

kommen, hatte nach Besichtigung einiger Präparate des besprochenen Tumors die Güte, mir mündlich mitzutheilen, dass er Derartiges doch in Carcinomen noch nicht gesehen habe. Diese Aeusserung des verehrten Forschers möge der Publication des obigen Falles zur Rechtfertigung dienen.

## V.

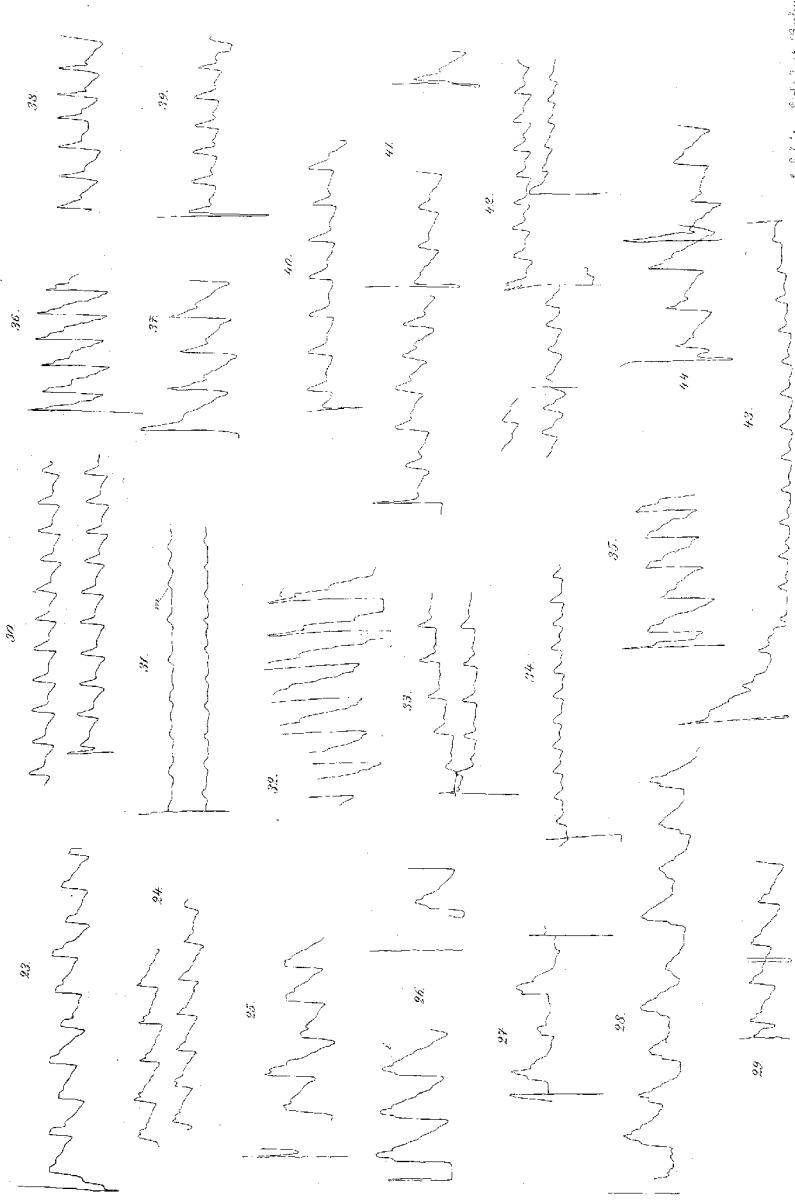
## Sphygmographische Untersuchungen über den Carotispuls im gesunden und kranken Zustande.

Von Dr. Albert Eulenburg,  
Privatdocent an der Universität Berlin.

(Hierzu Taf. IV — V.)

Während wir seit dem Bekanntwerden des Marey'schen Sphygmographen eine grosse Anzahl exakter und zum Theil erschöpfender Arbeiten über das graphische Verhalten des Radial- und Pediaeapulses besitzen, fehlt es hinsichtlich der physiologischen und pathologischen Verhältnisse des Carotispulses selbst an dem Versuche einer derartigen Bearbeitung noch gänzlich. Die Ursache dieses Mangels liegt hauptsächlich darin, dass man die Schwierigkeiten, welche sich der Application des Marey'schen Instrumentes auf die Halscarotis allerdings entgegenstellen, einerseits zu sehr überschätzt, und andererseits wohl von den practisch fruchtbaren Ergebnissen einer so mühsamen und zeitraubenden Untersuchungsmethode von vornherein zu geringe Erwartungen gehegt hat. Bei meinen ersten Untersuchungen in dieser Richtung, die ich bei einer Reihe von Krankheitszuständen des Centralnervensystems anstellte, stiess ich zum Theil auf so erhebliche, auch diagnostisch und prognostisch in hohem Grade verwerthbare Differenzen zwischen den Pulsbildern der Carotis und der Extremitätenarterien dieser Kranken, dass ich dadurch veranlasst wurde, die Pulscurven der Carotis im normalen und pathologischen Zustande einem eingehenderen Studium zu unterziehen, wovon ich einige Hauptresultate im Folgenden mittheile.





Die specielle Technik des Verfahrens bleibe hier unerörtert. Am günstigsten für die Carotis-Untersuchung sind Individuen mit mageren, langen Hälsen, schwach entwickeltem Panniculus, markirten aber nicht allzu vorspringenden Muskelbäuchen, besonders ältere Personen. Das Instrument (einen Sphygmographen von Breguet No. 19533 aus dem physiologischen Laboratorium, für dessen gütige Ueberlassung auf lange Zeit ich Hrn. Prof. Du Bois-Reymond zu besonderem Danke verpflichtet bin) applicirte ich stets im Trigonum inframaxillare, da wo die Carotis (communis oder externa), nur noch von der Fascia colli bedeckt, am leichtesten durch die Haut hindurch palpirt wird. Die Fühlfeder des Apparates liegt am besten quer oder schräg zur Längsrichtung der Arterie. Ein gewandter Assistent ist zur genauen und gleichmässigen Fixirung des Instrumentes unentbehrlich<sup>1)</sup>.

So wenig wie für die normale Radial- und Pediaeacurve lässt sich auch für die normale Carotiscurve ein bestimmtes, allgemeingültiges Schema feststellen. Wenn man jedoch eine grössere Zahl von Carotiscurven gesunder Individuen im mittleren Lebensalter, und bei mittlerer Pulsfrequenz, mit einander vergleicht, so findet man neben allerlei accidentellen und individuellen Differenzen eine Reihe übereinstimmender Eigenschaften, die sich benutzen lassen, um wenigstens den Grundtypus der physiologischen Carotiscurve zu construiren.

Dieselbe nähert sich in ihren Hauptheigenschaften im Allgemeinen dem Typus der normalen Radialcurve; ich verweise daher zum Vergleich auf die von Wolff<sup>2)</sup> gegebene Darstellung der letzteren, der ich mich in allen Einzelheiten vollkommen anschliesse.

1) Ascensionslinie. Der „aufsteigende Schenkel“, die Ascensionslinie der normalen Carotiscurve ist stets eine verticale oder doch der senkrechten äusserst nahe kommende, ungebrochene Linie. Vgl. Fig. 1—6, 11, 12 u. s. w.

An den grösseren Carotiscurven (vgl. bes. Fig. 1, 2, 3, 5 u. s. w.) erscheint die Ascensionslinie von der Verticalen etwas nach links (hinten) abweichend. An sehr kleinen Carotiscurven (z. B. einigen

<sup>1)</sup> Den Herren Dr. Lange aus Ems, Stabsarzt Dr. Schmidt und Dr. Steinberg in Berlin, welche mich bei meinen sphygmographischen Untersuchungen im ganzen vorigen Winter auf das Bereitwilligste unterstützten, statte ich bei dieser Gelegenheit gern meinen herzlichen Dank ab.

<sup>2)</sup> Charakteristik des Arterienpulses, S. 10 ff.

auf Fig. 4, 11 und 12) zeigt dieselbe dagegen eine deutliche Abweichung nach rechts (vorn) und relativ geringere Steilheit. Diese Unterschiede sind leicht zu erklären. Der Verlauf der Ascensionslinie ist die Resultante zweier Kräfte: der Expansionskraft der Arterie, welche den Zeichenhebel in Schwingung versetzt, und der die Platte vorbeibewegenden Zugfederkraft. Wirkt erstere allein (bei ruhender Platte), so beschreibt der Hebel einen Bogenabschnitt eines Kreises, dessen Radius der Länge des Zeichenhebels gleich ist: die „Richtungslinie“. Diese ist eine (wegen der relativen Kleinheit als gerade erscheinende) von der Senkrechten deutlich nach links abweichende Linie — wie dies der initiale Strich auf Fig. 1, 2, 3 u. s. w. darthut. — Bei bewegter Platte weicht, der Zugrichtung derselben entgegen, die Ascension mehr oder weniger von der Richtungslinie in horizontaler Richtung nach rechts ab. Da die Geschwindigkeit, mit welcher die Platte durch das Uhrwerk vorbeigeführt wird, stets gleich ist, so ist der Grad dieser horizontalen Ablenkung offenbar umgekehrt proportional der Grösse des anderen Factors: der den Hebel in Schwingung versetzenden Expansionskraft der Arterie. Ist die Expansion sehr bedeutend und erreicht die Arterie mit grosser Geschwindigkeit das Maximum ihrer Ausdehnung, so wird die Ascensionslinie hoch und zugleich steil erscheinen und kaum eine nennenswerthe Abweichung von der Richtungslinie darbieten. Bei geringer und langsamer Erweiterung dagegen wird das Umgekehrte der Fall sein: die Amplitude ist gering, die Ascensionslinie niedrig, minder steil, und weicht nicht nur von der Richtungslinie, sondern selbst von der Verticalen deutlich nach rechts ab.

Bei Anwendung dieser (von Wolff<sup>1)</sup> treffend entwickelten) Gesetze auf die Verhältnisse des physiologischen Carotispulses ergibt sich leicht, dass im Allgemeinen die Amplitude desselben eine grosse und dem entsprechend die Abweichung von der Richtungslinie relativ gering sein muss. Da die Carotis von den der graphischen Exploration zugänglichen Arterien dem Herzen am nächsten liegt und die Kraft der primären Pulswelle in derselben am wenigsten abgeschwächt ist — weniger als in den vom Herzen entfernten und aus einer mehrfachen Theilung hervorgegangenen Arterien der Hand

<sup>1)</sup> I. c. p. 1.

und des Fusses: so erklärt sich hieraus leicht eine Erscheinung, die man bei oberflächlicher und für die graphische Untersuchung geeigneter Lage der Carotis constant beobachtet. Die Ascensionslinie der Carotiscurve erscheint steiler und höher und weicht von der Richtungslinie weniger ab, als die der zugehörigen Radial- und namentlich der Pediaeacurve, wie das z. B. aus einem Vergleiche von Fig. 2 mit Fig. 7 (Curve der entsprechenden Radialis) und Fig. 8 (Curve der entsprechenden Pediaea) in instructiver Weise hervorgeht.

2) Descensionslinie. Der Vereinigungswinkel zwischen auf- und absteigendem Schenkel der Curve, die Gipfelzacke oder der „Gipfelwinkel“ ist an der normalen Carotiscurve stets ausserordentlich spitz; eine Abflachung oder Abrundung desselben, eine Verbreiterung des „Curvengipfels“ kommt unter physiologischen Verhältnissen nicht vor (vgl. Fig. 2—6)<sup>1)</sup>.

Die Descensionslinie der normalen Carotiscurve ist unter allen Umständen keine einfache, sondern eine gebrochene Linie, und zwar erscheint dieselbe der Regel nach an zwei Stellen deutlich gebrochen, somit dreitheilig (tricerot).

Das Anfangsstück der Descensionslinie biegt in geringer Entfernung vom Gipfel unter einem Winkel, der stets grösser ist, als der spitze Gipfelwinkel der Curve, nach rechts um und bildet so die erste secundäre Incisur (vgl. Fig. 3 bei I. u. s. w.). Diese erste Incisur und die darauf folgende Ascension liegt, wie gesagt, an der normalen Carotiscurve dem Gipfel ziemlich nahe, relativ näher als an der zugehörigen Radialis; vgl. z. B. die Carotiscurve Fig. 4 mit den entsprechenden Radialecurven Fig. 10 und die Carotiscurven Fig. 5 mit den Radialecurven Fig. 9. Dieser Umstand liefert offenbar einen neuen, nicht unwichtigen Beweis zu Gunsten der jetzt ziemlich allgemein adoptirten Marey - Buisson'schen

<sup>1)</sup> Bei sehr grossen Carotiscurven, wovon unsere Fig. 1 ein Beispiel liefert, schwungt der Hebel noch über die Grenzen der Platte hinaus, so dass das Ende der Ascensions- und der Anfang der Descensionslinie oft nicht mehr in den Bereich der letzteren fallen. Die Schwingungsebene des zurückfallenden Hebels fällt dann oft nicht genau mit der Plattenebene zusammen, so dass die Descensionslinie namentlich in ihrem oberen Theile verschwimmt erscheint und die erste secundäre Incisur und Ascension nur in unbestimmt gehaltenen Umrissen hervortreten.

Theorie, wonach die Polycrotie des absteigenden Schenkels durch secundäre, an die Aortenklappen anprallende negative und von dort nach der Peripherie reflectirte positive Wellen bedingt wird.

Der rechte Schenkel des von der ersten secundären Incisur gebildeten Winkels, die erste secundäre Ascension (welche also der ersten von den Aortenklappen zurückgeworfenen Bergwelle entspricht), ist in der Regel sehr kurz, und geht unter einer mehr oder weniger scharf markirten, meist spitzwinkligen Zacke (Fig. 3) in die Fortsetzung, den zweiten Theil der Descensionslinie über. Dieses zweite Stück derselben läuft ihrem Anfangsstück, dem linken Schenkel der ersten secundären Incisur, fast parallel; es biegt nach einiger Zeit zum zweiten Male unter spitzem Winkel nach rechts um und producirt so eine neue Incisur, welche wir wegen der grösseren Tiefe des von ihr gebildeten Winkels (d. h. der grösseren Länge ihres rechten Schenkels) als Grossincisur bezeichnen. (Vgl. bes. Fig. 1, 2, 5 u. s. w.) Der rechte Schenkel dieser Incisur, die einer zweiten reflectirten Bergwelle entsprechende „Grossascension“ geht unter einem flachen, oft abgerundeten Winkel (bes. Fig. 1 und 5) in das schwach gekrümmte, nicht mehr deutlich gebrochene Endstück der Descensionslinie über. Letzteres trifft unter einem spitzen oder sanft abgerundeten Winkel (dem Endwinkel) mit der Ascensionslinie der nächstfolgenden Curve zusammen.

Zuweilen, namentlich bei mangelhafter Entwicklung der ersten secundären Welle, zeigt sich innerhalb des durch die Grossincisur gebildeten Einschnitts eine kleine, gleichsam eingeschaltete Zacke, deren Convergenzwinkel schwach spitzig, und deren beide Schenkel (namentlich der rechte) ausserordentlich kurz sind. Vgl. Fig. 6 bei 2. Dies ist offenbar dieselbe Welle, die Wolff an der normalen Radialcurve ebenfalls zuweilen beobachtet und als zweite secundäre Ascension bezeichnet hat<sup>1)</sup>. Eine pathologische Bedeutung kommt dieser Varietät nicht zu.

Die Pulscurven der rechten und linken Carotis lassen im Normalzustande (trotz der bekanntlich tieferen Lage des letzteren Gefäßes) keinen merkbaren Unterschied wahrnehmen.

Einfluss der Respiration. Die in- und exspiratorischen Bewegungen üben selbst bei ruhiger Respiration auf die Pulscurve

<sup>1)</sup> l. c. S. 13.

der Carotis im Allgemeinen einen weit erheblicheren Einfluss aus, als auf die vom Thorax entfernteren Arterien der Hand und des Fusses (Radialis, Pediaea).

Die Inspirationscurven unterscheiden sich von den Exspirationscurven in dreifacher Beziehung: durch das Niveau der Zeichnung, Amplitude und Richtung der Ascensionslinie, und die Beschaffenheit der secundären Wellen im Verlaufe der Descensionslinie.

Die auf das Inspirium fallenden Einzelcurven liegen im Allgemeinen auf einem niedrigeren Niveau der Platte als die Exspirationscurven. Die ganze, aus In- und Exspirationscurven gemischte Reihe erhält dadurch ein mehr oder weniger stark wellenförmiges Ansehen (vgl. Fig. 4, 11 und 12; auf den letzteren ist zum Theil die Inspirationsphase durch ein J, die Exspirationsphase durch ein E angedeutet). Die dem Maximum der Exspiration entsprechenden Curven liegen in ziemlich gleicher Höhe, so dass die Gipfel derselben durch eine gerade Linie mit einander verbunden werden können; ebenso die der maximalen Inspiration angehörigen: dazwischen findet eine allmäßige Ab- und Zunahme der Niveauhöhe statt. Gleichzeitig zeigen die Inspirationscurven eine meist erheblich geringere Amplitude und dem entsprechend (nach der obigen Darlegung) eine weit stärkere Abweichung von der Richtungslinie als die exspiratorischen; ihre Ascensionslinie ist meist deutlich nach rechts abgelenkt, während sie bei den letzteren vertical oder mit leichter Abweichung nach links aufsteigt. Die Descensionslinie endlich zeigt bei den Exspirationscurven die oben geschilderte Tricrotie reiner und deutlicher, als bei den inspiratorischen; an den letztern ist die erste secundäre Welle in der Regel nur schwach angedeutet, dagegen die grosse Incisur mehr vertieft (der von ihr gebildete Winkel spitzer) als an den Expirationcurven.

Die geschilderten Differenzen treten auch an den Radicalcurven unter normalen Verhältnissen hervor, jedoch in geringerem Grade als an der Carotis, wie aus einem Vergleich zwischen Fig. 4 und 10, Fig. 5 und 9 u. s. w. hervorgeht. Sie lassen sich sogar, wiewohl schwach, bis in die Art. pediaca hinein verfolgen (vgl. Fig. 8<sup>1</sup>).

<sup>1)</sup> An der Cubitalis sind, wie ich mich wiederholt überzeugt habe, die respiratorischen Schwankungen bereits stärker zu beobachten, als an der Radialis, jedoch immerhin meist noch erheblich schwächer als an der Carotis. An

Ihre Ursache ist bekanntlich darin zu suchen, dass mit jeder Inspiration in den extrathoracischen Gefässen eine Druckerniedrigung, mit jeder Exspiration eine Drucksteigerung stattfindet, und die einzelnen positiven Wellen durch Interferenz mit der grossen negativen Inspirationswelle eine mehr oder minder beträchtliche Abschwächung erleiden. Ein so grosses und dem Thorax so nahe liegendes Gefäss, wie die Carotis, in welchem der Blutdruck ohnehin ein sehr bedeutender ist, muss diese Schwankungen auch in besonders charakteristischer Weise zur Anschauung bringen. Dies ist, wie gesagt, schon bei gewöhnlicher ruhiger Respiration der Fall, zumal wenn die Respiration überwiegend den sogenannten costalen Typus einhält, wenn die oberen Rippen mit jeder Inspiration stark gehoben und die oberen Thoraxabschnitte allseitig ausgedehnt werden; noch mehr, wenn die accessorischen Inspirationsmuskeln der seitlichen Halsgegend, Scaleni, Sternocleidomastoides etc. an den Respirationsbewegungen partcipiren und durch ihre rhythmische Contraction auf die nahe liegende Halsearotis einen periodisch an- und abschwellenden Druck ausüben, wie es bei emphysematösen Individuen, bei den verschiedenartigsten dyspnoëtischen Zuständen, oft auch bei fieberhafter Puls- und Respirationsbeschleunigung u.s.w. der Fall ist. Es entstehen dann leicht Curvenbilder, die noch über das in Fig. 11 und 12 gegebene Schema hinausgehen, Curven, wovon die einem älteren Emphysematiker entnommene Fig. 13 und noch mehr Fig. 14 Beispiele liefert (vgl. u.). —

Fieberhafte Beschleunigung der Pulsfrequenz und Erhöhung der Körpertemperatur bewirken, abgesehen davon, dass sie die respiratorischen Phasen oft in verstärkter Weise hervortreten lassen, stets Annäherung der Pulscurven an den unvollkommen oder vollkommen dicroten Typus, indem mit zunehmender Fieberhöhe die erste secundäre Welle immer undeutlicher erscheint, und die Grossincisur und Grossascension tiefer hinabrückt. Diese Eigenschaften zeigen sich im geringem Grade schon an Fig. 12 (bei einer Pulsfrequenz von 104 und Temp. von  $38,7^{\circ}$  R. einer circumscripten, subacut verlaufenden Pleuritis); weit ausgeprägter jedoch an Fig. 15 (Pulsfrequenz 144, Temp. 39,8 mit leiser und

der Cruralis (in der Schenkelbeuge) sind dieselben, namentlich bei abdominalem Respirationstypus, sehr stark.

häufiger Respiration, in Folge von Rheumatismus articulorum acutus). Hier ist von der ersten secundären Welle gar nichts mehr zu sehen; Grossincisur und Grossascension liegen verhältnissmässig sehr tief; ja es kommt vor (wie z. B. in der vorletzten Curve bei a), dass die Descensionslinie, resp. der linke Schenkel der Grossincisur, vor Bildung der Grossascension bis auf die Curvenbasis hinabsteigt und die Curve somit den vollkommen dicroten Typus annimmt.

In Fig. 16 (Pulsfrequenz 126) zeigen die ersten und letzten Curven den dicroten Typus vollkommen rein, während die dazwischen liegenden sich dem unvollkommen dicroten Typus mehr oder weniger annähern.

Die Gesetze, nach welchen die Metamorphose der normalen Pulsecurve bei fiebigerhafter Pulsbeschleunigung erfolgt, hat Wolff in seinem oben citirten Werke <sup>1)</sup> in klarer und überzeugender Weise entwickelt. Da die Anwendung dieser ursprünglich für den Radialpuls entworfenen Gesetze auf die Verhältnisse des Carotispulses keinen besonderen Schwierigkeiten unterliegt, kann ich mir ein spezielleres Eingehen auf diesen Gegenstand hier wohl ersparen. —

Unter den pathologischen Abweichungen, welche die Carotispulsecurve bei nicht fiebigerhaften oder mit Dyspnoë verbundenen Krankheitszuständen darbietet, verdienen diejenigen, welche man bei gewissen Formen chronischer Gehirnerkrankungen, sowie bei senilen marastischen Individuen beobachtet, ein ganz besonderes Interesse.

Bei den frischen apoplectischen Hemiplegien älterer Individuen, wo die Radialarterien den in Fig. 17 und 18 (Fig. 17 von der Radialis der nicht gelähmten, Fig. 18 von der Radialis der gelähmten Seite) dargestellten Typus mehr oder weniger prägnant darbieten, lassen auch die Carotiscurven analoge, in der Regel jedoch noch schärfer accentuirte Abweichungen erkennen.

Fig. 19 und 20 liefern davon Beispiele. Dieselben sind von der Carotis der der Lähmung gegenüberliegenden (linken) Seite eines 59jährigen Apoplektikers entnommen. Die entsprechende Radialecurve ist in Fig. 21, die Radialcurve des gelähmten (rechten) Arms in Fig. 22 gezeichnet. — Die Carotiscurven in Fig. 19 und

<sup>1)</sup> S. 37 ff.

20 zeigen zunächst eine sehr verminderte Steilheit der Ascensionslinie, geringe Amplitude und demgemäß erhebliche Abweichung von der Richtungslinie nach rechts: Eigenschaften, die der auch palpatorisch zu beobachtenden Kleinheit und Langsamkeit des Pulses in diesen Fällen entsprechen. Von besonderem Interesse aber ist die Beschaffenheit des darauf folgenden Curvenabschnitts. Derselbe erscheint als ein  $1\frac{1}{2}$  bis zu 3 Mm. breites Plateau, als ein ebener und flacher oder nur mässig ansteigender Gipfelrücken der Curve. Bei genauerer Betrachtung ergibt sich, dass dieses scheinbare Gipfelplateau aus zwei einander äusserst nahe gerückten kleinen Zacken besteht, wovon die zweite (rechte) in der Regel grösser ist als die linke, und die durch eine mehr oder weniger tiefe Incisur von einander getrennt sind (vgl. z. B. Fig. 19 und 20 bei g). Die Spitze der ersten Zacke entspricht dem eigentlichen Curvengipfel, d. h. sie ist das Ende der Ascensions- und der Anfang der Descensionslinie, der Scheitel der primären Pulswelle; der rechte Schenkel des Gipfelwinkels (das Anfangsstück der Descensionslinie) ist aber ausserordentlich kurz — so kurz, dass er schon bei minimaler Reibung des zeichnenden Hebels an der Platte spurlos verschwindet (wie in Fig. 19 und 20 bei f), um zur Bildung der unmittelbar darauf folgenden ersten secundären Welle einzbezogen zu werden. Das Wesentliche und gleichsam Specifische dieser Curven liegt also darin, dass die erste secundäre Welle der primären Gipfelwelle ausserordentlich nahe gerückt ist, ausserdem verhältnissmässig gross erscheint, und der geometrische Höhepunkt der ganzen Curve nicht, wie sonst, von dem Gipfel der primären, sondern der ersten secundären Welle gebildet wird — wie ich das bereits an anderer Stelle für die betreffenden Radialcurven ausgeführt habe <sup>1)</sup>). Dort habe ich auch bereits nachzuweisen versucht, in welcher Weise diese anomalen Curvenformen aus der gewöhnlichen Greisenpulsecurve in Folge einer zeitweise nach dem apoplectischen Insult bestehenden Schwächung der Herzaction hervorgehen, und auf die allmälig stattfindende Restitutio in integrum bei zunehmender Convalescenz derartiger Kranken aufmerksam gemacht. Das dort für die Radialcurven Bemerkte gilt in analoger Weise auch für die Carotiscurven. Fig. 23 zeigt die Carotiscurve jenes Apoplektikers in einem etwas

<sup>1)</sup> Vortrag in der berl. med. Ges. am 13. Mai 1868; vgl. Berliner klinische Wochenschrift 1868. No. 28 u. 29.

späteren Stadium (3 Wochen nach Entnahme der obigen Zeichnungen, bei bereits voller und kräftiger gewordenem Pulse). Hier erscheint die Ascensionslinie wieder steiler, und die erste secundäre Welle liegt zwar noch dem Curvengipfel verhältnissmässig nahe, ist jedoch deutlich in oder selbst unter das Niveau desselben hinabgerückt, so dass der geometrische Höhepunkt der Curve wieder von dem Scheitel der primären Pulswelle gebildet wird. (Eine ähnliche Uebergangsform lieferte auch die gleichzeitig aufgenommene Pulscurve der Radialis, Fig. 24).

In den dieser Categorie angehörigen Fällen gehen also die pathologischen Veränderungen, welche man an der Carotiscurve beobachtet, Hand in Hand mit denen, welche an der Radialarterie hervortreten; sie fließen aus derselben gemeinschaftlichen, auf das ganze Gefässsystem einwirkenden Grundursache, der verminderten Triebkraft des Herzens. Ausgedehnte Untersuchungen an einer grossen Anzahl älterer Individuen haben mich nun überzeugt, dass es zahlreiche Fälle gibt, in welchen die Carotiscurve die obigen oder selbst noch weit schärfer ausgeprägte Veränderungen zeigt, während die Radialcurve gar keine oder kaum spurweise angedeutete Abweichungen von der Norm darbietet. Dies gilt insbesondere von den Pulscurven seniler, marastischer Individuen, bei denen sich übrigens weder auffallende Anomalien der Herzthätigkeit, noch ungewöhnliche Störungen der Gehirnfunctionen nachweisen lassen. Fig. 25 — 28 zeigen uns die hierher gehörigen Veränderungen an den Carotiscurven mehrerer derartiger Individuen gleichsam in einer Reihe aufeinanderfolgender Entwickelungsphasen <sup>1)</sup>). Ueberblicken wir dieselben, so finden wir als gemeinsamen Grundzug die Annäherung an einen Pulstypus, welchen man, nach der von Landois vorgeschlagenen Terminologie <sup>2)</sup>), als anacrot oder anadierot bezeichnen müsste: der aufsteigende (d. h. der diesseits des geometrischen Curvenhöhepunktes liegende) Theil der Curve erscheint nämlich nicht als einfache ungebrochene, sondern als einmal gebrochene Linie; und zwar sehen wir die Stelle, an welcher diese Brechung erfolgt, von Fig. 25 — 28 immer tiefer (näher an die

<sup>1)</sup> Auch Fig. 13 und 14 gehören hierher; sie nähern sich, abgesehen von der dyspnoetischen Ausprägung der einzelnen Respirationsphasen, dem in Fig. 25 enthaltenen Bilde.

<sup>2)</sup> Landois, Anakrotie und Katakrotie der Pulscurven. Centralbl. 1865. No. 30.

Ursprungsstelle der Ascensionslinie) hinabrücken. Der absteigende (jenseits des geometrischen Curvenhöhepunktes liegende) Theil der Pulsecurve enthält in der Regel nur eine deutliche, der Grossincisur und Grossascension entsprechende, hochgelegene secundäre Welle. — Marey <sup>1)</sup> hat ähnliche Curven im Normalzustande bei Pferden, sowie auch bei atheromatöser Entartung an der menschlichen Radialis beobachtet, und Landois <sup>2)</sup> die Entstehungsbedingungen der Anakrotie zuerst experimentell (durch Versuche an elastischen Schläuchen) genauer erörtert. Wolff <sup>3)</sup> hat späterhin gezeigt, dass man dieselbe an der Radialis bei Menschen auch künstlich hervorrufen kann, wenn man die Brachialis am Oberarm einer unvollständigen Compression aussetzt, und bezeichnet verminderten arteriellen Blutdruck und verminderte Strömungsgeschwindigkeit des Blutes als die der Entstehung dieser Curvenformen zu Grunde liegenden Factoren. In den uns beschäftigenden Fällen muss es sich jedenfalls um eine wesentliche locale Veranlassung handeln, da, wie schon erwähnt, die Radialis in der Regel keine analogen Veränderungen darbietet. So lieferte z. B. der fast 70jährige Mann, dem die Carotiscurven Fig. 25 entnommen sind, zu derselben Zeit die in Fig. 29 dargestellte normale Greisenradialecurve. Als begünstigende locale Momente sind wahrscheinlich atheromatöse Prozesse, die ja gerade im Stromgebiet der Carotis ihren Lieblingssitz haben, vorzüglich zu betrachten. Indem nehmlich die Elasticität der Arterie durch den örtlichen Krankheitsprozess wesentlich vermindert ist, erreicht dieselbe nicht mit einem Male, sondern gleichsam absatzweise das Maximum der jedem Einzelpulse entsprechenden Erweiterung; es wird die Continuität der systolischen Expansion bereits vor Vollendung der letzteren durch eine von der Peripherie reflectirte negative Welle unterbrochen, welche sich an der Zeichnung als die im aufsteigenden Curvenabschnitt liegende Incisur (z. B. Fig. 26 bei i) darstellt. Der vorhandene kleinere oder grössere Rest der eigentlichen Ascensionslinie verschmilzt mit der sehr vergrösserten ersten secundären Ascension, so dass auch hier überall der Gipfel

<sup>1)</sup> Physiologie médicale de la circulation du sang. Paris 1863.

<sup>2)</sup> Die normale Gestalt der Pulscurven. Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1864. — Ueber die normale Gestalt der Pulscurven etc. Berl. klinische Wochenschr. 1864. No. 36.

<sup>3)</sup> L. c. S. 139.

der letzteren (die Spitze der ersten secundären Welle) den geometrischen Curvenhöhepunkt bildet.

Während wir im Vorhergehenden eine Reihe von Fällen kennen gelernt haben, in denen die Carotiscurve entweder die gleichen oder selbst weiter gehende pathologische Veränderungen darbietet als die Radialcurve, gibt es nun auch andererseits Krankheitszustände, in denen umgekehrt die Radialcurve (und oft noch mehr die Pediaeacurve) in bedeutendem Grade alterirt wird, während die Carotis an diesen Veränderungen gar nicht oder doch nur höchst unwesentlich theilnimmt. Dies ist unter anderen der Fall bei manchen Formen peripherischer und spinaler Paralysen, namentlich bei einem sehr interessanten und charakteristischen Krankheitsbilde, der sogenannten *Tabes dorsalis*. Wie ich an einem anderen Orte ausführlicher gezeigt habe, findet man in vorgeschrittenen Fällen dieses Leidens (besonders in solchen, die mit hochgradigen Sensibilitätsstörungen einhergehen) constant an der Radialis und noch intensiver an der Pediaea gewisse Veränderungen der normalen Curvenform, wovon uns die Radialcurven Fig. 30 und 33, die Pediaeacurven Fig. 31 und 34 Beispiele liefern. Um nur das Wesentlichste zu recapituliren, so zeigen die Radialecurven Fig. 30 entschiedene Annäherung an den unvollkommen dicroten, Fig. 33 selbst zum Theil den völlig dicroten Typus, indem die erste secundäre Welle anscheinend ganz verschwunden, die „Grossineisur“ bis auf das Niveau der Curvenbasis hinabgerückt ist. Die Pediaeacurven zeigen eine noch weiter gehende Entfernung von der ursprünglichen Polycrotie, so dass sich einzelne (wie in Fig. 31, m) mit scheinbar gänzlichem Verschwinden der secundären Wellen dem primitivsten Curvenbau, dem sogenannten monocroten Pulstypus annähern; charakteristisch ist aber ausserdem bei ihnen die äusserst geringe Amplitude und mangelnde Steilheit, die fast Sförmige Beschaffenheit der Ascensionslinie, welche der palpatorisch wahrzunehmenden Kleinheit und Weichheit dieser Pediaeapulse entsprechen (man vergleiche Fig. 31 und 34 mit den normalen Pediaeacurven Fig. 8). Wie ich am anderen Orte ausführlich entwickelt und zu begründen versucht habe, glaube ich diese Veränderungen, die ich nunmehr bei einer stets wachsenden Zahl vorgeschrittener Tabetiker ganz constant beobachtete, auf eine wesentlich reflectorisch zu Stande kommende Verminderung des spinalen Arterientonus im Gefässgebiete der unteren und eventuell

auch der oberen Extremität beziehen zu müssen. Wenn wir nun die den obigen Radial- und Pediaeapulsbildern entsprechenden Carotiscurven Fig. 32, 35 und 36 betrachten und Fig. 32 mit 30 und 31, Fig. 35 und 36 mit 33 und 34 vergleichen: so finden wir an den Carotiscurven nichts von den so charakteristischen Anomalien der ersteren, überhaupt keine erkennbaren Abweichungen von dem früher erörterten Normaltypus. Die Amplitude dieser Curven ist überall gross; Fig. 32 zeigt sogar die Formen der „grossen Carotiscurven“ in ganz ähnlicher Weise wie Fig. 1. Die Ascensionslinie ist demgemäß steil und kommt der Richtungslinie sehr nahe. Die erste secundäre Incisur ist überall deutlich markirt und befindet sich, wie an den normalen Carotiscurven gewöhnlich, in geringer Entfernung von der Gipfelpitze; auch die Grossincisur und Grossascension liegen verhältnissmässig viel höher als an den Extremitätencurven. — Diese Immunität der Carotis, welche man in der Mehrzahl selbst sehr vorgerückter Fälle der gewöhnlichen Tabes dorsalis beobachten kann, spricht offenbar zu Gunsten der von mir aufgestellten Ansicht, welche die Verminderung des arteriellen Tonus in einem mehr oder weniger umfangreichen Gefässabschnitt (je nach Sitz und Ausdehnung des tabetischen Prozesses) als Ursache der an den Extremitätencurven wahrnehmbaren Veränderungen betrachtet. Da die vasomotorischen Fasern der Kopfgefässe bereits aus dem Halstheile des Rückenmarks hervortreten und die Carotis ihre Gefässnerven vom Hals-Sympathicus empfängt, so braucht der arterielle Tonus der Kopfgefässe bei Störungen, welche in tiefer gelegenen Provinzen des Rückenmarks ihren Sitz haben, keine Veränderung zu erfahren, und es ist speciell die Möglichkeit einer reflectorisch zu Stande kommenden Tonusabnahme hier viel entfernter, falls nicht etwa die degenerativen Vorgänge sich bis auf die Hinterstränge und hinteren Wurzeln des Halsmarks fortgesetzt haben oder in dieser Region ihren ursprünglichen Ausgangspunkt hatten. — Bekanntlich gibt es nun auch Tabesfälle, in welchen anfangs die oberen und obersten Rückenmarksabschnitte und selbst einzelne an der Basis liegende Gehirntheile vorzugsweise afficirt erscheinen und die ganze Krankheit gleichsam einen descendirenden Verlauf einhält: Fälle, welche man, einer allerdings mehr symptomatologisch als anatomisch gestützten Eintheilung folgend, als Tabes basalis und cervicalis bezeichnet hat. In derartigen Fällen habe ich

nun öfters gesehen, dass auch die Carotiscurve eine zwar nicht sehr hochgradige, aber immerhin beachtenswerthe Annäherung an den unvollkommen dicroten Pulstypus darbot, wie dies unter anderen aus Fig. 37 und 38 hervorgeht (die entsprechenden Radialcurven sind in Fig. 39 und 40 gezeichnet).

Auch in einem Falle von progressiver Muskelatrophie in welchem aus der Analyse der Symptome (namentlich aus dem Verhalten der galvanischen Reaction) auf eine Beteiligung des Halsmarks, respective der austretenden Cervicalwurzeln mit grösster Wahrscheinlichkeit geschlossen werden konnte, erhielt ich an der Carotis die dem Dierotismus sich annähernden Curven Fig. 41, an der Radialis die der palpatorischen Schwäche und Kleinheit des Pulses entsprechenden Pulsbilder Fig. 42.

In einem Falle von äusserst hochgradiger peripherischer Atrophie der rechten Ober-Extremität (aus traumatischer Veranlassung) erhielt ich an der Radialis dieses Armes die Fig. 43 dargestellten, kleinen und völlig dicroten Pulscurven, während dagegen die Carotiscurven derselben Seite (Fig. 44) keine Abweichung von der Norm darboten.

Diese Beispiele zeigen, wie maassgebende Aufschlüsse wir von der graphischen Exploration der Carotis im Verein mit der gleichzeitigen Untersuchung anderer Körperarterien für die Diagnostik localer Circulationsanomalien, namentlich regionärer Differenzen des Arterientonus in bestimmten Gefässabschnitten und der ibnen zu Grunde liegenden Functionstörungen einzelner Theile des Nervenapparates erwarten dürfen. Wahrscheinlich wird sich die graphische Untersuchung der Carotis auch für eine andere Reihe von Krankheitszuständen, für die primären Erkrankungen des Circulationsapparates, in nicht unfruchtbarer Weise verwerthen lassen; doch bot sich mir bisher nicht genügendes Material, um die Untersuchungen auch nach dieser Richtung hin förderlich zu erweitern.

### Erklärung der Abbildungen.

Tafel IV u. V.

Fig. 1—6. Normale Carotiscurven.

Fig. 3 bei 1. Erste secundäre Incisur und Ascension.

Fig. 6 bei 2. Zweite secundäre Ascension.

Fig. 7. Normale Radialcurve.

- Fig. 8. Normale Pediaeacurve (I Inspiration).
- Fig. 9 u. 10. Normale Radialcurven (I Inspiration).
- Fig. 11 u. 12. Carotiscurven mit stark ausgesprochenen Respirationsphasen, (E Expiration, I Inspiration) bei vorwiegend costaler Respiration; in Fig. 12 zugleich modifiziert durch geringe Pulsbeschleunigung und Temperaturerhöhung, ohne wesentliche Dyspnoe.
- Fig. 13 u. 14. Carotiscurven eines älteren Emphysematikers mit Dyspnoe, Beteiligung der accessorischen Inspirationsmuskeln der seitlichen Halsgegend. Beide Figuren zeigen zugleich die für die Carotiscurven seniler, marastischer Individuen charakteristischen Veränderungen.
- Fig. 15 u. 16. Carotiscurven mit Annäherung an den dicroten Typus bei starker fiebigerhafter Pulsbeschleunigung und Temperaturerhöhung.
- Fig. 17. Curve der rechten Radialis bei frischer apoplektischer Hemiplegia sinistra.
- Fig. 18. Curve der linken Radialis bei demselben Kranken.
- Fig. 19 u. 20. Carotiscurven bei frischer apoplektischer Hemiplegie älterer Individuen. Bei g zeigt sich der scheinbare Curvengipfel deutlich aus zwei Wellen (der primären Pulswelle und der sehr nahe gerückten ersten secundären Welle) bestehend. Bei f ist der sehr kurze rechte Schenkel der primären Welle verwischt (durch Reibung des Hebels auf der Platte). Der Höhepunkt der Curve wird durch den Scheitel der ersten secundären Welle gebildet.
- Fig. 21. Radialcurve des nicht gelähmten (linken) Arms bei demselben Kranken.
- Fig. 22. Radialcurve des gelähmten (rechten) Arms bei demselben Kranken.
- Fig. 23. Carotiscurve desselben Kranken, 3 Wochen später bei wieder verstärkter Herzaktion aufgenommen.
- Fig. 24. Radialcurve der nicht gelähmten Seite im Re却onvalescenzstadium (Annäherung an die normale Greisenradialcurve).
- Fig. 25—28. Carotiscurven bei senilen marastischen Individuen mit hervortretender Anacrotie (z. B. Fig. 26 i), in Folge von verminderter Elasticität der Arterienwandungen?
- Fig. 29. Normale Greisenradialcurve eines 70jährigen Mannes, gleichzeitig mit den in Fig. 25 dargestellten Carotiscurven gewonnen.
- Fig. 30. Radialcurve
- Fig. 31. Pediaeacurve } in einem Falle von Tabes dorsalis.
- Fig. 32. Carotiscurve }
- Fig. 33. Radialcurve
- Fig. 34. Pediaeacurve } in einem anderen Falle von Tabes dorsalis.
- Fig. 35 u. 36. Carotiscurven }
- Fig. 37 u. 38. Carotiscurven bei Fällen von sog. Tabes basalis und cervicalis.
- Fig. 39 u. 40. Die zugehörigen Radialcurven.
- Fig. 41. Carotiscurve } bei Atrophie muscularis progressiva.
- Fig. 42. Radialcurve } bei Atrophie muscularis progressiva.
- Fig. 43. Curve der rechten Radialis bei peripherischer (traumatischer) Atrophie und Lähmung des rechten Arms.
- Fig. 44. Curve der rechten Carotis desselben Kranken.