

(Aus dem pharmakologischen Institut der Universität Würzburg.)

Ueber die Wirkung directer Herzmuskelreizungen.

Von

M. J. Rossbach.

Unter der Bezeichnung „locale Diastole an der Herzkammer“ hat H. Aubert im Bd. 24, S. 358, dieses Archivs Untersuchungen am Froschherzen veröffentlicht, jedenfalls ohne zu wissen, dass ich bereits im Jahre 1873 dieselben Beobachtungen in viel ausführlicherer Weise veröffentlicht hatte (Verh. der phys. med. Ges. in Würzburg, N. F., Bd. 5, S. 183), und dass bereits im Jahre 1850 Hoffa und Ludwig, und nach diesen Schiff in einzelnen Punkten das Gleiche gesehen hatten. Da durch meine Beobachtungen die merkwürdigen Erscheinungen bei directer Ventrikelreizung in mehrfacher Hinsicht genauer kennen gelehrt worden sind, als durch die Auberts, und daher einige von durch diesen offen gelassene Fragen bereits von mir beantwortet waren; da sie andererseits, wie aus der Nichtkenntniss Aubert's hervorgeht, offenbar wegen des Ortes der Publication in weiteren Kreisen nicht bekannt worden sind, erlaube ich mir, hier die Hauptergebnisse derselben noch einmal kurz zu wiederholen.

1. Stösst man, ohne zu verletzen, im Beginn oder in der Mitte oder gegen Ende der Systole mit einem spitzen oder einem stumpfen Instrument schwach auf die Oberfläche der Herzkammer von Sommer- oder Winterfröschen, dass dieselbe entweder nur gerade berührt oder etwas eingedrückt wird, so erschläfft die getroffene Partie und deren nächste Umgebung augenblicklich; sie baucht sich aus und füllt sich mit Blut, während der übrige Theil des Ventrikels in seiner Contraction fortfährt und dieselbe normal beendet; die erschläffte Stelle erscheint in dem weissen und blutleeren Ventrikel wie ein erhabener rother Fleck. Mit anderen Worten: Während der Systole erzeugt mechanische Reizung der Ventrikeloberfläche im systolischen Ventrikel eine partielle Diastole.

Manche Herzen sind so empfindlich, dass diese Erscheinung auch auftritt, wenn das mit grösster Vorsicht aus dem Herzbeutel geschälte und aus demselben herausschlüpfende unbedeckte Herz den Bauchmuskel des eigenen Körpers berührt; im Augenblick der Berührung erschlafft die berührte untere Fläche der Kammer, während die obere, dem Beschauer zugewendete, ihre Systole noch ruhig vollendet. Schneidet man ein Stückchen des Bauchmuskels aus und berührt mit diesem Stückchen eine kleine Stelle der oberen Fläche während der Systole, so erschlafft dieselbe ebenfalls augenblicklich.

Es bleibt sich gleich, ob man die Herzspitze, oder die Mitte, oder sonst irgend eine Stelle der Kammer in der angegebenen Weise mechanisch reizt; überall zeigt sich dieselbe Erscheinung mit gleicher Deutlichkeit.

Es bleibt sich auch gleich, ob man nur Einen Punkt berührt, oder ob man einen Strich über die Kammeroberfläche hin macht; in dem ersten Falle ergreift die partielle Diastole nur eine kleinere, im zweiten Falle eine längere Strecke des Ventrikels.

2. Uebt man dagegen auf irgend einen Theil des Ventrikels, auch auf die Spitze, einen sehr starken Stoss aus, so geräth der ganze Ventrikel sammt den Vorhöfen in einen kurz dauernden diastolischen Stillstand, ganz wie durch electriche Vagus- oder Sinusreize.

3. In der auf die Systole, während deren die mechanische Reizung eines Ventrikeltheiles geschah, folgenden Diastole sieht man in der blutrothen Ventrikeloberfläche die vorher berührten Punkte oder die gezeichnete Linie weissgelb gefärbt. Diese Entfärbung beschränkt sich aber genau auf die berührte Parthie und dehnt sich nicht wie die in 1 geschilderte partielle Diastole auch auf die nächste Umgebung der gereizten Parthie aus. Betrachtet man diese entfärbt bleibenden Theile genauer, so erkennt man deutlich, wie sie auch eine Delle, d. i. Einsenkung auf der diastolisch ausgedehnten glatten Kammeroberfläche bilden mit strahlenförmig eingezogenen Rändern.

Diese Erscheinung tritt stets und ausnahmslos ein, mag man nur die Herzspitze oder sonst einen Punkt des Ventrikels berührt haben. Ich habe sie stunden-, ja nach stärkeren örtlichen mechanischen Reizen Tage lang bis zum Tode des Thieres andauern sehen. Ueberblickt man nach 4 oder 5 Stunden ein in obiger Weise be-

handeltes Herz, so ist noch jeder berührte Punkt sichtbar, aber nicht allein in der Diastole, wie im Beginn, sondern auch während der Systole; der in der Diastole eingezogene Punkt bleibt auch in der Systole vertieft, ja scheint sogar während der Systole sich noch mehr zu vertiefen, als in der Diastole. Man kann durch Reizung vieler Stellen in dieser Weise fast die ganze Ventrikeloberfläche zur Schrumpfung bringen.

Nur bei möglichst schwachen Reizen, z. B. Berühren des Ventrikels mit einem Stückchen Froschmuskel, tritt diese Nachwirkung nicht ein.

4. Reizt man in der unter 1 erwähnten Weise (nur einen Moment) den Ventrikel während seiner diastolischen Erschlaffung (also nicht während der Systole) an einer eng umschriebenen Stelle, so bemerkt man während derselben Diastole keine Veränderung; die diastolische Erschlaffung dauert an allen Punkten des Ventrikels, auch an der gereizten Stelle gleich lang; dem entsprechend beginnt auch die Systole gleichzeitig in der ganzen Kammer. Während aber der nicht gereizte grössere Theil des Ventrikels eine systolische Contraction von normaler Dauer ausführt, verfällt der in der vorausgegangenen Diastole gereizte Theil nur in eine rudimentäre, sehr kurz dauernde Contraction, um sogleich wieder zu erschlaffen, sich diastolisch auszubauchen und mit Blut anzufüllen. Die Diastole des gereizten Theiles tritt also bedeutend früher ein, als die des nicht gereizten, und ist vollendet schon lange, bevor die übrige Ventrikeloberfläche in Diastole verfällt.

Es beginnt dann wieder eine gleichzeitige neue Contraction der ganzen Kammerwandung; aber auch bei dieser zweiten Contraction erschlafft die vorhin gereizte Stelle wieder früher, als die nicht gereizte, und so findet man eine Nachwirkung, die um so länger dauert, je stärker die ursprüngliche mechanische Reizung war. Bei sehr leise ausgeübter Berührung ist dieser Vorgang 5—10 Systolen lang, allerdings immer schwächer werdend, zu beobachten, bis z. B. in der 10. Systole wieder der ganze Ventrikel in gleich langer Contraction verharret. War jedoch eine stärkere mechanische Reizung vorhergegangen, so dauert der beschriebene Vorgang früherer Erschlaffung an der gereizten Stelle oft 50 bis 100 Pulsationen hindurch an.

Auch die während der Diastole einen Augenblick lang gereizte

Stelle zeigt später Stunden und Tage lang die unter 3 geschilderte Entfärbung und Einziehung.

5. Lässt man die Spitze eines Instrumentes nicht einen Augenblick lang, sondern längere Zeit hindurch dem Ventrikel anliegen, so zeigt sich dieselbe Erscheinung, wie bei momentaner Reizung während der Diastole, und zwar so lange, als die Spitze des fremden Körpers die Ventrikeloberfläche berührt.

6. Die durch örtliche mechanische Reizung bewirkte dauernde Schrumpfung des Herzmuskels bleibt in unverminderter Stärke bestehen, auch wenn man durch Vagus- oder Sinusreizung eine lange dauernde diastolische Erschlaffung des ganzen Herzens bewirkt; d. h. die auf mechanische Reize zusammengeschrumpften Ventrikeltheile erschlaffen auch nicht bei Vagus oder Sinusreizung.

7. Versetzt man das Herz durch Vagus- oder Sinusreizung in einen dauernden diastolischen Stillstand, und übt man während desselben einen mechanischen Reiz an einer circumscribten Stelle der Kammer aus, so entsteht, wie bekannt, eine Contraction des ganzen Herzens; aber jetzt bemerkt man nicht mehr wie in 3., dass die in der Diastole von einem Reiz getroffene Stelle in der durch den Reiz bewirkten Systole eher erschlafft, als der nicht gereizte Theil der Kammer. Durch vorausgegangene Vagusreizung wird also die Einwirkung eines eng begrenzten Reizes auf die gereizte Stelle aufgehoben, und ein örtlicher Reiz ruft eine regelmässige und gleich lang dauernde Contraction des ganzen Ventrikels hervor.

8. Die nur einen Moment applicirten mechanischen Reize haben nicht den geringsten Einfluss auf die Frequenz der Herzschläge.

9. Auch durch chemische Reize kann man Zustände erzeugen, ganz ähnlich denen bei mechanischer Reizung. Lässt man während der Ventrikelsystole ein Tröpfchen sehr verdünnter Säure auf den Ventrikel fallen, natürlich unter der Vorsicht, dass man das Herz mit dem Glasstab, an dem der Tropfen hängt, nicht berührt, so erschlafft augenblicklich die von der Säure getroffene Stelle; sie wird roth und baucht sich aus, ganz wie ich es unter 1 beschrieben habe. Hält man dann den Frosch in einer Richtung, dass der beispielsweise auf die Herzspitze gefallene Tropfen gegen die Herzbasis über die Ventrikelfläche hinfließt, so erschlafft eine Stelle nach der andern, wie eben der Tropfen gerade fließt,

also zuerst die Herzspitze, dann die der Herzspitze benachbarte Parthie u. s. f. Läuft der Tropfen umgekehrt von der Herzbasis gegen die Herzspitze, so erschläft zuerst die getroffene Parthie an der Ventrikelsbasis und zuletzt die Herzspitze.

Bei der von mir angewendeten sehr verdünnten Säurelösung war die nachfolgende Entfärbung und Einziehung der betroffenen Ventrikelstellen nicht so deutlich, wie bei mechanischer Reizung.

10. Klemmt man ein kleines Stückchen an der Herzspitze oder an irgend einer anderen Ventrikelstelle zwischen die beiden Arme einer Pincette, so beobachtet man stets folgende Erscheinungen:

Die erste Diastole des Ventrikels nach dem Beginn der Klemmung ist, auch wenn nur ein minimales Stückchen an der Herzspitze gefasst wurde, von längerer Dauer, als die vorangegangene. Zugleich wird nicht mehr der ganze Umfang des Ventrikels gleichzeitig diastolisch, sondern es erschläft zuerst immer der Theil zunächst der geklemmten Stelle, und die Erschlaffung läuft peristaltisch an der der Klemmung entgegengesetzten Seite fort. Hat man also ein Stückchen der Herzspitze geklemmt, so läuft die Diastole wurmförmig von der Spitze gegen die Basis des Ventrikels; hat man ein Stück an der linken Seite geklemmt, so wälzt sich die Diastole von links nach rechts. Wie am Darm die Contractionswelle stetig in schmaler Linie durch das uncontrahirte Gewebe sich fortpflanzt, so läuft hier umgekehrt eine Welle erschlafften Gewebes durch das contrahirte Ventrikelgewebe hindurch.

Diese peristaltische Ausbreitung der Diastole über die Ventrikeloberfläche dauert bei kräftigen und Sommer-Fröschen bis 30 Minuten, wenn man so lange ein Stückchen des Kammergewebes klemmt; bei schwachen Winter-Fröschen aber oft nur einige Minuten.

11. Entfernt man die Pincette wieder, nachdem man nur einige Secunden geklemmt hatte, so bleibt die geklemmte Stelle bewegungslos, und hängt meist als blasser Auswuchs an dem übrigen sich bewegenden Ventrikel. Die Diastole aber beginnt oft nach 15 Minuten, immer noch zuerst in der unmittelbaren Nachbarschaft des geklemmten Theils, ohne sich aber noch peristaltisch auf die gegenüberliegende Seite fortzupflanzen; wenn die der geklemmten Partie zunächst gelegene diastolisch erschläft ist und

sich mit Blut angefüllt hat, erschlafft der ganze übrige Theil des Ventrikels mit einem Schlage.

12. Wenn nach 10 oder 15 Minuten der in 11 geschilderte Vorgang der ungleichzeitigen Ventrikeldiastole sich sehr abgeschwächt hat, d. h. wenn die Ungleichzeitigkeit der diastolischen Ausdehnung der einzelnen Ventrikelabschnitte eine minimale geworden ist, so kann man die ursprüngliche Erscheinung der peristaltisch sich weiter verbreitenden Diastole wieder hervorrufen, wenn man das vorher geklemmte und bewegungslose Ventrikelstück nur ganz leise mit einem fremden Körper berührt.

13. Die wenn auch nur schwach geklemmten Ventrikelstücke nehmen selbst nach Verlauf vieler Stunden und Tage keinen Antheil mehr an den Bewegungen des übrigen Herzens; am Rande des geklemmten Stückchens aber bildet sich im nicht geklemmten Gewebe eine starke Einschnürung, die so stark werden kann, wie die Furche der Atrioventriculargrenze. Diese Einschnürung bleibt während der Systole, wie während der Diastole gleich stark ausgeprägt.

14. Eine Veränderung in der Schnelligkeit des Herzrhythmus wird durch Klemmen nicht erzeugt.

15. Lässt man einen inducirten Strom von mässiger Stärke auf irgend eine engbegrenzte Stelle der Kammer unmittelbar oder auch durch den unverletzten Herzbeutel hindurch einen Augenblick oder einige Secunden lang einwirken, so treten dieselben Erscheinungen auf, wie bei momentaner mechanischer Reizung, nur etwas intensiver und deutlicher. Bei electricischer Reizung während der Kammersystole wird also augenblicklich partielle Diastole mit nachfolgender Schrumpfung, bei Reizung während der Kammerdiastole rudimentäre Contraction und frühere Erschlaffung u. s. w. der gereizten Stelle erzeugt.

16. Lässt man die electricische Reizung einer circumscripten Parthie des Ventrikels längere Zeit andauern, so entsteht zunächst ganz die Erscheinung, wie beim Klemmen: die peristaltisch sich verbreitende Diastole vom Orte des Reizes aus. Aber es kommen noch weitere Veränderungen in der Thätigkeit des ganzen Herzens hinzu, die beim Klemmen fehlen, nämlich Veränderung in der Frequenz der Herzschläge: zuerst Beschleunigung, hierauf Verlangsamung, welche letztere aber nicht über ein gewisses Maass hinausgeht. Sodann erfolgt nach Entfernung der Electroden gewöhnlich

noch eine Contraction und hierauf ein diastolischer Stillstand des ganzen Herzens von 3—4 Secunden Dauer. Dauert die Reizung sehr lange Zeit und entfernt man die Electroden während der Diastole, so bleibt der Ventrikel, ohne sich nochmals zu contrahiren, gleich vom Moment der Entfernung an in längerem diastolischen Stillstand.

Dieser diastolische Stillstand tritt ein bei längerer Reizung einer jeden Ventrikelstelle, auch der Herzspitze.

17. Während dieser länger dauernden Reizung einer circumscripten Ventrikelstelle mit mässigen electricen Strömen zeigen sich auch an den Vorhöfen abnorme Erscheinungen, die bei den oben mitgetheilten mechanischen, chemischen und kurz dauernden electricen Reizungen stets fehlten. Während des Stadiums der peristaltischen Diastole werden die Vorhofspulsationen unregelmässig, sowohl hinsichtlich des Rhythmus, wie hinsichtlich der Stärke; nach wenigen Zusammenziehungen hört gewöhnlich der linke Vorhof auf zu schlagen, um nur noch selten eine schwache Bewegung auszuführen, während der rechte noch fort pulsirt. Nach Entfernung der Electroden verfallen beide Vorhöfe gleichzeitig mit dem Ventrikel in diastolischen Stillstand. Nach Beendigung des diastolischen Stillstandes beginnt die Herzbewegung immer von den Vorhöfen aus.

18. An den Vorhöfen des Froschherzens konnte durch örtliche, mechanische, chemische und electriche Reize keine solche locale Veränderung in der Thätigkeit des gereizten Abschnittes hervorgerufen werden, wie am Ventrikel. Es traten nur die bereits bekannten Allgemeinerscheinungen (diastolische Stillstände des ganzen Herzens, vermehrte Frequenz u. s. w.) auf.

Die merkwürdigsten Ergebnisse dieser Versuche sind somit:

Der quergestreifte Froschherzmuskel antwortet im auf- wie im absteigenden Theil seiner Zuckungcurve auf örtliche, mechanische, chemische oder electriche Reize sogleich mit Erschlaffung der gereizten Fasern.

Als unmittelbare Nachwirkung örtlicher, mechanischer oder electricer Reizung der Froschherzkammer tritt, sich scharf auf den Platz der Reizung beschränkend, bleibende Schrumpfung des gereizten Theiles der Muskelfaser ein; die geschrumpfte Parthie

übt keine Thätigkeit mehr aus und ist ihrer lebendigen Eigenschaften bleibend beraubt. Diese Schrumpfung befällt nicht die gereizte Muskelfaser in ihrer ganzen Ausdehnung, sondern nur, soweit sie vom Reiz unmittelbar getroffen wird; dies ist bewiesen durch die punktförmige Schrumpfung bei eng begrenzten, durch die lineare Schrumpfung bei linear ausgedehnter Reizeinwirkung.

Der quergestreifte Froschherzmuskel antwortet auf örtliche, mechanische und electriche Reize, die während seiner diastolischen Erschlaffung auf ihn einwirken, mit zeitlicher Verkürzung der nachfolgenden systolischen Contractionen an der gereizten Stelle.

Lässt man auch schwächste Reize längere Zeit auf irgend eine Stelle des Froschventrikels einwirken, so erschlafft die gereizte Parthie immer früher, als die nicht gereizte, und die Diastole der gereizten Theile ist länger andauernd, als die der nicht gereizten.

Indem ich bezüglich der von mir aus obigen Beobachtungen gezogenen Schlüsse auf meine citirte ausführlichere Arbeit verweise, bemerke ich hier nur noch, dass ich die von der meinigen abweichende Angabe Aubert's, „der während der Diastole local erregte Ventrikel zeige während der folgenden Systole keine locale Diastole an der betupften Stelle“, auch jetzt noch nicht bestätigen kann. Ich habe meine früheren Versuche in diesen Tagen noch einmal wiederholt, und meine oben in dem letzten Passus angegebenen Beobachtungen aufs Neue richtig gefunden. Bei den Herzen warmblütiger Thiere, die ich in obigen Richtungen seit 1873 fortwährend bei jeder sich darbietenden Gelegenheit prüfte, habe ich nie eine ähnliche Einwirkung örtlicher Reize zu sehen vermocht.
