

Operative Behebung der Lähmung des N. radialis¹⁾.

Von

Hans Spitzzy, Wien.

Infolge der Verletzungen ausgesetzten Lage des N. radialis ist seine Schädigung eine ausserordentlich häufige. Es umzieht spiralförmig den Oberarm von hinten aussen gegen die Ellbogenbeuge zu, liegt in seinem Verlaufe hart am Knochen und teilt daher sehr häufig dessen Schicksal. Schussverletzungen des Armes, sowie Brüche des Oberarmknochens ziehen ihn in Mitleidenschaft und können seine Funktion stören, sei es, dass er vollständig oder teilweise durchtrennt und von Narben- und Knochenmassen bei den Wiederherstellungsvorgängen so umwuchert und angepresst wird, dass seine Elemente die Leitungsfähigkeit verlieren.

Er hat bekanntlich zweierlei Funktion. Er versieht die Haut der Streckseite des Oberarmes, die Speichenseite des Unterarmes, sowie die Haut der drei daumenwärts gelegenen Finger mit sensiblen Nervenendigungen, und besorgt für diese die Reizleitung. Mehr aber noch als dies fällt seine motorische Funktion in die Wagschale. Schon hoch oben in der Achselhöhle gehen von ihm Aeste zum M. trizeps. Mehrere Finger breit ober dem Ellbogengelenk verlässt ihn der Ast, der zum M. brachioradialis zieht, der mit anderen Muskeln die Beugung und Drehung des Vorderarmes auslöst. Knapp an der Ellbogenbeuge versehen zahlreiche Aeste die beiden Strecker des Handgelenkes, sowie die Fingerstrecker, und etwas unter diesen ziehen von ihm die Aeste zum Strecker und Abzieher des Daumens. Die Ausschaltung seiner Leitungsfähigkeit wird also eine ganz bestimmte Störung in der Gebrauchsfähigkeit des Armes hervorrufen, die sich nach der Höhe der Verletzung richten wird. Hat diese den Nerven oberhalb des Abganges des Astes für den Unterarmstrecker getroffen, so kommt zur Lähmung der

1) Nach einem Vortrag auf der Tagung der Deutschen Prüfstelle für Ersatzglieder in Berlin, Januar 1918. (Da an der Tagung auch Techniker teilnahmen, mussten einige für Mediziner selbstverständliche Einzelheiten mit aufgenommen werden.)

Hand auch die Lähmung der Streckfähigkeit im Ellbogen. Der Patient ist nicht imstande, den Unterarm gegen die Schwere zu strecken. Dabei fällt die Hand im Handgelenk herunter, kann im Handgelenk nicht gehoben werden, der Daumen kann nicht weggezogen und die Finger können nicht völlig gestreckt werden. Das Bild ist also so charakteristisch, dass eine falsche Diagnose kaum eintreten kann, nur auf einzelne Täuschungen in der Besserung des Zustandes wird mehrfach hingewiesen. Durch kräftiges Ballen der Finger zur Faust können die gelähmten Handstreckersehnen so angezogen und verkürzt werden, dass die Hand dadurch passiv am Handgelenk nach aufwärts gezogen wird, ein Phänomen, das wir gleich im Anfang bemerkten und auf das auch meine Schüler Erlacher und Stracker aufmerksam machen. In letzter Zeit wurde es von mehreren Autoren (Förster) beobachtet und immer gleich gedeutet. Auch sonst lernen die Patienten durch rasches Bewegen der Hand, durch Drehen derselben den Ausfall auszugleichen und sich mit der gelähmten Hand zu behelfen (vgl. „Motilité supplée“, Letiévant). Immerhin aber leidet nicht nur die Streckfähigkeit, auch die Kraft beim Faustschluss ist durch das Herabhängen der Hand bedeutend vermindert.

Da die Verletzung des N. radialis eine der häufigsten Nervenverletzungen des Krieges, nach unserer Statistik die häufigste ist, richteten sich schon früh vielseitige Bemühungen darauf, die Schäden zu beheben. Unsere Ausführungen fassen auf der Beobachtung von 856 Fällen von Verletzungen des N. radialis, von welchen 585 in ihrem Verlaufe genau beobachtet werden konnten. Die Fälle zählten durchwegs nicht zu den frischen Fällen, sondern kamen frühestens erst nach Ablauf von 1—2 Monaten in unsere Behandlung. Diese richtete sich genau nach einem von einem Nervenarzt objektiv erhobenen Befund und teilte sich naturgemäss in zwei Gruppen: in solche mit vollständiger Lähmung und in solche mit teilweiser Lähmung. War die Lähmung eine teilweise, so wurde sie fachgemässer Behandlung unterzogen und nur dann der Vorschlag zu einer Operation gemacht, wenn sich ein mehrmonatlicher Stillstand im Fortschritt ergab, so dass man auf eine grössere Störung in der Leitung schliessen musste, die eine Lösung des Nerven aus dem ihn umklammernden Gewebe oder eine Verlagerung des Nerven von einem Knochenzacken oder einen Knochenring weg als notwendig erscheinen liess.

War die Lähmung eine vollständige, so setzte anfangs ebenfalls eine fachgemässe Behandlung ein. Wenn jedoch die Art der Verletzung es wahrscheinlich machte, dass es sich von vornherein um eine totale Durchtrennung oder gar um eine Verwerfung der beiden Nervenenden handelte, so wurde stets die Eröffnung gemacht, ebenso, wenn nach mehrmonatlicher Behandlung sich keinerlei Fortschritte in der motorischen oder sensiblen Leitungs-

fähigkeit des Nerven ergaben. Wir sind unbedingt Gegner des zu langen nutzlosen Zuwartens, weil dies in jenen Fällen, wo z. B., wie nicht selten, die Nervenenden soweit voneinander liegen, dass sie überhaupt nicht zusammenwachsen können, einen unnötigen Zeitverlust bedeutet, während im entgegengesetzten Fall der Eingriff dort, wo er zur Aufdeckung eines normalen Heilungsverlaufes führt und also überflüssig gemacht erscheint, doch ein verhältnismässig so kleiner ist, dass er infolge seiner Kleinheit dem Patienten kaum zu schaden imstande ist und auf jeden Fall Gewissheit verschafft.

Die Freilegung des Nerven ist, da sein Verlauf niemals ein tiefliegender ist, da er bei einiger Uebung überall durchgetastet werden kann, ausserordentlich einfach. Sie bedingt nur in jenen Fällen, in welchen grosse Narbenmassen, vielleicht Knochenwucherungen die Verhältnisse verwickeln, eine grössere Operationsfeldfreilegung.

Von den Autoren sprechen sich eine grosse Anzahl gegen zu langes Zuwarten aus. Ich möchte von diesen Matti, Enderlen, Borchardt zitieren. Auch Wexberg, der der Frühoperation eigentlich am ablehnendsten gegenübersteht, hält eine Operation nach 4 Monaten für angezeigt. Früher werden nur in den wenigsten Fällen die Chirurgen des Hinterlandes Gelegenheit haben, Nervennähte machen zu können, und wenn Wexberg auch Recht gegeben werden muss, dass man sich über die Beschaffenheit der Kontinuitätstrennung vor der Freilegung kein sicheres Urteil bilden kann, so gibt doch die Erfahrung in manchen Fällen einen guten Fingerzeig. Wie schon früher erwähnt, ist der N. radialis bei einiger Uebung leicht durchzutasten, und aus der Wegrichtung, sowie aus den Neuomen der beiden Stümpfe lässt sich in nicht seltenen Fällen erweisen, dass die Enden gegeneinander zerworfen erscheinen, so dass ein Zusammenwachsen kaum anzunehmen ist. In diesen Fällen zuzuwarten hätte z. B. gar keinen Zweck. Schliesslich wird mit Recht darauf hingewiesen, dass die Narbenverhältnisse bei langem Zuwarten immer komplizierter werden (Deus, Wohlgemut) und die Operationsverhältnisse bei frischen Fällen ungleich leichter sind, ein Umstand, der besonders bei den Plexuslähmungen in die Augen springt. Wenn die Behandlung auch nur Spuren von Besserung, sei es der sensiblen, sei es der motorischen Gebiete, in irgendeiner von den Neurologen anerkannten Weise nachweisbar, zeigt, so wird man von einem operativen Eingriff selbstverständlich absehen, da das Operationsergebnis, wenn auch beim N. radialis sehr hochprozentig günstig, so doch nicht unbedingt sicher ist und wir eine grosse Anzahl von Spontanregenerationen kennen. Und gerade bei Radialislähmungen erleben wir auch bei Nichtoperierten eine grosse Anzahl von Besserungen, doch ist die Zahl jener, die bei der Einlieferung gar keine Funktion zeigten, und bei welchen sich die Funktion ohne

Operation erst später doch spontan herausstellt, prozentuell nicht sehr gross, so dass auch diese Beobachtung, die Wexberg als ein Haupteinwand gegen die Frühoperation angibt, mich doch nicht von der fachgemäss vorsichtigen und elektiv vorgenommenen Frühoperation in allen jenen Fällen abhalten kann, bei welchen ich irgendwie eine schwere Kontinuitätstrennung oder Läsion anzunehmen vermag. Wohl haben die Nachuntersuchungen Stracker's und Anderer uns gezeigt, dass auch in vielen anfänglich exzidierten Narben sich Fibrillen vorfinden, wir also bezüglich der Reaktion von Neuomen vorsichtig sein müssen, doch ist die Unterscheidung von harten Neuomen, in denen keine Fibrillen, und harten Neuomen, in welchen Fibrillen sind, die aber doch nicht leitungsfähig sind, praktisch undurchführbar, so dass wir eigentlich immer wieder auf den Tastbefund und die Reiznadel angewiesen sind, Verhältnisse, die später noch etwas näher auszuführen sein werden.

Von der früher angegebenen Zahl der Radialislähmungen (859) zeigte eine grosse Anzahl spontane Besserung, so dass an eine Eröffnung überhaupt nicht gedacht wurde, wieder eine andere Anzahl stand, wie bekannt, einer Operation ablehnend gegenüber. Die Träger begnügten sich mit jenen Erleichterungen, die wir ihnen durch unsere einfachen Apparate zu geben imstande sind.

In 51 von den 129 operierten Fällen wurde eine vollständige Kontinuitätstrennung vorgefunden, und zwar in 21 Fällen grosse Distanz mit Neuombildung an beiden Enden oder nur am zentralen Ende. In 16 Fällen bestand jener Zustand, den wir „Zerwerfung“ nennen, bei welchen die Enden durch die Gewalt der Verletzung soweit voneinander gesprengt und verworfen waren, dass eine spontane Zusammenheilung nicht hätte erfolgen können, so war nicht selten das eine Ende in die Haut, das andere in den Knochen hineingepresst.

Bei vielen diesen Fällen konnte man schon durch die äussere Untersuchung sehr häufig diesen Zustand als wahrscheinlich erkennen, und jedes weitere Zuwarten wäre in allen diesen 51 Fällen überflüssig gewesen.

Bei 73 Fällen fanden sich bindegewebige Veränderungen im Verlauf des Nerven. Seine Kontinuität ist nicht unterbrochen, in seinem Verlaufe waren bindegewebige Elemente eingeschaltet, die teils aus harten bindegewebigen Massen bestanden, teils aus weichen Neuomen, in anderen Fällen nur ganz feine fadenförmige Bindegewebeverbindungen, kurz alle jene verschiedenartig abgestuften, aus narbigen Elementen durch Wiederherstellungsprozesse bedingten Gebilde aufwiesen, die wir nach Nervenverletzungen zu finden gewohnt sind.

In 23 Fällen war es ein harter bindegewebiger Knoten, nach dessen Untersuchung man wieder vor der Frage stand, ob er ein Regenerationsprodukt oder eine Wegbehinderung sei. Die operative Erfahrung hat uns

Operationen am N. radialis
(unter 856 Lähmungen d. N. rad.) bis 1. 1. 1918.

		Besserungen innerhalb						
		3	6	9	1	nach	keine	unbe-
		Mon.	Mon.	Mon.	Jahr	1 Jahr		kannt
Operationsbefund:								
1. Völlige Durchtrennung.	51	—	4	6	5	3	19	14
a) Endneurom a. beiden Enden	6	—	1	2	1	—	1	1
b) „ „ a. zentral. Ende	15	—	2	2	1	3	4	3
c) Verwerfung	16	—	1	4	1	1	6	3
2. Teilweise Durchtrennung.	5	—	—	2	2	1	—	—
3. Bindegew. Veränderungen	73	10	11	8	1	7	10	26
a) Harter Knoten.	23	5	5	3	1	2	2	5
b) Weicher Knoten	2	—	—	—	—	—	—	2
c) Dünne bindegew. Verändg.	12	1	—	—	—	1	3	7
d) Narbige Veränderung	29	1	4	5	—	2	6	11
e) Einschnürung	9	3	2	—	—	1	1	2
f) Anwachsung	3	—	—	—	—	1	2	—
4. Knochenbrüche	82	4	11	10	5	7	20	25
Höhe d. Durchtrennung:								
1. Ober dem Trizepsast	16	1	1	2	2	2	3	5
2. Unter dem Trizepsast	33	1	4	6	2	3	9	8
3. An der Umschlagstelle.	59	6	10	5	2	2	10	22
4. Unt. d. Ast f. d. brach. rad.	13	1	1	1	—	1	6	3
5. Am Unterarm	7	—	—	1	1	—	1	4
Art der Operation:								
1. Nervenlösung	37	6	4	3	1	2	6	15
a) Lösung mit Umscheidung	30	4	3	2	1	2	5	13
b) „ „ Verlagerung.	6	1	1	1	—	—	1	2
c) Längsspaltg. d. Perineuriums	1	1	—	—	—	—	—	—
2. Durchtrennung	91	3	12	12	6	7	27	24
a) Vollständig.	81	3	10	9	4	5	24	26
1. Naht	59	2	8	8	4	5	8	24
2. Tubulisation	12	—	—	2	—	1	6	3
3. Muskelneurolisation	5	—	1	—	—	—	3	1
4. Nervenplastik.	1	—	—	—	—	1	—	—
5. Transplantation.	5	—	—	—	—	—	5	—
6. Agar.	1	—	—	—	—	—	1	—
7. Serumagar	8	—	1	—	—	—	4	3
8. Venenumscheidung	42	2	5	6	5	3	7	14
9. Fettumscheidung	7	1	—	3	—	—	—	3
10. Muskeleinlagerung.	5	—	1	—	—	1	2	1
b) Teilweise Schleifennaht	5	—	1	1	1	1	—	1
c) Endoneurale Lösung	5	—	1	2	1	1	—	—
3. Probeeröffnung	2	—	1	—	—	—	1	—
Verlauf:								
Rein.	115	9	16	15	6	10	21	38
Unrein.	14	—	—	—	1	—	9	4
Gesamtoperationen	129	9	16	15	7	10	30	42

gelehrt, dass man teils im Operationsbefund, teils in der elektrischen Untersuchung doch ein sicheres Mittel der Diagnose hat. Wenn auch nicht in jedem Fall, in dem die elektrische Untersuchung bei freigelegtem Nerv ein negatives Resultat ergibt, dies schon ein Beweis ist, dass sich nicht doch noch eine Spontanregeneration durch Zusammenschluss der eben angebildeten, aber noch nicht leitungsfähigen Fibrillen entstehen kann, so haben wir andererseits wieder eine grosse Anzahl von Fällen, bei welchen die perkutane elektrische Untersuchung vor der Operation keine Leitung, die Reizung am freigelegten Nerv jedoch Leitung ergeben haben, ein Beweis, dass die Untersuchung mit der Reiznadel am freigelegten Nerv in einer grossen Anzahl der Fälle massgebend zur Erkennung der Leitungsfähigkeit ist. Wenn wir andererseits wieder wissen, dass eine sich hart anfühlende Narbe wahrscheinlich ein Leitungshindernis, ein narbiges Neurom ist, und schliesslich wissen, dass eine sich weich anfühlende Masse die Wahrscheinlichkeit einer Regeneration grösser erscheinen lässt, können wir aus der Kombination dieser diagnostischen Hilfsmittel doch einen ziemlich sicheren Weg wählen. Folgende Ueberlegung muss uns schliesslich auch auf den richtigen Weg bringen: Unter 129 Fällen zeigten 51 vollständige Durchtrennung, als ungefähr 40 pCt., andererseits fand Stracker unter 74 Resektionen 19 mit Nervenfibrillen im histologischen Befund, also vielleicht Resektionen, die besser unterblieben wären (25 pCt.). Dies waren jedoch fast durchwegs Spätoperationen, also in einer Zeit ausgeführt, wo ein weiteres Zuwarten von niemanden mehr befürwortet wird, und bei Geweben, die eine weitere Differenzierung weder durch die Nadel, noch durch die Hand erlauben. Wenn wir nun Frühoperationen machen, so werden wir wohl in den allerseltensten Fällen eine harte Bindegewebsnarbe finden, wenn überhaupt noch ein Zusammenhang der beiden Teile vorliegt, und diesen, ist einer vorliegend, wird man sich nach den jetzt gemachten Erfahrungen natürlich hüten, zu zerstören, sei es, dass er ein wirkliches Rekonstruktionsneurom oder aber eine jetzt noch weiche, aber später hart werdende Narbe ist. Auf jeden Fall wird man die **40 pCt. Fälle**, die auf gar keinen Fall spontan heilen, unter viel günstigeren Bedingungen operieren können als später. Unter diesen Voraussetzungen halte ich die Frühoperation nach wie vor für angezeigt, mindestens mit dem gleichen Recht — wie ich dies schon einigemal betont habe —, mit welchem die Gynäkologen eine Probeparatomie machen.

Natürlich wird jedesmal am freigelegten Nerv die elektrische Untersuchung vorgenommen und nur in jenen Fällen, in welchen sich im ganzen Umkreis des Nerven keinerlei Leitung vorfindet, die Entnahme des harten, zwischen die Nervenenden eingeschalteten Bindegewebe vorgenommen. Zeigt sich an einer Stelle noch vorhandene Reizleitung, so wird unter steter Leitung der Reiznadel diese Reizleitung sorgfältig geschont und nun

der Nerv unter Schleifenbildung der stehengebliebenen Fasern vernäht. Auch wenn bei einer Frühoperation sich nur weiches neuromartiges Gewebe zwischen den Nervenenden vorfand, wurde trotz Fehlen der Reizleitung ebenso, wie in jenen Fällen, in welchen trotz bestehender Lähmung keine Narbengewebe auffindbar waren, jede Resektion unterlassen, da keine genügende Grundlage hierfür vorhanden war. Bei bestehender Verlaufsunterbrechung oder Zwischenschaltung von undurchgängigem Narbengewebe wurden die Narben entfernt und die Nervenenden vom Narbengewebe befreit, und zwar so vollständig, als es unter Kontrolle der Augen oder einer zu Hilfe genommenen Lupe überhaupt möglich war. Nur gesund aussehende Querschnitte mit den vorquellenden Nervenfasern wurden der Vereinigung mit der Naht unterzogen. Wenn die Zerstörung nicht eine zu weitgehende war, so gelang es meist, die Enden einander bis zur vollständigen Berührung zu nähern. Bei Schwierigkeiten half die Isolierung und Dehnung, besonders wenn es sich um Operationen am Oberarm handelte. Um so schwieriger gestaltete sich die Operation, je näher die Verletzung der Ellbogenbeuge an jener Stelle lag, an der die Muskeläste vom Nerv abgehen. Nach Beweglichmachung (Mobilisierung) des Nerven und Annäherung der Querschnitte wurden diese wieder andererseits unter möglichster Schonung der Ernährungsbrücke (Mesoneurium) durch perineurale Nähte, die nur die Nervenhaut umfassen, miteinander so dicht vernäht, dass möglichst alle Nervenfasern innerhalb des Nervenschlauches zu liegen kamen. Die Naht haben wir regelmässig umscheidet, teils mit nach Foramitti präparierten Venen, teils durch Fett, in einzelnen Fällen durch Muskeleinlagerung, ohne hierbei einen wesentlichen Unterschied in den Erfolgen zu sehen.

Lagen nur teilweise unterbrechende Narben vor, so wurden diese unter ähnlichen Vorsichtsmassregeln, wie oben gesagt, entfernt und die Schleifen naht vorgenommen, waren Narben im Innern nachweisbar, so wurden sie unter Schonung der Stränge entfernt. Handelte es sich nur um eine Umklammerung von Narbengewebe oder Kallusmassen, wurde diese entfernt und der Nerv derartig in Muskel oder Fett verlagert, dass eine Wiederkehr der krankhaften Verhältnisse schwer möglich wäre. Wie sorgfältig die Indikationsstellung für die Nervenoperation war, ist daraus erkenntlich, dass nur **zweimal** unter 129 Fällen die Freilegung des Nerven im Sinne einer Probefreilegung mit negativem Resultat quoad operationem vorgenommen wurde. In diesen Fällen wurde die Wunde wieder geschlossen, in einem Falle erfolgte auch in kürzester Zeit Wiederherstellung, im anderen Falle war eine Operation wegen noch in der Tiefe sichtbarer Eiterung unmöglich.

War eine Naht nicht zu erwirken, so wurde mit anderen Mitteln versucht,

die Anheilung zu erzwingen, und zwar wurde 12mal die Tubulisation durchgeführt, darunter einmal mit teilweisem Erfolg nach einem Jahr, zweimal mit Erfolg nach neun Monaten, doch handelte es sich in allen diesen Fällen um eine Tubulisation im alten Sinne ohne Zwischenschaltung einer Füllmasse. Die Zwischenschaltung mit Füllmassen ergab unter neun Fällen nur einmal bei Serumfüllung einen Erfolg. Nach Erfahrungen jedoch, die wir damit nicht nur am Radialis, sondern auch an anderen Nerven vielfach machten, sind wir, wie ja auch alle anderen Stellen, die sich damit beschäftigen, davon abgegangen. Die Transplanationen von Nervenstücken zwischen die beiden Enden haben bis nun keinen Erfolg ergeben, von Nervenplastiken vom N. medianus her, die in einem Falle durchgeführt werden musste, hat eine Wiederkehr der Leitung nur in den Handgelenksstreckern nach einem Jahr ergeben, direkte Muskelneurotisationen ergaben unter 5 Fällen einen Erfolg.

Der Heilungsverlauf war unter 129 Fällen 115mal befriedigend, es ergaben sich keine Eiterungen, keine Abstossungen der Umscheidung usf. In 14 Fällen trat Eiterung ein, und von allen diesen 14 Fällen ist einmal eine Besserung nach einem Jahr zu verzeichnen, während unter den 115 reinen Fällen nur 21 Misserfolge zu verzeichnen sind. Die gesamten Operationen ergaben unter 129 Fällen 30 Misserfolge, 42 Fälle konnten nicht kontrolliert werden, unter 129 Fällen also sicher 57 Besserungen, demnach von 87 untersuchten Fällen 65 pCt. Besserungen.

Von Nervennähten ergaben 59 Nervennähte nur 8 Misserfolge, 24 sind weiter unbekannt, so dass unter 35 nachuntersuchten Nahtfällen 27 Besserungen und 8 Misserfolge zu verzeichnen sind.

Wie die Besserungen aufzufassen sind, ergibt sich aus der zweiten Tabelle, nur in vereinzelt Fällen gelang es, dass die sämtlichen Muskeln sich erholten. Der Gang ist immer der, wie auch andere Stellen (Förster, Stoffel u. a. m.) gleichlautend berichten, dass die der Verletzungsstelle näher gelegenen, von einem zentralen Teil des Nerven ihren Ast beziehenden Muskel sich erst erholen; so traten im M. brach. rad. schon in den ersten Monaten recht häufig Besserungen ein, ebenso in den Hand- und Fingerstreckern, während die Strecker und insbesondere die Abzieher des Daumens sich recht spät und schwer erholen.

Dadurch, dass wir auch nach Jahr und Tag und auch nach zwei Jahren die Leute immer wieder zu Nachuntersuchungen kommen lassen, sehen wir zu unserer freudigen Ueberraschung, dass sich nicht selten Muskeln erst nach zwei Jahren und darüber erholen, so in einzelnen Fällen erst nach 24, 26—30 Monaten, woraus wir die nicht unbegründete Hoffnung ableiten, dass bei einer grossen Anzahl jener Fälle, bei welchen wir nach den Untersuchungen nur teilweise Wiederherstellung, und zwar nur die Erholung der zentral ge-

Besserungen nach Muskeln und Monaten geordnet.

Monate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Musc. brach. rad.	1	2	1	1	4	1	1	2	2	2				1																
M. ext. carp. rad.	1	1	1	2	5	3	1	2	3	3	2	1	1	1	1	Pf						P								
M. ext. dig. com.			1			2	2	5		2	1	1		P		2	1	1		1	1									
M. ext. carp. uln.	1	1	1	1		1	1				1			1	2			1		1	1									
M. ext. poll. . .			1			1	1	1			1	1	1	1	1					1	1									
M. abduct. poll.				1								2		1	1															
Alle Muskeln . .			1		1		1					1			P	1	1					1		1	1	1				1

Gewöhl. Druck = Besserungen nach Resektionen.
P = Plexusoperationen.
Fettdruck = Besserungen nach Neurolysen.
T = Tabulisation.
Pf = Pfropfung.

liegenden Muskeln annahmen, später noch die übrigen Muskeln wieder gebrauchsfähig wurden. Die Zahlen sind natürlich mit der nötigen Zurückhaltung aufzufassen, sie sprechen nur für jene Fälle, die wir zur Wiederuntersuchung erlangen konnten. Sie sind aber nach dem oben Gesagten eher nach der günstigen, wie nach der ungünstigen Seite hin auszuwerten. Jedenfalls sind nicht mehr Besserungen darin, als tatsächlich vorhanden waren, mit grosser Wahrscheinlichkeit aber viel weniger. Wir haben die Absicht, die Untersuchungen fortzusetzen und sind der bestimmten Ansicht, dass sich durch häufig vorgenommene Untersuchungen bis zu drei Jahren nach der Operation immer noch Besserungen vorfinden werden.

Aus diesen Erfahrungen haben wir für die Behandlung folgende Schlüsse gezogen:

1. Bei Schädigungen des N. radialis, bei welchen sensible und motorische Reizleitung noch vorhanden ist, ist zuzuwarten und sorgfältige faradische Behandlung mit Einzelreizung einzuleiten.

2. Die krankhafte Stellung der Hand ist zwecks Vermeidung der Ueberdehnung der Muskeln durch entsprechende Apparate zu beseitigen. Dadurch wird dem Patienten auch die Gebrauchsfähigkeit der Hand wiedergegeben.

3. Bei vollständiger Unterbrechung ist, wenn die Art der Wunde und die im Abstand von mehreren Wochen vorgenommene Untersuchung es wahrscheinlich erscheinen lassen, dass es sich um eine vollständige Unterbrechung des Nerven handelt, die Probefreileitung vorzunehmen.

4. Zeigt sich keine vollständige Durchtrennung, günstige Lage der Nervenenden, Verbindung derselben durch ein weiches Neurom, so ist nach Entfernung der etwa drückenden Gewebsmassen oder Umscheidung der Verletzungsstelle die Wunde wieder zu schliessen und die Spontanregeneration abzuwarten. Liegt ein grosser Endenabstand oder gar eine Verwerfung der Nervenenden vor, so sind diese nach Anfrischung der Querschnitte ohne Verdrehung mittels perineuraler Naht zu vereinigen.

5. Bei der Zwischenschaltung von nicht leitendem harten Narbengewebe ist dieses zu entfernen, und die reinen Querschnitte sind womöglich miteinander zu vernähen. Ist die Vereinigung nicht möglich, so wäre die Zwischenlagerung eines in der Nähe befindlichen Nerven (Cahen) oder eine Nervenplastik zu versuchen.

Wenn Forsmann die Zwischenlagerung von Nervenstücken als das Physiologische erklärt und wir bei einer Anzahl von Fällen, nicht nur beim Radialis, auch bei anderen Nerven, sie versucht haben, so sind wir doch noch nicht in der Lage, ein ausgiebiges Resultat mitzuteilen. Die von Burk geäusserte Befürchtung, dass wir bei der Uebertragung von Nervenstücken,

die wir gelegentlich des operativen Muskelanschlusses gewinnen, Keime, von einer latenten Eiterung herrührend, übertragen könnten, vermag ich nicht zu teilen, jedenfalls ist trotz einer grösseren Anzahl von derartigen überpflanzten Fällen (12) keine Störung durch Eiterung erfolgt, wohl deshalb, weil die Fälle entsprechend ausgesucht sind und man auch immer bei der Anlegung des muskulären Anschlusses sich in sehr respektvoller Entfernung von der Amputationsnarbe und ihren Akzessorien hält, weil schliesslich auch für die Stumpfplastik das Aufflackern einer latenten Eiterung von keinem Vorteil wäre. Man nimmt also die Ersatzstücke nicht aus einem narbigen Ende, sondern mitten aus dem Verlauf des Nerven fern von der Narbe.

Die Nervenpfropfung ergibt auch kein vollständiges Resultat, da sich immer nur einzelne Muskeln erholen, jedenfalls haben wir noch keine Methode mit der wir ganz sicher, ohne einen zu grossen Teil des kraftspendenden Nerven zu opfern, die Reinnervation beliebig grosser Teile erwirken können, und wenn Kilvington uns auch mitteilt, dass sich jeder Achsenzylinder bis auf das 60fache besenförmig aufsplintern kann, so können wir andererseits doch nicht erwarten, dass diese aufsplitternden Zylinder, die von wenigen Elementen herrühren, einen grossen Muskelbezirk genügend versorgen können. Meistens beschränkt sich die Versorgung dann doch wieder auf nur einzelne Muskeln, so in dem Fall, wo wir durch Abspaltung des N. medianus, knapp am Abgang des Astes zum Pronator teres, diesen mit dem peripheren Radialis verbanden und dadurch eine vollständige Wiederherstellung der Handstrecke erzielen. Auch die direkte Muskeleinpflanzung kann immer nur den einen oder den anderen Muskel beleben, für ein grosses Nervenmuskelgebiet ist die Methode zu wenig breit.

Die Zwischenschaltung von Muskellappen nach Moszkowitz, die Einbettung beider Nervenenden in lebendes Muskelgewebe, steht noch im Stadium der Prüfung, so dass im grossen und ganzen noch immer die primäre und sekundäre Nervennaht die grösste Aussicht auf Erfolg bietet und mit jedem Mittel anzustreben ist, wie ja sogar Kirschner die quere preliminäre Durchtrennung des Knochens zwecks Annäherung der Nervenenden und Versicherung derselben durch Faszienanheftung und spätere Extension der Knochenenden für einen nicht zu hohen Preis für die erzielte Nervennaht hält.

Ist die Nervennaht nicht gelungen und auch keine Aussicht vorhanden, dass die Funktion wiederkehrt, müssen wir zu anderen plastischen Operationen greifen, die die Fallhand beheben. Aus der Tabelle der Funktionswiederkehr kann man jedoch ersehen, dass wir hierbei äusserst vorsichtig zu Werke gehen müssen, weil die Wiederkehr auch sehr spät eintreten kann. Es ist also auf keinen Fall die vielfach geäusserte Ansicht richtig, dass das Zuwarten von einem halben Jahre (Gessner) genüge, um sich von der

Erfolglosigkeit der Nervennaht zu überzeugen. Im Gegenteil, es wäre weit verfehlt, nach Ablauf dieser Zeit eine Operation auszuführen, die durch Ausschalten von Sehnen Energiequellen tot legt, oder aber durch Uebertragung von Sehnen bei der Wiederkehr der Erregbarkeit in dem ursprünglichen Muskel ausser der Nutzlosigkeit der Operation noch unangenehme Muskelverhältnisse schafft.

Wenn wir die möglichen Plastiken durchsehen, kann es sich hierbei nur entweder um eine dauernde Fixation der Fallhand in Streckstellung oder aber um eine Muskelübertragung aus einem anderen Nervengebiet in das Gebiet des N. radialis handeln. Die Ueberführung der Fallhand in jene leichte Streckstellung, die wir zum ausgiebigen Faustschluss benötigen, suchen Müller und Egloff durch eine Faszienübertragung oder Tenodese durchführen. Ersterer führt einen Lappen aus der Fascie lata ein, letzterer verwandelt die beiden Handgelenkstrecksehnen nach kräftiger Anziehung durch Vernähung derselben mit Elle und Speiche in Bänder, die die Hand nun in Streckstellung erhalten. Wenn sie nun noch die Fingerstrecker durch Raffung kürzen, so ist hierdurch eine Stellungsverbesserung zu erzielen, die allerdings besser ist als eine Fallhand. Es haben aber diese Operationen, wie leicht ersichtlich, Nachteile, denn sie schaffen Verhältnisse, die bei Wiederkehr der Funktion recht unangenehm sind. Am wenigsten geschieht dies noch durch die Faszienbindung, die man ja wieder lösen kann, von der ich aber glaube, dass sie wahrscheinlich mit der Zeit nachgibt, wie andere Einlagerungen von totem transplantiertem Faszienmaterial. Die Brachlegung der beiden Handgelenkstrecker ist schon ein schwerwiegenderer Eingriff; falls diese Operation zu früh gemacht wird, und die Funktion, die gerade in diesen Muskeln am ehesten wiederkehrt, sich wieder einstellt, so sind wir genötigt, diese Bindung zu lösen. Jedenfalls dürfen wir bei Ausübung dieser Operation keine Unterbrechung am Sehnenverlauf ausführen, wie bei einer anderen ähnlichen Methode von Harns, bei welcher durch die Pronation auf passivem Wege eine Streckung des Handgelenkes erfolgt. (Durch Bildung einer Sehnenschlinge und einer genial erdachten Führung derselben durch den Knochen herum wird die Bewegung ausgelöst.) Auf einen zweiten Uebelstand ist noch hinzuweisen. Bei der Ausführung unserer Radialisschiene (siehe M. m. W. Nr. 1915, 6) hat mich der Gedanke geleitet, die Funktion des N. ulnaris zur Streckung der Finger auszunützen. Wir haben deshalb eine Feder konstruiert, die entweder über der Handfläche oder dem Handrücken verläuft, und die mittels einer Schiene oder eines Riemens das Handgelenk und ausserdem die erste Phalanx durch Hub und Zug streckt. Bei einer Innervation der Interossei, die vom N. ulnaris erfolgt, wird die durch diesen Muskel bewirkte Beugung der ersten Phalanx durch die Schiene hintangehalten, und es kommt von der Interosseiwirkung

nur die Streckung der zweiten und dritten Phalanx in Erscheinung. Die federnde Schiene darf nach meiner Erfahrung nur so stark sein, dass sie die beugende Wirkung der Interossei auslöscht, der Beugung der Handgelenkbeuger (*M. Flexor carpi rad.* und *M. flex. carpi rad.*) nicht widersteht, sondern ihr nachgibt. Nur dann tragen die Leute die Schiene zu jeder Arbeit gerne, denn sie nimmt ihnen die Handbeugung nicht und erlaubt ihnen doch die Fingerstreckung. Die Fixierung der Hand in Dorsalflexion ist wohl zum kräftigen Faustschluss nötig, die völlige Ausschaltung der Beugung im Handgelenk jedoch ist für manche Leute ein grosser Nachteil, z. B. beim Hämmern. Auch die zu grosse Kürzung des gelähmten Fingerstreckers ergibt ähnliche Nachteile, wie die Kontrakturstellung bei der Ulnarislähmung. Die Finger sind im Metakarpophalangealgelenk nicht beugbar, und dies bedeutet eine ziemliche Gebrauchseinschränkung, ein Umstand, auf den wir auch bei der Verwendung der Radialisschiene aufmerksam wurden. Sobald die Hebeschiene die Fingerwurzeln auch nur im geringsten überschreitet und eine zu starke Dorsalflexion der Finger innehält, stellt sich diese eigentümliche Kontrakturstellung ein. Es ist also auf jeden Fall vorzuziehen, wenn irgendwie möglich, von dieser starren oder halbstarren Feststellung in Streckstellung abzugehen, zugunsten einer Uebertragung von lebendem Muskelmaterial. Auch diese schon mehrmals gemachte und den Vorschriften der Sehnenplastik, die wir von Nikoladoni übernommen und von Lange, Vulpius und Biesalski verbessert erhalten haben, entsprechenden Operationen, können sich nur nach gewissen, von der Anatomie vorgezeichneten Bahnen bewegen. Da nur eine kleine Anzahl von Beugern zur Verfügung stehen, sind die Variationsmöglichkeiten sehr geringe. Die Methoden mögen möglichst einfach gewählt werden, weil komplizierte Abspaltungen keine grossen Erfolge zeitigen, wie z. B. Längsspaltung der Handbeuger und Uebertragung des einen Zipfels auf das Dorsum usw. Die Fingerbeuger wird man auch in diesen Fällen nicht verwenden, weil sie zum Faustschluss notwendig sind.

In einem angeborenen Falle einer Radialislähmung verwendete ich den *M. flex. subl.* zur Handgelenkstreckung (Lange-Spitzzy). Nach Lösung seiner Sehnen an der Handwurzel, Durchziehung durch das Spatium interossum und Einflechtung des Zipfels in den Handrücken ergab sich ein guter Erfolg, was die aktive Handstreckung und Beugung anlangt, doch handelte es sich in diesem Falle um eine angeborene rudimentäre Muskelentwicklung, die keinen anderen Weg zulies. Statt des ganzen Muskels ist es vorteilhaft, nur einen Teil desselben zu nehmen und diesen Teil mit dem *extensor dig.* zu verbinden. So nimmt Stoffel den *flexor sublimis III.* Der periphere Teil des durchschnittenen Fingerstreckers des Mittelfingers wird dann mit jenem des Zeigefingers verbunden.

Wir nehmen gewöhnlich die Handgelenksbeuger und verwenden diese zur Handgelenksstreckung. Dabei sind die mechanischen Momente zu beobachten. Die Entnahme eines Beugers der Speichenseite ergibt ein Ueberwiegen auf der Ellenseite. Gessner schlägt deshalb vor, den M. flexor palmaris sofort an Stelle des Flex. radialis anzuheften. Den Handgelenksbeuger zieht man am besten durch das Spatium interosseum durch und heftet ihn am Handrücken fest. Ich stimme mit Gessner überein, der die subperiostable Methode vorzieht, und zwar sowohl, wie er selbst meint, wegen der Festigkeit der Naht, vielmehr aber noch, weil man sich dabei die Stelle der Festnähung auswählen kann, was bei der Verbindung mit den vorhandenen Sehnen nicht möglich ist und sich dadurch noch mehr Schwierigkeiten in der Ausbalancierung der einzelnen Muskeln ergeben können.

Mit Vorteil macht man aus diesen Gründen derlei Operationen an der Hand unter örtlicher Anästhesierung, weil man den Patienten sogleich nach beendeter Sehnennaht zu Bewegungen auffordern kann und nun sofort etwaige Unstimmigkeiten sieht, die man sogleich beheben kann. Führt man die Sehnen der Handbeuger nicht durch das Spatium interosseum, sondern um Elle und Speiche herum an den Handrücken, so ist man genötigt, die Mobilisierung weiter hinauf vorzunehmen, ähnlich wie bei der Ueberpflanzung der Kniebeuger auf den Quadrizeps, da wir sonst keinen genügend geradlinigen Zug im Sinne der Streckung erreichen. Man wird dies dann am besten mit kleinen Schnitten und Tunellierungen durchführen und durch eine weit hinaufreichende Mobilisierung auch diese etwas störenden Vorbuckelungen an den Seiten, an welcher sich die neue Sehne um Radius und Ulna schlingt, vermeiden. Wichtiger ist die durch die Knickung entstehende Funktionsbehinderung. Die Uebertragung beider Beuger auf den Handrücken birgt schon manchen Nachteil an sich, da die ganze Handbeugung, die die Natur sonst sehr kräftig versorgt hat, nun nur mehr den Fingerbeugern und dem nicht immer gut ausgebildeten Palmaris obliegt.

Bei der Anlegung des Operationsplanes wird man sich jedenfalls immer sehr das soziale Moment vor Augen halten müssen, um hier das richtige zu treffen. Schwerarbeiter hindert z. B. nur die Fallhand; mit einer kräftigen Korrektur dieser Stellung durch Uebertragung der Beuger wird dem Manne sehr geholfen sein. Die Fingerstreckere zu kürzen, würde ich in diesem Falle kaum raten, weil er beim festen Zufassen von Stielen und Gegenständen behindert sein würde, wie auch diese Leute bei derlei Arbeit die Schiene ablegen, um beim festen Zulangen in der Beugung der ersten Phalanx nicht behindert zu sein und sich lieber mit einer Schiene begnügen, die nur die Hand hebt und die Finger vollständig unberücksichtigt lässt. Andererseits wieder kenne ich z. B. einen Zeichner, den das Herabsinken und die mangelnde Hebefähigkeit der Finger ausserordentlich stört und der gerade mit der Hebung

der Finger durch die Schiene sehr zufrieden ist. Diese beiden Beispiele mögen zeigen, wie sehr man bei der Vornahme der Operation auch auf dieses Moment Rücksicht zu nehmen hat.

Die Ausführung dieser Operationen, sowie die Nachbehandlung folgen bekannten und von Orthopäden genau ausgearbeiteten Grundsätzen, so dass hier irgendwelche Besonderheiten gegenüber anderen Sehnenoperationen kaum hinzuzufügen wären, höchstens, dass man den Patienten, wie bei allen Operationen an den Handsehnen, vorher darauf aufmerksam machen muss, dass sich durch den Gebrauch später noch Gleichgewichtsstörungen in den Zugkräften ergeben können, die dann nachträglich korrigiert werden müssen. Da jedoch alle diese Operationen unter Lokalanästhesie ausgeführt werden können und Allgemeinnarkose vermieden werden soll, glaube ich nicht, dass man den intelligenten Teil der Patienten dadurch abschreckt, wie ich überhaupt nicht der von vielen Autoren ausgesprochenen Ansicht bin, gerade diese Sehnen- oder Nervenoperationen deshalb zu häufen, weil sich die Patienten zur zweizeitigen Operation schwer entschliessen. Wenn der Eingriff leicht und schmerzlos ausgeführt wird und der Patient selbst die leichte Verbesserungsmöglichkeit einsieht, so wird man jenen Teil derselben, der einem Operationsvorschlag überhaupt zugänglich ist, auch einer mehrzeitigen Operation leicht zuführen können.

Es gereicht mir zur besonderen Freude, an diesem Ehrenbande teilnehmen zu können als Zeichen meiner Dankesschuld gegen den Jubilar. Nur durch seine persönliche Anleitung und seinen wertvollen Rat war es mir möglich, mich in diesem meinem sonstigen Fach fernerstehenden Zweig zurechtzufinden zu einer Zeit, da die Operationen an den peripheren Nerven sich noch in den Anfängen befanden.

Mit meinen Glückwünschen verbinde ich meinen herzlichen Dank gegen meinen sehr verehrten Freund und Lehrer.

Literaturverzeichnis.

- Biesalski und Mayer, Die physiologische Sehnenverpflanzung. Springer. 1916.
 Borchardt, Beitr. z. klin. Chir. H. 7. 1915. Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psych. Nr. 11.
 Burk, Zeitschr. f. Chir. Nr. 12. 1917. Deutsche med. Wochenschr. Nr. 9. 1917.
 Cahen, Zentr. f. Chir. Nr. 35. 1917.
 Cassierer, Zentralbl. f. d. ges. Neurol. u. Psych. 37. H. 3/4.
 Deus, Münchener med. Wochenschr. 1917. Nr. 38.
 Eden, Archiv f. klin. Chir. Bd. 108. H. 3. — Zentralbl. f. Chir. 7. 1917; 29. 1916.
 Edinger, Münchener med. Wochenschr. 51. 1915 : 7. 1916. — Deutsche med. Wochenschr. Nr. 25. 1917.

- Egloff, Münchener med. Wochenschr. Nr. 17. 1916.
- Enderlen, Münchener med. Wochenschr. 7. 1917. — Deutsche med. Wochenschr. Nr. 44. 1917.
- Erlacher, Zentralbl. f. Chir. Nr. 15. 1914. — Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 24. — Archiv f. klin. Chir. Bd. 106. H. 2. — Mediz. Klinik. 1916. Nr. 11. — Brun's Beitr. z. klin. Chir. Bd. 100. H. 2.
- Förster, Zentralbl. f. d. ges. Neurol. u. Psych. Bd. 15. H. 2.
- Forssman, Deutsche med. Wochenschr. Nr. 40. 1917.
- Gessner, Münchener med. Wochenschr. Nr. 25. 1917.
- Hamesfahr, Zentralbl. f. Chir. 46. 1916.
- Hofmeister, Beitr. z. klin. Chir. Nr. 96. 1915.
- Kilvington, British med. Journal. 1905. 1907.
- Kirschner, Deutsche med. Wochenschr. Nr. 24. 1917.
- Lange, Zeitschr. f. ärztl. Fortb. Nr. 22. 1905. — Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 29. — Ergebn. d. Chir. u. Orthop. 1911. Bd. 2.
- Lange-Spitzzy, Chirurgie und Orthopädie im Kindesalter. (Pfaundler-Schlossmann's Handbuch der Kinderheilkunde.) F. C. Vogel.
- Letiévant, Traité des sections nerveuses. 1873.
- Matti, Deutsche med. Wochenschr. Nr. 14. 1916.
- Moskowitz, Münchener med. Wochenschr. Nr. 23. 1917.
- Müller, Brun's Beitr. z. klin. Chir. Bd. 98. H. 2.
- Schmidt, Münchener med. Wochenschr. Nr. 31. 1917.
- Spitzzy, Zeitschr. f. orthop. Chir. Bd. 13, 14, 15. — Wiener klin. Wochenschr. Nr. 3. 1905. — Zeitschr. f. ärztl. Fortbild. 191. — Münchener med. Wochenschr. Nr. 6. 1915; Nr. 10. 1916; Nr. 11. 1917.
- Stoffel, Deutsche med. Wochenschr. Nr. 42. 1915. — Münchener med. Wochenschr. Nr. 47. 1917.
- Stracker, Zentralbl. f. Chir. Nr. 50. 1916. — Wiener klin. Wochenschr. Nr. 29. 1916. — Med. Klinik. Nr. 19. 1916. — Münchener med. Wochenschr. Nr. 49. 1916. — Zentralbl. f. med. Elektrologie. Bd. 14. Nr. 5/6. — Mitteil. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir. 1917. H. 4/5.
- Vulpian, Deutsche med. Wochenschr. Nr. 27—30. 1915. — Wiener klin. Rundschau. Nr. 15. 1903. — Die Sehnenverpflanzung und ihre Verwertung bei der Behandlung von Lähmungen. Veit & Co. 1902. — Münchener med. Wochenschr. Nr. 39. 1904. — Der heutige Stand der Sehnenverpflanzung. Urban & Schwarzenberg. 1904.
- Wexberg, Zentralblatt f. d. ges. Neurol. u. Psych. R. XIII; Bd. 36. H. 5.