

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin der Universität Freiburg i. Br.
(Direktor: Prof. Dr. med. G. WEYRICH)

Immunoelktrophoretische Differenzierung der Proteine faulen Leichenblutes*

Von

H. LEITHOFF und I. LEITHOFF

Mit 6 Textabbildungen

(Eingegangen am 1. Dezember 1962)

Das Verhalten der Proteine unter den Bedingungen von Autolyse und Fäulnis ist von besonderem gerichtsmedizinischem Interesse. Wegen der großen klinischen Bedeutung ist die Eiweißzusammensetzung des Blutes gesunder und kranker lebender Menschen gut erforscht^{1, 2, 5, 7, 8, 21 u. v. a.} Demgegenüber sind die Kenntnisse über den postmortalen Zerfall der Blutplasmae Proteine noch lückenhaft.

Papierelktrophoretische Untersuchungen des Leichenblutes haben u. a. SCHLEYER¹⁰ und LEITHOFF⁶ durchgeführt. Es zeigte sich, daß die Papierelktrophorese des hämolytischen oder faulen Leichenblutes u. U. nur geringe Informationen vermittelt, da eine befriedigende Auftrennung des Proteingemisches mit dieser Methode nicht gelingt.

Anders verhält es sich bei der Immunoelktrophorese (I.E.). Mit dieser von GRABAR und WILLIAMS¹ angegebenen Technik lassen sich schon im frischen Normalserum weit mehr Proteinfraktionen erfassen als mit der Papierelktrophorese. In Abhängigkeit von der Qualität des Antiserums können sehr geringe Spuren von Eiweiß elktrophoretisch und immunologisch differenziert werden. SCHULTZE und SCHWICK¹⁵ ermittelten z. B. die Erfassungsgrenze von

Albumin	bei 0,1 —0,2 γ
α_2 -Makroglobulin	bei 0,05—0,1 γ
Transferrin	bei 0,3 —0,5 γ

Solange die einzelnen Proteinindividuen oder ihre Antigenkomponenten der Fäulnis noch nicht anheimgefallen sind gelingt die immunoelktrophoretische Darstellung auch im hochgradig faulen oder hämolytischen Leichenblut.

Im Rahmen unserer Untersuchungen interessierten zunächst die nachstehend aufgeführten Fragen:

Welche Proteinfraktionen widerstehen der Proteolyse am längsten?

Welche Veränderungen sind zu beobachten, bevor die Nachweisbarkeit der Proteine erlischt?

* Mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der hiermit unser herzlicher Dank ausgesprochen wird.

In Anlehnung an einen Vortrag auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Gerichtliche und Soziale Medizin vom 30. 9. bis 3. 10. 62 in Münster (Westf.). Herrn Professor G. WEYRICH zum 65. Geburtstag gewidmet.

Besteht eine Proportionalität zwischen dem Alter des Leichenblutes und den durch die I.E. erfaßbaren Befunden ?

Material und Methode

Untersucht wurden menschliche Leichenblute des Sektionsmaterials verschiedener Fäulnisgrade, die bei Raumtemperatur im Keller unter vergleichbaren Bedingungen z.T. mehrere Jahre gelagert hatten. Es wurden auch mit Natriumfluorid versetzte Blutproben untersucht. Dabei handelte es sich um Proben, die auf Anordnung der Polizei lebenden alkoholisierten Personen steril mit der Venüle entnommen worden waren. Diese Blutproben wurden nach der Blutalkoholanalyse zunächst 1 Jahr im Kühlschrank bei +4—6°, später im Keller bei Raumtemperatur aufbewahrt.

Die von GRABAR und WILLIAMS¹ angegebene Technik der Immunoelktrophorese wurde in der von SCHEIDEGGER⁹ empfohlenen Mikromethode durchgeführt. Wir hielten uns an die von SCHWICK¹⁸ beschriebene Arbeitsvorschrift. Benutzt wurden der Reinagar und die nachstehend aufgeführten Antiseren vom Kaninchen der Behringwerke.

Tabelle

Aufstellung der für die I.E. angewandten Antiseren (Kaninchenserum der Behringwerke)

1. Anti-Präalbuminserum	7. Anti- β -Lipoproteinsäureserum
2. Anti-Albuminserum	8. Anti-Fibrinogensäureserum
3. Anti- α_1 -Lipoproteinsäureserum	9. Anti- β_2 -A-Globulinsäureserum
4. Anti- α_2 -Makroglobulinsäureserum	10. Anti- β_2 -M-Globulinsäureserum
5. Anti- α_2 -Lipoproteinsäureserum	11. Anti- γ -Globulinsäureserum
6. Anti- β_1 -(Transferrin)säureserum	12. Anti-Humansäureserum

Ergebnisse

Abb. 1 zeigt die I.E.-Präparate von zwei Leichenbluten, die zur Zeit der Untersuchung 1 $\frac{1}{2}$ Jahre alt waren. Die Proben hatten unter gleichen Bedingungen gelagert; sie lassen einen sehr unterschiedlichen Fortschritt der Proteolyse erkennen. Im Fall 160/59 sind mit Sicherheit nur noch Albumin und γ -Globulin zu differenzieren. Je ein verwaschenes Präcipitat findet sich in der α - und β -Globulinregion. Es dürften Reste von α_2 -Makroglobulin und Transferrin sein, welche nach unserer Erfahrung von den α - und β -Globulinen der Proteolyse am längsten widerstehen.

Das Leichenblut 161/59 ließ in der I.E. mit Antihumansäureserum noch elf Präcipitate erkennen. Unter diesen konnten mit spezifischen Antiseren Präalbumin, Albumin, α_2 -Makroglobulin, Transferrin, Fibrinogen, β_2 -A-Globulin und γ -Globulin identifiziert werden.

Abb. 2 zeigt das Ergebnis der immunoelktrophoretischen Untersuchung des Blutes einer Leiche, die bis zu ihrer Auffindung 3 Wochen bei sommerlicher Temperatur im Bett gelegen hatte. Die I.E. wurde unmittelbar nach der Leichenöffnung durchgeführt.

Mit Sicherheit waren in diesem hochgradig faulen Leichenblut nur die Präcipitate des Albumins und des γ -Globulins zu identifizieren. Bemerkenswert ist, daß bei der I.E. mit Antihumanserum (s. Pfeil in

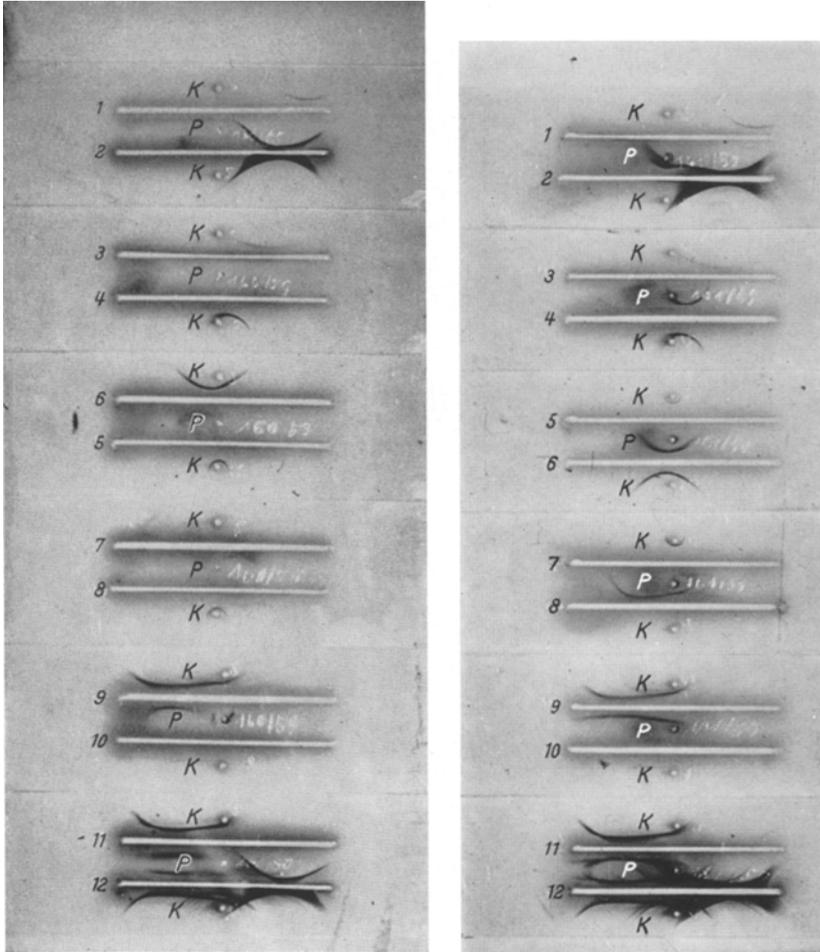


Abb. 1. I.E. zweier Leichenblute verschiedener Fäulnisgrade. Dauer der Lagerung $1\frac{1}{2}$ Jahre. P Probe, K frisches Kontrollserum, 1—12 Antiseren der Behringwerke. Numerierung s. Tabelle 1. 160/59, 161/59

Abb. 3 und b in Abb. 6) im α -Globulinbereich ein kräftiges Präcipitat auftrat. Es erstreckte sich vom Startpunkt bis in den Albuminbereich hinein und wurde im Kontrollblutserum in der Intensität vermißt.

In den mit Natrium-Fluorid versetzten Blutproben, die steril mit Venülen lebenden Personen entnommen worden waren, ließen sich auch nach Jahren noch verhältnismäßig viele Proteine nachweisen.

Abb. 3 zeigt das Untersuchungsergebnis einer solchen 7 Jahre alten Blutprobe. Mit dem Antihumanserum der Behringwerke waren immuno-elektrophoretisch zehn Proteinfraktionen darstellbar, unter denen sich

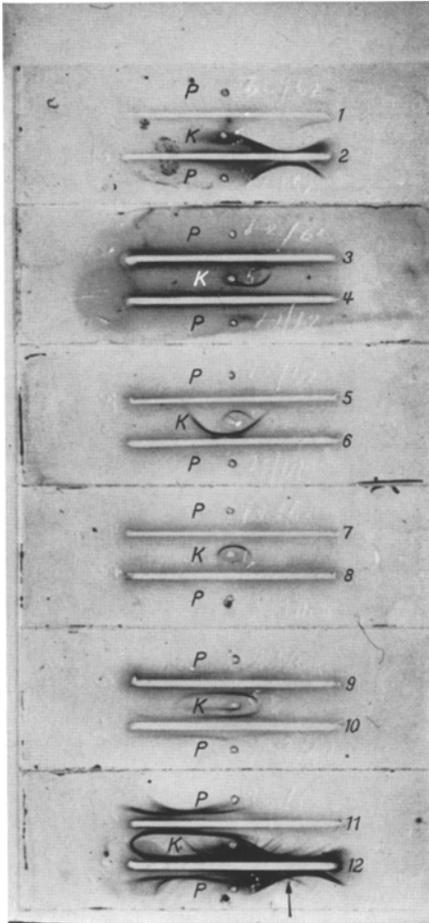


Abb. 2

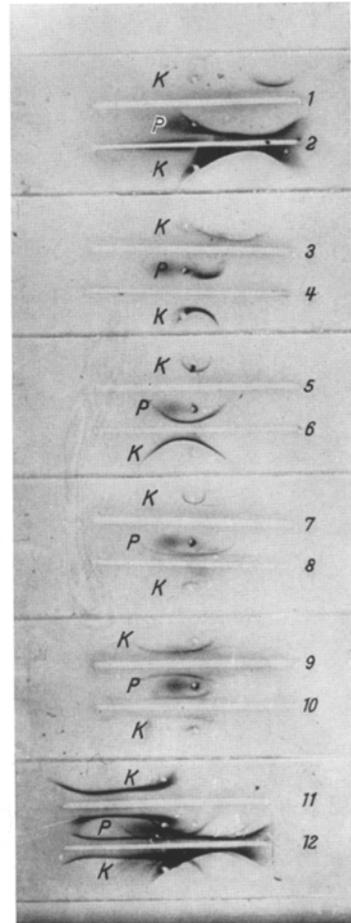


Abb. 3

Abb. 2. I.E. eines 3 Wochen alten hochgradig faulen Leichenblutes. *P* Probe, *K* frisches Kontrollserum, 1—12 Antiseren der Behringwerke. Numerierung wie in Tabelle 1. Pfeil = kräftiges Präcipitat im α -Globulinbereich, das im frischen Kontrollserum in der Intensität nicht auftrat

Abb. 3. Alk. 930/55. I.E. einer 7 Jahre alten mit Natrium-Fluorid versetzten Blutprobe. *P* Probe, *K* frisches Kontrollserum. 1—12 Antiseren der Behringwerke. Numerierung wie in Tabelle 1

mit den entsprechenden spezifischen Antiseren Albumin, α_2 -Makroglobulin, Transferrin, Fibrinogen, β_2 -A-Globulin und γ -Globulin nachweisen ließen. Bei dem mit β_2 -M-Globulin-Antiserum gewonnenen Präcipitat dürfte es sich um eine Kreuzreaktion mit β_2 -A-Globulin handeln.

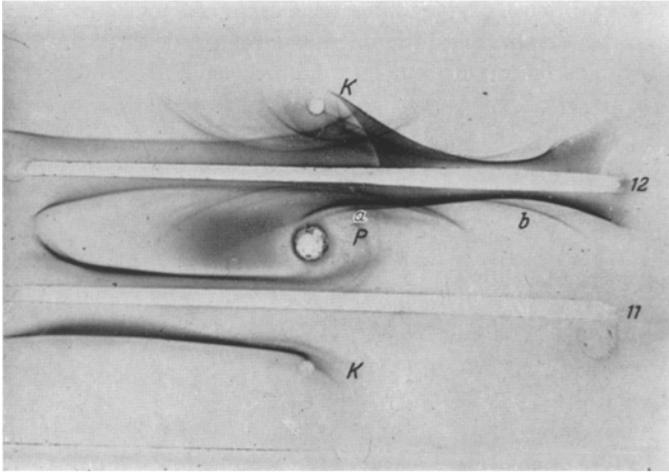


Abb. 4. I.E. einer 7 Jahre alten Blutprobe. Ungleichmäßig geschwungenes Albuminpräcipitat, das bei *a* und *b* je ein Diffusionszentrum erkennen läßt. *P* Probe, *K* frisches Kontrollserum, *11* Anti- γ -Globulinserum, *12* Antihumanserum

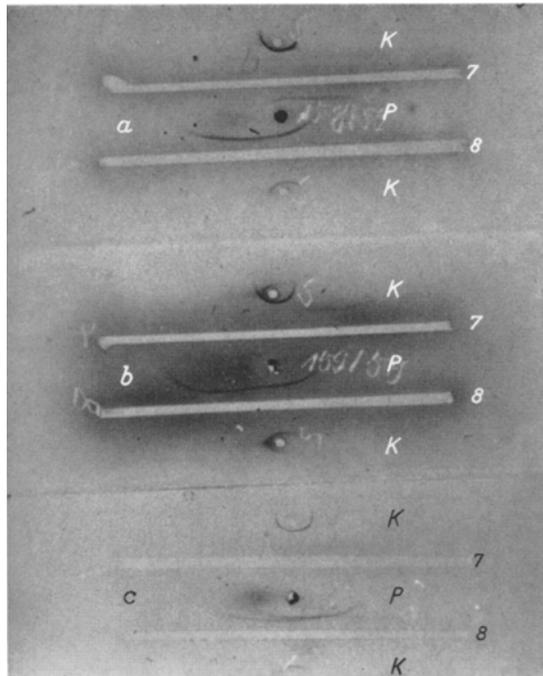


Abb. 5. I.E. von Blutproben verschiedener Fäulnisgrade. Veränderungen der Fibrinogenpräcipitate. *P* Probe, *K* frisches Kontrollserum, *7* Anti- β -Lipoproteinsesum, *8* Anti-Fibrinogensesum, *a* gleichmäßiger Verlauf, *b* ungleichmäßig geschwungenes Präcipitat, *c* Aufsplitterung

Es zeigte sich bei den Untersuchungen, daß die einzelnen Proteinfractionen des menschlichen Blutes in bestimmter Reihenfolge unter dem Einfluß von Autolyse und Fäulnis nicht mehr nachweisbar werden. Am beständigsten ist das Albumin, dann folgen γ -Globulin, α_2 -M-Globulin, Transferrin und Fibrinogen. Die große Zahl der feinen Präcipitate, die im frischen Serum den α - und β -Globulinbereich charakterisieren, wird durch Fäulnis und Autolyse schon bald ausgelöscht.

Es ist bezeichnend, daß die Proteine, bevor sie immunologisch nicht mehr nachweisbar werden, durch Autolyse und Fäulnis Veränderungen

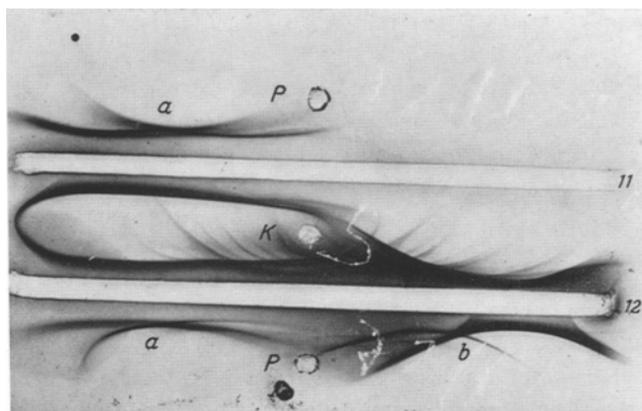


Abb. 6. I.E. eines 3 Wochen alten hochgradig faulen Leichenblutes (Vergrößerung des Präparates 11—12 aus Abb. 2). *P* Probe, *K* frisches Kontrollserum, 11 Anti-Globulinserum, 12 Antihumanserum, *a* Aufspaltung des Präcipitates des γ -Globulins in z. T. geschwungene, z. T. sich kreuzende Linien. *b* kräftiges Präcipitat im α -Globulin-Bereich, das in der Intensität im Kontrollserum nicht auftrat

durchmachen. Bei der Proteolyse scheinen Bruchstücke zu entstehen, die bei erhaltener Antigenstruktur eine unterschiedliche elektrophoretische Wanderungsgeschwindigkeit und ein abgewandeltes Diffusionsvermögen im Agar gel haben. Dies zeigt das Beispiel des Albumins, das in faulen und stark hämolytischen Blutproben nicht selten zwei Diffusionszentren erkennen läßt (s. Abb. 4 und das geschwungene Albuminpräcipitat bei Ziffer 2 der Abb. 3).

Ähnliche Befunde waren auch beim Fibrinogen zu erheben. Abb. 5 zeigt verschieden gebildete Präcipitate des Fibrinogens. Neben der Aufspaltung der Fraktion in Bruchstücke mit verschiedener elektrophoretischer Wanderungsgeschwindigkeit, die zu einem ungleichmäßig geschwungenen Präcipitat führte, kam auch eine Aufspaltung der Präcipitationslinie zur Beobachtung.

Am auffälligsten war die Aufspaltung des γ -Globulins. Sie ist am Beispiel einer hochgradig faulen Blutprobe in den Abb. 6 und 3, Ziffer 11 und 12 dargestellt.

Die sich kreuzenden Präcipitate im γ -Globulinbereich erweckten den Verdacht, daß nicht nur die Wanderungsgeschwindigkeit im elektrischen Feld und im Agargel, sondern vielleicht auch die Antigenstruktur der Proteine durch die Fäulnis verändert werden. Der zur Klärung dieser Frage angewandte Doppeldiffusionstest nach OUCHTERLONY^{6a} ließ jedoch keine Abwandlung des Antigens in den faulen Leichenbluten im Vergleich zu seinen Homologen des frischen Serums lebender Personen erkennen.

Diskussion der Befunde

Der postmortale Eiweißzerfall ist ein sehr komplexer Vorgang. Seine Komponenten sind im Einzelfall wegen der unterschiedlichen Bedingungen der Fäulnis oft schwer zu erfassen.

Eigenfermente und Fremdfermente bakterieller Herkunft wirken nach O. SCHMIDT und seinen Mitarbeitern LORKE, FORSTER und SCHULZ^{11, 12} unter aeroben und anaeroben Bedingungen in verschiedener Intensität.

Neben der fermentativen Proteolyse haben H. E. SCHULTZE und SCHWICK¹⁵ die immunoelektrophoretisch erfaßbaren Veränderungen der Proteine durch Verschiebungen der Wasserstoffionenkonzentration und thermische Einflüsse sowie durch Ultraschall im Experiment untersucht.

Die Bedeutung der Stoffumsetzungen der Bakterien für die Fäulnis ist in letzter Zeit besonders von H. J. WAGNER¹⁹ untersucht worden. Es zeigte sich, daß die Gabe von antibiotischen Präparaten die Fäulnis stark verzögerte.

In die gleiche Richtung weisen schließlich auch die Erfahrungen von WEINIG, SCHWED und LAUTENBACH^{16, 17, 20} (s. dort weitere Literatur) über den konservierenden Einfluß des Natrium-Fluorids, der auch an unserem Material deutlich wurde. Die Autoren berichteten über eine größere Konstanz der Konzentration von Äthylalkohol nach Natrium-Fluorid-Zusatz in gelagerten Leichenbluten als Folge der dadurch bedingten Fermenthemmung oder der Hemmung des Bakterienwachstums^{17, 20}. SCHWED¹⁶ beobachtete einen ähnlich konservierenden Einfluß des Natrium-Fluorids bei der Bestimmung der Hämoglobinderivate gealterter Blutproben.

Die Aufzählung von Arbeiten, die das Verständnis des postmortalen Blutzerfalls entscheidend gefördert haben, könnte noch vermehrt werden. Im Einzelfall ist es trotz der Aufklärung, die solche Untersuchungen gebracht haben, oft schwer festzustellen, mit welcher Intensität die an der postmortalen Proteolyse beteiligten Faktoren gefördert oder gehemmt wurden. Aus diesem Grunde erlaubt der Fortschritt der Fäulnis der Leiche auch nicht in jedem Fall eine sichere Todeszeitbestimmung. Dementsprechend liefert die I.E. keine wesentliche zusätzliche Infor-

mation für die Todeszeitbestimmung. Die Anordnung der Präcipitate gibt nur Aufklärung darüber, welche Proteinfractionen noch darstellbar sind und welche nicht. Da jedoch keine zuverlässige Proportionalität zwischen Ausmaß der Fäulnis und Leichenalter besteht kann aus der i.e. Präcipitation der Proteine nur der Fortschritt der Proteolyse, aber nicht der der Zeit abgelesen werden.

Die i.e. Untersuchungen des faulen Leichenblutes gewährten dennoch interessante Einblicke in den postmortalen Blutzerfall.

Das Albumin widersteht der Fäulnis am längsten. Danach folgen das γ -Globulin und schließlich α_2 -M-Globulin, Transferrin und Fibrinogen in der Reihenfolge der an unserem Material beobachteten größten Beständigkeit. Die drei letztgenannten Proteine wiesen zwar zahlenmäßig eine gewisse Reihenfolge im Hinblick auf den geglückten Nachweis im faulen Leichenblut auf. Die Differenzen der Häufigkeit waren jedoch so gering, daß ein bemerkenswerter Unterschied nicht besteht.

Es ist sicher nicht zufällig, daß die Proteinfractionen, die im menschlichen Blut am reichlichsten vertreten sind, der Fäulnis am längsten widerstehen. So kann die größte Proteinfraction, das Albumin (53,7 bis 63,3% des Gesamteiweißes), am längsten nachgewiesen werden. Danach folgt die zweitstärkste Fraktion, das γ -Globulin (16,0—18,7%). α_2 -M-Globulin (3,2—5,4%), Transferrin (4,3—5,7%) und Fibrinogen (2,5—5,0%) bewegen sich in ihrem Anteil am Gesamteiweiß ungefähr in der gleichen Größenordnung und sind im faulen Leichenblut etwa gleich lang nachzuweisen. Es ist einleuchtend, daß die geringeren Blutplasmaproteinfractionen durch die proteolytischen Vorgänge — soweit diese alle Proteine in gleicher Weise betreffen — schon sehr bald eliminiert sind.

Dennoch folgt die Auflösung der verschiedenen Protein-Individuen nicht nur quantitativen Gesetzen. Einzelne Globuline, die verhältnismäßig reichlich im Blut vorhanden sind, verschwinden früher aus dem faulen Leichenblut als es ihrem mengenmäßigen Anteil entspricht, so z. B. das α_2 -Lipoprotein (4,2—7,5% vom Gesamteiweiß) und β -Lipoprotein (6,2—8,6%)*.

H. E. SCHULTZE und SCHWICK¹⁵ beobachteten u. a. eine besonders starke Hinfälligkeit der Lipoproteine gegen Lipasen und Phosphatidasen anaerober Bacillen (*Clostridium botulinum* um *Clostridium perfringens*). Es hat den Anschein, daß für die Proteolyse des Leichenblutes die Fermentausstattung der die Fäulnis bewirkenden Keime ein entscheidender Faktor ist. Genauere Kenntnisse über die spezifischen proteolytischen Fähigkeiten der Fäulniserreger des Leichenblutes besitzen wir allerdings noch nicht.

* Die Zahlenangaben über die Normalwerte der Bluteiweißkörper sind der Schrift „Plasma-Derivate“ der Behringwerke entnommen.

Von Bedeutung für die Praxis der Identifizierung von Blutplasma-proteinen sind unter Umständen die Beobachtungen über die Veränderungen der i.e. Präcipitationslinien fauler Leichenblute. Es kamen im Vergleich zu den frischen Homologen ungleichmäßig geschwungene und aufgesplitterte Proteinpräcipitate zur Darstellung. Die Erklärung für die Entstehung solcher Befunde geben z. T. die experimentellen Arbeiten von H. E. SCHULTZE und SCHWICK¹⁵. Nach der Einwirkung der proteolytischen Fermente Trypsin, Chymotrypsin, Bakterienproteinasen und Schlangengiftproteinasen waren Veränderungen der Proteinstruktur zu beobachten, die eine Dislokation, Aufteilung, Abschwächung und bei intensiver Einwirkung auch ein Verschwinden der Immunpräcipitate zur Folge hatten. Die postmortale Proteolyse des Leichenblutes durch Autolyse und Bakterienfermente stellt unseres Erachtens einen analogen Vorgang zu den Experimenten von H. E. SCHULTZE und SCHWICK¹⁵ dar. Der Anteil der Eigen- und Fremdfemente an der Auflösung der Eiweiße des faulen Leichenblutes ist indessen noch nicht erforscht. Die von O. SCHMIDT und seinen Mitarbeitern^{11, 12} am Leberbrei gewonnenen Erkenntnisse sind auf das Blut vom Fermentgehalt her gesehen nur beschränkt anwendbar. SCHMIDT et. al. haben nachgewiesen, daß die Auflösung der Proteine toter Organismen im wesentlichen auf Fremdfemente zurückgeht.

In einem Stadium der Entwicklung, in dem die Bluteiweißkörper in zunehmendem Maße zur Identifizierung von Blutproben herangezogen werden, ist die Kenntnis solcher Zusammenhänge von großer praktischer und theoretischer Bedeutung. Wir können die Auffassung O. SCHMIDT^{s12}, „Das Studium mikrobiologischer Vorgänge wird hierdurch zu einem interessanten und wichtigen Teilgebiet der gerichtlichen Medizin“ nur unterstreichen.

Die Beobachtungen von JÖRGENSEN und GALLASCH⁴ legen den Gedanken nahe, daß die Aufsplitterung und Änderung der Beweglichkeit einzelner Proteinfractionen tatsächlich zu diagnostischen Irrtümern führen können. Die Autoren berichteten über eine Änderung des Schemas der Haptoglobintypen in gelagerten hämolytischen Blutproben. Auf diese Weise wurden in einigen Fällen die Typen Hp 2—1 bei einer späteren Kontrolluntersuchung als Hp 2—2 diagnostiziert.

Es muß zur Zeit noch dahingestellt bleiben, ob die von uns beobachteten Veränderungen der immunoelektrophoretischen Präcipitate des faulen Leichenblutes analog auch bei den Haptoglobinen (SMITHIES^{12, 13}) oder den von HIRSCHFELD³ entdeckten gruppenspezifischen Komponenten auftreten können. Unsere Untersuchungen erstreckten sich auf die Spätveränderungen in hochgradig faulen Leichenbluten. In diesen Proben waren die vielen feinen Präcipitate, die den α - und β -Globulinbereich kennzeichnen, ohnehin nicht mehr darstellbar.

Die Arbeiten zur Erfassung der Frühveränderungen der Proteine des Leichenblutes sind noch nicht abgeschlossen. Über die Ergebnisse wird zu einem späteren Zeitpunkt berichtet werden.

Zusammenfassung

Leichenblute verschiedener Fäulnisgrade wurden immunoelektrophoretisch untersucht. Für die Differenzierung der einzelnen Blutplasmafraktionen wurden Anti-Humanserum vom Kaninchen und die spezifischen Antiseren der Behringwerke gegen die nachstehend aufgeführten Proteine benutzt: Präalbumin, Albumin, α_1 -Lipoprotein, α_2 -Makroglobulin, α_2 -Lipoprotein, β_1 -Globulin (Transferrin), β -Lipoprotein, Fibrinogen, β_2 -A-Globulin, β_2 -M-Globulin, γ -Globulin.

Infolge der mangelnden Proportionalität zwischen Fortschritt der Fäulnis und Leichenalter gestattet die Immunoelektrophorese des Leichenblutes keine Todeszeitbestimmung.

Albumin und γ -Globulin widerstehen der Fäulnis am längsten. Es folgen α_2 -Makroglobulin, Transferrin und Fibrinogen. Die Proteine, die am reichlichsten im Menschenblut vorhanden sind, lassen sich im faulen Leichenblut auch am längsten nachweisen. Die Proteolyse folgt jedoch nicht nur quantitativen Gesetzen. Die Lipoproteine bilden insofern eine Ausnahme, als sie früher durch die Fäulnis eliminiert werden, als es ihrem Anteil am Gesamtprotein entspricht.

Die Eiweißkörper des faulen Leichenblutes weisen im Vergleich zu ihren Homologen frischer Blutproben z. T. Veränderungen der Wanderungsgeschwindigkeit auf. Bei erhaltener Antigenstruktur treten Bruchstücke in Erscheinung, die mit dem Antiserum in ungleichmäßig geschwungenen oder aufgesplitterten Linien präcipitieren.

Im Doppeldiffusionstest nach OUCHTERLONY ließen sich im Vergleich zu den frischen Homologen keine Veränderungen der Antigenkomponenten der Proteine des faulen Leichenblutes nachweisen.

Literatur

- ¹ GRABAR, P. C., et A. WILLIAMS: Méthode immuno-électrophorétique d'analyse de mélanges de substances antigéniques. *Biochim. biophys. Acta (Amst.)* **17**, 67 (1955).
- ² GRABAR, P., et P. BURTIN: Analyse immuno-électrophorétique, ses applications aux liquides biologiques humains. Paris 1960.
- ³ HIRSCHFELD, J.: The use of immunoelectrophoresis in the analysis of normal sera and in studies of the inheritance of certain serum proteins. *Sci. Tools* **8**, 17 (1962).
- ⁴ JÖRGENSEN, G., and E. GALLASCH: Instability of heterozygous haptoglobin type 2—1 in starch-gel electrophoresis. *Lancet* **1962**, 1301.
- ⁵ KABAT, E. A., and M. M. MAYER: Experimental immunochemistry. Springfield, Ill. 1961.

- ⁶ LEITHOFF, H.: Elektrophoretische Untersuchungen über die Bluteiweißkörper bei der gewaltsamen Erstickung. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **51**, 383 (1961).
- ^{6a} OUCHTERLONY, O.: Antigen-Antibody reaction in gels. Acta path. microbiol. scand. **26**, 507 (1949).
- ⁷ PUTNAM, F. W.: The plasma proteins. New York and London 1960.
- ⁸ RIVA, G.: Das Serumeiweißbild. Bern u. Stuttgart 1957.
- ⁹ SCHEIDEGGER, J. J.: Une micro-méthode de l'immunoélectrophorèse. Int. Arch. Allergy **7**, 103 (1955).
- ¹⁰ SCHLEYER, F.: Papierelektrophoretische Untersuchungen des Eiweißbildes von Leichenseren. Naunyn-Schmiedeberg's Arch. exp. Path. Pharmak. **221**, 306 (1954).
- ¹¹ SCHMIDT, O., D. LORKE u. B. FORSTER: Studie über postmortale Abbauvorgänge. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **49**, 206 (1959).
- ¹² — B. FORSTER u. G. SCHULZ: Untersuchungen über die Anteile der Eigen- und Fremdfenzyme am postmortalen Eiweißzerfall. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **52**, 28 (1961).
- ¹³ SMITHIES, O.: Zone-electrophoresis in starch-gel: group variations in the serum-proteins of normal human adults. Biochem. J. **61**, 629 (1955).
- ¹⁴ —, and N. F. WALKER: Genetic control of some serum proteins in normal humans. Nature (Lond.) **176**, 1265 (1955).
- ¹⁵ SCHULTZE, H. E., u. G. SCHWICK: Immunchemischer Nachweis von Proteinveränderungen unter besonderer Berücksichtigung fermentativer Einwirkungen auf Glyko- und Lipoproteine, immunoelktrophoretische Studien. Behringwerk-Mitt. **33**, 11 (1957).
- ¹⁶ SCHWERD, W.: Der rote Blutfarbstoff und seine wichtigsten Derivate. Lübeck 1962.
- ¹⁷ — Die Beurteilung von Alkoholbefunden im Leichenblut. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **43**, 221 (1954/55).
- ¹⁸ SCHWICK, G.: Die Technik der Immuno-Elektrophorese. Labor.-Blätter (Behringwerke) **8**, 11 (1958).
- ¹⁹ WAGNER, H. J.: Beeinflussung postmortalen Vorgänge durch Antibiotica und Sulfonamide. Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med. **51**, 572 (1961).
- ²⁰ WEINIG, E., W. SCHWERD u. L. LAUTENBACH: Die Neubildung von Äthanol, Methanol und anderen Alkoholen im Leichenblut und ihre forensische Bedeutung. Beitr. gericht. Med. **21**, 114 (1961).
- ²¹ WUHRMANN, F., u. CH. WUNDERLY: Die Bluteiweißkörper des Menschen. Basel u. Stuttgart 1957.

Doz. Dr. med. H. LEITHOFF und Dr. I. LEITHOFF,
Institut für gerichtliche Medizin der Universität,
78 Freiburg i. Br., Katharinenstr. 23