

6.

Erstarrung und Entzündung.

Von Dr. S. Samuel, Docent an der Universität Königsberg.

Lässt man mittelst des Aetherisationsapparates einen continuirlichen Strahl Schwefeläther auf die ganze Oberfläche eines Kaninchenohres wirken, so gelingt es, dadurch das Ohr zu voller Erstarrung zu bringen. Diese Erstarrung dokumentirt sich durch volle Steifheit und Härte des ganzen Organs, feine Eisspitzen schiessen an den Haaren an, das Ohr wird weiss, fest, unbeweglich. Die Blutgefässse, die Arterien wie die Venen sind dabei nicht, wie man voraussetzen sollte, eng, contrahirt, sondern sie sind weit, mit Blut vollständig injicirt, die in ihnen enthaltene Blutsäule aber ist offenbar unbeweglich, da sie jedem Drucke gegenüber unverrückbar bleibt. Es ist vorauszusetzen, dass das Gefässsystem in dem Zustande erstarren muss, in welchem es sich im Moment der Erstarrung befindet, daher darf es nicht unerwähnt bleiben, dass die Thiere vor vollständig eingetretener Erstarrung sich in grosser Aufregung befinden, namentlich die lebhaftesten Schmerzensbezeugungen kund geben. Die Quantität Schwefeläther, welche zum Gelingen der vollen Erstarrung des Ohres nöthig ist, ist nicht unbedeutend, $1\frac{1}{2}$ —2 Unzen, die Erfüllung der Luft mit der Menge verdampfenden Aethers kann daher leicht Narcose hervorbringen, deren Eintritt am einfachsten vermieden wird, wenn die Aetherisirung am offenen Fenster stattfindet.

Hört man nach vollständig gelungener Erstarrung mit der Aetherisirung auf, so sieht man nach wenigen Minuten das Ohr wieder aufthauen, seine Steifheit schwindet, es wird weich, lappig, wie mit Wasser durchtränkt, die Oberfläche ganz feucht. Wiederum ist das Verhalten der Blutgefässse bemerkenswerth. Während der Erstarrung fanden wir Arterien und Venen gleich sehr erweitert, in diesem Stadium verhalten sich beide Gefässsysteme ungleich. In energischer Contraction verengert sich die Arterie oft jetzt bis zu voller Unsichtbarkeit, während die Venen zwar ein wenig enger werden, aber meist noch immer über die Norm hinaus dilatirt bleiben und nach wie vor auch in ihren feinsten Verzweigungen sichtbar sind. Rasch verflüssigt sich das Blut wieder in den Gefässen und dies gehört mit zu den ersten Erscheinungen des Wiederaufthauens des Ohres; verdrängt man durch Compression die Blutsäule aus einem Gefässabschnitt, so sieht man sie unmittelbar nach Aufhören des Druckes schnell wieder zurückkehren.

Auch dieses Stadium geht rasch vorüber, um dem der acuten Entzündung Platz zu machen. Der Vorgang ist, wie klar ersichtlich, folgender. So lange die Arterie contrahirt bleibt, ist kein Entzündungssymptom zu constatiren, die Veränderung, die in den Venen indess vor sich geht, wird später weiter erörtert werden. Hier haben wir nur festzuhalten, dass, so lange der arterielle Blutzstrom der Enge des Gefässes angemessen unbedeutend bleibt, von Trübung, Exsudation, Capillarhyperämie, kurz von keinem Zeichen der acuten Entzündung eine Spur sichtbar

ist. So wie sich aber die vordem contrahirte Arterie von der Basis des Ohres ab immer weiter verschliesst und für die Blutströmung eröffnet, ein Vorgang, der sich sehr rasch von unten nach oben fortsetzt, so treten auch damit Hand in Hand alle Symptome der acuten Entzündung auf, die Trübung, Exsudation, die diffuse Gefässhyperämie, die Temperatursteigerung.

Der Entzündungsprozess, der in dieser Weise der Erstarrung folgt, verläuft genau so, wie die von mir beschriebenen Croton- und Verbrühungsentzündungen, führt, wie diese, zur Blasenbildung und Eiterung und heilt gleich diesen in gelindeten Fällen unter Abstossung der Krusten und Neubildung der Oberhaut. Während die Crotonentzündung aber zu ihren scharfen Ausprägung 18—24 Stunden bedarf, tritt die Erstarrungsentzündung ungleich schneller ein, ja der Zeitraum vom Beginn der Erstarrung bis zum unverkennbaren Beginn der acuten Entzündung pflegt nicht länger als eine halbe bis zu einer ganzen Stunde zu dauern; wegen der Raschheit des Ueberganges von Extrem zu Extrem, von Erstarrung zur Entzündung, und der scharfen Ausprägung der entgegengesetzten Bilder darf wohl dieser Versuch zur Demonstration besonders empfohlen werden.

Irgend welchen erheblichen constanten Unterschied habe ich zwischen diesen verschiedenen Entzündungsformen trotz ihrer entgegengesetzten Ursachen bisher nicht zu entdecken vermocht. Ist der Prozess vollständig ausgebildet, so ist das Gesammtbild in allen drei Fällen im Wesentlichen gleich.

Einen unmittelbaren Ausgang der Erstarrung in Gangrän ohne Entzündung habe ich nie gesehen; stets trat erst Entzündung ein. War die Erstarrung längere Zeit unterhalten worden, so bildete sich stets zunächst die Entzündung aus in ganz gewöhnlicher Weise. Als fremdartig und von dem regulären Verlaufe der Entzündung abweichend zeigte sich dann aber nach ein- oder zweimal vierundzwanzig Stunden in einzelnen Venen strichweise eine eigenthümliche dunkle Verfärbung des Blutes, die durch Compression nicht entferbar war. Diese vollständige Bluterrinnung in den Gefässen breitete sich in solchen Fällen von heftigerer Einwirkung der Verdunstungskälte immer weiter und weiter allmählich aus, die Blutcirculation hört mehr und mehr auf, das Ohr schrumpft völlig zusammen und stösst sich nachher durch Demarcationsentzündung vollständig ab.

Ebenso wenig aber, wie ich je bisher bei sehr langer Wirkung der Verdunstungskälte und lang unterhaltenener Erstarrung einen unvermittelten Uebergang in Gangrän gesehen habe, ebenso wenig habe ich auch andererseits nach einmal eingetreterner Erstarrung eine Restitutio in integrum ohne Entzündung gesehen. Hatte die Erstarrung auch nur ganz kurze Zeit gedauert, immer folgte dann eine wenn auch dann natürlich schwache Entzündung. Die Entzündung bleibt der nothwendige Durchgangspunkt zur Gangrän einerseits, zur Restauration andererseits.

Dies ist die locale Verdunstungswirkung des Schwefeläthers in normalen uncomplicirten Fällen. Von ihr unterscheidet sich die Wirkung von Richardson's Compound anaesthetic aether nur in folgenden Punkten. Zur Herbeiführung der vollen Erstarrung ist nur eine erheblich geringere Quantität, $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ Unzen, der Richardson'schen Flüssigkeit nöthig, also weniger als die Hälfte der Quantität, die vom Schwefeläther nöthig ist. Ferner ist ein Unterschied in der Gefässdila-

tation im Erstarrungsstadium zu constatiren. Wohl fand ich eine Erweiterung der Venen, nicht aber der Arterie, die ihr altes Lumen beibehielt; dies mag mit dem schnelleren Eintritt der Erstarrung und der geringeren Aufregung des Thieres in Zusammenhang stehen. Die Venen waren aber auch hier sichtbar dilatirt. Drittens wirkt diese Flüssigkeit bei der Verdunstung weniger stark narkotisirend auf das ganze Thier, nicht blos bei der halben Unze, die zur Erstarrung des Ohres ausreicht, sondern auch beispielsweise bei Application von 2 Unzen auf das Ohr. Andererseits aber bewirkt diese Flüssigkeit so völlig gleiche Effecte wie der Schwefeläther, in den näheren und entfernteren wichtigeren Folgen waren so wenig Unterschiede festzustellen, auch hier kamen die beschriebenen Stadien in solcher Regelmässigkeit nach einander, dass meines Erachtens — für diese Zwecke von dem in grösseren Quantitäten so schwer und theuer zu beschaffenden Mittel vollständig Abstand genommen werden kann.

In einer meiner ersten Mittheilungen über die Entzündungen des Kaninchenohres, Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere IX. Bd. 1865, habe ich schon darauf aufmerksam gemacht, dass die Wiederholung derselben Irritation auf dieselbe Fläche nicht mehr dieselben Effecte hervorbringt. Ein Ohr, das eine Crotonentzündung eben überstanden, dessen Oberhaut sich neugebildet hat, reagirt lange Zeit hindurch auf eine neue Crotonapplication durchaus nicht in gleicher Weise wie ein gesundes Ohr. Eine solche Fläche zeichnet sich, verglichen mit einem gesunden Ohr, durch die klare Durchsichtigkeit der Haut aus, bei einem derberen Gefüge des ganzen Organs. Die Blutgefässe sind, wie die Injection nach Reibung und in der Hitze, auch nach Sympathicuslähmung ergibt, minder zahlreich, das Gefässnetz erscheint weniger dicht, die einzelnen Gefässe aber, namentlich die Venen, zumal die Mittelvenen, zeigen ein grösseres Kaliber als in der Norm. Die Crotonisirung einer solchen Fläche führt wohl zu Dilatationen der grossen Gefässe, auch zu sporadischen Injectionen der Randpartien, doch ist der Gesammeffect in Exsudation und Blasenbildung, mit der Entzündung eines gesunden Ohres verglichen, ein sehr unbedeutender. Auch wenn die erste Crotonentzündung rasch und leicht vorübergegangen war und die Heilung ohne erheblichen Substanzerlust stattgefunden hatte, auch dann — ergab die Wiederholung der Crotonisirung stets, verglichen mit einem gesunden Ohr, nur geringe Wirkungen. Das Verhalten derartiger Ohren der Erstarrungsentzündung gegenüber zu prüfen, war nun von besonderem Interesse. Ohren, die eben von einer Crotonentzündung convalescirt waren, verfielen sehr leicht durch Aetherisirung in Erstarrung, aber wiederum war die nachfolgende Entzündung sehr unbedeutend, auch dann, wenn die Erstarrung längere Zeit unterhalten worden war. Stärkere Exsudationen, Blasenbildung, Eiterung habe ich hier nicht gesehen, die Schwellungen, die bald nach der Erstarrung eingetreten waren, gingen, ohne erhebliche Spuren zu hinterlassen, schnell vorüber. Aehnlich geringe Effecte, wie die Erstarrungsentzündung auf Ohren, die die Crotonentzündung durchgemacht hatten, ergab auch die Wiederholung der Erstarrungsentzündung auf demselben Ohr in den Fällen, welche die erste Entzündung in leichten Formen überstanden hatten. Derartige Thatsachen dürften wohl zu dem Satze berechtigen, dass die Ueberstehung einer acuten Entzündung die Reactivität des betreffenden Theiles

gegen die gleiche und auch gegen andere Entzündungsursachen auf einige Zeit erheblich herabzusetzen geeignet ist.

Den inneren Vorgang in den Blutgefassen, wie er in den protrahirten Formen der Crotonentzündung des Kaninchenohres mit blossem Auge sichtbar ist, habe ich bereits in meinem Aufsatze über die Blutcirculation in der acuten Entzündung (dies. Arch. Bd. 40. S. 213) geschildert. Dasselbst ist angeführt, dass die Entzündung bei niederer Temperatur, schon bei -5° , — dies dem Zusammenhange nach allerdings selbstverständliche Minuszeichen war beim Abdruck übersehen worden, ebenso wie die Entzündung nach Unterbindung der Carotis und auch der Art. auric post. deutlich erkennen lässt, dass zunächst in den Venen eine Scheidung der weissen und rothen Bestandtheile des Blutes eintritt, der dann später eine Secundärcongestion von der Arterie her folgt. Sehr viel rascher wie die Crotonentzündung geht die Erstarrungsentzündung vor sich. Die Itio in partes in den Venen ist daher in den ganz normalen Fällen derselben schwer zu controliren. Sehr deutlich sah ich sie allerdings bei der Erstarrungsentzündung ehemals crotonisirter Flächen in deren grossen, oben von mir beschriebenen Venen. Es würde sonach kein Anlass vorliegen, hier auf ein Phänomen zurückzukommen, das man unter anderen Verhältnissen sehr viel sicherer und klarer zu demonstriren im Stande ist, wenn nicht bei einer bestimmten Modification der Erstarrungsentzündung eine theoretisch wichtige weitere Ausdehnung des Phänomens zu constatiren wäre. Hat man schon einerseits eine stark florirende, ein- bis zweimal vierundzwanzig Stunden alte Erstarrungsentzündung, die sich bis zur Basis des Ohres erstreckt, unterbindet nun andererseits die Art. auric. und unterwirft nun auch dieses Ohr der Erstarrung, so sieht man in der nunmehr auf dieser Seite sich sehr langsam entwickelnden Entzündung die Trennung des Blutes in seine Bestandtheile in einer Schönheit und Klarheit und in einem Umfange, wie kaum sonst. Die Haupt-sache aber ist, man sieht diese Erscheinung nicht bloss in den Venen, sondern in voller Deutlichkeit Stunden lang auch in der Arterie. Es ist ein sonderbares Schauspiel, in grosser Zahl diese weissen Bläschen an allen Abschnitten des Blutgefäßsystems zu erblicken, in der Regel still stehend, aber den Fingerdruck am einen und am anderen Rande des Ohres durch regelmässigen Vor- und Rückgang beantwortend. In der Arterie erscheinen diese Bläschen etwas kleiner wie in den Venen, wo sie in dem hier beschriebenen Falle schon eine bedeutende Grösse erreichen. Aber auch in der Arterie sind diese Gruppen weisser Blutkörperchen mit blossem Auge ganz deutlich zu sehen. Mit der Ausbildung des Collateralkreislaufes von der Art. occip. her schwindet zunächst in der Arterie diese Erscheinung, um bald dem Bilde der acuten Entzündung Platz zu machen. Als Beweis, wie schwerflüssig in jenem Stadium der Secession das Blut geworden ist, mag die Thatsache noch angeführt werden, dass es durch Druck entfernt, nur sehr langsam wieder an seine Stelle zurückkehrt.

Ausser in diesem jetzt eben beschriebenen Falle habe ich mit gleicher Deutlichkeit die Selbstzersetzung des Blutes auch in der Arterie, nur noch in den Crotonentzündungen bei complicirter Neuroparalyse gesehen, Versuchen, die ihrem Abschluss nahe sind.

Im gegenwärtigen Augenblicke, in welchem die Experimentaluntersuchung der

acuten Entzündung sich in raschem Flusse befindet, wäre es gewiss wenig gerathen, die noch unvollständigen lückenhaften Thatsachen zu einer auf Gemeingültigkeit Anspruch machenden Theorie aneinanderreihen zu wollen. Dazu fehlt noch viel zu viel. Nur zur Orientirung und Vergleichung mit anderen Entzündungsversuchen sei eine übersichtliche Zusammenstellung der am Kaninchenohre von mir gewonnenen Resultate hier gegeben.

Die Entzündung des Ohres gewährt das volle, allseitig anerkannte Bild der acuten Entzündung. Sie entspricht in allen Symptomen genau denen, wie sie beim Menschen vorkommen. Die Berechtigung, von hier aus Rückschlüsse auf die acute Entzündung beim Menschen zu machen, kann nicht dem geringsten Zweifel unterliegen.

In der acuten Entzündung des Ohres tritt die Circulationsstörung in den Vordergrund aller Erscheinungen. Nicht nur weil von ihr so augenfällige Symptome, wie die Entzündungshyperämie und die Temperaturerhöhung abhängen, und nicht nur, weil die Raschheit des Verlaufes mit der Entwicklung der Circulationsstörung Hand in Hand geht, sondern auch, weil diese Circulationsstörung — soweit mit blossem Auge und der Loupe zu sehen, — die erste Krankheitserscheinung überhaupt bildet. Vor ihrer Ausbildung sieht man keine Trübung, keine Exsudation und Schwellung. Mit ihrer Ausbildung und dem Grade derselben entsprechend treten erst diese Entzündungerscheinungen ein.

Die Circulationsstörung der acuten Entzündung ist eine eigenthümliche, in dieser Weise und diesem Grade sonst nirgends vorkommende. Sie besteht in der in den Venen vorzugsweise ausgeprägten Zersetzung des Blutes, bei ungestörtem Zufluss von der Arterie her. Sie ist keine Stase, wenn sie auch zur Stase führen kann. In jeder Stase kommt es auch zur Scheidung der weissen und rothen Bestandtheile des Blutes, aber dies letztere Phänomen ist eben nicht an die Stase allein gebunden. Es tritt auch früher ein. Es tritt ein bei blosser Verlangsamung des Blutes, wobei vorerst dahingestellt bleibe, ob die Ilio in partes die Verlangsamung des Blutes mit sich führt oder ob dies umgekehrt der Fall ist. Wenn man aber auch den Vorgang in der Vene nur graduell von der Stase unterscheiden will, das wichtigste Ergebniss der Untersuchungen ist, dass während dieser Circulationsstörung in den Venen, in uncomplicirten Fällen der arterielle Strom ungehindert bleibt. Diese Combination von arterieller Congestion und venöser Stase, um der Kürze halber diese nach dem Vorangegangenen nicht mehr missverständlichen Bezeichnungen zu brauchen, diese Combination erzeugt erst die Gesamtheit der Entzündungerscheinungen, welche in dieser Weise ganz ausbleibt, wenn auch in der Arterie auf die Dauer Stase eintritt. Dann kommt es nicht zur diffusen Entzündungshyperämie, nicht zur Trübung und Exsudation. In der Aehnlichkeit der mechanischen Verhältnisse, — verminderter Abfluss bei ununterbrochenem Zufluss, beruht auch jene Aehnlichkeit der Symptome, welche auf kurze Zeit die Unterbindung der Ohrvenen bei Sympathicuslähmung mit der Entzündung darbietet.

Von dieser der acuten Entzündung eigenthümlichen Circulationsstörung ist die Scheidung der weissen und rothen Bestandtheile des Blutes in den Venen die primäre Erscheinung. Wie die Crotonentzündung bei — 5° R. und bei Arterienunterbindung zeigt, ist dieser Vor-

gang in den Venen schon zu einer Zeit zu beobachten, in welcher eine Dilatation der Arterie noch gar nicht vorhanden ist, sie kann von dieser demnach nicht abhängen. Auch nicht von der Dilatation der Venen, die ebensowenig diesem Prozesse vorangehen muss. Die Dilatation der Gefäße folgt erst in vielen Fällen offenbar der Blutzersetzung, kann also dann nicht ihre Ursache sein. Ueberdies hat am Kaninchenohre, wie die Sympathicuslähmung und die Wirkung einer Lufttemperatur von $+25^{\circ}\text{R}$. beweist, die Dilatation der Gefäße — allein ohne Complicationen keine Herabsetzung, sondern eine bedeutende Erhöhung der Stromgeschwindigkeit zu Folge, die sich auch durch die Temperaturerhöhung kund giebt, an und für sich niemals aber, wie bekannt, zu einem Entzündungsprozesse führt, auch nicht bei Monate langer Dauer.

Die Tendenz zur Scheidung der weissen und rothen Blutbestandtheile ist in der Arterie ursprünglich wie in den Venen vorhanden bei der Entzündung, wie aus dem vorher angeführten Versuche der complicirten Erstarrungsentzündung hervorgeht; durch die Kraft des arteriellen Blutstromes wird diese Tendenz meist überwunden für die Arterie, durch die Capillaren jedoch gebrochen, kann die Stromkraft zur Herstellung des normalen venösen Stromes in bei weitem geringeren Gradezureichen. Indem so das Blut in den Venen auf einen für seine Kraft unüberwindlichen Widerstand stösst und keinen genügenden Abfluss findet, muss das Blut in alle ihm offenen Wege einströmen und sie so voll erfüllen, wie es bei freiem Abfluss nie der Fall sein würde. Dies der Ursprung der diffusen Entzündungshyperämie. Unter dem anomal starken Blutdruck wird auch die Exsudation bedeutend gesteigert werden müssen und nicht blos quantitativ, sondern auch qualitativ, da die Poren der Gefäßwände unter dem starken Drucke, der auf ihnen lastet, eine anomale Ausdehnung und Weitung erfahren müssen. Vor dem Eintritt der Congestion, während tagelanger Dauer des Stadiums der Blutzersetzung, also bei schon sichtbarer Trennung der weissen Bestandtheile von den rothen, aber ohne erhöhten Blutdruck, habe ich nie Trübung oder nur eine Andeutung von Exsudation bemerkt, mit der Verstärkung des Blutdrucks jedoch treten diese Symptome ein und steigern sich mit ihm.

Die Dilatation der Gefäße und die von ihr abhängige Congestion des Blutes ist weit davon entfernt, die Ursache der Stase zu sein, im Gegentheil das beste Mittel zu ihrer Lösung.

Woher nun die Tendenz zur Itio in partes? Denn zu dieser Hauptfrage spitzt sich schliesslich die Frage über die Mechanik der Blutcirculation in der acuten Entzündung zu. Die Entzündungsursache könnte eine primäre Alteration des Blutes, könnte aber auch eine primäre Alteration der Gefäßwände erzeugen. Gegen die erstere Alternative spricht, dass manche Entzündungsursachen schwerlich die Gefäßwände passiren könnten, um in's Blut zu gelangen. Sollte z. B. Crotonöl ohne Druck und Reibung auf die unversehrte Epidermis aufgetragen, in Kurzem die Haut und die Gefäßwände passiren und innerhalb derselben dann die besprochene Wirkung auf das Blut ausüben? Auch der umschriebene, sich auf eine bestimmte Stelle beschränkende Effect spricht dafür, dass derselbe an einen auf dieser Stelle dauernd verbleibenden Factor und nicht an das flüssige Blut gebunden sein kann. Aber nicht nur die genaue Localisirung des Effectes, sondern auch der langbe-

kannte Einfluss der Gefässwände auf ihren Blutinhalt, weist darauf hin, dass wir es in der Entzündung mit einer Alteration der Gefässwände zu thun haben. Die blosse Erweiterung reicht nicht aus, sie übt nicht jenen Einfluss auf das Blut aus. Die Art der Alteration der Gefässwände in der Entzündung muss das Object der Untersuchung werden.

D r u c k f e h l e r.

Bd. XLIII. Seite 272 Zeile 4 v. o. liess NH⁴O statt CNH⁴O

- 278 - 14 v. o. l. 7428 st. 1428
- 382 - 14 v. o. l. nicht sowohl st. sowohl
- - - 18 v. o. l. Typus st. Typhus
- 389 - 17 v. o. l. 1,5^o st. 15^o
- 408 - 9 v. u. l. nicht beschuldigt st. beschuldigt
- 418 - 8 v. o. muss es nach Vollbäder ein Komma, dann:
meist 19—27^o C. heissen
- 419 - 10 v. u. l. Sporen st. Spuren