beitr. z. klin. Chir. 1915, 9. Heft.
10. Oppel, v., Archiv. f. klin. Chir. 1908, Bd. 58.
11. Tigerstedt, Robert, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 1915. Bd. 1, 6. Kapitel.
12. Wolff, E., Beitr. zur klin. Chir. 1908, Bd. 58.