

durch die roten Blutkörperchen geschieht. Man braucht infolgedessen auch die Flüssigkeit nicht erst zu verdünnen, was stets mit Nachteilen für die Lebensdauer und die Beweglichkeit der Mikroorganismen verbunden ist. Infolgedessen halten sich die Trichomonaden ausgezeichnet im Präparat und bieten eins der schönsten und dankbarsten Bewegungsobjekte dar. Diese Trichomonasart, die der *Trichomonas vaginalis* der Frau außerordentlich ähnelt, hat 3 Geißeln, die am Vorderende entspringen, und eine undulierende Membran. Der Randfaden dieser Membran läuft am Hinterende in eine 4. freischwingende Geißel aus (Abb. 23 und 24). Im Gegensatz zu den Spirillen arbeiten die Vordergeißeln nicht als gemeinsamer Strang, sondern jede Geißel für sich, was deutlich in den Bildern zum Ausdruck kommt.

Die undulierende Membran bildet eine Linie mit meist 4, selten mehr, scharf hervorspringenden Zacken. Die Form dieser Linie ist aber nicht konstant, sondern kann bei manchen Individuen wechseln, dergestalt, daß statt der spitzen Zacken ausgesprochene Rechteckfiguren gebildet werden, was einen höchst eigenartigen Eindruck hervorruft und in der Bildfolge 25a—d an einem Individuum verfolgt werden kann.



Abb. 25a—d. Trichomonade mit wechselnder Form ihrer undulierenden Membran.

auf dem Wege über die Vena anonyma und die obere Hohlader in das rechte Herz. Es erscheint empfehlenswert, hierbei den Weg vom linken Arm aus zu wählen, da wegen der Rechtslage der großen venösen Sammelgefäße die linke Vena anonyma länger ist und in einem sanfteren Bogen in die obere Hohlader einmündet.

Nachdem die Versuche an der Leiche geglückt waren, unternahm ich die ersten Versuche am lebenden Menschen im *Selbstversuch*. Zunächst ließ ich mir in einem Vorversuch von einem Kollegen, der sich mir für diesen Zweck liebenswürdigerweise zur Verfügung stellte, die rechte Ellenbogenvene mit einer dicken Nadel punktieren. Ich führte dann, wie

DIE SONDIERUNG DES RECHTEN HERZENS*.

Von

Dr. WERNER FORSSMANN.

Aus der II. Chirurgischen Abteilung des Auguste Viktoria-Heims zu Eberswalde
(Oberarzt: San.-Rat Dr. R. SCHNEIDER).

Bei plötzlichen Gefahrzuständen, die den Kranken durch Aussetzen der Herztätigkeit drohen, also bei akutem Kollaps, bei Herzkrankheiten, oder auch bei Narkosezwischenfällen und Vergiftungen ist man gezwungen, eine schnelle örtliche Arzneibehandlung vorzunehmen. In solchen Fällen bleibt oft als einzige Rettung der Versuch einer intrakardialen Injektion, die dann gelegentlich lebensrettend wirken kann. Trotzdem bleibt die intrakardiale Injektion immer ein gefährliches Unternehmen wegen der zahlreichen Fälle, bei denen es bei der Durchstechung der Herzwand zu einer Verletzung der Kranzgefäße und ihrer Äste, und damit zu einer Blutung in den Herzbeutel und durch Herztamponade zum Tode kam. Ebenso kann Verletzung des Brustfelles einen tödlichen Pneumothorax herbeiführen. Derartige Zwischenfälle geben die Veranlassung, mit der intrakardialen Injektion bis zum letzten Augenblicke zu warten, und es geht so oft kostbare Zeit für die örtliche Anwendung eines Arzneimittels am Herzen selbst verloren. Diese Erfahrungen veranlaßten mich, nach einem neuen Wege zu suchen, auf dem man gefahrloser in das Herz eindringen kann, und so versuchte ich die *Sondierung des rechten Herzens vom Venensystem aus*.

Die *Anatomie* des Venensystems bringt es mit sich, daß man von jeder Stelle aus, abgesehen natürlich vom Pfortadergebiet, in den Gefäßen zum Herzen kommt. Da man mit der Sonde in der Stromrichtung vorwärts geht, hat man keine Widerstände zu überwinden, denn die Klappen sind ja dem Rückstrom entgegen gestellt, an ihnen gleitet die Sonde widerstandslos vorüber. Ebenso ist ein Verirren an den Teilungsstellen der Gefäße unmöglich, da sie immer einen spitzen Winkel bilden, dessen Scheitel in der Stromrichtung liegt.

Diese Überlegungen haben sich mir bei *Versuchen an der Leiche* bewährt. Ich sondierte von einer beliebigen Vene der Ellenbeuge aus herzwärts und gelangte, ohne auf Widerstand zu treffen, mit federleichtem Gleiten bis in die rechte Herzkammer, wo sich der Sonde der erste Widerstand bot. Die Lage der Sonde wurde nachher bei der Leichenöffnung nachgeprüft. Wir gleiten dabei in der Vena cephalica oder auch der Vena brachialis aufwärts, in der die Sonde auch tastbar ist, kommen durch die Mohrenheimsche Grube unter dem Schlüsselbein hindurch in die Vena subclavia und von dort

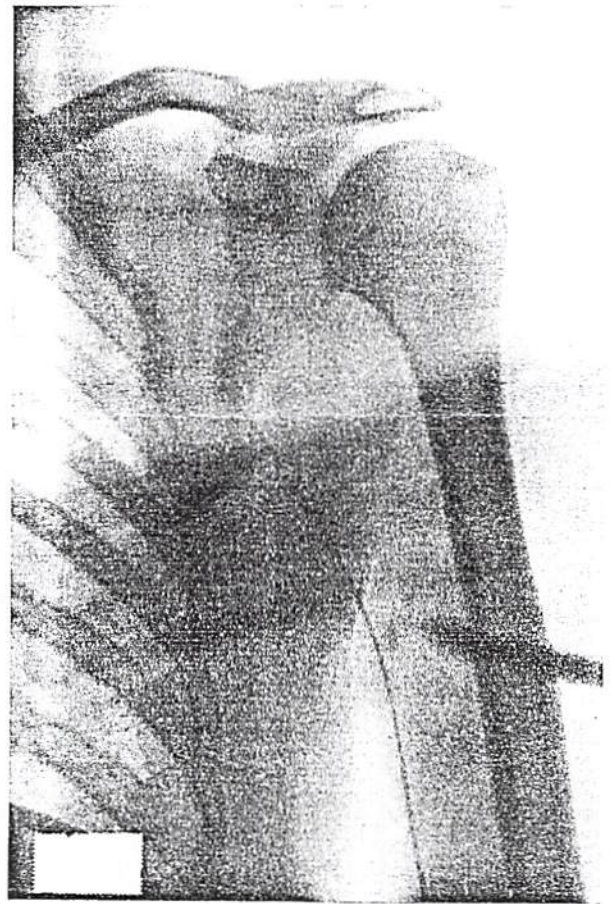


Abb. 1. Der Katheter ist in der rechten Vena cephalica bis zur Höhe der Achselhöhle eingeführt.

bei den Versuchen an der Leiche, einen gut geölten Ureterenkatheter von 4 Charrières Dicke durch die Kanüle in die Vene ein. Der Katheter ließ sich spielend leicht 35 cm hoch einführen. Da dem Kollegen ein Weitergehen zu gefährvoll erschien, brachen wir den Versuch ab, bei dem ich mich vollständig wohlfühlte. Nach einer Woche unternahm ich allein einen weiteren Versuch. Ich machte in örtlicher Betäubung, da sich eine Venenpunktion mit dicker Nadel am eigenen Körper technisch zu schwierig gestaltet, eine Venaesectio in meiner linken Ellenbeuge und führte den Katheter widerstandslos in seiner ganzen Länge, 65 cm, ein. Diese Strecke erschien mir nach einer Messung auf der Körperoberfläche dem Wege von der linken Ellenbeuge bis zum Herzen zu ent-

* Abgeschlossen am 13. September 1929.

sprechen. Beim Einführen des Katheters hatte ich lediglich während des Gleitens an der Venenwand ein Gefühl leichter Wärme, ähnlich, wie wir es bei intravenösen Einspritzungen von Calciumchlorid empfinden. Bei ruckweiser Bewegung stauchte sich der Katheter an der oberen und hinteren Wand der Schlüsselbeinvene, ich spürte eine besonders intensive Wärme hinter dem Schlüsselbein unter dem Ansatz des Kopfwinders; gleichzeitig, wohl durch Reizung von Vagusästen, einen leichten Hustenreiz.

Die Lage des Katheters überprüfte ich im Röntgenbild, und zwar beobachtete ich das Verschieben des Katheters selbst in einem von einer Schwester vor den Durchleuchtungsschirm gehaltenen Spiegel.

Im ersten Bilde sehen wir den Schatten des kontrastgebenden Katheters bis in die rechte Achselhöhle hinauf-

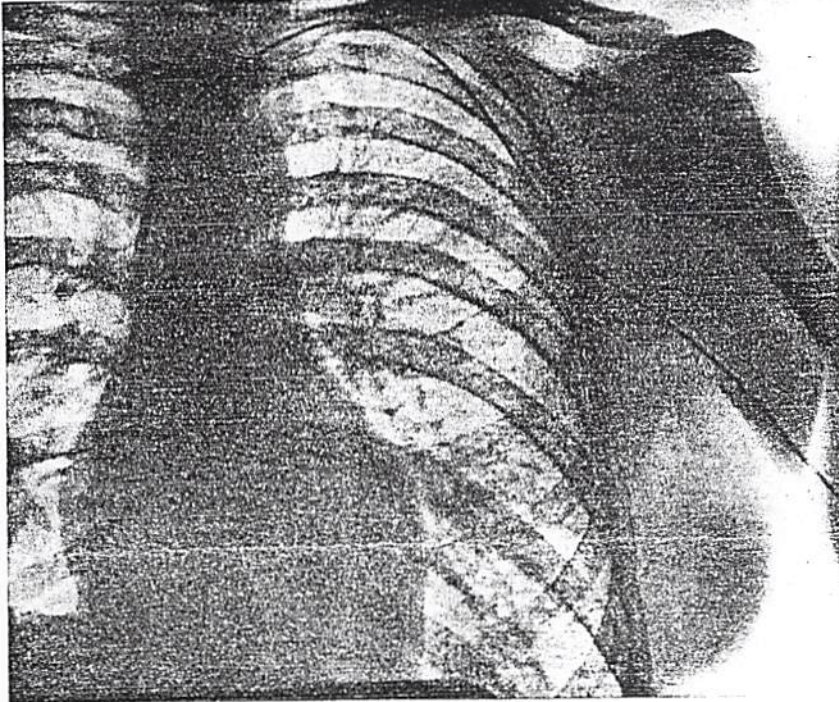


Abb. 2. Der Katheter reicht von der linken Vena cephalica herabkommend bis in die rechte Vorkammer.

laufen (Fernaufnahme). Im zweiten Bilde sehen wir das Lichtbild des zweiten Versuches: Der Katheter liegt, vom linken Arme gerade heraufkommend, auf der Brustwand, er verschwindet hinter dem Schlüsselbein und macht in der Höhe der Einmündungsstelle der linken Drosselvene einen Bogen nach unten, legt sich an den rechten Rand des Gefäßschattens und läßt sich dort — teilweise gedeckt vom Randschatten der Wirbelsäule — bis in die rechte Vorkammer verfolgen. Zu einer weiteren Sondierung reichte die Länge des Katheters nicht aus.

Irgendwelche anderen als die oben beschriebenen Empfindungen, ich achtete besonders auf Reizerscheinungen von seiten des Reizleitungssystems des Herzens, konnte ich nicht feststellen. Auch den in unserer Anstalt ziemlich weiten Weg vom Operationssaal zur Röntgenabteilung, auf dem ich auch Treppen steigen mußte, mit im Herzen liegender Sonde zu Fuß zurückzulegen, war nicht mit Unannehmlichkeiten verknüpft. Einführung und Ausführung des Katheters waren vollständig schmerzlos, nur mit den oben beschriebenen Empfindungen verbunden. Auch später konnte ich nichts Nachteiliges an mir feststellen, abgesehen von einer leichten Entzündung an der Stelle der Venaesectio, die wohl auf mangelhafter Asepsis bei der Selbstoperation beruht. Eine Verletzung der Venenwand, und damit eine Gefahr der Gerinnung oder der Thrombosebildung halte ich bei der spielend leichten Beweglichkeit der gut geöhlten Sonde für ausgeschlossen. Es sind

ja auch namentlich aus der Kriegs- und Nachkriegsliteratur genügend Fälle bekannt, bei denen ein monatelanges Verweilen von Fremdkörpern im Herzen keine Störungen auslöste. Ebenso ist von VOLKMANN ein Fall beschrieben worden, bei dem eine Punktionsnadel, ohne Schaden hervorzurufen, 15 Minuten in der rechten Herzkammer liegengelassen wurde. Bekannt sind ferner die schon im Jahre 1861 von CHAUVEAU und MAREY unternommenen Blutdruckmessungen beim Tier durch Einführung der Meßinstrumente bis in das Herz von der Drosselvene und Halsschlagader aus. Sämtliche Arbeiten beweisen die Ungefährlichkeit derartiger Eingriffe am Herzen. Selbstverständlich ist bei Thromboseneigung, sowie bei schon bestehender Thrombose, Vorsicht geboten.

Die erste Gelegenheit der klinischen Anwendung bot mir ein Fall von allgemeiner eitriger Bauchfellentzündung im Anschluß an eine durchgebrochene Entzündung des Wurmfortsatzes.

Die Kranke befand sich in einem außerordentlich schlechten Zustande und bot das Bild einer schweren allgemeinen Kreislaufstörung — kleiner weicher, stark wechselnder Puls, blaue Flecke an den Gliedmaßen, mühsame oberflächliche Atmung, Trübung des Bewußtseins. Um 9 Uhr 30 Minuten wurde eine Venaesectio am rechten Arm vorgenommen und der Katheter eingeführt. Ein sich bei ungefähr 30 cm bietender Widerstand wurde durch Erheben des Armes leicht überwunden, und der Katheter 60 cm weit eingeführt. Es folgte eine 1stündige Dauerinfusion von 1 l Traubenzuckerlösung mit 0,002 Suprarenin, hydrochlor. und 0,001 Strophanthin, während deren sich innerhalb von Minuten eine sichtbare Besserung zeigte. Der Puls wurde langsam und kräftig, Atmung und Bewußtsein normal. Nach der Infusion wurde $\frac{1}{4}$ ccm Citratlösung durch den Katheter gespritzt und das Mandrin eingeführt. Um 12 Uhr 30 Minuten kam es zu einer sehr starken Verschlechterung des Zustandes der Kranken, daraufhin wiederholte ich die Infusion ohne Strophanthin. Nach leichter vorübergehender Besserung trat um 15 Uhr 10 Minuten der Tod ein. Die Herzstätigkeit überdauerte die Atmung um 6 Minuten. Ich ließ den Katheter liegen und fand ihn bei der Leichenöffnung wie beabsichtigt von der Vena cephalica bis in den rechten Vorhof reichend; von dort aus ging er noch 2 cm in die untere Hohlvene. Eine Veränderung der Gefäßinnenhaut und der Klappen war nicht festzustellen, auch keine Thrombenbildung; es waren lediglich einige Leichengerinnsel im Gefäß zu finden, genau wie am anderen Arm.

Der Befund zeigt, daß auch ein $6\frac{1}{2}$ stündiges Verweilen des Katheters in einem geschwächten Organismus keine krankhaften Veränderungen in den Blutadern und im Herzen hervorruft. Bemerkenswert ist, daß im Unterschied zum Leichenversuch der Katheter nicht in die Herzkammer, sondern in die untere Hohlvene vordrang. Dieser Widerspruch erklärt sich dadurch, daß bei der Leiche die Blutadern zusammengefallen sind, und der Katheter daher die große Öffnung in die Kammer benutzt, während beim Lebenden die weit geöffnete untere Hohlader, die in der gleichen Richtung, wie die obere liegt, dem Katheter geradezu als Weg vorgeschrieben ist. Hier muß die Erfahrung noch lehren, in welchem Zahlenverhältnis der Weg von der Ellenbeuge zum Herzen zur Körperlänge steht, um nicht zu weit über das Herz hinauszugelangen.

Ich empfehle, die von mir ausgearbeitete Methode nachzuprüfen, und zwar an geeigneter Stelle mittels Punktion der Vene, bei schweren Zwischenfällen mit Venaesectio. Ich möchte hierzu noch bemerken, daß man selbstverständlich nicht an die Gefäße des Armes gebunden ist, sondern unter Berücksichtigung der jeweiligen anatomischen Verhältnisse gegebenenfalls von jeder anderen beliebigen Stelle des Körpers ausgehen kann. Meine Methode erscheint mir deshalb besonders vorteilhaft, weil sie den gefährlichen Weg durch Brustwand und Herzmuskel, und damit auch den gefürchteten Perikardshock, vermeidet und über einen natürlichen Weg zum Herzen vordringt. Sie eignet sich auch für besonders

eilige Fälle, da sie sich in kürzester Zeit — das Verschieben des Katheters erfordert nur eine Zeit von 3—4 Sekunden — ausführen läßt. Sie ist auch deswegen brauchbar, weil sie, wie meine Versuche beweisen, sowohl bei daniederliegendem Kreislauf, als auch bei guter Herzfähigkeit ausführbar ist. Bei schlechtem Kreislauf ist natürlich auch eine zentrale Infusion bedeutend schneller und stärker wirksam, als eine periphere, die erst des Transportes bedarf. Ebenso ist durch Absaugen des Blutes mit der Rekordspritze durch den Katheter die Möglichkeit einer Entlastung des rechten Herzens, eines zentralen Aderlasses gegeben. Bezüglich der verschiedenen therapeutischen Indikationen verweise ich auf die ausgezeichnete zusammenfassende Arbeit von HENSCHEN über die Wiederbelebung des Herzens. Ich möchte nur ausdrücklich noch einmal darauf hinweisen, daß es namentlich bei Narkosezwischenfällen und Shocktod wichtig ist, nicht die für die Wiederbelebung nutzbare Höchstzeit von 10—15 Minuten zu versäumen.

Für nützlich halte ich das Verfahren ferner zur Ausführung langsamer intravenöser Einspritzungen, wie sie z. B. bei der Verabreichung der Gallenblasen- und Nierenbeckenkontrastmittel erforderlich sind, oder auch für Infusionen. Man führt dann eben den Katheter nur kurze Strecken, 25—30 cm ein (vgl. Abb. 1) und ist dann in der Lage, durch die Sonde, ohne das Verlieren der Vene fürchten zu müssen, beliebig langsam zu injizieren.

Man hält zu diesem Zwecke den Ureterenkatheter steril in sterilem Olivenöl vorrätig, ebenso wie die passenden Kanülen. Ich wähle deshalb ein Nahrungsfett, und kein indifferentes Gleitmittel, wie z. B. Paraffinum liquidum, weil eventuelle ganz kleine capilläre Fettembolien der Lungen hier sofort durch die fettspaltenden Fermente des Blutes verseift und beseitigt werden können. Daß auch das Mandrin, um es leicht handhaben zu können, gut eingefettet sein muß, bedarf wohl kaum einer Erwähnung.

Zum Schluß möchte ich darauf hinweisen, daß die von mir angewandte Methode zahlreiche Ausblicke auf neue Möglichkeiten für Stoffwechseluntersuchungen und Untersuchungen der Herzfähigkeit eröffnet, denen ich bereits nachgehe.

Literatur: L. ASCHOFF, Pathologische Anatomie 1923. — ESCH, Münch. med. Wschr. 1916, 786. — HENSCHEN, Die Wiederbelebung des Herzens durch peri- und intrakardiale Injektion, durch Herzaderlaß und Herzinfusion. Schweizer med. Wschr. 1, 261—270 (1920). — LANDOIS-ROSEMANN, Lehrbuch der Physiologie des Menschen, 1923. — E. VOGT, Verh. deutsch. Ges. Chir. 45, 26. — VOLKMANN, Med. Klin. 1917, Nr 52, 1357.

DARSTELLUNG DER NIERE UND HARNWEGE IM RÖNTGENBILD DURCH INTRAVENÖSE EINBRINGUNG EINES NEUEN KONTRASTSTOFFES, DES UROSELECTANS*.

Von

Dr. M. SWICK, New York.

Aus der Medizinischen Abteilung des Altonaer Krankenhauses (Prof. Dr. LICHTWITZ) und

d. Urol. Abt. des St. Hedwig-Krankenh. in Berlin (Prof. Dr. v. LICHTENBERG).

Das von Prof. BINZ und Dr. RÄTH dargestellte Selectan-Neutral ist in der Medizinischen Abteilung des Altonaer Krankenhauses seit längerer Zeit bei Kokkeninfektionen der verschiedensten Art versucht worden. Therapeutische Erfolge bei Infektionen der Gallenblase und der ableitenden Harnwege legten es nahe, die Ausscheidung zu untersuchen. Es wurde festgestellt, daß diese sowohl durch die Niere als auch in die Galle erfolgt (Dr. ERBACH).

Das führte zu der Frage, ob das Selectan-Neutral, dessen Verträglichkeit sich im Verhältnis zu seinem Jodgehalt (54%) als ziemlich gut erwiesen hatte, bei intravenöser oder peroraler Darreichung als röntgenologische Kontrastsubstanz anwendbar sei.

* Nach einem auf der IX. Tagung der D. Ges. f. Urologie in München gehaltenen Vortrag. Die Arbeit wurde mit Hilfe der Emanuel Libman-Fellowship-Stiftung ausgeführt.

Der erste Versuch am Tier zeigte keine Darstellung der Gallenblase, sondern ein so gutes Hervortreten des Nierenschattens, daß die Versuche auf die Richtung Niere und Harnwege beschränkt wurden.

Diese erste, für die weitere Entwicklung der Untersuchung grundlegende Phase der Arbeit braucht hier nur kurz dargestellt zu werden.

Vorversuche am Tier ergaben, daß 0,2 g pro Kilogramm Tier ohnehin nachweisbare Störung vertragen wurde, daß bei 0,33 g vorübergehende leichte Störungen des Allgemeinbefindens auftraten. Für den Menschen von 60 kg Gewicht würde sich daraus als obere Grenze 18 g Substanz (gleich ca. 9 g Jod) ergeben. In unseren Versuchen am Menschen sind wir immer ein gut Teil unter dieser Dosis geblieben. Es zeigte sich in der Verträglichkeit starke individuelle Unterschiede. Bei manchen Menschen trat Kopfschmerz, Übelkeit und Erbrechen auf. In keinem Fall aber kam es zu Erscheinungen, die geeignet waren, uns auf dem eingeschlagenen Wege aufzuhalten. Wir haben auch perorale Anwendungen versucht und gesehen, daß bei etwa gleichem Bilderfolg die Nebenwirkungen in derselben launischen Weise auftraten wie bei intravenöser.

In allen Fällen wurde eine gute Darstellung der Blase erreicht; es schien, daß auch der Nierenschatten deutlicher hervortrat. In 2 Fällen von Schrumpfnieren trat die Kleinheit der Niere in Erscheinung. Vom Nierenbecken und Ureter erhielten wir beim Tier zuweilen unvollständige Bilder, beim Menschen wurde eine Darstellung nur in 2 Fällen nach Abdrosselung des Harnleiters durch Einführung eines dicken Bougies erreicht.

Die gewonnenen Bilder waren ausreichend, um die Entwicklungsfähigkeit der Methode zu demonstrieren und an der Arbeit festzuhalten; sie waren nicht ausreichend zur Reproduktion und hielten den Vergleich mit Abbildungen nicht aus, die mit anderen Methoden gewonnen wurden. Es ergab sich die Notwendigkeit, das Präparat zu modifizieren im Sinne der besseren Verträglichkeit, um höher dosieren zu können. Zu erstreben war außerdem eine Steigerung der Affinität zur Niere, um eine höhere Konzentration im Harn zu erzielen. In dieser Richtung konnte größere Löslichkeit von Bedeutung sein,



Abb. 1. Rezidivierende, doppelseitige Pyelonephritis bei 22-jähriger Patientin ohne Auffußbehinderung. Leichte Dilatation der Kelche.



Abb. 2. Harnleiterstein links, in der Höhe zwischen 3. und 4. Lendenwirbel bei 31-jähriger Patientin. Die Stauung oberhalb des Konkrements gut dargestellt, auch die atonische Störung des Harnleiters unterhalb des Steins. Rechts normale Harnwege.