

Aus dem Institut für gerichtliche Medizin der Universität Bonn
(Direktor: Prof. Dr. H. ELBEL)

Untersuchungen über den postmortalen Phosphatgehalt von Liquor und Serum in Beziehung zum Leichenalter

Von

F. SCHLEYER und U. JANITZKI

Mit 4 Textabbildungen

(Eingegangen am 22. Juni 1959)

Eine Phosphatzunahme in den vorgegebenen Leichenflüssigkeiten wurde bereits von mehreren Untersuchern festgestellt. BALACHOWSKY und GINSBURG hatten einen Durchschnittswert (wohl im Herzblut) von 20 mg-% bei 27 Leichen 1—3 Std p.m. Bei NAUMANN betrug die Streuung im Zisterneliquor 1,2—18,0 mg-% (131 frische Leichen). JETTER, MCLEAN und NUTTER geben für Serum einen 2—9fachen Anstieg, am steilsten im zweiten postmortalen 12 Std-Intervall an. Eine systematische Untersuchung am Serum aus Femoralisblut an 254 Leichen mit Angabe des Leichenalters stammt von WALDMANN (vgl. Abb. 1). Die Quelle der P-Vermehrung ist der organisch gebundene Phosphor (JETTER u. Mitarb.), der einer raschen postmortalen Spaltung unterliegt (Esterasewirkung, NAUMANN) und als anorganisches Phosphat bestimmt werden kann. Im Rahmen unserer Arbeiten über das postmortale Verhalten biochemischer Konstanten und die Todeszeitbestimmung mittels chemischer Methoden untersuchten wir den Phosphatgehalt im Liquor und im Serum (Plasma) aus peripheren Venen.

Material. Von 119 Leichen mit natürlichen und verschiedenen gewaltsamen Todesursachen und bekannter Todeszeit lagen 90 *Liquores* vor, suboccipital und steril entnommen und ohne Blutbeimengung. Serum dieser Leichen wurde untersucht: 39mal einzeln aus der V. femoralis dextra und 26mal aus der V. femoralis sinistra, 2mal aus beiden zusammen, je 5mal einzeln aus der V. subclavia dext. et sin. und 4mal aus beiden zusammen (= 81 Serumwerte). Bei 18 der 119 Leichen wurde außer dem Liquor mindestens Serum von einer Blutentnahmestelle untersucht, bei 72 Leichen nur der Liquor, bei 29 nur Serum. Bei 10 Leichen (und zusätzlich bei 2 Leichen mit unbekannter Todeszeit) wurde *mehrmales* zu verschiedenen Zeiten p.m. Blut entnommen. Bei 20 Leichen (und zusätzlich bei 8 anderen unbekannter Todeszeit) wurde *gleichzeitig* Serum aus mehreren Blutgefäßen gewonnen (Gesamtzahl der untersuchten Fälle somit 127). Das Blutsediment wurde immer sofort abgeschleudert; alle Substrate wurden bis zur Analyse in der Kälte aufbewahrt.

Als *Bestimmungsmethode* diente das Verfahren von HORWITT, eine modifizierte Molybdänblaureaktion mit Zinnchlorid als Reduktionsmittel, das minimal 0,25 mg-%

anorganisches Phosphat nachzuweisen gestattet und nur ganz geringe Substratmengen erfordert. Als Absorptionsmaximum des Farbkomplexes ermittelten wir 700 nm. Die Messungen wurden bei 691 nm im „Eppendorf“-Photometer vor-

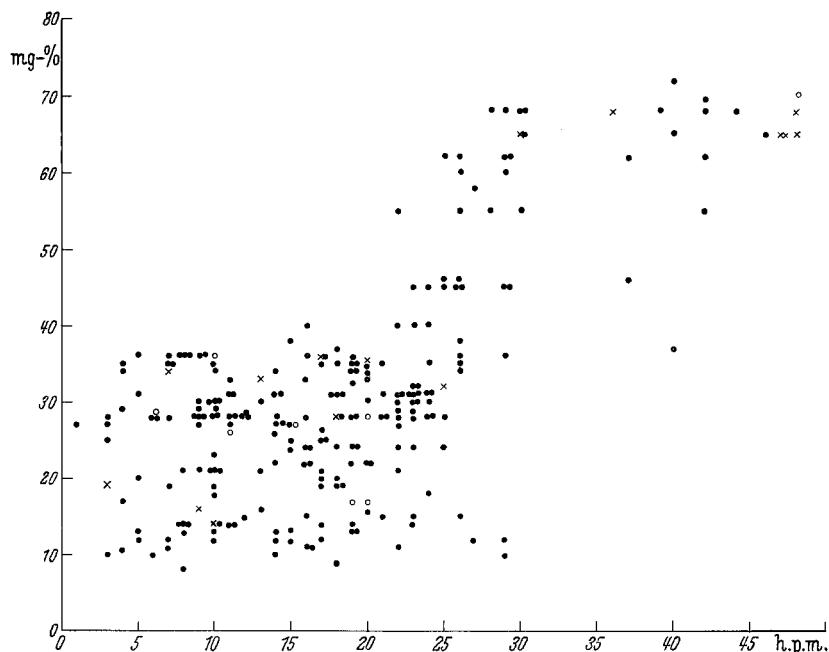


Abb. 1. Anorganischer Phosphor im Serum aus Femoralisblut in Beziehung zum Leichenalter, nach den Zahlenangaben von WALDMANN gezeichnet (x Fälle mit malignem Nierenschaden, o Fälle mit Lebercirrhose und -dystrophie)

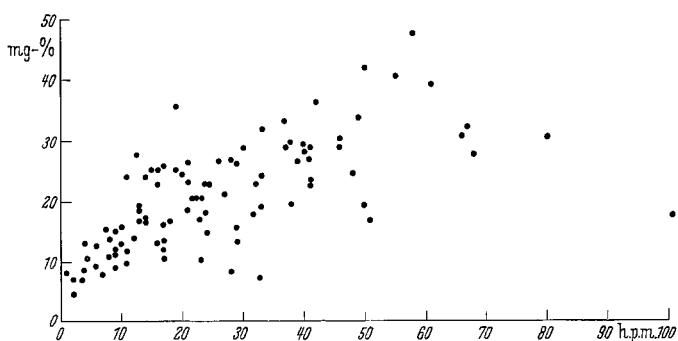


Abb. 2. P-Werte im Leichenliquor bei bekannter Todeszeit

genommen. Die von uns aufgestellte Eichkurve verlief ab 10 mg-% nicht mehr als Gerade. Unser Faktor ($F = \frac{\text{mg}-\%}{E}$) betrug 25,04. Als mittlere quadratische Abweichung der Einzelbestimmung wurde 7 % errechnet.

Die von HORWITT angegebene Vorlagemenge wurde angesichts der hohen postmortalen P-Werte zunächst bei älteren Leichen auf 0,2, dann durchweg auf 0,1 ml Liquor oder Serum vermindert. Die Zinnchlorid-Stammlösung wurde wöchentlich frisch hergestellt, da ihre Reduktionswirkung mit der Zeit nachläßt. Bei jeder Analysenreihe wurden P-Standardlösungen (KH_2PO_4) mit 2—10 mg-% P mitbestimmt. Von allen Substraten wurden mindestens Doppelbestimmungen gemacht, und die Mittelwerte zugrunde gelegt. Die postmortale Milchsäurezunahme der Substrate konnte vernachlässigt werden, da ein Versuch mit Milchsäurelösungen von 50—500 mg-% Nullwerte ergab.

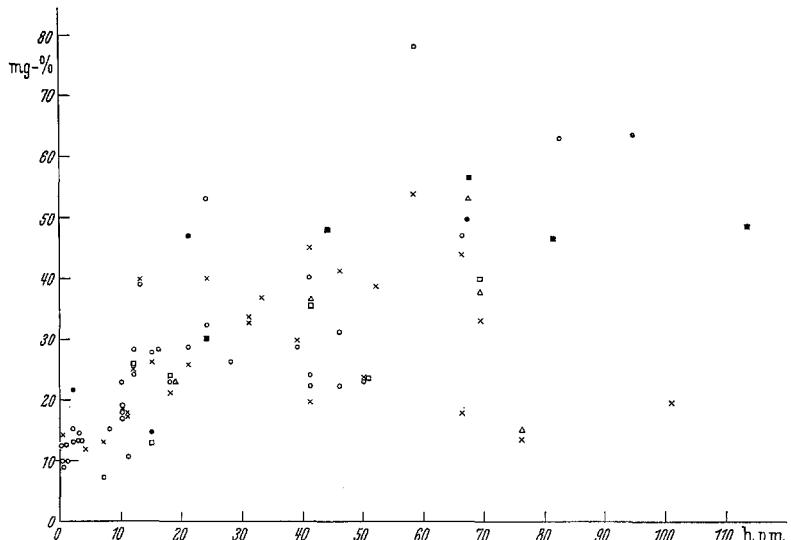


Abb. 3. P-Werte im Serum aus peripheren Venen bei bekannter Todeszeit (\circ V. femoralis dext., \times V. fem. sin., \bullet V. fem. dext. + sin., \square V. subclavia dext., Δ V. subcl. sin., \blacksquare V. subcl. dext. + sin.)

Ergebnisse. Gegenüber dem Normalwert für anorganisches Phosphat (unter 5 mg-%) fanden sich die *Liquorwerte*, entsprechend der Erwartung, schon ganz kurze Zeit p. m. erhöht. Sie steigen bis zu etwa 10 Std offenbar ziemlich gleichmäßig auf maximal rund 15 mg-% an (Abb. 2). Das Bild ist ungefähr das gleiche wie bei der frühpostmortalen Zunahme des Rest-N in Liquor und Serum, des Kreatins im Serum und des Amino-N im Liquor [Literatur bei SCHLEYER (1, 3)]. Von 10 Std p. m. an wird die Streuung sehr groß: z. B. finden sich Werte von 10,4 mg-% bei 22 Std und 8,2 mg-% bei 28 Std p. m. (66jährige Frau mit hypostatischer Pneumonie und 72jährige, auf der Straße verstorbene Frau, nicht seziert), und zwischen 10 und 20 Std p. m. liegen einige Werte schon recht hoch: die 9 Ergebnisse über 20 mg-% im 10—19 Std p. m.-Intervall stammen alle von marantischen Anstaltskranken, sehr alten Menschen oder Kranken mit Neoplasmen, so daß eine P-Retention durch Niereninsuffizienz nicht auszuschließen ist (für die von WALD-

MANN behauptete Konformität von Rest-N- und P-Erhöhung geben die eigenen Zahlenangaben der Autorin keinen Anhaltspunkt). Im ganzen geht der Anstieg anscheinend bis zu etwa 70 Std p.m. weiter. Hinsichtlich einer Todeszeitschätzung könnte man allenfalls sagen, daß bei einem Leichenalter unter 10 Std ein wesentlich über 15 mg-% liegender P-Wert ungewöhnlich wäre.

Im Serum besteht zunächst etwa dasselbe Bild, später ist die P-Zunahme im ganzen steiler, und die Streuung noch größer (Abb. 3).

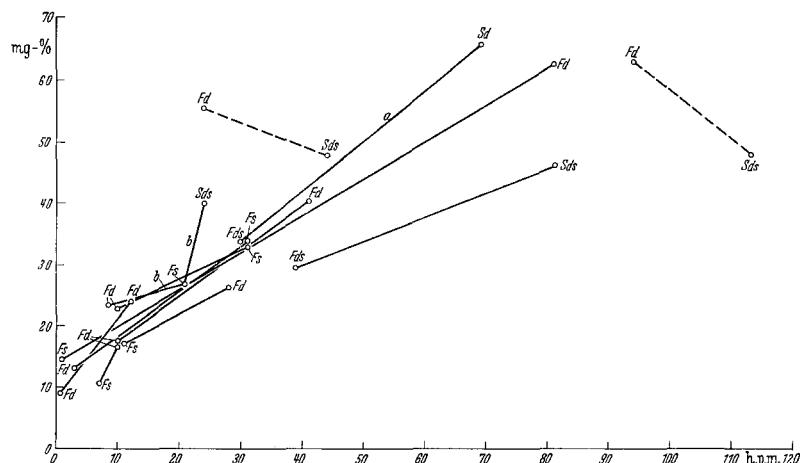


Abb. 4. Serum-P-Konzentrationen bei wiederholten Entnahmen. F Femoralis, S Subclavia, d dextra, s sinistra. a und b sind Kurven von Fällen mit nicht genau bekannter Todeszeit. Gestrichelt: abfallende Kurven

Bei ein und derselben Leiche liegen die P-Werte in den verschiedenen Blutgefäßen ziemlich eng beieinander (Tabelle 1, bei auffällig hohen oder niedrigen oder sehr divergierenden Konzentrationen sind hier die Todesursachen angegeben). Der Zuwachs ist — mit Ausnahmen — ziemlich regelmäßig (etwa 5—10 mg-% je 10 Std, Abb. 4). Unsere Werte erreichten übrigens im vergleichbaren Intervall nicht die Höhe wie bei WALDMANN (die nach der nicht als optimal angesehenen Methode von BELL und DOISY untersucht hat).

Der Femoralisserum-Liquor-P-Quotient, berechnet für 24 Leichen, betrug zwischen 0,89 und 2,36, der Serum-P-Gehalt war fast immer um ein Geringes höher, das Verhältnis aber äußerst unregelmäßig und ohne jede Beziehung zum Leichenalter (anders als beim postmortalen Verhalten des Magnesiums, vgl. SCHLEYER [2]).

Quelle der postmortalen Zunahme des Phosphors im Serum ist (verständlicherweise) wohl auch der Blutzellzerfall: ein Modellversuch mit immer wieder aufgeschütteltem Citratblut ergab bei 5 Wochen Auf-

Tabelle. Serum P-Werte in mg-% bei gleichzeitigen Blutentnahmen aus verschiedenen Gefäßen (Abkürzungen wie in Abb. 4)

Name	Stunden p. m.	Fd	Fs	Sd	Ss	Bemerkungen
Ess.	10	18,6	18,0			
Schö.	11	17,5	17,5			
Hop.	12	24,0	25,2	25,8	25,2	
Itz.	13	39,6	39,6			
Jan.	15	27,6	26,4			
Bäc.	15	14,9	13,0			
Löf.	mindestens	15,4	17,0			
	17 (?)					
Ber.	18	23,0	21,2	24,0	23,0	
Ver.	21	29,8	25,8			
Wel.	21—26 (?)			45,7	35,6	
Ren.	24	32,4	40,0			
Wag.	mindestens	17,4	15,9			
	24 (?)					
Egg.	19—40 (?)	38,4	29,4			
Kle. I	39	28,8	30,0			
Eic.	41	40,4	45,1			
Fah.	41	23,8	19,8	36,4	36,4	Subarachnoidalblutung
Küc.	46	31,2	41,2			
Str.	50	23,4	23,7	23,5		
Rec.	43—58 (?)	21,0	20,0			
Bru.	mindestens	16,6	16,0			
	51					
Kuk.	58	78,0	53,6			„Myokardschaden“ (keine Sektion)
Vol.	± 58 (?)	6,6	6,3	7,8	9,3	plötzlicher Herz-tod bei Sklerathero-matose
Kle. II	66	46,9	44,0			
Lem.	67		49,5		53,2	Mischblut aus den Vv. femorales
Stra.	69		33,0	40,0	37,8	V. cava caud.: 43,2
Hai.	76		13,6		15,2	
Hec.	81—86	44,0	45,3	40,0	35,4	

bewahrung in der Kälte einen Anstieg von 2,6 auf 10,2 mg-%, im Gegensatz zu einer reinen Serumprobe, deren P-Gehalt in vitro in 13 Wochen nur von 4,0 auf 6,0 mg-% stieg.

Zusammenfassung

Der Phosphatgehalt im Liquor und im Serum aus verschiedenen peripheren Venen wurde bei 127 Leichen, zum Teil an derselben Leiche mehrfach, bestimmt. Die postmortale Zunahme ist zunächst ziemlich gleichmäßig, später unregelmäßig.

Literatur

BALACHOWSKY, S., u. F. GINSBURG: Die postmortalen Veränderungen des Blutes. Sovet. Chir. 7, 230 (1934). Ref. Zentr.-Org. ges. Chir. 71, 445 (1935). —

HORWITT, B.: Determination of inorganic serum phosphate by means of stannous chloride. *J. biol. Chem.* **199**, 537 (1952). — JETTER, W., R. McLEAN and M. NUTTER: Post-mortem biochemical changes. *Amer. J. Path.* **25**, 789 (1949). — NAUMANN, H.: Cerebrospinal fluid electrolytes after death. *Proc. Soc. exp. Biol. (N.Y.)* **98**, 16 (1958). — SCHLEYER, F.: (1) Postmortale klinisch-chemische Diagnostik und Todeszeitbestimmung mit chemischen und physikalischen Methoden. Stuttgart: Georg Thieme 1958. — (2) Untersuchungen über die Beziehungen der postmortalen Chlor- und Magnesiumkonzentration in Liquor und Plasma zu Leichenalter und Todesursache. *Frankfurt. Z. Path.* **69**, 644 (1959). — (3) Über physikalische, chemische, hämatologische und histologische Methoden der Todeszeitbestimmung. *Zbl. Path.* **99**, 509 (1959). — WALDMANN, I.: Der postmortale Calcium-Phosphor-Spiegel im Blut usw. *Diss. München* 1954.

Prof. Dr. F. SCHLEYER, Bonn, Wilhelmsplatz 7