

Untersuchungen zur Eingrenzung der Todeszeit im späten postmortalen Intervall durch Elektrophorese innerer Organe

H.-J. Mittmeyer

Institut für Gerichtliche Medizin der Universität Tübingen, Nägelestraße 5, D-7400 Tübingen,
Bundesrepublik Deutschland

Investigations to Determine the Time of Death, Late Post Mortem, by Means of Electrophoresis of Inner Organs

Summary. In CAF-electrophoresis, extracts of cardiac muscle and of kidney tissue, after storage at 4°C, show a roughly linear increase of the equivalent to the Albumin fraction. This increase depends on the time elapsed and is explained by the relatively high stability of this fraction compared to organ proteins, which appear in the globulin region. Thus, a sort of internal standard exists and can be used as a parameter for the determination of the post mortem period. Hepatic tissue is less suitable for this kind of investigations as the relation of the post mortem period and the values of the relative concentration of the fraction do not show the linearity found in cardiac muscle and kidney tissue. Splenic tissue shows no distinct trend and the findings are of little value. The present investigations were arranged in such a way that taking the order of magnitude for the equivalent of the Albumin fraction as a guideline led to a determination of the maximum post mortem period, i.e., the maximum period of time the body lay after the hour of death. The tables of this paper show the figures for the individual organs.

Key word: Determination of time of death, in vitro investigation

Zusammenfassung. In vitro-Untersuchungen an Extrakten von bei 4°C gelagerten Herzmuskel- und Nierengewebsproben ergeben eine zeitabhängige, in etwa linear verlaufende Zunahme der Albumin entsprechenden Fraktion in der Celluloseacetatfolien-(CAF)-Elektrophorese. Der Anstieg erklärt sich durch die relative Stabilität dieser Fraktion gegenüber den Organproteinen, die sich im Globulinbereich darstellen. Damit liegt gewissermaßen ein innerer Standard vor, der als Parameter für die Eingrenzung des postmortalen Inter-

valls herangezogen werden kann. Das Lebergewebe ist für entsprechende Untersuchungen weniger geeignet, da die Beziehung zwischen postmortalem Intervall und gemessener Relativkonzentration der Fraktion nicht die beim Herzmuskel und Nierengewebe festgestellte Linearität aufweist. Beim Milzgewebe lassen die Verhältnisse keinen eindeutigen Trend erkennen, so daß die Befunde praktisch nicht zu verwerten sind. Die vorliegenden Untersuchungen sind so angelegt worden, daß die Orientierung an den Größenordnungen für die Albumin entsprechende Fraktion zu einer Eingrenzung des maximalen postmortalen Intervalls, d. h. der Höchst-Liegezeit, führt. Die für die einzelnen Organe festgestellten Daten ergeben sich aus den Abbildungen der Arbeit.

Schlüsselwort: Todeszeitbestimmung, in vitro-Untersuchungen

Zum postmortalen Eiweißkatabolismus sind seit dem Übersichtsreferat von Bonte [1] eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt worden, die u. a. auch die Bestimmung der Todeszeit, jedoch vorwiegend thanatochemische Fragestellungen zum Gegenstand hatten [2–9]. Abgesehen von serologischen Untersuchungen an einzelnen Geweben [26] erfolgten elektrophoretische Auf trennungen von Eiweißkörpern innerer Organe im wesentlichen unter diagnostischen und biochemischen Gesichtspunkten [10–14, 17–20, 25, 27, 28, 31, 32]. Demgegenüber liegen nur vereinzelt elektrophoretische Untersuchungen zur Erfassung proteolytischer Veränderungen an Geweben im Hinblick auf die Todeszeiteinschätzung vor. Dabei wurde in erster Linie das Verhalten von Skelettmuskelproteinogrammen studiert [15, 16, 30], worauf im Zusammenhang mit den eigenen Untersuchungen [22, 23] aus Platzgründen hier nicht eingegangen werden kann, so daß an anderer Stelle darüber berichtet wird.

Elektrophoretische Untersuchungen an konzentrierten Extrakten von inneren Organen ergaben unterschiedliche Proteinogramme, wobei sich jedoch regelmäßig eine Fraktion darstellen ließ, die die Wanderungsgeschwindigkeit von Albumin aufwies. Der relative Anteil dieser als Fraktion 1 definierten Bande nahm generell bei allen untersuchten Geweben bei zunächst anaeroben und schließlich aeroben Bedingungen zu [21]. Diese grundsätzliche Feststellung war der Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchung, wobei es darum ging, diese albuminartige Fraktion als Parameter für das postmortale Zeitintervall auszuwerten.

Material und Methodik

Herangezogen wurden Gewebeproben vom Herzen, von den Nieren sowie von der Leber und Milz. Von Untersuchungen der inneren Organe Gehirn, Lungen und Pankreas wurde Abstand genommen, da sich die Aufarbeitung teilweise als problematisch herausgestellt hatte [29]. Es handelte sich um Gewebeproben, die von 51 Obduktionsfällen plötzlich verstorbener, gesunder Personen stammten und die ein postmortales Intervall bis zu drei Tagen aufwiesen. Die Gewebeproben wurden in Plastikgefäße portioniert, diese verschlossen und umgehend in einer Kühlzelle bei 4°C gelagert. Ein steriles Vorgehen bei der Probenentnahme und -asservierung war nicht angezeigt. In zeitlichen Abständen wurden die Gewebeproben in Anlehnung an das frühere methodische Vorgehen aufgearbeitet [21, 24]: Präparative Reinigung und Waschung

von etwa 10 g Gewebe — Homogenisieren unter Zusatz von destilliertem Wasser im Eisbad mit dem Ultra-Turrax — Konzentration der klaren Gewebeextrakte mittels Saugfiltration — Elektrophoretische Auftrennung der konzentrierten Eluate auf CAF — Densitometrische Auswertung.

Ergebnisse

1. Herzmuskel

Die Untersuchungsserie umfaßte 88 Herzmuskelproben, die zwischen 2 und 108 Tagen p.m. ausgewertet wurden. Für die Fraktion 1 wurde mit 10,2 rel.% der niedrigste Wert am 6. Tag p.m. und mit 50,9 rel.% der höchste Anteil am 108. Tag p.m. festgestellt.

In Abb. 1 wurden gleiche Stichproben ($N = 22$) untereinander verglichen, so daß sich die einzelnen Zeitintervalle hiervon abhängig zuordneten. Die vorliegende Verteilung wurde mit dem χ^2 -Unabhängigkeitstest für Kontingenztafeln geprüft. Hierzu mußten wegen zu kleiner Erwartungshäufigkeiten unterbesetzte Felder zusammengefaßt werden. Es wurde eine Kontingenztafel des Typs $r \cdot c$ mit $r = 4$ und $c = 2$ gebildet, in dem jeweils die ersten beiden Spalten und die letzten drei Spalten zusammengefaßt wurden. Da für diese Mehrfeldertafel $\hat{\chi}^2 = 29,33 > 16,26 = \chi^2_{3;0,001}$ ist, hat sich die Verteilung auf dem 1%o-Niveau als hoch signifikant erwiesen.

Zur anschaulichereren Darstellung der Abhängigkeit der am Herzmuskel gemessenen Relativkonzentration der Fraktion 1 vom postmortalen Intervall (Liegezeit) wurde die wesentliche Information der Verteilungen für die vier Zeitkollektive (Abb. 1) in ein Zeit-Konzentrations-Diagramm übertragen (Abb. 2). Als Lokalisationsmaß für den jeweiligen Gipfel der Häufigkeitsverteilungen diente der Medianwert, aufgetragen über dem Schwerpunkt der zugehörigen Zeitwerte. Als Dispersionsmaß wurde für die Konzentration der Interdezil-

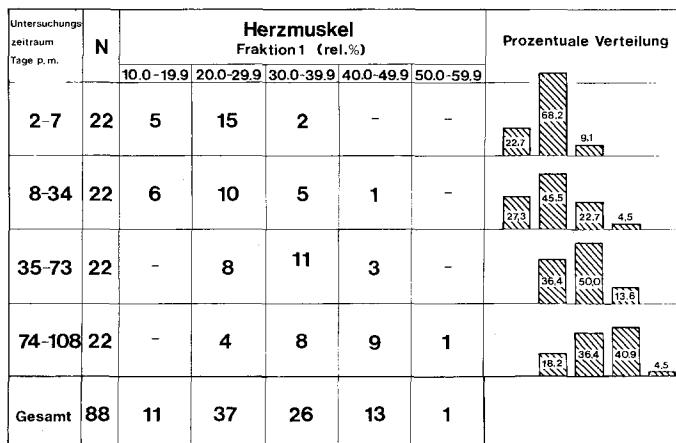


Abb. 1. Verteilung der am Herzmuskel gemessenen Relativkonzentration der Fraktion 1 im Untersuchungszeitraum

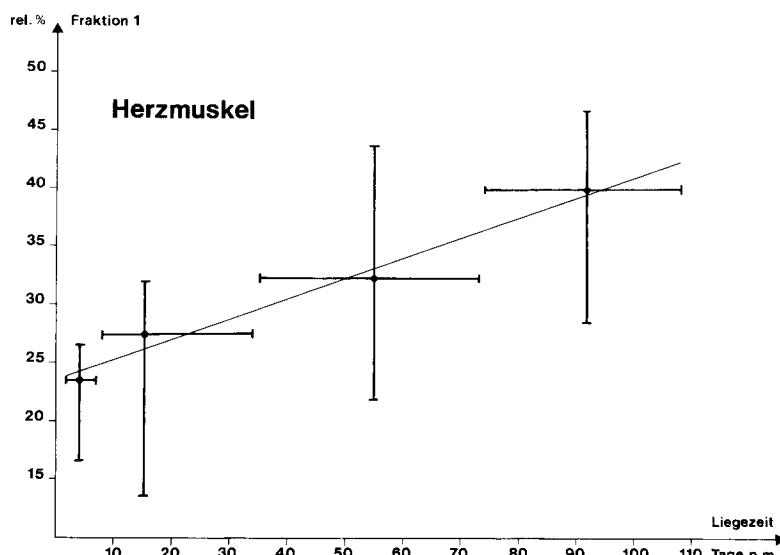


Abb. 2. Abhängigkeit der am Herzmuskel gemessenen Relativkonzentration der Fraktion 1 vom postmortalen Intervall

Untersuchungszeitraum Tage p.m.	N	Niere Fraktion 1 (rel. %)					Prozentuale Verteilung
		10.0-19.9	20.0-29.9	30.0-39.9	40.0-49.9	50.0-59.9	
2-10	17	5	11	1	-	-	29,4 54,7 5,9
11-61	17	2	6	9	-	-	11,8 35,3 33,9
62-108	17	-	3	9	3	2	17,6 52,9 17,6 11,8
Gesamt	51	7	20	19	3	2	

Abb. 3. Verteilung der am Nierengewebe gemessenen Relativkonzentration der Fraktion 1 im Untersuchungszeitraum

bereich I_{80} jeweils als senkrechter und das volle Zeitintervall des Kollektivs als waagerechter Fehlerbalken eingezeichnet. Durch die den vier Zeitkollektiven entsprechenden Punkte in Abb. 2 wurde zur Orientierung die eingezeichnete Näherungsgerade gelegt, die den Gang der Konzentration mit der Liegezeit im betrachteten Zeitraum recht gut wiedergibt. Die zeitliche Abhängigkeit der Relativkonzentration der Fraktion 1 lässt sich demnach beim Herzmuskel in erster Näherung als linear beschreiben.

2. Niere

51 Nierenproben wurden ebenfalls zwischen dem 2. und 108. Tag p.m. untersucht, wobei der niedrigste Wert für die albuminartige Fraktion am 2. Tag p.m. mit 16,3 rel.% und der höchste am 85. Tag p.m. mit 52,4 rel.% vorlag.

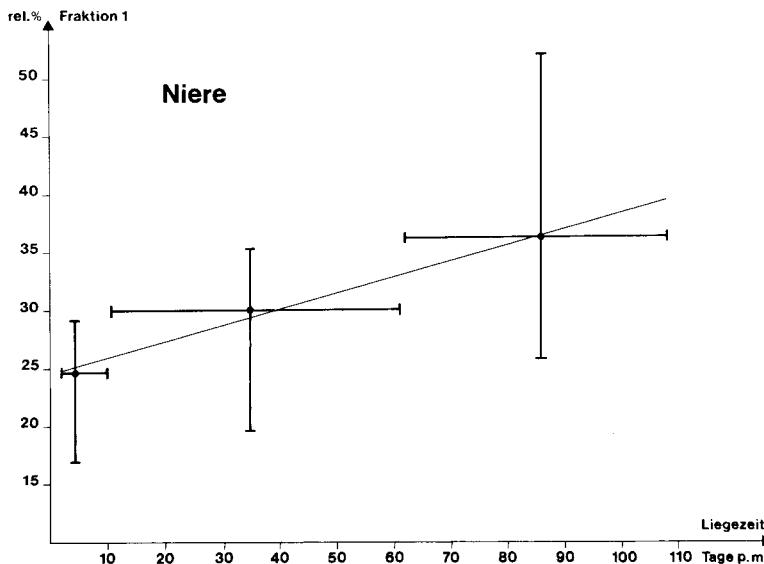


Abb. 4. Abhängigkeit der am Nierengewebe gemessenen Relativkonzentration der Fraktion 1 vom postmortalen Intervall

Die tabellarische Verteilung in Abb. 3 wurde in eine 6-Felder-Tafel umgruppiert, in dem jeweils die ersten beiden und die letzten drei Spalten zusammengefaßt wurden. Die Prüfung auf Unabhängigkeit für diese Kontingenztafel wurde ebenfalls mit dem χ^2 -Test durchgeführt und ergab $\chi^2 = 20,31 > 13,81 = \chi^2_{2;0,001}$, so daß die Verteilung auf dem 1%o-Niveau hohe Signifikanz zeigt.

Die Abhängigkeit der am Nierengewebe gemessenen Relativkonzentration der Fraktion 1 vom postmortalen Zeitintervall ist in Abb. 4 dargestellt. Durch die den drei Zeitkollektiven entsprechenden Punkte wurde zur Orientierung die eingezeichnete Näherungsgerade gelegt. Man erkennt, daß auch beim Nierengewebe, vergleichbar mit den entsprechenden Ergebnissen beim Herzmuskel, die Konzentration in etwa linear von der Zeit abhängt.

3. Leber

An 66 Leberproben wurden für die Fraktion 1 im Untersuchungszeitraum (2. bis 108. Tag p.m.) Werte zwischen 4,0 rel.% und 54,0 rel.% gemessen. Unter 5,0 rel.% lag lediglich ein Wert am dritten Tag p.m. Zwei Fälle wiesen für die Bande mit Albumin-Mobilität relative Anteile über 50,0% auf, so am 68. Tag p.m. mit 54,0 rel.% und am 108. Tag p.m. mit 52,0 rel.%.

Über die Verteilung der 66 Untersuchungsfälle in den verschiedenen Zeitabschnitten und in den einzelnen Konzentrationsklassen orientiert Abb. 5. Es ist auch hier offensichtlich, daß es mit zunehmender Liegezeit zu einer Verschiebung des relativen Anteils der Fraktion 1 zu höheren Werten kommt. Diese Verteilung wurde einer Analyse im Mehrfelder- χ^2 -Test auf Unabhängigkeit unterzogen. Es wurde eine 6-Felder-Tafel mit $r = 3$ und $c = 2$ hergestellt, in dem jeweils die ersten beiden Spalten und die letzten drei Spalten zusammengefaßt wurden. Die Berech-

Untersuchungszeitraum Tage p.m.	N	Leber Fraktion 1 (rel.%)					Prozentuale Verteilung
		<10.0	10.0 - 19.9	20.0 - 29.9	30.0 - 39.9	≥ 40.0	
2-11	22	8	11	3	-	-	36,4 50,0 13,6
12-73	22	-	10	6	5	1	45,5 27,3 22,7 4,5
74-108	22	-	8	8	3	3	36,4 36,4 13,6 13,6
Gesamt	66	8	29	17	8	4	

Abb. 5. Verteilung der am Lebergewebe gemessenen Relativkonzentration der Fraktion 1 im Untersuchungszeitraum

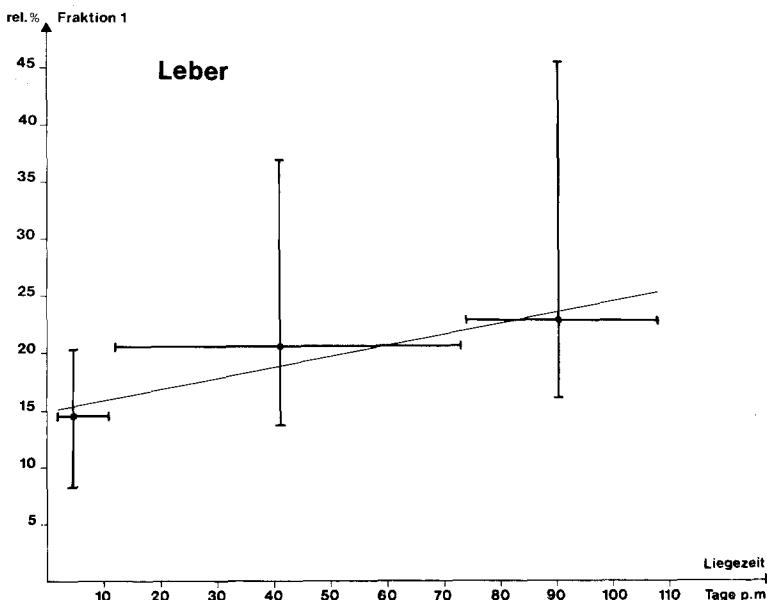


Abb. 6. Abhängigkeit der am Lebergewebe gemessenen Relativkonzentration der Fraktion 1 vom postmortalen Intervall

nung ergab $\hat{\chi}^2 = 12,67 > 9,21 = \chi^2_{2;0,01}$, so daß Signifikanz auf dem 1%-Niveau vorliegt.

Die Abbildung 6 soll die Abhängigkeit der am Lebergewebe gemessenen Relativkonzentration der Fraktion 1 vom postmortalen Intervall (Liegzeit) veranschaulichen. Für die Konzentration ist wiederum der Interdezilbereich I_{80} und für die Untersuchungszeit das volle Intervall angegeben. Die eingezeichnete Näherungsgerade weist nicht die beim Herzmuskel und am Nierengewebe festgestellte Linearität auf.

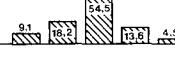
Untersuchungszeitraum Tage p.m.	N	Milz Fraktion 1 (rel.%)					Prozentuale Verteilung
		<5.0	5.0-9.9	10.0-14.9	15.0-19.9	≥ 20.0	
2-10	22	-	8	6	4	4	
11-63	22	1	11	5	3	2	
68-108	22	2	4	12	3	1	
Gesamt	66	3	23	23	10	7	

Abb. 7. Verteilung der am Milzgewebe gemessenen Relativkonzentration der Fraktion 1 im Untersuchungszeitraum

4. Milz

Von den 66 ausgewerteten Milzproben wiesen drei in der Fraktion 1 Anteile unter 5,0 rel.% auf. Bezogen auf den Untersuchungszeitpunkt war jedoch eine große Streuung festzustellen: So wurden diese niedrigen Werte am 11., 97. und 108. Tag p.m. festgestellt. Auch die hohen Werte für die erfaßte Bande ließen keine schwerpunktmäßige Verteilung im Untersuchungszeitraum erkennen. Die höchste Messung lag an einem dritten Tag p.m. mit 32,0 rel.%. Es hat sich demnach gezeigt, daß die Veränderungen der Fraktion 1 beim Milzgewebe für zeitabhängige Untersuchungen wenig geeignet sind. Die in Abb. 7 dargestellten Verhältnisse zwischen den Konzentrationsklassen und den zugeordneten Zeitabschnitten lassen keinen eindeutigen Trend erkennen. Die Tabelle wurde in eine Kontingenztafel mit $r = 3$ und $c = 3$ umgebildet, wobei jeweils die ersten beiden und letzten beiden Spalten zusammengefaßt wurden und hierfür die Prüfung auf Unabhängigkeit durchgeführt wurde. Die Berechnung ergab $\chi^2 = 7,42 < 9,48 = \chi^2_{4;0.05}$, so daß die Unabhängigkeitshypothese nicht abgelehnt wird ($P > 0,05$).

Diskussion

Bei der Todeszeitbestimmung im späten postmortalen Intervall steht die subjektive Bewertung der Fäulnisveränderungen im Vordergrund, wobei die Aussagegenauigkeit gering ist. In den letzten Jahren haben Bonte und Mitarbeiter [1-8] neue Wege aufgezeigt, indem sie den Proteinkatabolismus zur postmortalen Datierung heranzogen. Die Untersuchungen erstreckten sich im wesentlichen auf das Verhalten der Aminosäuren und Ptomaine, mithin auf weitgehend terminale Abbauprodukte. Im Gegensatz zu den herkömmlichen relativ groben morphologischen Beurteilungskriterien wurde hier ein ausgesprochen subtler Maßstab angelegt, um auf diese Weise geringste Veränderungen bei der postmortalen Eiweißdegradation zu erfassen. Jedoch muß gegebenenfalls in Kauf genommen werden, daß sich die „unkontrollierbar ablaufende Leichenzersetzung“ mit erheb-

lichen Schwankungen in den Untersuchungsergebnissen auswirkt, so daß die Aussagemöglichkeit hierdurch begrenzt ist.

In der vorliegenden Arbeit wurde deshalb versucht, Anhaltspunkte zur Todeszeiteingrenzung über Veränderungen im postmortalen Proteinstoffwechsel der Makromoleküle zu erhalten. Es wurde der Frage nachgegangen, ob sich die mit der Celluloseacetat-(CAF)-Elektrophorese erfaßbaren proteolytischen Veränderungen zur Todeszeiteingrenzung eignen. Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war es, durch systematische elektrophoretische Untersuchungen an menschlichen Geweben über Veränderungen in den Proteinogrammen zusätzliche Anhaltspunkte für die Todeszeiteingrenzung im späten postmortalen Intervall zu erhalten.

Elektrophoretische Untersuchungen an tierischen und menschlichen Geweben hatten generell zu recht unterschiedlichen Ergebnissen geführt [10—14, 17—20, 25, 27, 28, 31, 32], was einerseits durch das methodische Vorgehen erklärbar ist, andererseits aber auch im Zusammenhang mit artspezifischen Unterschieden in der Eiweißzusammensetzung der Gewebe stehen dürfte. Insofern wurde auf tierexperimentelle Untersuchungen verzichtet, da die Anwendbarkeit derartiger Ergebnisse auf die menschliche Leiche grundsätzlich in Frage gestellt werden müßte.

Bei der hier angewandten Methode (CAF-Elektrophorese) ließ sich bei kathodischem Auftrag der gelösten Organproteine generell eine weit anodisch wandernde Fraktion abgrenzen, die als zeitabhängiger Parameter herangezogen und ausgewertet wurde. Hiermit vergleichbare Untersuchungen am Skelettmuskel, über die noch gesondert berichtet wird, haben ergeben, daß es sich bei der definierten Fraktion 1 immunologisch um Albumin handelt. Ob das Albumin dabei aus dem Gewebe selbst stammt oder trotz intensiver Waschungen aus dem Blut der Endstrombahn, läßt sich bislang nicht entscheiden. Diese Fraktion ist durch eine relativ große Stabilität gegenüber den anderen Fraktionen, die sich im Globulinbereich darstellen, charakterisiert. Hierdurch kommt es bei der postmortalen Proteolyse zu einem relativen Anstieg der Fraktion 1, die sich gewissermaßen als innerer Standard verhält.

Wesentlich ist, daß sich die zeitliche Abhängigkeit der Relativkonzentration der albuminartigen Fraktion beim Herzmuskel und auch bei der Niere in erster Näherung linear darstellt, was bei der Leber nicht ohne Einschränkung festgestellt werden kann. Die Proteinogramme des Milzgewebes weisen die am wenigsten markanten Veränderungen auf. Für die Beurteilung des postmortalen Zeitintervalls sollten deshalb von den inneren Organen insbesondere Gewebe-proben vom Herzen und von den Nieren untersucht werden. Selbstverständlich bietet eine möglichst globale Erfassung derartiger Befunde die beste Aussagemöglichkeit.

Die für die Fraktion 1 erhobenen Orientierungsdaten sind im Zusammenhang mit den Versuchsbedingungen zu sehen. Einmal ist zu berücksichtigen, daß die in vitro-Untersuchungen praktisch bei ubiquitärer Keimbesiedelung durchgeführt wurden. Davon wird man auch im Regelfall bei der Leiche auszugehen haben. Von Bedeutung für die Übertragbarkeit der Ergebnisse in die Praxis sind jedoch die im konkreten Fall in Betracht zu ziehenden Temperaturverhältnisse. Da es sich um Sektionsfälle handelt, muß zunächst eine unkontrollierbare Vorphase,

das postmortale Intervall, in Kauf genommen werden. Es wurde bewußt auf tierexperimentelle Untersuchungen verzichtet, da die Übertragbarkeit derartiger Untersuchungsergebnisse auf die menschliche Leiche grundsätzlich in Frage gestellt werden müßte. Es bleibt deshalb abzuklären, inwieweit sich das postmortale Intervall ausgewirkt hat. Damit stellt sich auch die Frage, unter welchen Gesichtspunkten die Ergebnisse in der Praxis angewendet werden können.

Die elektrophoretisch erfaßten proteolytischen Veränderungen sind vor allem temperaturabhängig. Vergleichende Untersuchungen über milieuabhängige Veränderungen in den Proteinogrammen haben gezeigt, daß der Relativanteil der Fraktion 1 bei Temperaturanstieg mit fortschreitender Proteinidegradation zunimmt. Beispielsweise beträgt der durchschnittliche Konzentrationsanstieg für diese Fraktion am Skelettmuskel bei 5°C 0,10 rel.%/Tag, während er bei 30°C mit 0,68 rel.%/Tag erheblich höher ist. Würde man derartig extrem hohe oder niedrige Temperaturen für die Vorphase annehmen, so hätte der Konzentrationsanstieg bei einem postmortalen Intervall von maximal drei Tagen zwischen 0,3 und 2,0 rel.% betragen können. Das Beispiel soll zeigen, daß die Orientierungsdaten generell nur Aussagen über größere Zeiträume zulassen, so daß die abweichenden Temperatureinflüsse der Vorphase praktisch vernachlässigt werden können.

Den Untersuchungen über die Fraktion 1 wurde mit 4°C eine ausgesprochen niedrige Temperatur zugrunde gelegt, bei der die Proteolyse langsam abläuft. Aus den vorangestellten Erörterungen ergibt sich zwangsläufig, daß der Relativanteil der Fraktion 1 mit fortschreitender Proteinidegradation zunimmt. Bei Temperaturen über 4°C wird der Relativanteil der Fraktion größer sein, als in den Untersuchungen festgestellt wurde. Die Orientierung an den Größenordnungen für die Fraktion 1 bei 4°C würde dann gewissermaßen zu einer Eingrenzung des maximalen postmortalen Zeitintervales (*Höchst-Liegezeit*) führen.

Auf erste Ergebnisse unter Berücksichtigung auch extrem hoher Temperaturen wurde oben bereits hingewiesen. Damit führt das methodische Vorgehen auch zur Eingrenzung der Mindest-Liegezeit. Erst durch die Eingrenzung des maximalen und minimalen postmortalen Zeitintervalls wird es möglich sein, zur Todeszeit bei Leichen, die „Umgebungstemperatur“ ausgesetzt waren, Stellung zu nehmen.

Literatur

1. Bonte, W.: Der postmortale Eiweiß-Katabolismus. Beitr. Gerichtl. Med. **33**, 57—75 (1975)
2. Bonte, W., Alten, R.: Der postmortale Proteinkatabolismus in der Gallenblase. Festschrift Walter Krauland zum 65. Geburtstag. Berlin: Universitätsdruckerei 1977
3. Bonte, W., Bleifuß, J.: Postmortem dating of putrefied material through ptomaine estimation. J. Forens. Sci. **22**, 558—572 (1977)
4. Bonte, W., Kleinsorge, V.: Autolysebedingte Konzentrationsveränderungen der freien Aminosäuren im Glaskörper des Auges. Beitr. Gerichtl. Med. **35**, 133—143 (1977)
5. Bonte, W., Rustemeyer, J.: Quantitative Untersuchungen zur Entwicklung des Aminosäure-Spektrums in faulender Leber. Z. Rechtsmed. **76**, 293—306 (1975)
6. Bonte, W., Bleifuß, J., Volck, J.: Experimental investigations in post-mortem protein degradation. Forensic Sci. **7**, 9—22 (1976)
7. Bonte, W., Johansson, J., Garbe, G., Berg, S.: Die Bestimmung des Aminosäure-Spektrums als Hilfsmittel bei der Datierung von Skelettfunden. Arch. Kriminol. **158**, 163—174 (1976)

8. Bonte, W., Pohlig, K., Sprung, R., Bleifuß, J.: Die mikrobielle Beeinflussung des Protein-katabolismus im Fäulnisexperiment. *Beitr. Gerichtl. Med.* **34**, 173—178 (1976)
9. Daldrup, T.: Die Bedeutung der Bildung von α - und γ -Aminobuttersäure während der Fäulnis von eiweißhaltigen menschlichem Organmaterial. Eine Möglichkeit der Todeszeitbestimmung. 57. Tgg. Dtsch. Ges. Rechtsmed., Düsseldorf 1978
10. D'Amelio, V., Perlmann, P.: The distribution of soluble antigens in cellular structures of rat liver. *Exp. Cell. Res.* **19**, 383—398 (1960)
11. D'Amelio, V., Mutolo, V., Barbarino, A.: Immunological and electrophoretic analysis of rat liver mitochondria and other cellular fractions. *Exp. Cell Res.* **29**, 1—16 (1963)
12. Demling, L.: Elektrophoretische Aufspaltung von Organeiweiß. *Klin. Wochenschr.* **30**, 74 (1952)
13. Demling, L.: Die elektrophoretisch trennbaren Lebereiweißkomponenten als Fermentträger. *Verh. Dtsch. Ges. Inn. Med.* **59**, 372—374 (1953)
14. Demling, L., Kinzlemeier, H., Henning, N.: Über die quantitative Zusammensetzung der Organproteine. *Z. Ges. Exp. Med.* **122**, 416—430 (1954)
15. Dervillée, E., Brunet-Antigny, B.: Etude électrophorétique des protéines musculaires en médecine légale. 2^e note: Influences du milieu ambiant. *Ann. Méd. Lég.* **44**, 555—559 (1964)
16. Dervillée, E., Rigot, R.: Etude électrophorétique du muscle squelettique en médecine légale. 1^{er} note. *Ann. Méd. Lég.* **43**, 73—76 (1963)
17. Henning, N., Kinzlemeier, H., Demling, L., Mannuss, E.: Elektrophoretische Untersuchung von Zelleiweißkörpern. *Klin. Wochenschr.* **30**, 390—391 (1952)
18. Licht, W.: Die Proteine der gesunden und cirrhotischen menschlichen Leber. Vergleichende elektrophoretische Untersuchungen im Agargel. *Z. Klin. Med.* **158**, 183—195 (1964)
19. Licht, W.: Die Proteine der gesunden menschlichen Leber. Immunelektrophoretische Untersuchungen. *Z. Klin. Med.* **158**, 196—207 (1964)
20. Licht, W.: Die Proteine der cirrhotischen menschlichen Leber. Immunelektrophoretische Untersuchungen. *Z. Klin. Med.* **158**, 208—220 (1964)
21. Mittmeyer, H.-J.: Elektrophoretische Gewebeuntersuchungen unter thanatologischen Gesichtspunkten. *Beitr. Gerichtl. Med.* **36**, 231—238 (1978)
22. Mittmeyer, H.-J.: Elektrophoretische Untersuchungen über proteolytische Veränderungen an menschlichen Geweben. Ein Beitrag zur Eingrenzung der Todeszeit im späten postmortalen Intervall. *Habilitationsschrift*, Tübingen 1978
23. Mittmeyer, H.-J., Erlinger, R.: Untersuchungen über die postmortale Proteolyse menschlicher myofibrillärer Proteine. 57. Tgg. Dtsch. Ges. Rechtsmed., Düsseldorf 1978
24. Mittmeyer, H.-J., Schwend, J.: Vergleichende Untersuchungen über zeitabhängige Veränderungen im Eiweißspektrum von Vital- und Leichenblut mit der Celluloseacetatfolien-(CAF)-Elektrophorese. *Z. Rechtsmed.* **81**, 19—24 (1978)
25. Mullan, F. A., Hancock, D. M., Neill, D. W.: Electrophoresis of serum and soluble liver proteins on cellulose acetate. *Nature* **194**, 149—150 (1962)
26. Oepen, I.: Zur Blutgruppenprägung menschlicher Körperegewebe. *Habilitationsschrift*, Marburg 1972
27. Scheiffarth, F., Götz, H., Schernthaner, G.: Immunelektrophoretische Studien zur Frage der Identität menschlicher Organ- und Serumproteine. *Clin. Chim. Acta* **6**, 481—492 (1961)
28. Scheiffarth, F., Thuma, G.: Immunelektrophoretische Studien zur Frage der Identität menschlicher Organ- und Serumproteine. *Clin. Chim. Acta* **7**, 355—365 (1962)
29. Schwend, R. J.: Elektrophoretische Untersuchungen auf Celluloseacetatfolien an menschlichen Gewebeeiweißkörpern und Serumproteinen unter thanatologischen Gesichtspunkten. *Inaug.-Diss.*, Tübingen 1977
30. Vándor, E., Józsa, L.: Postmortale Veränderungen in den myofibrillären Eiweißkomponenten und der myofibrillären Adenosintriphosphatasenaktivität der Skelettmuskulatur. *Z. Rechtsmed.* **80**, 265—272 (1978)
31. Watanabe, H.: On the putrefaction process investigated by the so-called paper chromatography of amino-acids, amines, and their similar compounds. *Jap. J. Leg. Med.* **9**, 561—574 (1955)
32. Winterhoff, D., Drewitz, B.: Zur Methode der Elektrophorese von 10 mg Lebergewebe auf Celluloseacetatfolie. *Z. Klin. Chem. Klin. Biochem.* **9**, 31—32 (1971)