

(Aus dem Institut für allgemeine und experimentelle Pathologie der Universität  
Wien [Prof. C. J. Rothberger].)

## Experimentelle Untersuchungen über das Elektrokardiogramm bei Ableitung vom Oesophagus.

Von

A. de Chatel (Szeged) und Raym. Hussey (Baltimore)<sup>1</sup>.

Mit 4 Textabbildungen.

(Eingegangen am 23. September 1936.)

Es ist schon oft angestrebt worden, nähere Aufschlüsse über die Tätigkeit des Herzens und besonders der Vorhöfe dadurch zu gewinnen, daß man versuchte, mit dem Rezeptor vom Oesophagus aus möglichst nahe an das Herz heranzukommen. Mechanische Aufnahmen mit Sonden, die am unteren Ende mit einem Ballon versehen waren, sind von *Young* und von *Hewlett*<sup>2</sup> gemacht worden, dann von *Minkowski*<sup>3</sup> (1907), *Rautenberg*<sup>4</sup> (1907—1909), *Joachim*<sup>5</sup> (1908), *Janowski*<sup>6</sup> (1908—1910) und von *Clerc* und *Esmein*<sup>7</sup> (1910).

Nach der Einführung der Elektrokardiographie in die Klinik lag es nahe, eine Ableitung vom Oesophagus aus zu versuchen. Der Erste der daran gedacht hat, scheint *M. Cremer*<sup>8</sup> gewesen zu sein, der bei einem Berufsdegenenschlucker eine Silberelektrode von 1,5 cm Durchmesser und nicht weniger als 10 cm Länge verwendete. Er sagt mit Recht, dies sei die direkteste Ableitung, die ohne Verletzung möglich ist. Dieser Gedanke scheint dann vergessen worden zu sein, denn erst viel später berichteten *Baur* und *Böhme*<sup>9</sup> über ähnliche Versuche. Sie haben in 42 Fällen mit einer Duodenalsonde unter Röntgenkontrolle von der Speiseröhre aus das Ekg. aufgenommen und dabei immer eine typische Vorhofschwankung erhalten, wenn die Elektrode in der Höhe des linken Vorhofbogens lag. Dieses P war steil, diphasisch (— +) und besonders deutlich bei Mitralfehlern. Je mehr die Elektrode vom Vorhof weg nach unten oder oben entfernt wurde, um so flacher wurde die P-Zacke;

<sup>1</sup> Die erste Reihe der hier beschriebenen Versuche wurde im Frühjahr 1935 von *de Chatel* ausgeführt (13 Versuche), die zweite Reihe im Juni 1936 von *Hussey* 11 (Versuche). — <sup>2</sup> *Young* u. *Hewlett*: J. metabol. Res. 1907, 427. — <sup>3</sup> *Minkowski*: Dtsch. med. Wschr. 1906 II, 1248. — Z. klin. Med. 62, 371 (1907). — <sup>4</sup> *Rautenberg*: Berl. klin. Wschr. 1907 I, 657. — Dtsch. Arch. klin. Med. 91, 251 (1907). — Z. klin. Med. 65, 106 (1908). — Münch. med. Wschr. 1909 I, 378. — <sup>5</sup> *Joachim*: Dtsch. med. Wschr. 1908 II, 2207. — Berl. klin. Wschr. 1908 I, 911. — <sup>6</sup> *Janowski*: Wien. med. Wschr. 1908 II, 2018, 2084. — Z. klin. Med. 70, 211 (1910). — Rev. Méd. 30, 631 (1910). — Die funktionelle Herzdiagnostik. Berlin 1910. — <sup>7</sup> *Clerc* and *Esmein*: Arch. Mal. Cœur 3, 1 (1910). — <sup>8</sup> *Cremer*: Münch. med. Wschr. 1906. — <sup>9</sup> *Baur* u. *Böhme*: Verh. dtsh. Ges. inn. Med. 1923, 96. — *Baur*: Dtsch. Arch. klin. Med. 145, 129 (1924).

nach oben zu wurde sie schließlich einphasisch positiv, nach unten zu einphasisch negativ. In einem Falle, wo bei der Extremitätenableitung (I und II) kein P zu sehen war, kam es bei der Oesophagusableitung deutlich zum Ausdruck; in einem Falle von partiellem Block wurde ein P mit Nachschwankung erhalten. Die Sonde wurde mit dem rechten Armkabel verbunden, der andere Pol der Saite mit dem linken Arm oder Fuß oder mit einer in der Herzgegend eingestochenen Nadel; am besten bewährte sich die Ableitung Oesophagus — linkes Bein. Die auf diese Weise erhaltene P-Zacke dauerte länger als das P der Extremitätenableitung und stand näher zur Anfangsschwankung. Auch pathologische Fälle wurden untersucht. Wir haben über diese Versuche eingehender berichtet, weil sie schon das Wesentliche enthalten und doch in den neueren Arbeiten nicht erwähnt werden.

*Savjaloff*<sup>1</sup> verwendete bei Kranken, die nach Kehlkopfexstirpation eine Trachealkanüle trugen eine intrapulmonale Ableitung, wobei nach Einführung mehrerer Sonden ein stereometrisches Ekg. gewonnen werden sollte.

Neuerlich ist *Luisada*<sup>2</sup> wieder auf die Oesophagusableitung zurückgekommen, aber mit einer interessanten Modifikation. Er verwendete einen Uretherenkatheter, der am unteren Ende zwei Silberringe trug; diese waren nur 1 cm voneinander entfernt und mit isolierten Drähten verlötet, die aus der Sonde herausführten und mit dem Galvanometer verbunden werden konnten. Die Sonde wird vom Mund aus bis zur Nähe des linken Vorhofes vorgeschoben und es soll dann nur der Aktionsstrom des linken, nicht der des rechten Vorhofes zur Geltung kommen, während die Kammern nur kleine Ausschläge erzeugen. Um den Aktionsstrom des rechten Vorhofes zu gewinnen, wird eine Elektrode an die Zungenwurzel, die andere auf den Proc. xiphoides gelegt. Wurde der eine Ring der Oesophaguselektrode mit dem Basispol der Saite verbunden, der Spitzenpol aber mit der Regio supraclavicularis, so stellte die Vorhofzacke den Aktionsstrom beider Vorhöfe dar (mit geringem Überwiegen des linken); es ist dann P höher als die Anfangsschwankung des Kammer-teiles. Mit dieser Ableitung hat *Luisada* auch klinische Untersuchungen an Kranken mit Störungen der Vorhoffunktion ausgeführt, ebenso sein Schüler *S. Laufer*<sup>3</sup>. Nach *Luisada* gibt die Oesophagusableitung elektiv das Potential des linken Vorhofes wieder; trotzdem kann, entgegen den übrigen Ableitungen die P-Zacke positiv und spitz sein (l. c. Abb. 2). Interessant ist (l. c. Abb. 3), daß während einer Links-Extrasystole nur in der Oesophagusableitung ein spitzes P zu sehen war, während es bei den übrigen Ableitungen mit dem Kammer-teil verschmolz, der in der Oesophagusableitung kaum zur Geltung kam. Bei der Ableitung vom Mund

<sup>1</sup> *Savjaloff*: Z. Kreislaufforsch. 1928, 584; 1929, 705. — <sup>2</sup> *Luisada*: Klin. Wschr. 1935 I, 160. — <sup>3</sup> *Laufer, S.*: Arch. Mal. Cœur, Febr. 1935. — Z. klin. Med. 127, 678 (1935). — *Laufer e Rubino*: Clin. med. ital. 67 (1936).

zum Schwertfortsatz, wo das Potential des rechten Vorhofes vorherrschen soll, wurde das P-R-Intervall länger gefunden als bei der Oesophagusableitung.

Ungefähr gleichzeitig mit *Luisada* haben die Amerikaner *Lieberson* und *Liberson*<sup>1</sup> über ähnliche Versuche berichtet, wobei vom Oesophagus und vom linken Bein oder dem rechten Arm abgeleitet wurde. In einem im April 1935 gehaltenen Vortrag berichtete *Fred. Howard*<sup>2</sup> über Versuche mit einer Oesophaguselektrode, deren Lage allerdings nicht näher angegeben wird, und zwar bei Gesunden und in einem Falle von Leitungsstörung. Weitere klinische Untersuchungen liegen vor von *Rubino*<sup>3</sup> und von *Brown*<sup>4</sup>. In dieser gründlichen Arbeit, in der freilich weder die deutschen noch die italienischen Untersuchungen erwähnt werden, wird nach Erörterung der anatomischen Verhältnisse gezeigt, daß die Oesophaguselektrode hinter den linken Vorhof zu liegen kommt, während der rechte Vorhof nach rechts gerichtet ist. Wird die Elektrode tiefer eingeschoben, so kommt sie hinter die Basis des linken Ventrikels zu liegen (die Lage wurde immer röntgenologisch festgestellt). Die Ableitung wurde, abweichend von *Luisada* so vorgenommen, daß das rechte Armkabel mit der Sonde, das linke Kabel mit dem linken Bein verbunden war. Diese schon von früheren Autoren angewendete Ableitung ist also im Sinne von *Wilson* eine halbdirekte Ableitung, bei welcher in erster Linie das Potential der herznahen Elektrode, in diesem Falle also des Vorhofes, zur Geltung kommt. In dem 1. Teil der Arbeit behandelt *Brown* die normalen Verhältnisse, die Vorhofsextrasystolen und den klinischen Schenkelblock. Im 2. Teil berichtet er über Störungen der Vorhoftätigkeit.

In der vorliegenden Arbeit wurde an Hunden die Methode von *Luisada* angewendet; die Lage der Elektrode läßt sich nach Eröffnung des Thorax leicht feststellen und es können dann verschiedene Eingriffe vorgenommen werden.

*Versuchsordnung.* In der 1. Versuchsreihe (*de Chatel*) wurden die Hunde mit Morphin-Chloreton tief narkotisiert, die Vagi durchschnitten und der Thorax in der gewöhnlichen Weise geöffnet. Der Oesophagus wurde neben der Trachea nach links herausgezogen und in der Höhe der Tracheotomie aufgeschnitten; wird dann die Sonde eingeschoben, so kann die Lage des unteren, mit den Ableitungsringen versehenen Endes durch Palpation leicht festgestellt werden und es wird dann das obere Ende an die Oesophaguswunde so angenäht, daß sich die Sonde nicht mehr verschieben kann. Es wurde immer der obere Ring mit dem Basispol, der untere mit dem Spitzenpol der Saite verbunden. Gleichzeitig wurden Suspensionskurven von beiden Vorhöfen und von der rechten Kammer aufgenommen.

Die Ableitung erfolgte außerdem mit vier unpolarisierbaren Elektroden (Cu-Cu-Sulfat und platinierter Silberbleche in Ringerlösung), und zwar lag je eine rechts und

<sup>1</sup> *Lieberson* and *Liberson*: Proc. Soc. exper. Biol. a. Med. 31, 441 (1934). — <sup>2</sup> *Howard*: Ref. Amer. Heart J. 10, 833 (1935). — <sup>3</sup> *Rubino*: Coure 19 (1935). — Clin. med. ital. 67, 168 (1936). — <sup>4</sup> *Brown*: Amer. Heart J. 12, 1 (1936). — Vorläufige Mitteilung. Amer. Heart J. 10, 1101 (1935). Ausführlich. Ebenda 12, 307 (1936).

links am Thorax (zwischen Muskulatur und Brustwand oder zwischen Pleura und Lunge), eine oberhalb der oberen Brustapertur auf der Trachea und die vierte auf dem Zwerchfell. Die aus der Ringerlösung dieser 4 Elektroden zum Tier führenden Dochte wurden mit je einem mit warmer Ringerlösung getränkten Wattebausch bedeckt. Bei dem auf dem Zwerchfell liegenden Docht muß der untere Rand des aufgeschnittenen Herzbeutels über den Wattebausch hinweg an die untere Thoraxwand angenäht werden, damit das Herz nicht anstoßen kann. Diese 4 Elektroden dienten nun in der 1. Versuchsreihe zu folgenden Ableitungen: 1. Rechte Elektrode—Zwerchfell, 2. Linke Elektrode—Zwerchfell, 3. Trachea—Zwerchfell. Wir bezeichnen im folgenden der Kürze wegen die Ableitungen mit R, L und L $\ddot{a}$ . Der Zweck war, durch die R-Ableitung überwiegend das Potential des rechten, durch die L-Ableitung das des linken Vorhofes zu bekommen, und diese, sowie die L $\ddot{a}$ sableitung (L $\ddot{a}$ ) mit der Oesophagusableitung zu vergleichen. Wir haben auch mit zwei Galvanometern gearbeitet, von denen das eine die Oesophagusableitung, das andere nacheinander die R-, L- und L $\ddot{a}$ -Ableitung gab. Später haben wir nur mit einem Galvanometer immer der Reihe nach Oes., R., L und L $\ddot{a}$  aufgenommen. Kompensation war meist nicht erforderlich, der Kondensator war ausgeschaltet. Während der Aufnahmen wurden die Lungen mittels eines an der Trachealkanüle angebrachten Hahnes<sup>1</sup> in maximaler Inspiration gehalten, was insbesondere für die seitlichen Ableitungen wichtig ist. Nach Feststellung der Normalform wurde der zur Erzielung einer Leitungsstörung zwischen den beiden Vorhöfen bestimmte Eingriff vorgenommen.

In der 2. Versuchsreihe (*Hussey*) haben wir die gemeinsame Spitzenelektrode nicht mehr auf das Zwerchfell, sondern (nach entsprechender Durchtrennung der Haut) auf die Muskelfascie der Adduktoren des linken Oberschenkels gelegt; die Narkose erfolgte mit Morphin und Pernokton. In allen Versuchen wurde nach Feststellung der Normalform der zur Erzielung einer Leitungsstörung zwischen den Vorhöfen bestimmte Eingriff vorgenommen.

Ausgedehnte Leitungsstörungen in den Vorhöfen sind auf experimentellem Wege erzeugt worden von *Rothberger* und *Scherf*<sup>2</sup>, dann von *Condorelli*<sup>3</sup> und von *Scherf* und *Siedeck*<sup>4</sup>, die einen vollständigen Block zwischen den beiden Vorhöfen erzielen konnten. Wir haben es absichtlich vermieden, so bedeutende Eingriffe vorzunehmen und haben uns auf die Unterbindung des *Bachmanns*chen (Interaurikular-) Bandes beschränkt. In der ersten Versuchsreihe (*de Chatel*) haben wir auch noch die Sinusknotenarterie, zuletzt auch noch die an der Wurzel des linken Herzohres abgehende Vorhofsarterie abgebunden (s. *de Chatel*<sup>5</sup>). Da aber, wie *Rothberger* und *Scherf* festgestellt haben, schon die Anämie des Sinusknotens zu a-v-Rhythmus führt und die P-Zacke dann mit der Anfangschwankung des Kammerteiles verschmolzen ist, haben wir später nur mehr die Ligatur des *Bachmann*-Bündels ausgeführt. Auch dann kommt es, wenn eine von der rechten Coronararterie abgehende vordere Sinusknotenarterie nicht vorhanden ist und der Sinusknoten sein Blut von links her bezieht, zu a-v-Rhythmus, da dieses Gefäß eben im *Bachmann*-Bündel verläuft.

<sup>1</sup> *Rothberger*: Z. klin. Med. 123, 460 (1933). — <sup>2</sup> *Rothberger* u. *Scherf*: Z. exper. Med. 53, 792 (1927). — <sup>3</sup> *Condorelli*: Z. exper. Med. 68, 493 (1929). — *Cuore* 14, 221 (1930). — *Fol. med. (Napoli)* 14 (1936). — <sup>4</sup> *Scherf* u. *Siedeck*: Z. klin. Med. 127, 77 (1934). — <sup>5</sup> *de Chatel*: Arch. exper. Path. 179, 625 (1935).

Dieses Bündel, der *Fasciculus interauricularis horizontalis*, wird am schlagenden Herzen in der Tiefe sichtbar, wenn man das rechte Herzohr nach rechts, die aufsteigende Aorta mittels eines Spatels nach links ziehen läßt. Man sieht dann hinten einen vom rechten Vorhof nach links ziehenden Grat, gewissermaßen das Dach der oberen Vorhofswand; manchmal hebt sich dieser Muskelzug durch seine etwas dunklere Färbung von den tieferen Teilen der vorderen Vorhofswand ab. Es wird nun mit einer kleinen, spitzen Umstechungsnadel ein Faden durchgezogen, der später geknüpft werden kann. Um die Blutung braucht man sich nicht viel zu kümmern; sie steht, wenn man nach Reposition des rechten Herzohres und der Aorta einen kleinen Tupfer einschiebt. Wir haben es ohne Erfolg versucht, nach Durchtrennung des *Truncus communis* zwischen zwei Ligaturen durch Umklappen der Aorta nach vorne tiefere Teile der vorderen Vorhofswand zu Gesicht zu bekommen; dies wird auch dann noch durch die prall gefüllte Aorta verhindert.

Die von *Condorelli* bestätigten Versuche von *Rothberger* und *Scherf* haben ergeben, daß die Erregung vom Sinusknoten aus vorzugsweise auf bestimmten Bahnen in die Vorhöfe gelangt und daß die von *Lewis*<sup>1</sup> vertretene Ansicht, daß sich die Erregung so ausbreite, wie ein Flüssigkeitstropfen auf Fließpapier (l. c., S. 87, Abb. 57) nicht richtig ist. Tatsächlich haben auch die jetzigen Versuche wieder gezeigt, daß selbst ein so beschränkter Eingriff, wie die Ligatur des Interaurikularbandes, zu deutlichen Leitungsstörungen führt.

#### *Die anatomischen Verhältnisse.*

Die Lage des Oesophagus zum menschlichen Herzen geht am besten aus einem von *Braune* hergestellten Querschnitt durch den Brustkorb hervor, den wir in Abb. 1 wiedergeben. *Braunes*<sup>2</sup> Erklärung dazu lautet:

Normaler Situs. Schnitt am oberen Rand des 8. Brustwirbels und durch beide Brustwarzen.

Das linke Ostium venosum ist fast halbiert, das rechte an seinem oberen Rande so gestreift, daß man durch die Öffnung ein Stück weit in den Ventrikel blicken kann, das Herzfleisch ist natürlich schräg getroffen. Der linke Vorhof ist nahe an seinem Boden getroffen (Fortsetzung der Mitrals). Von der Mitrals ist der Aortenzipfel bis auf ein kleines Stück weggenommen, von dem hinteren Zipfel ist der größte zurückgeblieben. Der linke Vorhof liegt links hinten, der rechte mehr rechts vorn, so daß das Vorhofseptum vom linken Ventrikel aus schräg nach hinten rechts zieht. Vom rechten Ventrikel ist der Conus pulmonalis weggeschnitten (nächsthöhere Scheibe). Das rechte venöse Ostium liegt in der Höhe des 8. Brustwirbels hinter den rechten zwei Dritteln des Brustbeines, so daß es nur wenig in die linke Körperhälfte hinüberreicht. Das Ostium venosum sin. beginnt etwas links vom linken Brustbeinrand und reicht nahe bis zur Mammillarlinie. Aber die Lage der Leiche (Rücken-, Seiten- oder Bauchlage) sowie der Stand des Zwerchfelles sind für die Herzlage von Bedeutung.

<sup>1</sup> *Lewis*: *Mechan. a. graphic registr. of the heart beat*. London 1925. — <sup>2</sup> *Braune*: *Topographisch-anatomischer Atlas*. Lief. 3, Tafel 13. Leipzig 1868.

Beim Hund kommen recht beträchtliche individuelle Unterschiede vor. Wie schon *Rothberger* und *Winterberg*<sup>1</sup> und später *Rothberger*<sup>2</sup> angeben, sieht man beim Hund nach Resektion des Brustbeines mit dem Rippenansatz meist neben dem Ursprung der Pulmonalis eben noch die Spitze des linken Herzohres, während man in anderen Fällen das Herz nach rechts drehen muß, um die Spitze des linken Herzohres fassen zu können. Trotzdem liegt auch beim Hund der Oesophagus hinter dem linken Vorhof,

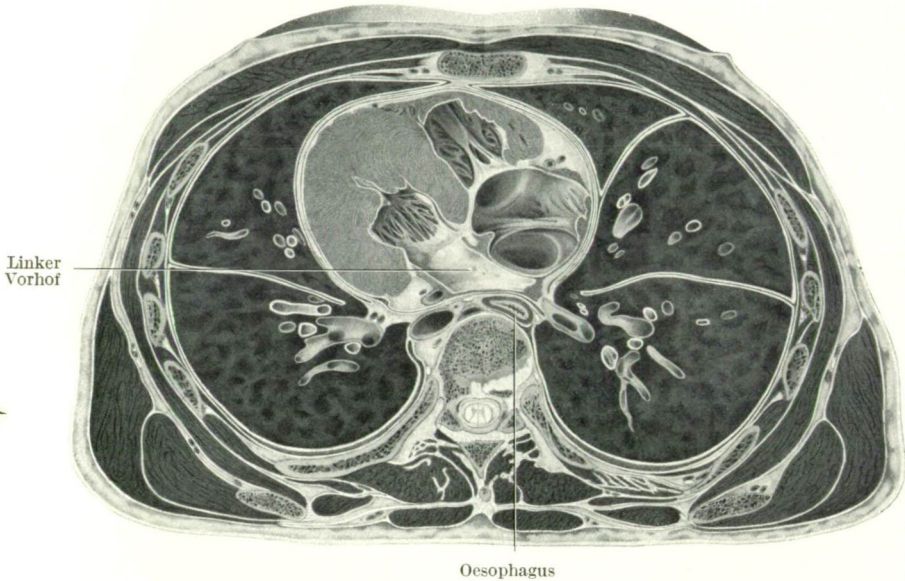


Abb. 1. Querschnitt durch den menschlichen Brustkorb am oberen Rand des 8. Brustwirbels und durch beide Brustwarzen (nach *W. Braune*).

manchmal etwas mehr gegen das Vorhofseptum zu, während der rechte Vorhof nach rechts gewendet ist. Wir haben uns davon dadurch überzeugt, daß wir am Schluß des Versuches Formol in den Thorax gossen (bei aufgeblasenen Lungen) und am nächsten Tag die ganzen Brusteingeweide herausnahmen. Durch Querschnitte kann man dann die Lage des Oesophagus leicht feststellen.

#### *Das normale Bild bei Ableitung vom Oesophagus.*

Es ist üblich, den Herzaktionsstrom als Elektrokardiogramm (Ekg.) zu bezeichnen, wenn eine indirekte Ableitung durch herzforn (z. B. an den Extremitäten) gelegene Elektroden angewendet wurde, während man von einem Elektrogramm (Eg.) spricht, wenn die Kurve durch direkte

<sup>1</sup> *Rothberger* u. *Winterberg*: Pflügers Arch. **154**, 571 (1913). — <sup>2</sup> *Rothberger*: Z. klin. Med. **123**, 460 (1933).

Ableitung vom Herzen gewonnen wurde. In unserem Falle ist die Entfernung der Oesophagus-Elektrode vom Herzen so gering und es ist so wenig Gewebe dazwischen geschaltet, daß man von einem Eg. sprechen müßte, während die anderen von uns angewendeten Ableitungen ein Ekg. ergeben. Trotzdem wird sich dies nicht empfehlen, weil mit dem Ausdruck Oesoph.-Eg. nicht gesagt ist, daß es sich um die Aktionsströme des Herzens handelt; vielmehr würde ein Oesoph.-Eg. die durch direkte Ableitung gewonnenen und vom Oesophagus selbst stammenden Aktions-

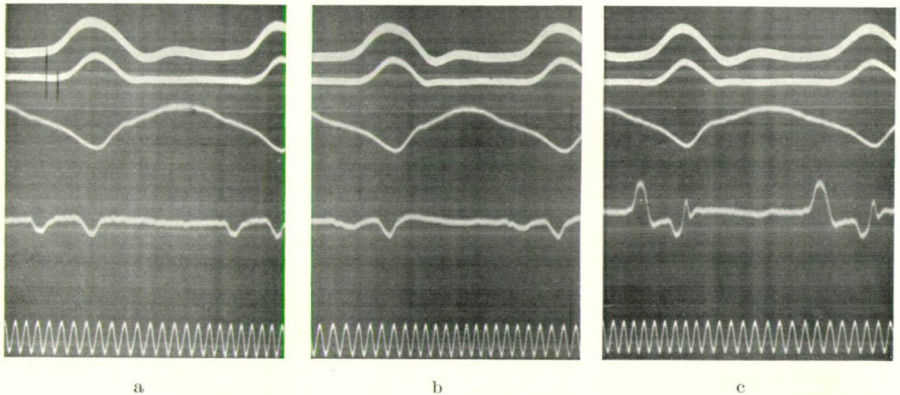


Abb. 2. Versuch vom 30. 6. 36. Oesophagus-Ekg. vom Hund bei 3 verschiedenen Stellungen der Sonde. a Hoch über den Vorhöfen. b Knapp oberhalb der Vorhöfe. c Unter den Vorhöfen. Von oben nach unten. Suspensionskurven des rechten, des linken Vorhofes und der rechten Kammer. Oesoph.-Ekg., Zeit in  $\frac{1}{50}$  Sek. Rechter Vorhof beginnt mit der Kontraktion 0,02 Sek. vor dem linken. Auf  $\frac{1}{2}$  verkleinert.

ströme bezeichnen. Wir bleiben daher bei der nicht mißzuverstehenden Bezeichnung Oesoph.-Ekg.

Der Oesophagus wird in der Höhe der Trachealwunde geöffnet und die Sonde eingeführt. Wenn man sie dann bei bereits bestehender Verbindung mit dem Galvanometer (oberer Ring-Basis) allmählich tiefer hineinschiebt, so findet man Vorhof- und Kammerteil zuerst negativ, dann wird die Vorhofzacke fast isoelektrisch und schließlich positiv. Wir sind dann in folgender Weise vorgegangen: Nach Eröffnung des Thorax und des Oesophagus wird die Sonde außen so aufgelegt, daß man bei 3 verschiedenen Stellungen den Abstand von der Oesophaguswunde bestimmen kann, und zwar wenn die Ringe hoch, knapp oberhalb und hinter den Vorhöfen stehen. Man macht dann am oberen Ende der Sonde entsprechend der Oesophaguswunde durch Umbinden je eines Fadens Marken und weiß dann nach Einführung der Sonde, wo die Ableitungsstellen stehen. Bei der richtigen Stellung wird der Faden an die Oesophaguswand angenäht und man hat dann eine unverrückbare Ableitung.

Abb. 2 zeigt die Aufnahmen in den 3 Stellungen. Im Stück a standen die Ringe kopfwärts von den Vorhöfen, in b knapp oberhalb der Vorhöfe

und in c eben noch caudal von ihnen. An den Kurven ist vor allem bemerkenswert, daß die P-Zacken groß, der Kammerteil aber auffallend klein und atypisch ist, was mit den Angaben von *Luisada* übereinstimmt. Solange die beiden Ringe kopfwärts von den Vorhöfen stehen, ist (bei der angegebenen Verbindung mit dem Galvanometer!) P negativ, wenn die Ringe caudal von den Vorhöfen stehen, dagegen groß und positiv. Die Suspensionskurven zeigen, daß sich der rechte Vorhof um etwa 0,02 Sek. vor dem linken kontrahiert. Auch in den beim Menschen gewonnenen Kurven von *Brown*, der vom Oesophagus und vom linken Bein ableitete, ändert sich die Form der P-Zacke, wenn die Sonde tiefer eingeschoben wird; wegen der anderen Ableitung sind jedoch seine Kurven nicht ohne weiteres mit den unsrigen zu vergleichen.

#### *Folgen der Unterbindung des Interauricularbündels.*

Nach Unterbindung des *Bachmann*-Bündels haben wir, wenn der Sinusknoten die Führung der Herztätigkeit behielt, immer eine beträchtliche Verzögerung des Kontraktionsbeginnes des linken Vorhofes gefunden, und zwar verlängerte sich der Abstand vom Kontraktionsbeginn des rechten Vorhofes von 0,02 auf etwa 0,04 Sek., also auf das Doppelte; die 3. Dezimalstelle ist mit unseren Mitteln nicht genau festzustellen gewesen. Diese Verlängerung geht, wie unsere Abb. 3 zeigt, aus den Suspensionskurven deutlich hervor. In manchen Fällen, wo infolge ungünstiger Lage des linken Vorhofes der Suspensionsfaden am Konus des rechten Ventrikels reibt, bekommt man vom linken Vorhof kleine Ausschläge und solche Kurven sind dann weniger geeignet.

Das Oesoph.-Ekg. zeigt, wie aus Abb. 3 hervorgeht, eine deutliche Änderung der P-Zacke: Vorher groß und spitz positiv, wird sie nun kleiner und zweizackig, in anderen Versuchen bildete sich eine zweite, negative Phase aus. Im R-Ekg. war P in unserem Beispiel schon vorher zweizackig und zeigt nachher keine wesentliche Änderung; dasselbe gilt für das Lä-Ekg., wo P nur etwas niedriger wird. Dagegen sehen wir im L-Ekg. die vorher schon vorhandene zweite, negative Phase viel tiefer werden und in anderen Versuchen war dies noch deutlicher. Das P-R-Intervall verlängert sich in Abb. 3 von ungefähr 0,085 auf 0,09 Sek.

Wird außer dem *Bachmann*-Bündel auch noch die Sinusknotenarterie unterbunden oder ist eine vordere Sinusknotenarterie nicht vorhanden, so können alle P-Zacken, wenn sie vorher positiv waren, negativ werden (2. 7. 35). Es handelt sich aber dann, wie aus den Suspensionskurven der Vorhöfe und der Verkürzung des P-R-Intervalles hervorgeht, um eine Verschiebung des Reizursprunges. Im Versuch vom 2. 7. 35 haben wir dann noch die an der Wurzel des linken Herzohres abgehende Vorhofarterie abgebunden und die in Abb. 4 dargestellte Arrhythmie erhalten, die im Oesoph.-Ekg. einen starken Wechsel in der Form der P-Zacken



zeigt. Unmittelbar vorher (nach Unterbindung der vorderen Sinusknotenarterie und des *Bachmann*-Bündels) betrug die Dauer der Herzperiode

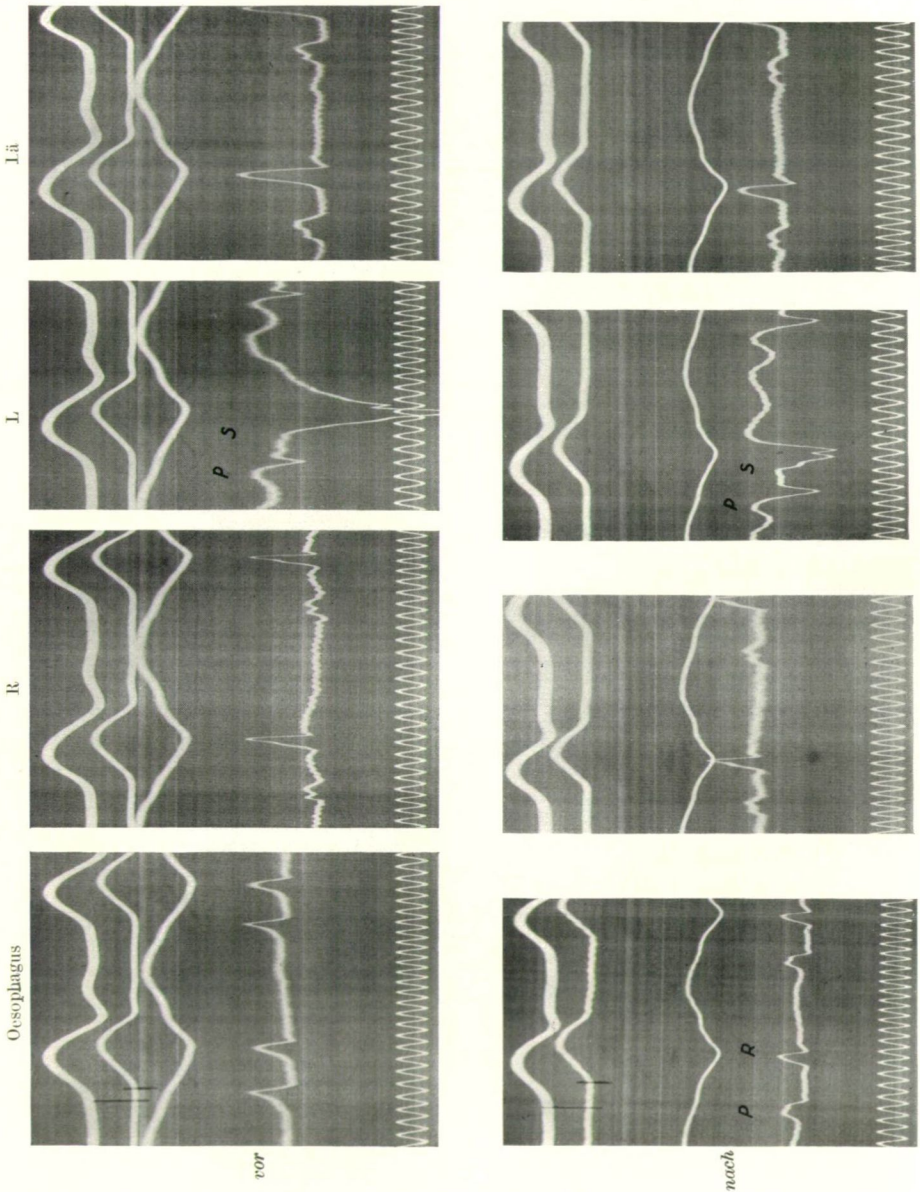


Abb. 3. Versuch vom 26. 6. 36. Oesophagus-, Rechts-, Links- und Langsableitung oben vor, unten nach Unterbindung des Interauricularbandes. Auf  $\frac{2}{3}$  verkleinert.

0,68 Sek. Der Wechsel in der Form der P-Zacken war bei den anderen Ableitungen bei weitem nicht so deutlich.

So war es auch im Versuch vom 22. 6. 36.

*Normal: Suspension:* R mehr als 0,02 Sek. vor L. *Oesoph.:* groß, positiv. *Rechts:* klein, zweiphasisch (— +). *Links:* Tief negativ. *Längs:* positiv. Keine vordere Sinusknotenarterie zu sehen.

Nach Unterbindung des *Bachmann-Bündels:* Dilatation des rechten Vorhofes. *Suspension:* L vor R, Oesoph. negativ. *Rechts:* breit, negativ. *Links:* viel tiefer negativ. *Längs:* breit negativ.

In einigen Versuchen haben wir, um das ganze Vorhof-Ekg. isoliert zu bekommen, das *His*-sche Bündel durchschnitten und dann sowohl bei Oesophagus- wie bei den anderen Ableitungen P-Zacken mit Nachschwankung aufzeichnen können. Da dieser Befund aber schon von *Baur* und *Böhme* und kürzlich wieder von *Brown* beschrieben worden ist, sehen wir von der Abbildung einer Kurve ab.

*Vorhofflimmern nach Unterbindung des Bachmannbündels.*

In zwei Versuchen haben wir nach der Unterbindung länger dauerndes Vorhofflimmern beobachtet, und zwar schon in der 1. Versuchsreihe, wo mit Morphin und Chloreton narkotisiert wurde, von welchen das letztere dem Flimmern eher entgegenwirkt. Im Versuch vom 11. 4. 35 stellte sich das Vorhofflimmern 35 Min. nach Unterbindung am linken Herzohr ein (das *Bachmann*-Bündel war schon früher unterbunden worden) und blieb bis zum Schluß des Versuches, das ist durch

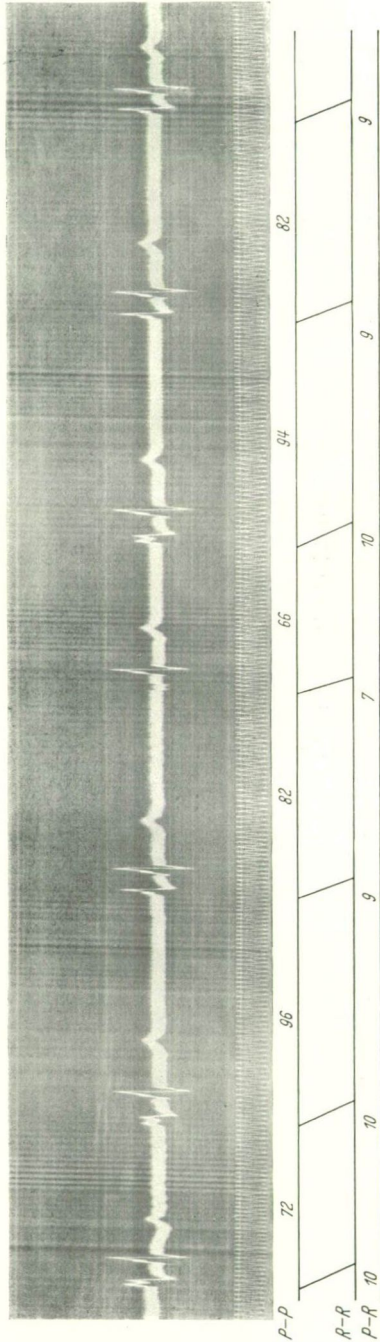


Abb. 4, Versuch vom 2. 7. 35. Auriculäre Rhythmusstörungen nach Unterbindung der Sinusknotenarterie, des Interauricularbandes und der von links abgehenden Vorhofarterie, Oesophagusableitung. Auf  $\frac{1}{10}$  verkleinert.

15 $\frac{1}{2}$  Min., bestehen. Im anderen Versuch (6. 5. 35) wo eine schöne vordere Sinusknotenarterie und ein deutliches Gefäß im Bündel zu sehen waren, traten sofort nach Unterbindung dieser beiden Gefäße Dilatation des rechten Vorhofes und Flimmern ein. Dieses blieb durch 39 Min. bestehen, fing nach 1 $\frac{1}{2}$  Min. wieder an, dauerte 2 $\frac{1}{2}$  Min., begann nach Ligatur links wieder, hörte nach 5 $\frac{1}{2}$  Min. auf und fing gleich wieder an.

So auffallend diese Beobachtung auch ist, so soll doch auf einen Zusammenhang zwischen der Anämie und dem Vorhofflimmern nicht geschlossen werden, da sich das Flimmern in der 1. Versuchsreihe unter 13 Versuchen nur zweimal, in der 2. Reihe (11 Versuche), wo mit Perinonkton narkotisiert wurde, überhaupt nicht eingestellt hat und auch *Rothberger* und *Scherf* darüber nicht berichten.

#### *Schlußbetrachtungen.*

Wie eingangs erwähnt, haben wir es absichtlich vermieden, größere Störungen der Erregungsausbreitung in den Vorhöfen zu erzeugen und haben uns meist auf die Unterbindung des *Bachmann*-Bündels beschränkt. Dieser Fasciculus interauricularis horizontalis bildet nun, wie aus den schönen Abb. 73 und 74 in *Tandler's* Anatomie des Herzens (Jena 1913) hervorgeht, nur einen kleinen Teil der Muskelverbindungen zwischen den beiden Vorhöfen und es ist bemerkenswert, daß trotzdem schon dieser beschränkte Eingriff zu einer Verzögerung der Kontraktion des linken Vorhofes und zu Veränderungen der Vorhofzacke führt.

Diese Änderung ist besonders in der Oesophagus- und der Linksableitung deutlich, in der Rechts- und in der Längsableitung nur angedeutet. Jedenfalls würde man auf Grund dieser letzteren Ableitungen nicht auf den Gedanken kommen, daß eine Leitungsstörung im Vorhof vorliegt. Dies stimmt also mit der Angabe von *Luisada* überein. Es geht daraus hervor, daß die Oesophagusableitung tatsächlich für die Erkennung des Erregungsablaufes in den Vorhöfen mehr aussagt, als die anderen Ableitungen.

Bezüglich der seitlichen Ableitungen ist folgendes im Auge zu behalten. Da der rechte Vorhof nach rechts gerichtet ist, wird sein Potential bei Ableitung von der rechten Thoraxseite bei aufgeblasenen Lungen gut erhalten werden können. Dasselbe gilt aber nicht für die Linksableitung, weil der linke Vorhof nicht links, sondern hinten liegt. Dies geht aus unserer Abb. 1 und aus der frontalen Ansicht hervor, die in der Arbeit von *Rothberger*<sup>1</sup> in Abb. 7 wiedergegeben ist. Es ist dort gerade noch die Spitze des linken Herzohres angeschnitten und dessen Lage zur Pulmonalis ist nicht anders als beim Hund. Es ist daher begreiflich, daß sich das Potential des linken Vorhofes in erster Linie nach hinten zu, gegen den Oesophagus ausbreiten wird.

<sup>1</sup> *Rothberger*: Z. klin. Med. 123, 460 (1933).

Trotzdem können wir der Ansicht von *Luisada*, daß die Oesophagusableitung das Potential des linken Vorhofes *elektiv* angebe, nicht beipflichten. Sicher entsteht die P-Zacke des Oesophagus-Ekg. auch schon durch eine Mischung der Potentiale beider Vorhöfe. Dies geht schon daraus hervor, daß bei hohem, mittlerem und tiefem Stand der Sonde immer ein Kammerteil zu sehen ist. Wirklich elektiv ist z. B. die Differentialableitung (*Garten-Clement*) von den Vorhöfen, eine fast punktförmige Ableitung, wo keine Spur eines Kammerteiles zu sehen ist (*Rothberger* und *Winterberg*<sup>1</sup>). Würde das P des Oesoph.-Ekg. nur das Potential des linken Vorhofes wiedergeben, so müßte, da schon normalerweise der linke Vorhof sich nach dem rechten kontrahiert, das P-R-Intervall bei Oesophagusableitung kürzer sein als bei R- oder L<sub>a</sub>-Ableitung, was aber nicht der Fall ist. Nach Unterbindung des *Bachmann*-Bündels, wo der Kontraktionsbeginn des linken Vorhofes noch mehr verzögert wird, müßte das P-R-Intervall noch kürzer werden; es wird aber eher länger. Es ist also jedenfalls an der P-Zacke des Oesoph.-Ekg. auch der rechte Vorhof beteiligt, und zwar offenbar am ersten Teil dieser Zacke, da sie nach der Unterbindung kleiner, doppelgipflig oder zweiphasisch wird, wobei die zweite, negative Phase wohl dem linken Vorhof angehören kann.

#### *Bedeutung der Oesophagusableitung für die Klinik.*

Die Tatsache, daß man mit der Oesophagusableitung am nächsten an das Herz, und zwar die Vorhöfe und die Hinterwand des linken Ventrikels, herankommt, läßt die Empfehlung dieser Ableitung für die Klinik gerechtfertigt erscheinen.

Bezüglich der Technik beim Menschen sei aus der ausführlichen Arbeit von *Brown*, der 142 Fälle untersucht hat, folgendes angeführt. Zuerst wird der Racheneingang durch einen Spray mit einer 5% Butynlösung unempfindlich gemacht; nach 3—5 Minuten kann die Sonde in weniger als 15 Sekunden eingeführt werden. Obwohl die Lokalanästhesie in 15 bis 20 Min. abklingt, konnte die Elektrode bis zu einer Stunde ohne Beschwerden an Ort und Stelle bleiben. Abgesehen von Fällen mit Erkrankung des Pharynx oder des Oesophagus (Tumor, Divertikel, Infektion, Absceß usw.) und Kranken in sehr schlechtem Zustande, starker Brechneigung oder bei Neurotikern kann die Methode immer angewendet werden und ist, da die Sonde dünn ist, leichter zu ertragen als die Einführung eines Magenschlauches oder einer Duodenalsonde. Wenn die Einführung nicht sofort gelingt, hat es keinen Zweck, es noch einmal zu versuchen. Die Lage der Ableitungsstelle wird röntgenologisch kontrolliert. Wenn dies nicht möglich ist, mißt man am sitzenden Patienten mit geschlossenem Munde die Entfernung vom Kehlkopf bis zum Proc. xiphoides und multipliziert mit 1,33; dann erhält man die Entfernung

<sup>1</sup> *Rothberger* u. *Winterberg*: Pflügers Arch. 160, 42 (1914).

von der Zahnreihe bis zum linken Vorhof. Es wird noch zu entscheiden sein, ob die Ableitung nach *Luisada* (beide Ableitungsstellen nahe beieinander) der halbdirekten Ableitung vorzuziehen ist, bei welcher die Sonde mit dem rechten Armkabel verbunden, und die zweite Elektrode auf das linke Bein gelegt wird. Da bei der Methode von *Luisada* der Kammerteil des Ekg. zu kurz kommt, wird man je nach der zu lösenden Aufgabe die eine oder die andere Art wählen.

Unsere Ergebnisse und die Beobachtungen der italienischen Autoren zeigen, daß man mit der Oesophagusableitung intraauriculäre Leitungsstörungen (Mitralklappenstenose!)<sup>1</sup> besser erkennen kann, als mit den anderen Ableitungen. Auch bei der Bestimmung des Ursprungs auriculärer Rhythmusstörungen wird sich die Methode bewähren und sie scheint insbesondere dazu berufen zu sein, bei Herzinfarkten die Unterscheidung zwischen vorderen und hinteren zu ermöglichen. Darüber sollen noch experimentelle Untersuchungen ausgeführt werden.

#### *Zusammenfassung.*

1. Beim Menschen und beim Hund liegt der Oesophagus hinter dem linken Vorhof, während der rechte nach rechts gerichtet ist.

2. Es werden beim Hunde die Kurven verglichen, die mit der Oesophagusableitung nach *Luisada* und mit anderen Ableitungen gewonnen wurden. Wenn auch die Oesophagusableitung nicht gerade elektiv das Potential des linken Vorhofes wiedergibt, so sind doch die P-Zacken viel größer als bei den anderen Ableitungen, während der Kammerteil ungewöhnlich klein und oft atypisch ist. Die Oesophagusableitung gibt beim Hund positive Ausschläge, wenn die Ableitungsstelle gerade caudal von den Vorhöfen liegt.

3. Nach Herstellung einer geringen Leitungsstörung in den Vorhöfen durch Unterbindung des Interauricularbandes tritt eine erhebliche Verzögerung des Kontraktionsbeginnes des linken Vorhofes ein; dementsprechend ändert sich die Form der P-Zacke in der Oesophagusableitung und in der Ableitung von der linken Thoraxseite, während die Ableitung von der rechten Thoraxseite und die Längsableitung viel geringere Änderungen zeigen. Weitere Unterbindungen rufen Rhythmusstörungen hervor.

4. Die Oesophagusableitung wird für die Klinik empfohlen, und zwar für Fälle von Leitungs- und Rhythmusstörungen in den Vorhöfen. Wahrscheinlich wird sich diese Ableitung bei etwas geänderter Ausführung (als halbdirekte Ableitung) auch für die Diagnose vorderer und hinterer Kammerinfarkte besser bewähren als die anderen Ableitungen.

<sup>1</sup> Siehe *Rothberger*: Erg. Physiol. 32, 756, Abb. 60 (1931).