

# Einfluss von Tonizitäts- und Reaktionsänderungen der extrazellulären Flüssigkeit auf das mittlere Volumen und die mittlere Hämoglobinkonzentration der roten Blutkörperchen

Von

M. WOJNAROWSKI und B. GÁTI

I. Kinderklinik der Medizinischen Akademie, Warschau und  
Kinderklinik der Medizinischen Universität, Pécs

(Eingegangen am 12. Dezember 1959)

Es ist seit Jahrzehnten bekannt, daß akute Änderungen der Natriämie Wasserverschiebungen zwischen Plasma und Körperchen bzw. zwischen extra- und intrazellulärem Raum verursachen [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Diese Gesetzmäßigkeiten wurden auch zur indirekten Bestimmung der Natriämie benutzt [6]. Noch wichtiger erscheinen uns zwei Tatsachen, die in der klinischen Diagnostik berücksichtigt werden müssen: 1. Die Kaliumkonzentration der Erythrozyten, die von manchen Autoren zur Diagnose von Kaliummangelzuständen verwendet wird, kann durch einen hyponatriämiebedingten Wassereinstrom in die Zelle durch Dilution herabgesetzt und somit fälschlich als Zeichen eines Kaliummangelzustandes gedeutet werden [7]. 2. Änderungen des Blutkörperchenvolumens können nur dann als Folgen hämatologischer Krankheiten aufgefaßt werden, wenn gleichzeitig keine akute Störungen der Natriämie vorliegen, da dieselben eben durch Wasserverschiebungen solche Veränderungen be-

dingen können [6]. Freilich ist dies eine seltene Koinzidenz, doch ist sie in Betracht zu ziehen, sofern ein Verdacht auf eine pathologische Natriämie besteht.

\*

Angesichts der oben umrissenen diagnostischen Bedeutung der durch pathologische Natriämie bedingten Änderungen des Wassergehalts der Zellen, erschien es uns wichtig zu prüfen, inwiefern auch akute Reaktionsänderungen Wasserverschiebungen zwischen Serum und Körperchen herbeiführen könnten.

Dieser Zielsetzung entsprechend studierten wir das Verhalten des mittleren Volumens und der mittleren Hämoglobinkonzentration der roten Blutkörperchen nicht nur bei akuter Hypo- und Hypernatriämie, sondern auch bei akuter metabolischer Azidose und Alkalose. Unter obigen Versuchsbedingungen läßt eine etwaige Vergrößerung des mittleren Volumens und Verkleinerung der mittleren Hämoglobinkonzentration der Kör-

perchen auf Wasseranreicherung, eine Volumverminderung bei Zunahme der Hämoglobinkonzentration auf Wasser-  
verarmung der Körperchen schließen.

### METHODIK

Als Versuchstiere dienten Kaninchen, die vor den Versuchen 12 Stunden fasteten. Die Hyponatriämie wurde durch peritoneale Dialyse mit isotonischer Glukoselösung, die Hypernatriämie durch osmotische Diurese mit intravenös gegebener 40%iger Glukoselösung herbeigeführt. Alkalose erzeugten wir mittels intraperitonealer Dialyse mit isotonischer Natriumlaktatlösung, wodurch bei unveränderten Serumnatriumwerten eine starke Hypochlorämie mit Bikarbonaterhöhung entsteht. Die Azidose wurde durch heftige Muskeltätigkeit des Kaninchens ausgelöst, wodurch eine organische, hauptsächlich Milchsäureazidose gewaltigen Ausmaßes entsteht [8]. Die erste Blutentnahme — etwa 10 ml — erfolgte unmittelbar vor den Versuchen, die zweite wurde bei Hyponatriämie 12 Stunden nach der Dialyse, bei Hypernatriämie 4 Stunden nach der letzten intravenösen Zuckergabe, bei Azidose unmittelbar nach der Muskeltätigkeit, und bei Alkalose 5 Stunden nach der Dialyse ausgeführt.

Das mittlere Erythrozytenvolumen wurde nach der Formel  $MCV =$

$$= \frac{\text{Hämatokrit} \times 10}{\text{Erythrozytenzahl in Millionen}}, \text{ die}$$

mittlere Hämoglobinkonzentration nach der Formel  $MCH = \frac{\text{Hgb in g \%} \times 100}{\text{Hämatokrit}}$

berechnet. Das Blut wurde aus der Ohrvene in heparinisierte Röhrchen entnommen. Die Hämatokritwerte wurden durch Zentrifugierung, bei Vernachlässigung des nur unbedeutenden »trapped plasma«-Wertes [9] bestimmt. Die Erythrozyten wurden in der Bürkerkammer gezählt, Hämoglobin wurde photometrisch, Natrium flammenphotometrisch, Chlor nach Volhard, Bi-

karbonat nach Van Slyke bestimmt. Alle Bestimmungen wurden doppelt ausgeführt.

### EXPERIMENTELLER TEIL

Bei der akuten Hypo- und Hypernatriämie fanden wir, den Literaturangaben entsprechend, eine Zu- bzw. Abnahme des Erythrozytenvolumens (MCV) mit entsprechenden Änderungen der Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCH). Es sei bemerkt, daß zufolge etwaigen Blutverlustes bei der ersten Blutentnahme sowohl die Erythrozytenzahl (Er.) wie die Hämatokritwerte (Ht.) leicht abnehmen können, doch beeinflußt dies — der Berechnungsweise des Erythrozytenvolumens bzw. der Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten entsprechend — keineswegs die durch Flüssigkeitswanderung bedingten Änderungen obiger Werte.

Die in unseren Versuchen herbeigeführte akute Milchsäureazidose setzte die Bikarbonatkonzentration auf Werte zwischen 3,5—8,6 mÄq herab, d. h. es entstand eine der diabetischen oder urämischen Azidose ähnliche Veränderung. Hand in Hand mit der Azidose entstand ein starker Anstieg des mittleren Erythrozytenvolumens sowie eine Abnahme der mittleren Hämoglobinkonzentration der Körperchen. Es erfolgte somit ein Wassereinstrom in die Körperchen, der jenem bei Hyponatriämie gefundenen durchaus vergleichbar war.

Bei der metabolischen Alkalose mit Bikarbonatwerten zwischen 30—43 mÄq/l erfolgt ein Wasserverlust

TABELLE I  
Hyponatriämie

Ausgangswerte								Hyponatriämie							
Na mäq/l	Cl mäq/l	Bikarb. mäq/l	Hb. g %	Er. mill.	Ht. %	MVC. µ <sup>3</sup>	MCH. %	Na mäq/l	Cl mäq/l	Bikarb. mäq/l	Hb. g %	Er. mill.	Ht. %	MCV. µ <sup>3</sup>	MCH. %
150	107	18,9	8,88	5,24	34,5	66	26	135	91	16,7	7,83	4,52	33	73	24
145	112	19,3	8,60	4,94	34	69	25	127	87	15	8,50	4,56	37	81	23
150	110	21	8,74	4,52	28	62	31	135	85	19	8,74	4,73	33	70	27
160	115	21,5	10,01	5,1	39	76	26	135	80	17,2	10,3	5,4	43	80	24

Hypernatriämie

Ausgangswerte								Hypernatriämie							
Na mäq/l	Cl mäq/l	Bikarb. mäq/l	Hb. g %	Er. mill.	Ht. %	MVC. µ <sup>3</sup>	MCH. %	Na mäq/l	Cl mäq/l	Bikarb. mäq/l	Hb. g %	Er. mill.	Ht. %	MCV. µ <sup>3</sup>	MCH. %
140	101	20,4	10,01	5,66	40	71	25	155	105	17,5	10,88	6,14	40	65	27
155	107	23,9	8,05	4,67	33	71	24	164	119	23,6	8,27	4,84	31	64	27
156	115	20,6	9,43	5,28	36	68	26	165	119	19	9,49	5,4	32	59	29
150	111	18,4	7,83	3,84	29	76	27	165	118	18	8,27	4,22	28	66	29

TABELLE II  
Azidose

Ausgangswerte								Azidose							
Na mäq/l	Cl mäq/l	Bikarb. mäq/l	Hb. g %	Er. mill.	Ht. %	MCV. µ <sup>3</sup>	MCH. %	Na mäq/l	Cl mäq/l	Bikarb. mäq/l	Hb. g %	Er. mill.	Ht. %	MCV. µ <sup>3</sup>	MCH. %
147	95	18,7	9,88	5,95	35	59	28	150	106	3,6	9,76	5,98	41	69	24
152	111	24,3	8,73	4,77	33	69	26	157	111	8,2	8,60	4,9	38	78	23
156	113	24,1	7,42	4,23	27	64	27	150	99	7,6	7,22	4,03	29	72	25
150	115	20,7	9,65	4,66	34	73	28	150	114	8,6	9,02	4,78	38	79	24
150	104	18,1	8,74	4,78	31	65	28	150	105	4,3	9,08	5,01	37	73	24
153	102	19,6	10,3	5,25	38	72	27	153	102	3,5	9,85	5,16	41	79	24

Alkalose

Ausgangswerte								Alkalose							
Na mäq/l	Cl mäq/l	Bikarb. mäq/l	Hb. g %	Er. mill.	Ht. %	MVC. µ <sup>3</sup>	MCH. %	Na mäq/l	Cl mäq/l	Bikarb. mäq/l	Hb. g %	Er. mill.	Ht. %	MCV. µ <sup>3</sup>	MCH. %
155	100	21,7	7,72	4,96	34	69	23	147	89	30,2	6,92	4,88	27	55	26
156	102	24,9	10,07	5,62	43	77	23	150	73	43	10,07	5,78	40	69	25
147	103	18	9,75	5,63	40	71	24	145	82	33	9,12	5,38	33	61	28
150	107	23,3	8,98	5,0	33	66	27	144	74	37	8,98	5,13	31	60	29

der Körperchen, d. h. das Spiegelbild der bei Azidose gefundenen Veränderungen.

Die Analyse der letzten Ursachen der bei Azidose und Alkalose festgestellten Wasserverschiebungen über-

steigt die Zielsetzungen dieser Arbeit. Es soll hier bloß festgestellt werden, daß Richtung und Ausmaß der Was-

serververschiebungen bei Azidose jenen bei Hyponatriämie, bei Alkalose jenen bei Hypernatriämie entsprechen.

#### ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde das Verhalten des mittleren Erythrozytenvolumens bzw. der mittleren Hämoglobinkonzentration der Körperchen nach Herbeiführung von akuten Änderungen der Natriämie bzw. des Bikarbonatwertes geprüft.

So die Hyponatriämie wie die metabolische Azidose führen zu Schwellung, die Hypernatriämie und die Alkalose zu Schrumpfung der roten Blutkörperchen.

Es werden aus diesen Tatsachen Schlüsse gezogen, die in der Diagnostik von Humoralstörungen und hämatologischen Krankheiten zu berück-

sichtigen sind: 1. Auf die Natriämie kann aus dem Verhalten des Erythrozytenvolumens nur dann geschlossen werden, wenn keine Reaktionsstörungen vorliegen. 2. Die Kaliumkonzentration der Körperchen kann so von akuten Tonizitäts- wie von Reaktionsstörungen im Sinne einer Dilution bzw. Wasserabgabe beeinflusst werden. 3. Änderungen des Erythrozytenvolumens sind aus hämatologischem Standpunkte nur dann zu bewerten, wenn keine akuten Tonizitäts- oder Reaktionsstörungen der extrazellulären Flüssigkeit vorliegen.

#### LITERATUR

1. GRYN, G.: Über den Einfluß gelöster Stoffe auf die roten Blutzellen in Verbindung mit den Erscheinungen der Osmose und Diffusion. Pflügers Arch. ges. Physiol. **63**, 86 (1896).
2. CHRISTENSEN, I., WARBURG, E.: On the Preparation of a Solution, Isotonic with Serum, for Use in Determining the Relative Osmotic Pressure of the Cations in Serum and the Volume Index of the Blood Corpuscles in Cutaneous Blood. Acta med. scand. **70**, 286 (1929).
3. GUEST, G. M.: Osmotic Behavior of Normal and Abnormal Human Erythrocytes. Blood **3**, 541 (1942).
4. DARROW, D. C., YANNET, H.: Metabolic Studies of the Changes in Body Electrolyte and Distribution of Body Water Induced Experimentally by Deficit of Extracellular Electrolyte. J. clin. Invest. **15**, 419 (1936).
5. ROBINSON, E. J., HEGNAUER, A. H.: The Water and Electrolyte Distribution Between Plasma and Red Blood Cells Following Intraperitoneal Injections of Isotonic Glucose. J. biol. Chem. **116**, 779 (1936).
6. KRAININ, M. J., WHITNER, V. S., MERRIL, A. J.: A Simple Indirect Method for Determining Plasma Sodium Levels. J. Lab. clin. Med. **43**, 482 (1954).
7. AGNA, J. W., KNOWLES, H.: Further Studies on the Erythrocyte Concentration of Potassium in Conditions of Hyponatremia and Hypernatremia. J. Lab. clin. Med. **51**, 359 (1958).
8. CSAPÓ, J., KERPEL-FRONTIUS, E.: Beiträge zur Physiologie des Säure-Basenhaushaltes und der Osmoregulation. Pflügers Arch. ges. Physiol. **231**, 662 (1933).
9. EBAUGH, E. G., LEVINE, P., EMERSON, C. P.: The Amount of Trapped Plasma in the Red Cell Mass of the Hematocrite Tube. J. Lab. clin. Med. **46**, 409 (1955).

DR. MARIAN WOJNAROWSKI

DR. BÉLA GÁTI

Gyermekklinika,

Pécs, Ungarn