

Z. Klin. Chem. Klin. Biochem.  
10. Jg. 1972, S. 462—466

## Die Konzentrationen von Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Chlorid im Liquor cerebrospinalis und ihre Beziehungen zu den Serumkonzentrationen

VON K. M. PIRKE, H. WISSER und J. MERTIN

*Aus dem Max-Planck-Institut für Psychiatrie, München (geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. D. Ploog)  
und dem Institut für Klinische Chemie (geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Dr. J. Büttner)  
der Medizinischen Hochschule Hannover*

(Eingegangen am 19. Juni/7. August 1972)

An 102 Liquorproben wurden Normalwerte für Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Chlorid gewonnen. Natrium und Kalium wurden flammenphotometrisch, Chlorid coulometrisch und Calcium und Magnesium mit Hilfe der Atomabsorptionsspektrophotometrie bestimmt. Die Analysen erfolgten unter statistischer Qualitätskontrolle. Es ergaben sich folgende Normalwerte (96-Perzentilgrenzen): Natrium: 127,5—150,5 mmol/l; Kalium: 2,60—3,15 mmol/l; Calcium: 1,10—1,25 mmol/l; Magnesium: 0,65—1,22 mmol/l; Chlorid: 119—127 mmol/l.

Die genannten Bestandteile wurden in gleichzeitig gewonnenen Serumproben bestimmt. Während die Natrium-, Kalium-, Calcium-Konzentrationen im Liquor in engeren Grenzen geregelt sind als im Serum, variiert der Magnesiumgehalt des Liquors stärker als der des Serums. Die Korrelationen zwischen Liquor und Serum-Konzentrationen wurden errechnet. Nur für Chlorid wurde ein signifikanter Rangkorrelationskoeffizient (nach SPEARMAN) gefunden:  $r = 0,5441$ . Die physiologische und klinische Bedeutung dieser Befunde wird diskutiert.

### *The concentration of sodium, potassium, calcium, magnesium, and chloride in the cerebrospinal fluid, and the relation between the concentrations of these elements in cerebrospinal fluid and serum*

Normal values for sodium, potassium, calcium, magnesium, and chloride were obtained from 102 samples of cerebrospinal fluid. Sodium and potassium were determined by flame photometry, chloride coulometrically, and calcium and magnesium by atomic absorption spectrophotometry. Statistical quality control was applied to the analyses. The following normal values were obtained (96th percentile limit): Sodium: 127.5—150.5 mmol/l; potassium: 2.60—3.15 mmol/l; calcium: 1.10—1.25 mmol/l; magnesium: 0.65—1.22 mmol/l; chloride: 119—127 mmol/l.

The same elements were determined in simultaneously drawn serum samples. Whereas the sodium, potassium and calcium concentrations in the cerebrospinal fluid are maintained within narrower limits than in the serum, the magnesium content of the cerebrospinal fluid varies more than that of the serum. The correlations between cerebrospinal fluid and serum concentrations were calculated. A significant rank correlation coefficient (according to SPEARMAN) was found only for chloride:  $r = 0.5441$ . The physiological and clinical significance of these findings are discussed.

Es liegen eine Reihe von Untersuchungen über die Konzentration verschiedener Elektrolyte im Liquor cerebrospinalis vor. Neben der Gewinnung von Normalwerten stand einmal die Frage nach der diagnostischen Bedeutung einzelner Elektrolyte im Vordergrund (1, 2). Andererseits wurden vergleichende Konzentrationsbestimmungen in Serum und Liquor durchgeführt, um Aufschluß über Sekretions- und Regulationsmechanismen bei der Liquorbildung zu erhalten.

Ziel dieser Untersuchung war, die bisher an z. T. kleinen Stichproben ermittelten Normalwerte mit spezifischen Methoden und kontrollierter Präzision zu überprüfen und mögliche Zusammenhänge von Liquor- und Serumkonzentration zu ermitteln. Im Rahmen dieser Fragestellung wurden die Natrium-, Kalium-, Calcium-, Magnesium- und Chloridkonzentration in gleichzeitig gewonnenen Serum- und Liquorproben von 102 stationären Patienten der Neurologischen Abteilung bestimmt. Erwähnt sei, daß nicht bei allen Patienten die

gewonnenen Probenmengen ausreichten, um alle Bestandteile zu bestimmen.

### Methodik

#### Bestimmungsverfahren

Alle Analysen wurden unter statistischer Qualitätskontrolle durchgeführt. Die Präzisionen der angewandten Methoden sind in Tabelle 1 aufgeführt. Da die Literaturangaben über die Magnesium-Konzentration im Liquor sehr unterschiedlich sind (3, 4, 5), und z. T. methodisch bedingt sein können, wird über dieses Bestimmungsverfahren ausführlich berichtet.

#### Natrium und Kalium

Die Bestimmung von Natrium und Kalium im Serum und Liquor erfolgte mit dem Flammenphotometer IL 143<sup>1)</sup>. Zur Eichung wurde ein wäßr. Standard, der 140 mmol/l Natrium und 5 mmol/l Kalium enthält, benutzt. Proben und Standard wurden 1:200 mit dem Dade-Dilutor<sup>2)</sup> verdünnt. Als Verdünnungslösung wurde

<sup>1)</sup> Instrumentation Laboratory, Lexington, Mass., USA.

<sup>2)</sup> Merz & Dade GmbH, München.

eine Lösung, die 15 mmol/l Lithium enthält, verwandt. Die Probenmenge betrug 50 µl. Nach jeder fünften Messung wurden Nullpunkt und Eichung überprüft.

**Calcium<sup>3)</sup>**

Die Bestimmung des Calciums wurde mit dem Atomabsorptionsspektrophotometer Modell 403<sup>6)</sup> durchgeführt. Die Eichung wurde mit einer wäßr. Calciumchloridlösung (getrocknetes Calciumcarbonat, (Merck Nr. 2066) und Salzsäure, anschließende Verdünnung der Stammlösung mit 1proz. Lanthanchloridlösung) durchgeführt. Die Eichkurve war über einen Konzentrationsbereich von 0,05 bis 0,2 mmol/l Calcium in 1proz. Lanthanchloridlösung linear. Die Proben wurden vor der Messung mit einer 1proz. Lanthanchloridlösung 1:26 verdünnt. Die Probenmenge betrug 200 µl. Nach 10 Messungen wurde mit der Standardlösung 0,1 mmol/l Calcium die Eichung überprüft.

**Chlorid**

Die coulometrische Bestimmung des Chlorids wurde mit dem Clinical Printout Chlorid Titrator<sup>4)</sup>, der einen eingebauten Dilutor enthält, analog der vom Gerätehersteller angegebenen Vorschrift durchgeführt. Zur Eichung wurde eine wäßr. Natriumchloridlösung, die 100 mmol/l Chlorid enthält<sup>5)</sup>, benutzt. Die Probenmenge betrug 100 µl. Nach 10 Messungen wurde die Eichung überprüft.

**Magnesium**

Mittels der Atomabsorptionsspektrophotometrie wurde das Magnesium bestimmt. Serum und Liquor wurden 1:21 mit demin. Wasser verdünnt. Zur Eichung diente die entsprechend verdünnte HERRMANN'sche Haupteichlösung (0,82 mmol/l Magnesium). Der Nullpunkt wurde mit demin. Wasser eingestellt. Die Messungen wurden mit dem Atomabsorptionsspektrophotometer Typ 303<sup>6)</sup> durchgeführt. Die Probenmenge betrug 250 µl.

**Prüfung der Spezifität der Mg-Bestimmung**

**1. Kationeneinflüsse**

Zu Serum von Normalpersonen wurde Natrium bis 200 mmol/l, Kalium bis 10 mmol/l und Calcium bis 5 mmol/l in Form von NaCl-, KCl- und CaCl<sub>2</sub>-Lösungen aufgestockt. Dabei wurde keine Zunahme der Absorption beobachtet.

**2. Anioneneinflüsse**

Zum gleichen Serum wurden wäßr. (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>- und (NH<sub>4</sub>)H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>-Lösungen zugegeben. Getestet wurden Phosphorkonzentrationen bis 4,84 mmol/l und Schwefelkonzentrationen bis 6,23 mmol/l. Die Meßwerte blieben unbeeinflusst.

**3. Einfluß organischer Serumbestandteile**

Seren von 13 Blutspendern wurden im Muffelofen bei 650°C verascht. Der Rückstand wurde in 0,1 mol/l HCl wieder aufgenommen. Ohne Veraschung wurden 0,88 ± 0,06 mmol/l Ma-

<sup>3)</sup> Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry, Perkin-Elmer, Norwalk, USA, 1968.

<sup>4)</sup> Aminco, Silver Spring, USA.

<sup>5)</sup> Titrisol, Nr. 9945, Merck, Darmstadt.

<sup>6)</sup> Bodenseewerk Perkin-Elmer, Überlingen.

gnesium und nach Veraschung 0,89 ± 0,06 mmol/l Magnesium ( $\bar{x} \pm s$ ) gefunden. Nach diesen Werten besteht kein Störeinfluß des Serumeiweißes auf die Bestimmung.

**4. Aufstockversuche**

Zu 9 Seren von Blutspendern wurden jeweils 0,5 mmol/l Magnesium aufgestockt. Es wurden zwischen 92 und 106 (Mittelwert 101) % der eingesetzten Menge wiedergefunden.

**Probenahme**

Die Liquorentnahme erfolgte durch Lumbalpunktion, die im Sitzen oder im Liegen durchgeführt wurde. Es wurden zunächst 3 ml für die üblichen Laboruntersuchungen, anschließend weitere 3 ml für die Elektrolytbestimmungen entnommen. Kurz vor der Lumbalpunktion wurden einige ml Blut aus der Cubitalvene gewonnen.

**Auswahl der Patienten für das Normalkollektiv**

Untersucht wurden Patienten, die zur diagnostischen Abklärung von der Neurologischen Abteilung stationär aufgenommen worden waren. Nicht berücksichtigt wurden dabei:

1. Patienten mit Erkrankungen, die bekanntermaßen mit Serum-elektrolytveränderungen einhergehen, vor allem solche mit Störungen der Nierenfunktion (6).
2. Patienten, bei denen in den Tagen vor der Lumbalpunktion ein hirnormorganischer Anfall aufgetreten war (2, 7, 8).
3. Patienten, bei denen zum Zeitpunkt der Untersuchung eine elektrolytaktive Therapie (z. B. ACTH, Nebennierenrindenhormone, Diuretika) durchgeführt wurde (9).

Die verbleibenden 102 Patienten wurden entsprechend dem Liquorbefund und der Diagnose in 5 Gruppen eingeteilt:

**I. 44 Patienten mit normalem Liquorbefund**

Die Zellzahl war kleiner als 12/3 Zellen, die Pandyreaktion negativ und die Mastixkurve, das Gesamteiweiß und die Liquorelektrophorese waren normal. Bei den Patienten wurden — in der Reihe der Häufigkeit angeführt — folgende Diagnosen gestellt: spinales Wurzelsyndrom, cerebrale Durchblutungsstörungen, vasogener Kopfschmerz und psychogene Störungen.

**II. 9 Patienten mit Polyneuropathie**

4 Patienten hatten einen Diabetes mellitus, alle einen pathologischen Liquorbefund mit leichter Zellzahlerhöhung und/oder Erhöhung des Liquorgesamteiweißwertes.

**III. 10 Patienten mit myelographisch nachgewiesenen Bandscheibendegenerationen (9 lumbal, 1 cervical).**

Diese Patienten hatten leicht- bis mittelgradige Erhöhung des Liquor-Gesamteiweißes (540—1250 mg/l).

**IV. 16 Patienten mit anamnestisch und klinisch gesicherter Diagnose einer multiplen Sklerose.**

Mit Ausnahme von drei Patienten wurde bei den übrigen dieser Gruppe eine leichte Liquorzellzahlerhöhung oder/und eine geringgradige Erhöhung des Liquorgesamteiweißes (560—690 mg/l) bzw. der  $\gamma$ -Globulinfraction in der Liquorelektrophorese gefunden.

**V. 24 Patienten mit verschiedenen neurologischen Erkrankungen.** Diese Patienten hatten pathologische Liquorveränderungen, wie Erhöhung der Zellzahl über 12/3 Zellen oder/und positive Pandyreaktion, veränderte Normomastixreaktion, erhöhtes Liquorgesamteiweiß, Erhöhung einzelner Werte der Liquorelektro-

Tab. 1  
Präzision der Bestimmungsverfahren

Bestandteil	Mittelwert $\bar{x}$ (mmol/l)	Anzahl der Bestimmungen n	Streuung in der Serie s (mmol/l)	Streuung von Tag zu Tag V (%)	Streuung von Tag zu Tag s (mmol/l)	Streuung von Tag zu Tag V (%)
Natrium	138,5	19	0,56	0,4	1,78	1,3
Kalium	4,9	19	0,06	1,2	0,11	2,2
Calcium	2,61	19	0,014	0,5	0,05	1,9
Magnesium	0,90	15	0,004	0,4	0,02	2,3
Chlorid	102	19	0,40	0,4	0,84	0,8

phorese (10). Die Diagnosen — wiederum in Reihenfolge der Häufigkeit angeführt — bei dieser Patientengruppe lauteten: Tumor der hinteren Schädelgrube, Zustand nach Encephalitis unklarer Genese, hirnatrophischer Prozeß, Zustand nach Lues cerebrospinalis, Zustand nach Leptospirosemeningitis, Verdacht auf Systemerkrankung und Toxikomanie.

## Ergebnisse und Diskussion

### Normalwerte

Für die Normalwertbildung wurden zunächst die Werte der Gruppe I herangezogen. Es wurde die Frage geprüft, inwieweit die Proben der Gruppen II bis V mit berücksichtigt werden können.

Im Gegensatz zu den Gruppen II bis IV ist die Gruppe V in bezug auf die Diagnosen heterogen zusammengesetzt. Es wurde überprüft, ob sich Werte der Gruppe V außerhalb des Bereiches der Gruppe I befinden. Dies trifft nicht zu für die Bestandteile Natrium, Kalium, Magnesium und Chlorid. Dagegen fanden sich in der Gruppe V eine Reihe von Calciumwerten, die über den Bereich der Gruppe I hinausgingen. Bei diesen Proben wurden ausnahmslos pathologisch erhöhte Proteinkonzentrationen gemessen. Die Gruppe V wurde daher für die Normalwertgewinnung für Calcium nicht mit herangezogen. Für alle Bestandteile wurde mit Hilfe des KRUSKAL-WALLIS-Testes (11) geprüft, ob die Gruppen I bis V ein und derselben Grundgesamtheit angehören und ob sie sich in der Lage unterscheiden. Für Natrium, Kalium und Chlorid fanden sich keine Unterschiede in der Lage. Es konnten daher jeweils alle Meßwerte zur Normalwertbildung herangezogen werden. Beim Calcium und Magnesium fanden sich Lageunterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Die Calcium- und Magnesiumwerte der Gruppe II waren in der Lage höher, die der Gruppe IV niedriger als die Werte der Grundgesamtheit. Sie wurden daher bei der Normalwertermittlung nicht berücksichtigt.

Die Normalwerte für Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Chlorid sind in Tabelle 2 aufgeführt. Der Normalbereich wurde charakterisiert durch den Median und die 96-Perzentilgrenzen. Diese Charakterisierung hat den Vorteil, daß keine Annahmen über die Art der Verteilung der Daten gemacht werden müssen. Wie WORATZ und ROTZSCH (12) zeigen konnten, liegt eine Normalverteilung, bei der allein die Beschreibung des Normalbereiches durch arithmetisches Mittel und Standardabweichung sinnvoll ist, nicht bei allen Liquorelektrolyten vor. In der Tabelle 2 sind Mittelwert und Standardabweichung des jeweiligen Kollektives ange-

geben, um den Anteil der biologischen Streuung und der methodischen Streuung (Tab. 1) an der Gesamtstreuung abschätzen zu können. Für alle Bestandteile ist die methodische Streuung wesentlich geringer als die Gesamtstreuung. Solange die methodische Streuung den größten Beitrag zur Streuung des Kollektivs lieferte (12) war eine exakte Erfassung der biologischen Streuung nicht möglich. Die Präzision der hier mitgeteilten Analysen erlaubt eine Abschätzung der biologischen Streubreite auch bei den Parametern, die im Liquor in engen Grenzen geregelt werden, wie Natrium und Kalium. Die Normalwerte für Natrium, Kalium, Calcium und Chlorid stimmen in der Lage sehr gut mit den in der Literatur angegebenen Werten überein (1, 4, 12, 13, 14). Die Angaben zur Konzentration des Magnesiums gehen in der Literatur zum Teil weit auseinander (1). Die mit verschiedenen mikrochemischen Verfahren gewonnenen Werte liegen zum Teil erheblich höher als die hier mitgeteilten (15, 16, 17, 18, 19). Die Diskrepanz dürfte am ehesten in der hohen Spezifität der von uns zur Magnesiumbestimmung benutzten Atomabsorptionsspektrophotometrie begründet sein. Die Übereinstimmung mit den flammenphotometrisch gewonnenen Werten von PALLIS (20), der im Mittel 0,94 mmol/l fand, ist gut. HARRIS et al. (16) beobachteten ein innerhalb enger Grenzen konstantes Verhältnis von Calcium zu Magnesium. Beide Elektrolyte wurden mit voneinander abhängigen Meßverfahren bestimmt. Wir fanden im Gegensatz dazu recht variable Calcium-Magnesium-Quotienten. So betrug in der Gruppe I ( $n = 41$ ) der Quotient  $\text{Ca/Mg}$   $1,38 \pm 0,26$  ( $\bar{x} \pm s$ ). Der Variationskoeffizient beträgt 18,6%.

### Vergleich von Serum- und Liquorkonzentrationen

Abbildung 1 a—e zeigt die Lage der Serum- und Liquorkonzentrationen zueinander. Natrium, Kalium und Calcium sind im Liquor in engeren Grenzen geregelt als im Serum. Dagegen ist die Streuung des Normbereiches von Chlorid im Serum und Liquor etwa gleich groß. Die Regelung des Magnesiumspiegels im Serum erfolgt in engeren Grenzen als im Liquor. Dieser Befund entspricht auch den Beobachtungen von STARY et al. (17).

Mit Hilfe des zweiseitigen Zeichentestes wurden Serum- und Liquorkonzentrationen verglichen. Für Kalium, Calcium und Chlorid fanden sich hochsignifikante Unterschiede ( $p < 0,01$ ). Die Differenz der Magnesiumkon-

Tab. 2  
Normalbereiche der Liquorkonzentrationen von Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium und Chlorid

Statistische Kenngröße	Natrium	Kalium	Calcium	Magnesium	Chlorid
$\bar{x}$ (mmol/l)	145	2,96	1,19	0,89	125
$\bar{x} \pm 2s$ (mmol/l)	137—153	2,62—3,30	1,02—1,34	0,55—1,23	119—131
s (mmol/l)	3,9	0,17	0,08	0,17	3,0
V (%)	2,7	5,7	6,6	19,4	2,4
n	102	102	50	81	100
Median (mmol/l)	145	2,95	1,21	0,87	124
96 — Perzentilgrenzen (mmol/l)	139—151	2,75—3,20	1,07—1,26	0,62—1,20	119—128

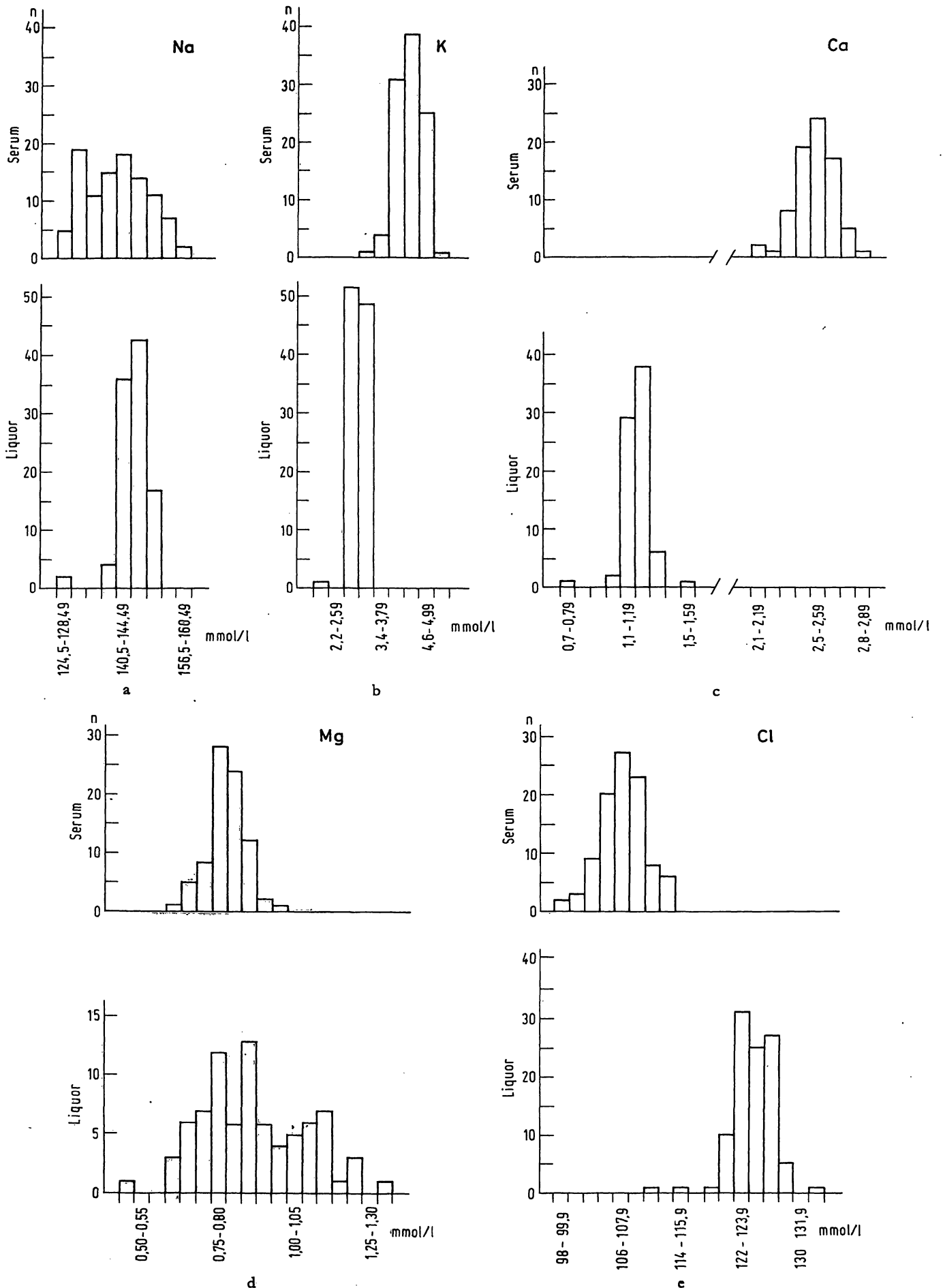


Abb. 1 a—1 e  
Häufigkeitsverteilungen der Natrium-, Kalium-, Calcium-, Magnesium- und Chloridkonzentrationen in Liquor und Serum

Tab. 3  
Rangkorrelationskoeffizienten nach SPEARMAN von Liquor- zu Serumkonzentrationen

Bestandteil	Zahl der Proben n	Rangkorrelations- koeffizient r
Natrium	102	0,0888
Kalium	102	0,1423
Calcium	102	0,1446
Magnesium	103	0,0708
Chlorid	98	0,5441

zentration in Liquor und Serum war weniger ausgeprägt ( $p < 0,02$ ). Die Natriumwerte unterschieden sich nicht signifikant.

Um die Abhängigkeit der Liquor- von den Serumkonzentrationen zu prüfen, wurden die Rangkorrelationskoeffizienten nach SPEARMAN errechnet.

In die Berechnung wurden die Meßwerte aller untersuchter Proben einbezogen. Wie Tabelle 3 zeigt, fand sich lediglich beim Chlorid ein von Null signifikant verschiedener Korrelationskoeffizient ( $p < 0,01$ ).

In tierexperimentellen Untersuchungen, bei denen der Serumspiegel einzelner Elektrolyte erhöht bzw. gesenkt wurde, war bereits eine weitgehende Unabhängigkeit des Kalium-, Calcium- und Magnesiumgehaltes im

Liquor von den Serumkonzentrationen beobachtet worden (3). Für Natrium und Chlorid dagegen wurde eine Abhängigkeit der Liquor- von den Serumgehalten gefunden. Diese Befunde konnten bei Patienten mit Elektrolytveränderungen im Serum (z. B. Urämie) bestätigt werden (21). Unsere Beobachtungen stimmen mit diesen Beobachtungen insofern überein, als für Kalium, Calcium und Magnesium Unabhängigkeit der Liquor- von den Serumwerten gefunden wurde. Warum sich die erwartete Korrelation zwar für Chlorid, aber nicht für Natrium fand, kann aus den hier mitgeteilten Beobachtungen nicht erklärt werden.

Hinweis auf die diagnostische Bedeutung der Calcium- und Magnesiumbestimmung im Liquor

Bei den Krankheitsgruppen Polyneuropathie und multiple Sklerose fanden sich für Calcium und Magnesium Verschiebungen. Die Konzentrationen beider Elektrolyte lagen bei den Polyneuropathien höher und bei der multiplen Sklerose niedriger als die Werte der Grundgesamtheit. Diese Unterschiede waren nicht signifikant. Es erscheint lohnend, diese Beobachtung an einer größeren Zahl von Patienten auf ihre eventuelle diagnostische Bedeutung hin zu überprüfen.

#### Literatur

1. LINKE, P. G. (1968), in: Der Liquor Cerebrospinalis (Schmidt, R. M., Hrsg.), S. 111—123, VEB Verlag Volk und Gesundheit, Berlin. — 2. MERTEN, H. G. (1964), Internist 5, 71—81. — 3. AMES, A., HIGASHI, K. & NESBETT, F. B. (1965), J. Physiol. (London) 181, 506—515. — 4. BRADBURY, M. W. B., STUBBS, J., HUGHES, I. E. & PARKER, P. (1963), Clin. Sci. 25, 97—105. — 5. LEUSEN, I. (1972), Physiol. Rev. 52, 1—56. — 6. PRILL, A., VOLLES, E., QUELLHORST, E., GOTTESLEBEN, A. & SCHELER, F. (1967), in: Hydrodynamik, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt im Liquor und Nervensystem, (Kienle, G., Hrsg.), S. 84—109, Thieme Verlag, Stuttgart. — 7. BRUNE, G., KLINGMÜLLER, V. & MERTENS, H. G. (1967), in: Hydrodynamik, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt im Liquor und Nervensystem (Kienle, G., Hrsg.), S. 74—77, Thieme Verlag, Stuttgart. — 8. MEYER, J., KANDA, T., SHINOHARA, Y. & FUKUUDU, Y. (1970), Neurology 20, 1179—1184. — 9. MERTIN, J., in Vorbereitung. — 10. MERTIN, J., WISSNER, H. & DOERR, P. (1971), diese Z. 9, 337—340. — 11. KRUSKAL, W. H. & WALLIS, W. A. (1952), J. Amer. Stat. Ass. 47, 583—590. — 12. WORATZ, G. & ROTZSCH, W. (1960), Dtsch. Z. Nervenheilk. 181, 252—260. — 13. WEISE, H. (1959), Z. Gesamte Exp. Med. 131, 353—358. — 14. COOPER, E. S., LECHNER, E. & BELLET, S. (1955), Amer. J. Med. 18, 613—621. — 15. HUNTER, G. & SMITH, H. V. (1960), Nature (London) 186, 161—162. — 16. HARRIS, W. H. & SONNENBLICK, E. H. (1955), Yale J. Biol. Med. 27, 297—303. — 17. STARY, Z., KRAL, A. & WINTERNITZ, R. (1929), Z. Gesamte Exp. Med. 66, 671—676. — 18. STUTZMAN, F. L. & AMATOZIO, D. S. (1952), Arch. Biochem. Biophys. 39, 271—275. — 19. BREYER, U. & KANIG, K. (1970), Neurology 20, 247—253. — 20. PALLIS, E. H. (1965), J. Clin. Pathol. 18, 762—768. — 21. SCHWAB, M. (1967), in: Hydrodynamik, Elektrolyt- und Säure-Basen-Haushalt im Liquor und Nervensystem (Kienle, G., Hrsg.), S. 32—35 Thieme Verlag, Stuttgart.

Priv.-Doz. Dr. Dr. H. Wissner  
Robert-Bosch-Krankenhaus  
Abteilung für Klinische Chemie  
7 Stuttgart 1