

Ueber die Veränderungen des Blutes bei Verbrennungen der Haut.

Von F. Hoppe-Seyler.

Seitdem von M. Schultze¹⁾ nachgewiesen war, dass bei Erwärmung des Blutes auf 52° die Blutkörperchen eigenthümliche Veränderungen erleiden, und von Wertheim²⁾ nicht allein die gleichen Veränderungen durch Verbrennungen der Haut am lebenden Thiere beobachtet, sondern auch krystallisirter Blutfarbstoff in den Harncanälchen, in einem Falle auch in den Capillaren der Arachnoidea gefunden waren, lag der Gedanke nahe, dass diese Veränderungen wohl im nahen Zusammenhange stehen möchten mit den schweren Symptomen, welche den sehr ausgedehnten Verbrennungen der Haut bei Menschen folgen und meist in kurzer Zeit zum Tode führen. Dieser Gedanke nahm bestimmtere Gestalt an in den Untersuchungen von Ponfick³⁾, es wurde die Veränderung der Blutkörperchen, die Ansammlung der Partikeln der Blutkörperchen in Milz und Knochenmark und die Veränderungen der Nieren genauer verfolgt und die Ansicht ausgesprochen, dass die ausgedehnte und plötzliche Veränderung rother Blutkörperchen jedenfalls in einem gewissen Theil der acut tödtlichen Fälle auch bei einem gewissen Theil der schweren Symptome von Genesenden als bedingende Ursache anzusehen sei. Endlich ist in einer Arbeit von v. Lesser⁴⁾ derselbe Gegenstand behandelt, ohne dass die Untersuchungen und sehr nahe stehenden Resultate von Ponfick erwähnt sind, und gestützt auf Beobachtungen

¹⁾ Archiv f. mikroskopische Anatomie 1865.

²⁾ Wiener medic. Presse 1868, Nr. 13.

³⁾ Berliner klin. Wochenschrift 1877, Nr. 46; Centralblatt f. d. med. Wissenschaften 1880, Nr. 11 und 16.

⁴⁾ Archiv f. pathol. Anatomie, Bd. 79, S. 248.

sowohl an verbrühten Thieren, als auch an nicht verbrühten und anämisch gemachten, denen Blut verbrühter Thiere in die Blutgefäße injicirt war, die Ansicht ausgesprochen, dass der rasche Tod nach Verbrennungen verursacht werde durch eine acute Oligocythämie im functionellen Sinne. Wie die Schwere einer Kohlenoxydvergiftung von der Zahl der dadurch veränderten Blutkörperchen, so komme es bei der Verbrennung nur darauf an, wie viele rothe Blutscheiben direct durch die Einwirkung der Hitze functionsunfähig geworden seien. Die Unfähigkeit des Blutes hochgradig Verbrannter dem Respirationsgeschäft vorzustehen, werde erwiesen, wenn man dasselbe Thieren zuleite, welche durch Aderlässe anämisch gemacht seien. Wenn bei oberflächlicher Durchsicht diese Arbeit den Eindruck macht, als sei der Gegenstand sehr eingehend und vielseitig behandelt, wird man bei näherer Prüfung bald gewahr, dass durch sie eigentlich nichts wesentlich Neues gefördert ist und insbesondere die schliesslichen Behauptungen des Verfassers in keiner Weise begründet sind. Weder ist in einem Versuche bestimmt, wie viel Hämoglobin in das Plasma des Blutes in Lösung übergegangen ist, noch ist in irgend einem Versuche bestimmt, ob das Blut und speciell die Blutkörperchen noch wesentliche Mengen von Sauerstoff aus der Luft aufzunehmen im Stande sind.

Die Gelegenheit, welche sich mir durch die Freundlichkeit meines Collegen Herrn Dr. Sonnenburg bot, das Blut in zwei Fällen tödtlicher Verbrennung von Menschen zu untersuchen, habe ich gern ergriffen, um einerseits zu prüfen, ob die Bestimmung des Hämoglobingehaltes in den Blutkörperchen und im Plasma des Leichenblutes sich einfach und gut ausführen lässt, ferner ob dieses Blut verändertes Hämoglobin oder andere erkennbare Stoffe enthält, welche aus zerstörten Blutkörperchen herzuleiten wären, endlich ob das Blut von Verbrannten noch reichlich die lockere Bindung des Sauerstoffs durch Hämoglobin auszuführen vermag.

Die Resultate waren völlig entscheidend nämlich; 1) Die Bestimmung des Gehaltes der Blutkörperchen und des Plasma an Hämoglobin ist leicht und sicher auszuführen; 2) Das

Blut der Verbrannten enthielt ausser gelöstem Hämoglobin keine erkennbaren anderen Zerfallstoffe; 3) Das Blut der Verbrannten nahm wie normales Blut Sauerstoff leicht und reichlich auf; 4) Die Menge der zerstörten Blutkörperchen kann selbst bei sehr bedeutender aber nicht lang anhaltender Verbrennung, die sicher zum Tode führt, eine sehr geringe sein.

Die Fälle betrafen: 1) einen Knaben, 4 Jahre alt, Verbrennung mehr als $\frac{2}{3}$ der Hautfläche, Brust und Bauch brennend. Temperatur bei der Aufnahme $36,4^{\circ}$. Das Kind starb ungefähr 3 Stunden nach der Verbrennung, war zuletzt somnolent. Der Tod erfolgte durch Eintritt von Speiseresten in die Luftwege beim Erbrechen. Section 15 Stunden nach dem Tode. Linkes Herz ziemlich fest contrahirt, rechter Ventrikel weit und schlaff. Blut überall ohne Gerinnsel. Nieren blutreich ohne Hämorrhagieen.

Der zweite Fall betraf ein 24jähriges Mädchen; deren Kleider beim Kochen von Fett und Terpentin in Brand gerathen waren. Die Verbrennung meist zweiten Grades, an einzelnen Stellen an den Extremitäten tiefer gehend, nimmt mit Ausnahme der vorderen Bauchgegend und eines Streifen an den Lenden die ganze Körperoberfläche ein. Die Temperatur bei der Aufnahme $37,4^{\circ}$ sinkt allmähig auf $36,5^{\circ}$, dann $35,5^{\circ}$, dann Somnolenz, Cheyne-Stokes'sche Athmung. Tod sieben Stunden nach der Verbrennung. Dem Tod gingen krampfhaftige Zuckungen voraus. Bei der Section in beiden Herzhälften dickes Blut und speckhäutige Gerinnsel mit stark weissen Abscheidungen von farblosen Blutkörperchen; röthliche Imbibition im Endocardium. Keine Ecchymosen am Herzen. Lunge ziemlich lufthaltig, hinten blutreich, in den mittleren und kleinen Gefässen klumpiges Blut, Catarrh der kleinen Bronchien, Oedem in den hinteren Lungenpartien. In den Bronchien etwas Mageninhalt. Milz ziemlich gross, sehr blutreich. Nieren klein, normal, nur in Mark und Rinde blutreich. Leber schlaff, klein. Hyperämie der pia mater und der Hirnsubstanz.

Ich erhielt sofort nach der Section im ersten Falle das Blut aus dem Herzen, im zweiten Falle Blut aus dem rechten

Herzen, aus dem linken Herzen, eine Portion Blut, welche vier Stunden nach dem Tode aus einer Vene entnommen war, ausserdem Harn, welcher ungefähr zwei Stunden nach der Verbrennung zu 300 Cc. mittelst Catheter entnommen war. Die Blase war seitdem leer geblieben, Urinabsonderung gar nicht erfolgt.

Im Blute wurde die Trennung des Serum von den Blutkörperchen durch $\frac{1}{10}$ gesättigte Chlornatriumlösung ausgeführt. Das Blut mit der Chlornatriumlösung gemischt, alle Klumpen vorsichtig zerdrückt und ab gespült und von der vereinigten Flüssigkeit kein Tropfen verloren, die Flüssigkeit mit aufgeschwemmten Blutkörperchen nach kurzem Stehen auf ein Filter gebracht, die abfiltrirte blutkörperchenarme Lösung in einer Schale einige Stunden stehen gelassen, dann die obere klare Lösung abgegossen. Die gesammte übrige Flüssigkeit stand darauf bis zum folgenden Tage, wurde dann wenn es möglich war ganz klar abgegossen und konnte in zwei Bestimmungen mit der ersten klaren Portion vereinigt werden, in den übrigen Bestimmungen war eine völlige Abtrennung von dem Blutkörperchenschlamm nicht möglich und es musste deshalb eine grosse Portion blutkörperchenhaltigen Serums abgegossen werden. Der restirende Schlamm der reinen Blutkörperchen und die zerdrückten Gerinnsel wurden dann mit Wasser erschöpft und die Lösung filtrirt. In den Fibringerinnseln blieben nur Spuren von Farbstoff zurück. Zur colorimetrischen Vergleichung der Flüssigkeiten, deren Volumina gemessen waren, wurden für je 100 Cc. 1 Tropfen Natronlauge zugefügt, weil die Chlornatriumserumlösungen besonders die blutkörperchenhaltigen stets ein wenig trübe waren und die Blutkörperchen in der Flüssigkeit gelöst werden mussten. Die Flüssigkeiten klärten sich dann in wenigen Minuten, ohne dass eine Spur Hämoglobin zersetzt wurde. Die Vergleichung geschah im reflectirt weissen Lichte in Gläsern von 6 Cm. Durchmesser, so weit gewählt wegen der sehr geringen Färbung der klaren Serumlösung. Sowohl von der Blutkörperchenlösung als von der unklar abgegossenen Serumchlornatriumlösung wurden, wie es in meinem Hand-

buch der physiologisch-chemischen Analyse beschrieben ist, gemessene Mengen mit abgemessenen Mengen Wasser so lange gemischt, bis die Färbung in beiden Mischungen die gleiche war wie in der klaren Serumlösung. Da nun in der unklaren Lösung der Gehalt an gelöstem Hämoglobin im Serum gleich war dem der klar abgegossenen Portion, ergab die zugesetzte Menge von Wasser bis zur Gleichstellung der Färbung den Gehalt an Hämoglobin, der noch den Blutkörperchen zuzurechnen war.

An dem Blute vom ersten Falle musste ich erst die Methode lernen, es wurde, um möglichst viel abgiessen zu können, zu lange gewartet; es löste sich schliesslich etwas Oxyhämoglobin beim Stehen vom zweiten zum dritten Tage auf und die Menge des gelösten Oxyhämoglobin ist deshalb hier zu hoch gefunden. Die Blutkörperchenlösung enthielt 97,6%, die Serumlösung 2,4% des gesamten Oxyhämoglobingehaltes vom Blute. Obwohl ganz entschieden zu hoch bestimmt, ist der Verlust von 2,4% der Blutkörperchenquantität für die Gesundheit eines Menschen völlig bedeutungslos.

Mit dem Blute aus dem linken Herzen und ebenso mit der kurz nach dem Tode entnommenen Blutportion im zweiten Verbrennungsfalle gelang es die Serumchlornatriumlösung bis auf den letzten Tropfen klar abzugliessen nach Stehen über 24 Stunden. Vom Blute aus dem rechten Herzen gelang dies nicht, da nach 24 Stunden eine zwar ganz leichte, aber doch die Senkung behindernde Gerinnung in der Mischung erfolgt war. Es wurden von 900 CC. ganz klar 100 CC. abgegossen, die übrigen 800 mussten um 400 verdünnt werden, um gleiche Färbung zu erhalten, und die 1700 CC. Lösung der Blutkörperchen musste auf 329 120 CC. verdünnt werden, um gleiche Farbe mit der Serumchlornatriumlösung zu erhalten. Die Blutfarbstoffmenge des Serum verhielt sich zu der der Blutkörperchen wie 900 : 329 520; es war also 2,72 pro M. des Blutfarbstoffes in das Plasma übergetreten. Im linken Herzen wurde die Farbstoffmenge im Serum zu 4,003 und im kurz nach dem Tode entnommenen Blute zu 5,028 ‰ gefunden.

Die Differenz zwischen dem im rechten und im linken Ventrikel gefundenen Blutfarbstoffantheil des Serum beruhte nicht auf einem Fehler in der Bestimmung. Ich habe mich überzeugt, dass der colorimetrische Fehler nicht so bedeutend ist. Wahrscheinlich ist aus dem Herzen bei der Herausnahme des Blutes nicht die ganze den Blutcoagulis zugehörige Serumquantität aufgenommen, wie es ja unter solchen Verhältnissen leicht geschehen kann. Durch Imbibition in die Gefässwandung vielleicht auch durch Transsudation kann ein weiterer kleiner Theil der Blutfarbstoffmenge das Plasma oder Serum verloren gegangen sein, aber mit Ausnahme der in den Harn übergegangenen Quantität ist sicherlich die aus den Blutgefässen entfernte Farbstoffmenge gering. Am zuverlässigsten ist jedenfalls die wenige Stunden nach dem Tode aus der Ader entnommene Blutportion, obwohl sie wieder leicht etwas zu reich an Serum ausfallen kann. Legen wir diesen Befund der Berechnung zu Grunde und nehmen an, dass 5 p. Mille der Blutkörperchen des Gesamtblutes verloren gegangen ist durch Zerstörung bei der Verbrennung, so entspricht dies bei 5 Kilo Blutgehalt 25 grm. Blut, eine so geringfügige Portion, dass man sagen kann, dass selbst das Zehnfache derselben durch Aderlass ohne allen Schaden jedem gesunden, erwachsenen Menschen entzogen werden kann.

Die Quantität Harn, welche von der Verbrennung bis zum Tode entleert wurde, betrug gegen 300 CC. Derselbe enthielt, wie die spectroscopische Untersuchung sofort ergab, Methämoglobin gelöst, keine Blutkörperchen. Der Harn reagirte sauer, genau mit Soda neutralisirt gab er mit Bleizuckerlösung gefällt, ein klares gelbes oxyhämoglobinfreies Filtrat, aus dem durch basisches Bleiacetat Urobilin gefällt und nach dem Jaffé'schen Verfahren theilweise in Chloroform aufgenommen und als Urobilin erkannt wurde.

In einer sehr grossen Zahl von Fällen, in welchen ich Harn mit Blutfarbstoffgehalt untersucht habe (theils von kranken Menschen, theils von Kühen mit Hämaturie, theils von Thieren nach Injektion von gallensaurem Salz, viel Wasser u. dergl. in's Blut oder AsH₃-Vergiftung), hat sich nie im

frischen Urln Oxyhämoglobin, sondern stets allein Methämoglobin gefunden. Da nun bei der Fäulniss Methämoglobin in Hämoglobin zurückverwandelt wird, und dies beim Schütteln mit Luft sofort in Oxyhämoglobin übergeht, ist es verständlich, dass Harne, die in der Blase gefault sind oder längere Zeit im Glase gestanden haben, Hämoglobin enthalten können; durch die Nieren wird offenbar nur Methämoglobin ausgeschieden, der jetzt eingeführte Name «Hämoglobinurie» würde deshalb vielleicht besser in «Methämoglobinurie» umgewandelt.

Im Harne von obigem Verbrennungsfalle habe ich colorimetrisch nach Umwandlung des Methämoglobins in Oxyhämoglobin letzteres verglichen mit einer seit 1876 im zugeschmolzenen Rohr aufgehobenen noch völlig unveränderten, reinen Hämoglobinlösung. Bei starker Verdünnung, ebenso wie ohne diese war aber wegen der starken Beimengung von Galle eine brauchbare Bestimmung nicht zu erhalten. Der Bleizuckerniederschlag des Harns mit Wasser und genügender Quantität von kohlensaurem Natron gelöst, nach dem Filtriren mit CaCl_2 versetzt, so lange Niederschlag entstand, dann filtrirt und mit etwas faulendem Fibrin stehen gelassen, gab eine besser bestimmbare Oxyhämoglobinlösung, aber noch immer war ein gelber Harnfarbstoff beigemengt, der eine gute Bestimmung unmöglich machte. Die Bestimmung der Eiweissstoffe durch Coagulation mit etwas Essigsäure, Wägung des gewaschenen und getrockneten Coagulums ergab nur 1 p. M. Albuminstoffe. Die ganzen 300 CC. Harn konnten sonach höchstens 0,3 gr. Hämoglobinverlust des Blutes entsprechen; bei 14% Gehalt an Hämoglobin im Blute, finden sich 0,3 gr. davon in 2,14 gr. Blut. Da nun ferner bei obiger Behandlung des Harnes mit Bleiacetat, Soda und Calciumchlorid der Calciumcarbonatniederschlag Gallenfarbstoff nicht enthielt, die Menge des Urobilin eine unbedeutende war, sind auch keine Andeutungen weitergehender Zersetzung von Blutfarbstoff gefunden.

Die mikroskopische Untersuchung der Blutkörperchen erwies in beiden Fällen keine wesentlichen Veränderungen

derselben. Eine Portion Blut aus dem rechten Herzen des zweiten Falles mit Luft geschüttelt, wurde schön arteriell und gab beim Evacuiren reichlich Sauerstoff ab. Quantitativ wurde der Versuch nicht ausgeführt, doch war das Resultat unzweifelhaft. Sobald ein neuer Fall mir zur Beobachtung kommt, werde ich das Verhältniss von Blut und Blutfarbstoff zum aufgenommenen Sauerstoff genau zu bestimmen nicht unterlassen.

Die Erklärung, welche Herr v. Lesser in seiner Arbeit für den Tod durch Verbrennung gibt, ist nach diesen Resultaten unhaltbar. Er hat nicht versucht sich Aufschluss über die Grösse des Blutkörperchenzerfalles zu verschaffen, denn die von ihm ausgeführten Blutkörperchenzählungen können selbst nach seinen eigenen Angaben über die Grösse des Zerfalles der Blutkörperchen nichts ergeben. Hr. Lesser hat früher nach meiner colorimetrischen Methode Vergleichen des Blutfarbstoffgehaltes in verschiedenen Blutarten ausgeführt und diese physiologischen Uebungen in einer 68 Seiten langen Abhandlung publicirt¹⁾. Die in derselben geförderten Resultate sind grösstentheils längst bekannt oder vorläufig werthlos und die von ihm erfundene Modification des Verfahrens besteht lediglich darin, dass er sich nicht dem Lichte zuwendet, sondern ihm den Rücken kehrt, und dass er für weisses reflectirtes Licht nicht Papier sondern Porzellan verwendet. Bei den Verbrennungen hätte er mit der Vergleichung von Blutkörperchen und Plasma die Richtigkeit oder Unrichtigkeit seiner Hypothese entscheiden können; hätte er dies gethan, so wäre seine Hypothese wohl ungedruckt geblieben und das beklagenswerthe Beobachtungsmaterial wäre nützlicher geworden. Das einzige sichere positive Resultat, welches man aus der Arbeit entnehmen kann, ist das Ergebniss, welches auch mehrmals mit gesperrten Lettern hervorgehoben wird, dass Hunde viel mehr vertragen als Kaninchen, eine Bestätigung von Beobachtungen, welche manche Physiologen auch früher schon gemacht haben.

¹⁾ Arbeiten aus der physiol. Anstalt zu Leipzig 1878, S. 41 -

Auf die von Herrn v. Lesser an Herrn Sonnenburg und indirekt auch an mich gerichteten Aeusserungen¹⁾, in denen er uns vorwirft, wir hätten über seine Arbeit geurtheilt, ohne sie gelesen zu haben, die von mir vorgeschlagene Messung durch thermoelectrische Vorrichtung sei die schlechteste, wegen zu grosser Empfindlichkeit und wegen der Schwierigkeiten in der Ausführung, auf die Nothwendigkeit colorimetrischer Bestimmungen des Blutfarbstoffes im Plasma und im Urin habe er bereits hingewiesen u. s. w., halte ich nicht für nöthig etwas zu erwiedern, da sie sich selbst hinreichend charakterisiren. •

¹⁾ Archiv f. pathol. Anatomie, Bd. 81, S. 189, 1880.