XXI.

Physikalische Betrachtungen über die hämostatische Kraft der Heissluftwirkung.

Von

Dr. Schlee-Braunschweig.

Meine Mitteilungen über Blutstillung an parenchymatösen Organen, die ich in der Deutschen medizinischen Wochenschrift veröffentlicht habe (1905, Nr. 8) hat Holländer in der gleichen Wochenschrift (Nr. 13) einigen Betrachtungen unterzogen. Zunächst weist er darauf hin, dass er bereits im Jahre 1889 einen Fall von Leberblutung, gestillt durch Heissluftkauterisation, habe demonstrieren können. Diese Tatsache war mir entgangen, ich hätte sie sonst selbstverständlich erwähnt, da ich gar nicht daran gedacht habe, irgend einen der meist recht kleinlichen Prioritätsstreite entfachen zu wollen, zudem ich Holländers Verdienst um Einführung und Ausdehnung der Heissluftbehandlung in der Therapie ohne weiteres anerkenne.

Zur Sache selbst stellt Dr. Holländer im wesentlichen vier Sätze auf:

1. Dass die von mir beschriebene Hahnsche Heissluftdusche im Prinzip nichts Neues darstelle gegenüber dem Holländerschen vor sechs Jahren von Reiniger, Gebbert und Schall konstruierten elektrischen Heissluftbrenner.

2. Dass dieselbe als chirurgisches Instrument der Kauterisation nicht zu verwenden sei, schon weil der Höhepunkt ihrer Hitzeleistung nur 170° sei.

3. Dass es „technisch durchaus wichtig sei, die Blutung im Moment der Kauterisation durch geeignete chirurgische Massnahmen (Klemmen, Handkompression etc.) zum Stehen zu bringen, weil sonst die Hitze von der Blutflüssigkeit absorbiert wird und nicht in die Tiefe wirken kann“.

4. Dass zum Zweck der Blutstillung „wünschenswert sei, ein Instrument, welches ohne strahlende Hitze bei einem maximalen Querschnitt von 4 mm etwa 600° Hitze liefert.“

Ich bin nun der Meinung, dass diese vier Sätze sämtlich unzutreffend sind, weil sie auf unrichtigen Voraussetzungen beruhen und gestatte mir zur Begründung dieser Meinung an dieser Stelle eine etwas ausführlichere physikalische Betrachtung über die hämostatische Kraft der Heissluftwirkung überhaupt:

Herr Kollege Dr. Holländer stellt von seinem elektrischen Heissluftbrenner selbst fest, dass bei demselben „die produzierte Hitze die erforderliche Höhe von 300° nur erreicht bei einer Austrittsöffnung von $1\frac{1}{2}$ mm (Querschnitt oder Durchmesser?), so dass der Apparat sich mehr als Mikrobrenner eignet. An einer anderen Stelle (Deutsche Medizin. Wochenschrift 1901, Nr. 4) bemerkt er ferner, dass dieser Apparat nur ein relativ kleines Luftquantum zu erwärmen vermag. In diesen beiden Mängeln liegt zweifellos die Ursache der Unbrauchbarkeit des Apparats zur Blutstillung an grösseren Flächen — gerade in diesen beiden Punkten aber ist der von Herrn Konrad Hahn, Zivilingenieur in Braunschweig, konstruierte Apparat völlig verschieden von dem Holländerschen. Und diese prinzipielle völlige Abweichung beruht auf wohlerrungenen physikalischen Überlegungen: Bei der minimalen erwärmten Luftmenge einerseits, welche der Holländersche Apparat produziert und bei der ausserordentlichen Kleinheit der auf einmal getroffenen Stelle andererseits muss das Potentialgefälle der Wärmeenergie ein ausserordentlich grosses sein. An der direkt getroffenen kleinen Stelle wirkt eine Temperatur — von höchstens 300° — ein, unmittelbar um diese kleine Stelle herum aber herrscht die Temperatur der Blutflüssigkeit, also ca. 37° . Es ist selbstverständlich, dass die so erheblich viel kälteren Partien der Umgebung die Wärme der kleinen Stelle mit grosser Energie an sich zu reissen bestrebt sind, dass also die Temperatur dieser Stelle sofort rapid sinken muss. Hier kann man also das erstrebte Resultat, die Blutstillung, in der Tat nur erreichen, wenn man eben sehr hohe Temperaturen (300° und darüber) wählt und ferner noch durch geeignete chirurgische Massnahmen (Klemmen, Tamponade etc.) die Blutflüssigkeit abdämmt, d. h. den Wärmeträger im Gewebe ausschaltet. Die Luft ist der Träger der Wärme vom Apparat zum Objekt; je grösser die in der Zeiteinheit durch den Querschnitt austretende Luftmenge, um so grösser auch die Wärmeenergie, welche sie mit sich führt. Und je grösser die Fläche, welche auf einmal von dem erwärmten Luftstrom getroffen wird, um so geringer natürlich das Potentialgefälle, der Wärmeverlust, um so grösser mithin die Wärmewirkung. Mit anderen Worten: je mehr es uns gelingt, das Potentialgefälle, das seitliche Abweichen der Wärme, zu verringern, um so niedriger werden wir auch die Temperaturen wählen und doch dieselbe oder vielmehr noch weit stärkere Wirkung erzielen können. Auf dieser Überlegung ist der Hahnsche Apparat aufgebaut. Erstens schleudert er vermöge seines kräftigen Motors mindestens die 60fache Luft- d. h. Wärmeträgermenge auf die blutende Fläche, wie der Holländersche Apparat, d. h. der normale Apparat, den ich beschrieben habe, die grösseren, von denen noch zu sprechen sein wird, natürlich noch entsprechend mehr. Zweitens besitzt dieser normale Apparat eine Austrittsöffnung von 15 mm Durchmesser, gegenüber 1,5 des Holländerschen, bestreicht also auf einmal eine ca. 100 mal so grosse Fläche als dieser. Der Effekt ist denn auch, dass selbst wenn die Austrittsöffnung noch 6 cm von der Fläche entfernt gehalten wird, der Luftstrom, der bei seinem Austritt ca. 150 hat, auf die ganze be-

strichene Fläche — ca. 2500 Quadratmillimeter — noch mit einer Temperatur von 120° auftritt, wie eine von mir angefertigte Temperaturmesskurve zeigt. Das Potentialgefälle, der Wärmeverlust ist also schon ein recht geringer geworden. Nun stände technisch nichts im Wege, die Dimensionen des Apparates auch so zu wählen, dass eine noch grössere Fläche, z. B. das ganze blutende Organ, auf einmal dem Luftstrom ausgesetzt wäre und ebenso wäre es ein leichtes, den Apparat für höhere Temperaturen zu bauen — ein von Herrn Hahn kürzlich auf dem Chirurgenkongress demonstrierter Apparat liefert z. B. schon 400° und der Konstrukteur ist bereit, auch dem von Herrn Dr. Holländer am Schluss ausgedrückten Wunsch, ein Instrumentarium für 600° zu besitzen, zu erfüllen, wobei sogar noch eine erheblich grössere Austrittsöffnung, als Dr. Holländer sie nannte, zu erzielen wäre. Doch ist eben, wie aus vorstehendem ersichtlich, dies ganze Streben nach Erhöhung der Temperatur vollkommen überflüssig, wofern nur das weit wichtigere Postulat — Verminderung der seitlichen Wärmeentweichung — erfüllt wird. Die ganze Frage spitzt sich somit zu auf die Feststellung in jedem Einzelfall: Welche Temperatur ist noch notwendig, wenn die Seitenabweichung der Wärme durch grosse Luftmenge und entsprechend grosse Aufschlagfläche derselben möglichst herabgemindert wird.

Als diese Temperatur habe ich für die Kaninchennieren- und Leberblutungen, auf die sich meine Veröffentlichung bezog, 100° maximal bei einer Austrittsöffnung von 5 mm Durchmesser festgestellt, ich habe also hier die viel zu starke Wirkung des normalen Hahnschen Apparates ganz gewaltig herabsetzen müssen, indem ich, wie in meinem Aufsatz näher ausgeführt, erstens die normal 170° betragende Temperatur durch Zwischenschalten von Metallschlauch und Zylinderrohr um weit über ein Drittel vermindert, zweitens die Austrittsöffnung sogar um volle zwei Drittel verkleinert habe. Dabei standen selbst die profusesten Nierenblutungen ohne jede Tamponade u. dgl. in weniger als $\frac{1}{2}$ Minute. Ich habe selbst ausdrücklich hervorgehoben, dass man zur Blutstillung an grösseren Organen, speziell am Menschen, vermutlich etwas höhere Temperaturen werde wählen müssen und hätte präziser noch mit hinzusetzen müssen „und weitere Austrittsöffnungen“. Welche genauere Grenzen sich dabei ergeben werden, kann eben nur der Versuch lehren und selbstverständlich wird auch da noch die Verschiedenheit der Grösse der blutenden Fläche, der Stärke der Blutung, des gesamten Körperzustandes der betreffenden Individuen Differenzen bedingen, so dass sich eine feste Norm, wie so oft in der Therapie, überhaupt nicht wird aufstellen lassen. Berücksichtigt man aber, dass das Verhältnis des arteriellen Blutdrucks beim Kaninchen zu dem beim Menschen etwa 90:150 beträgt (Volkmann), so ist es wohl nicht zu kühn, schon an sich zu folgern, dass wenn eine Temperatur von 90— 100° einen Blutdruck von 90 mm überwindet, eine solche von 150— 170° , wie sie die normale Hahnsche Dusche zu liefern imstande ist, auch einen Blutdruck von 140— 160° überwinden wird; dazu kommt dann aber noch die gewaltige Steigerung der Wirkung durch Ver-

minderung des Potentialgefälles, d. h. des Wärmeverlustes bei erweiterter Austrittsöffnung. Es kann also theoretisch nicht dem geringsten Zweifel unterliegen, dass schon die normale Hahnsche Dusche auch für Blutstillungen der besprochenen Art am Menschen vollständig ausreichen wird; mein Vorschlag, gelegentlich den entsprechenden Versuch zu machen, war also durchaus überlegt und der Scherz des Herrn Kollegen Dr. Holländer mit der „Kaninchenchirurgie“ so deplaziert, wie möglich. Interessieren wird vielleicht noch die Tatsache, dass inzwischen von anderer Seite bereits eine Mitteilung über exakte Stillung von auf jedem andern Wege nur sehr schwer stillbaren parenchymatösen Blutungen am Menschen mit der Hahnschen Dusche erfolgt ist („Medizin. Klinik“ 1905, Nr. 18, Dr. Behring, „Ein neuer Heissluftmotor“) und zwar wurde hier die Blutstillung z. B. nach Exzision ausgedehnter Ulcera rod. an der Nasenspitze, die bekanntlich sehr grosse Schwierigkeiten macht, „mit bestem Erfolg“ schon bei einer Temperatur von 100° erreicht, ein exakter Beweis für meine Behauptung, dass die Höhe der Temperaturgrade keineswegs das Wichtigste für die Wirkung ist.

Zum Schluss möchte ich noch bemerken, dass ich im Begriff stehe, meine Versuche demnächst auch an grösseren Tierorganen vorzunehmen.