

Z. Ernährungswiss. 14, 286-294 (1975)

*Medizinische Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg
(Direktor: Professor Dr. L. Demling)
Forschungsabteilung für Stoffwechselkrankheiten und Ernährung
(Vorsteher: Professor Dr. Dr. h. c. G. Berg)*

Elektrolyte nach Kohlenhydratinfusion bei Gesunden*)

F. Matzkies und G. Berg

Mit 10 Tabellen

Im Rahmen der kompletten parenteralen Ernährung müssen Kohlenhydrate und Elektrolyte gleichzeitig infundiert werden. Ziel der eigenen Untersuchungen war es, herauszufinden, wie sich die Elektrolyte im Serum und Urin nach Infusion verschiedener Kohlenhydratlösungen mit und ohne Elektrolytzusatz verhalten.

Probanden und Methoden

Die Untersuchungen wurden an insgesamt 69 gesunden erwachsenen Männern durchgeführt.

10 Probanden erhielten eine elektrolytfreie Sorbitlösung mit einer Zufuhr rate von 1,5 g/kg/h über einen Zeitraum von 1 Stunde infundiert. 10 weitere Probanden erhielten eine elektrolytfreie Kohlenhydratkombinationslösung in der gleichen Zeit. Bei 8 Probanden wurde eine elektrolytfreie Kohlenhydratkombinationslösung, bestehend aus Fruktose, Glukose und Xylit (2 : 1 : 1) mit einer Zufuhr rate von 0,5 g/kg/h über 12 Stunden infundiert.

8 Probanden erhielten eine 24 %ige Kohlenhydratkombinationslösung in der gleichen Zusammensetzung, jedoch mit Zusatz von Elektrolyten (80 mval Natrium, 30 mval Kalium, 5 mval Phosphat, 5 mg Zink, 11 mval Chlorid und 6 mval Magnesium). Die Lösung ist als Triofusin E1000®, Pfrimmer, im Handel. Die Zufuhr rate betrug 0,6 g/kg/h. Gleichzeitig wurden Aminosäuren infundiert (Aminofusion KH frei, 10 %®, Pfrimmer).

Je 6 Probanden erhielten Glukose oder Xylit mit einer Zufuhr rate von 0,25 g/kg/h über einen Zeitraum von 6 Stunden.

8 Probanden wurde eine elektrolythaltige Lösung aus Glukose, Fruktose und Xylit (2 : 2 : 1) mit einer Zufuhr rate von 0,5 g/kg/h über 12 Stunden infundiert.

Die Lösung enthielt 110 g Glukosemonohydrat, 100 g Lävulose und 50 g Xylit/Liter, außerdem 80 mval Natrium, 30 mval Kalium, 5 mval Magnesium und 5 mval Phosphat sowie 110 mval Chlorid/Liter.

*) Vorgetragen auf dem Symposium „Kohlenhydrate und Elektrolyte in der parenteralen Ernährung“ in Erlangen am 25. 4. 1975.

Die 25 %ige elektrolythaltige Glukose-Lävulose-Xylit-Lösung ist als Sterofundin Cal.[®], Braun, Melsungen, im Handel.

Bei allen Probanden wurde zu Beginn, während der Untersuchung und am Infusionsende sowie 1 oder 2 Stunden nach Infusionsende venöses Blut zur Bestimmung von Natrium, Kalium, Kalzium und Phosphat entnommen. Die Urinmenge während des Versuches wurde gesammelt und darin die Elektrolytausscheidung bestimmt. Als Kontrollen dienten 13 gesunde Erwachsene. Bei ihnen wurde die Elektrolytausscheidung unter normaler Ernährung gemessen.

Die Konzentrationsbestimmung für Natrium und Kalium erfolgte flammenphotometrisch, die von Kalzium kolorimetrisch nach Umsetzung mit Kresolphthalein und die von Phosphat ebenfalls kolorimetrisch nach Umsetzung von Natriummolybdat mit Hilfe eines SMA 12-60 Autoanalyzers der Firma *Technicon*. Phosphat im Urin wurde mit der gleichen Methode bestimmt. Als Kontrolle wurde Monitrol verwendet. Der Variationskoeffizient für die Bestimmung von Tag zu Tag lag bei 5,7 %.

Die Konzentrationen von Natrium, Kalium und Kalzium im Urin wurden flammenphotometrisch nach Verdünnung von 1:200 bzw. 1:20 gemessen. Für die Präzisionskontrolle wurde der Kontrollurin der Fa. *Lenderle* gleichzeitig untersucht.

Ergebnisse

1. Verhalten der Elektrolyte im Serum

Nach hochdosierter Kurzinfusion von Sorbit kommt es zu einer Volumenverdünnung von 12 % am Infusionsende, welche sich dann rasch wieder ausgleicht. Die Natriumkonzentration fiel dagegen nur um 6 % ab. Als Ausdruck einer Verschiebung der Kaliumionen aus dem intra- in den extrazellulären Raum kommt es zu einer signifikanten Erhöhung der Kaliumkonzentrationen um 11 % trotz des Verdünnungseffektes um -12 %, so daß mit einer intravasalen Kaliumerhöhung von rund 23 % gerechnet werden muß.

Der Abfall der Kalziumkonzentration mit 10 % entspricht dem Verdünnungseffekt, während die Abnahme der Phosphatkonzentration mit 41 % weit über den Verdünnungseffekt hinausgeht (Tab. 1).

Während der intravenösen Dauerinfusion einer Kohlenhydratkombinationslösung als 20 %ige Lösung mit einer Zufuhrate von 0,5 g/kg/h beträgt der Verdünnungseffekt, gemessen am Gesamteiweiß, nur noch 8,2 % (Tab. 2). Die Konzentrationen für Natrium und Kalium änderten sich nicht signifikant, während die Kalziumkonzentration um 0,3 mg% signifikant abfiel. Auch bei dieser Infusion fand sich eine Minderung der Phosphatkonzentration um rund 26 %. Im weiteren Verlauf nach der 6., 9. und 12. Stunde hatte sich die Phosphatkonzentration jedoch wieder der Ausgangskonzentration genähert (Tab. 2).

Werden Kohlenhydrate zusammen mit Elektrolyten infundiert, zeigt sich folgendes Ergebnis:

Die Natriumkonzentration ändert sich nicht, Kalium steigt vorübergehend innerhalb des Normalbereichs an, Kalzium fällt signifikant ab. Der Abfall von Phosphat wird erst zum Infusionsende signifikant (Tab. 3).

Tab. 1. Elektrolyte nach hochdosierter elektrolytfreier Sorbitinfusion bei 10 gesunden Erwachsenen
 $d = 1,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; $t = 1 \text{ h}$

	Infusionsbeginn	Infusionsende	1 Stunde später	2 Stunden später
Gesamteiweiß	g/100 ml	$6,5 \pm 9,3$ (-12%)	$7,0 \pm 0,4$	7,1%
Natrium	mval/l	142 ± 5 (-6%)	147 ± 3	148 ± 4
Kalium	mval/l	$5,1 \pm 0,4$ (+11%)	$4,5 \pm 0,4$	$5,0 \pm 0,3$
Kalzium	mg/100 ml	$9,0 \pm 0,5$ (-10%)	$9,6 \pm 0,6$	$9,6 \pm 0,6$
Phosphat	mg/100 ml	$1,8 \pm 0,4$ (-41%)	$2,3$ (0,6-4,5)	$3,3 \pm 0,8$

Tab. 2. Elektrolyte nach Dauerinfusion einer Kohlenhydratkombinationslösung aus Fruktose, Glukose, Xylit (2 : 1 : 1)
 $d = 0,5 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; $t = 12 \text{ Stunden}$, $n = 8$

	Ausgangswert	3. Stunde	6. Stunde	9. Stunde	12. Stunde
Gesamteiweiß	g/dl	$7,3 \pm 0,4$	$6,7 \pm 0,4$	$6,7 \pm 0,4$	$7,0 \pm 0,5$
Natrium	mval/l	150 ± 6	146 ± 3	146 ± 3	145 ± 4
Kalium	mval/l	$4,1 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,2$	$4,0 \pm 0,2$	$4,0 \pm 0,1$
Kalzium	mg/dl	$9,9 \pm 0,2$	$9,6 \pm 0,4$	$9,5 \pm 0,5$	$9,8 \pm 0,3$
Phosphat	mg/dl	$3,8 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,4$	$3,8 \pm 0,4$	$3,4 \pm 0,2$

Tab. 3. Elektrolyte nach Dauerinfusion einer Kohlenhydratkombinationslösung (LGX-E 24%) mit Elektrolytzusatz und einer kohlenhydratfreien elektrolythaltigen 10%-igen Aminosäurelösung
 $d_{KH} = 0,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; $d_{As} = 0,1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$; $t = 12 \text{ h}$; $n = 8$

	Ausgangswert	6. Stunde	12. Stunde	1. Stunde p.i.
Gesamteiweiß	g/dl	$6,6 \pm 0,5$	$6,6 \pm 0,5$	$6,9 \pm 0,5$
Natrium	mval/l	146 ± 2	142 ± 2	144 (140–148)
Kalium	mval/l	$4,0 \pm 0,2$	$4,4 \pm 0,2$	$4,3 \pm 0,2$
Kalzium	mg/dl	$9,7 \pm 0,3$	$9,2 \pm 0,5$	$9,5 \pm 0,3$
Phosphat	mg/dl	$3,7 \pm 0,5$	$3,1 \pm 0,5$	$3,6 \pm 0,7$

2. Elektrolytausscheidung

Natrium (Tab. 4): Die Ausscheidung von Natrium ist von der Behandlungsart abhängig. Unter Normalkost werden 7,8 mval/h ausgeschieden, während einer elektrolytfreien Infusion der Mischkohlenhydratlösung, bestehend aus Lävulose, Glukose und Xylit (LGX), erhöht sich die Ausscheidung auf 10,2 mval/h. Nach Applikation der Mischkohlenhydratlösung, bestehend aus Glukose, Lävulose, Xylit (2:2:1) mit Elektrolyten, beträgt die Ausscheidung 10,4 mval/h (GLX). Nach Infusion von LGX mit Elektrolyten in der gering höheren Dosierung fand sich eine Ausscheidung von 14,2 mval Natrium/h.

Tab. 4. Natrium
Ausscheidung bei gesunden Männern

Behandlungsart	n	Natriumverlust mval/h ⁻¹	errechneter Bedarf mval/24 h ⁻¹
Glukose 0,25 g · kg ⁻¹ · h ⁻¹ t = 6 Stunden	6	5,5 (4,7–10,8)	132 (112–260) 3,0 g
Normalkost 24-Stunden-Urin	13	7,8 (4,7–10,3)	187 (112–247) 4,3 g
LGX 0,5 g · kg ⁻¹ · h ⁻¹ ohne Elektrolyte t = 12 Stunden	6	10,2 (2,3–12,0)	244 (55–288) 5,6 g
GLX 0,5 g · kg ⁻¹ · h ⁻¹ mit Elektrolyten 9,6–13,1 mval/h t = 12 Stunden	8	10,4 (4,9–21,3)	250 (118–511) 5,7 g
LGX 0,6 g · kg ⁻¹ · h ⁻¹ mit Elektrolyten 14,4–19,2 mval/h und Aminosäuren t = 12 Stunden	8	14,2 ± 2,88	340 ± 69 7,8 g
Xylit 0,25 g · kg ⁻¹ · h ⁻¹ t = 6 Stunden	6	18,3 (4,2–26,1)	439 (100–626) 10,1 g
Sorbit 1,5 g · kg ⁻¹ · h ⁻¹ t = 1 Stunde	10	25,9 (18,5–75,9)	–

Überhöhte Ausscheidungen von Natrium wurden nach Infusion von Xylit und Sorbit nachgewiesen, und zwar für Xylit 18,3 mval/h und für Sorbit 25,9 mval/h. Nach Infusion von Glukose lag die Natriumausscheidung mit 5,5 mval/h unterhalb der Ausscheidung während einer Normalkost. Der errechnete Tagesbedarf während der unterschiedlichen Infusionstherapie wird in Tabelle 4 wiedergegeben.

Kalium (Tab. 5): Die Kaliumausscheidung lag bei gesunden Erwachsenen unter Normalkost bei 3,4 mval/h, nach Infusionstherapie schwankte sie zwischen 2,3 und 13,0 mval/h in Abhängigkeit von dem verwendeten Substrat.

Tab. 5. Kalium
Ausscheidung bei gesunden Männern

Behandlungsart	n	Kaliumverlust mval/h ⁻¹	errechneter Tagesbedarf mval/24 h ⁻¹
LGX 0,5 g · kg ⁻¹ · 12 h ⁻¹	6	2,36 ± 0,5	57
Glukose 0,25 g · kg ⁻¹ · 6 h ⁻¹	6	2,50 (1,2–6,0)	60
Normalkost	13	3,40 (2,5–4,1)	82
GLX 0,5 g · kg ⁻¹ · 12 h ⁻¹	8	3,90 (2,5–7,6)	94
mit 3,6–4,9 mval K · h ⁻¹			
Xylit 0,25 g · kg ⁻¹ · 6 h ⁻¹	6	4,17 (2,5–6,0)	100
LGX 0,6 g · kg ⁻¹ · 12 h ⁻¹	8	5,97 ± 1,39	143
mit Aminosäuren und 6,3–8,4 mval K · h ⁻¹			
Sorbit 1,5 g · kg ⁻¹ · h ⁻¹	10	10,2 (4,1–27)	—
LGX 1,5 g · kg ⁻¹ · h ⁻¹	10	13,0 (3,1–20)	—

Hochdosierte Kohlenhydratinfusionen führen zu überhöhten Kaliumverlusten. Überraschend hoch lag die Kaliumausscheidung nach Xylit mit einer Zufuhrate von 0,25 g/kg/h. Nach Infusion der Kohlenhydratkombinationslösung LGX und Glukose zeigte sich eine Kaliumausscheidung zwischen 2,3 und 2,5 mval/h, welche noch unterhalb der Ausscheidung von gesunden Erwachsenen lag. Der errechnete Tagesbedarf in mval/24 h wurde für die unterschiedlichen Behandlungsarten in Tabelle 5 angegeben.

Kalzium (Tab. 6): Kalziumausscheidung bei gesunden Männern betrug 0,38 mval/h, nach Infusion von LGX wurde weniger, nach Infusion von GLX etwas mehr als während der Normalkost ausgeschieden. Auch hier zeigte sich, daß nach hochdosierter Infusion von Sorbit oder einer Kohlenhydratkombinationslösung die Ausscheidung von Kalzium um das 3- bis 5fache über die Normalausscheidung ansteigen kann. Der errechnete Tagesbedarf wird in Tabelle 6 wiedergegeben.

Phosphat (Tab. 7): Die Phosphatausscheidung betrug bei gesunden Männern 0,2 mval/h. Nach Infusion der phosphathaltigen Lösungen GLX betrug sie 0,54 mval/h, nach Infusion der phosphathaltigen Lösung LGX 0,87 mval/h. Auffallend war bei dieser Untersuchung, daß Glukose die höchste Phosphatausscheidung von allen untersuchten Lösungen bewirkte.

Tab. 6. Kalzium
Ausscheidung bei gesunden Männern

Behandlungsart	n	Kalzium- ausscheidung mval/h ⁻¹	errechneter Tagesbedarf mval/24 h
LGX 0,5 g · kg ⁻¹ · 12 h	6	0,23 (0,12–0,52)	5,52 (110 mg)
Normalkost	13	0,38 (0,20–0,60)	9,12 (183 mg)
GLX 0,5 g · kg · 12 h	8	0,41 ± 0,12	9,84 (197 mg)
Sorbit 1,5 g · kg ⁻¹ · 1 h	10	1,2 (0,78–2,56)	—
LGX 1,5 g · kg ⁻¹ · 1 h	10	2,1 ± 0,7	—

Tabelle 7. Phosphat
Ausscheidung bei gesunden Männern

Behandlungsart	n	Phosphatverlust mval/h ⁻¹	errechneter Tagesbedarf mval/24 h ⁻¹
Normalkost	12	0,27 ± 0,08	6,48 (201 mg)
GLX 0,5 g · kg ⁻¹ · 12 h ⁻¹ H ₂ PO ₄ -Zufuhr 0,6–0,82 mval/h	8	0,54 (0,13–2,23)	12,96 (401 mg)
Xylit 0,25 g · kg ⁻¹ · 6 h ⁻¹	6	0,78 (0,45–1,07)	18,72 (578 mg)
LGX 0,6 g · kg ⁻¹ · 12 h ⁻¹ und Aminosäuren H ₂ PO ₄ -Zufuhr 1,2–1,4 mval/h	8	0,87 (0,25–1,74)	20,88 (647 mg)
Glukose 0,25 g · kg ⁻¹ · 6 h ⁻¹	6	1,29 (1,13–1,51)	30,96 (958 mg)

Auch nach Infusion der phosphatfreien Xylitlösung lag die Phosphatelimination höher als bei gesunden Erwachsenen unter Normalkost. Der errechnete Tagesbedarf von Phosphat wird in Tabelle 7 wiedergegeben.

3. Elektrolytbilanzen

Natriumbilanz (Tab. 8): Die Natriumbilanz nach Zufuhr einer Kohlenhydratkombinationslösung, bestehend aus Lävulose, Glukose, Xylit (LGX) zusammen mit Aminosäure (AS) und Elektrolyten ergab in 4 Fällen leicht positive Natriumbilanzen zwischen 12 und 48 mval/12 h und in weiteren 4 Fällen etwas stärker negative Bilanzen mit – 34 bis – 168 mval/12 h. Die mittlere Natriumzufuhr innerhalb von 12 Stunden betrug 186 mval, die mittlere Natriumausscheidung innerhalb von 13 Stunden 192 mval (Tab. 8).

Kaliumbilanz (Tab. 9): Die Kaliumbilanzen nach Infusion der Kohlenhydratkombinationslösung Triofusin-E® (LGX) zusammen mit Aminosäuren waren in 6 von 8 Fällen positiv. Bei zwei Patienten war die Kalium-

Tab. 8. Natriumbilanz nach Infusion von LGX 0,6 g · kg⁻¹ · h⁻¹
und As 0,1 g · kg⁻¹ · h⁻¹

Proband	Gewicht kg	Zufuhr mval/12 h ⁻¹	Ausscheidung mval/13 h ⁻¹	mval/h ⁻¹	Bilanz
Wei.	60	173	184	10,3	+ 39
Ber.	60	173	211	16,2	– 38
Hei.	60	173	207	15,9	– 34
Bay.	62	174	162	12,4	+ 12
Gum.	70	202	186	14,3	+ 16
Den.	70	202	154	11,8	+ 48
Ada.	70	202	241	18,5	– 39
Sch.	80	230	399	30,7	– 168
\bar{x} (ohne Sch.)	65	186	192	14,2	

Tab. 9. Kaliumbilanz nach Infusion von LGX $0,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ und As $0,1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$

Proband	Gewicht kg	Zufuhr mval/12 h ⁻¹	Ausscheidung mval/13 h ⁻¹	mval/h	Bilanz
Wei.	60	76	63	4,80	+ 12,9
Ber.	60	76	75	5,76	+ 0,6
Hei.	60	76	71	5,48	+ 4,3
Bay.	62	78	75	5,77	+ 3,0
Gum.	70	88	78	6,05	+ 9,8
Den.	70	88	52	4,00	+ 36,1
Ada.	70	88	103	7,88	- 14,3
Sch.	80	101	105	8,06	- 4,0
\bar{x}	67	84	78	5,97	

Tab. 10. Phosphatbilanz nach Infusion von LGX $0,6 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ und As $0,1 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$

Proband	Gewicht kg	Zufuhr mval/12 h ⁻¹	Ausscheidung mval/13 h ⁻¹	mval/h	Bilanz
Wei.	60	12,6	7,7	0,59	+ 4,9
Ber.	60	12,6	16,1	1,24	- 3,5
Hei.	60	12,6	5,5	0,42	+ 7,1
Bay.	62	13,0	12,9	0,99	+ 0,1
Gum.	70	14,7	9,7	0,74	+ 5,0
Den.	70	14,7	19,3	1,49	- 4,6
Ada.	70	14,7	22,5	1,74	- 7,8
Sch.	80	16,8	3,2	0,25	+ 13,6
\bar{x}	67	13,9	12,1	0,95	

ausscheidung mit - 4 und - 14,3 mval negativ. Die mittlere Kaliumzufuhr betrug 84 mval/12 h, die mittlere Kaliumausscheidung 78 mval in 13 Stunden.

Phosphatbilanz (Tab. 10): Nach intravenöser Dauerinfusion der Kohlenhydratkombinationslösung LGX zusammen mit Aminosäuren kam es in 5 Fällen zu einer positiven, in 3 Fällen zu einer negativen Phosphatbilanz. Die Phosphatzufuhr betrug im Durchschnitt 13,9 mval/12 h, die Phosphatausscheidung im Durchschnitt 12,1 mval/13 Stunden.

Diskussion

Die Untersuchungen zeigen, daß nach hochdosierter Kohlenhydratinfusion eine Änderung der Serumelektrolytwerte auftritt. Bei intravenöser Dauerinfusion mit geringeren Zufuhraten fällt die Phosphatkonzentration ab, während die Konzentrationen für Natrium und Kalium konstant bleiben.

Die Elektrolytausscheidung ist abhängig von den jeweils infundierten Kohlenhydraten. Für Glukose läßt sich eine verminderte Ausscheidung

von Natrium und Kalium und eine erhöhte Ausscheidung von Phosphat, für Xylit dagegen eine erhöhte Ausscheidung von Natrium und Kalium nachweisen. Im allgemeinen kommt es während einer intravenösen Dauerinfusion von elektrolytfreien Infusionslösungen zu höheren Ausscheidungen der Elektrolyte als nach normaler Ernährung. Von Meyer, Cooper und Bolick wurde die Mineralausscheidung nach Testmahlzeiten, welche entweder Glukose, Fruktose, Saccharose oder Stärke als Nahrungskohlenhydrat enthielten, untersucht. Auch diese Autoren kamen zu dem Ergebnis, daß die Nahrungskohlenhydrate einen unterschiedlichen Effekt auf die Natrium-, Kalzium-, Phosphat- und Magnesiumausscheidung haben. Die Unterschiede waren bei oraler Aufnahme der Kohlenhydrate jedoch nicht signifikant.

Die Auswirkung der Glukosezufuhr auf die Kationenausscheidung beim Menschen wurde von Lennon, Lehmann, Piering und Larson untersucht. Die Autoren fanden, daß die Glukosezufuhr die Kalzium- und Magnesiumausscheidung erhöht, während gleichzeitig ein antinatriuretischer Effekt auftritt. Die Befunde decken sich mit den unsrigen.

Die Mechanismen, welche die gefundenen Änderungen der Elektrolytausscheidung bewirken, sind noch unbekannt. Es ist zu vermuten, daß die Hormone Aldosteron, Adiuretin und das Parathormon an den Elektrolytverschiebungen beteiligt sind. Ein allgemeiner Diureseeffekt scheidet aus, da außer nach den Stoßinfusionen die Urinvolumina zwischen 60 und 90 mval/h lagen.

Zusammenfassung

Es wird über das Verhalten der Elektrolyte, Natrium, Kalium, Kalzium und Phosphat im Serum während intravenöser Infusion und über die Ausscheidung derselben Elektrolyte unter verschiedenen Behandlungsbedingungen sowie über die Elektrolytbilanzen nach Infusion einer Kohlenhydratkombinationslösung zusammen mit Elektrolyten und Aminosäuren berichtet. Nach hochdosierten Infusionen kommt es zu einem signifikanten Abfall von Natrium, Kalzium und Phosphat, während die Kaliumkonzentration ansteigt. Nach intravenösen Dauerinfusionen sind diese Änderungen nicht mehr so stark ausgeprägt.

Die Elektrolytausscheidung ist abhängig von den jeweils infundierten Kohlenhydraten und deren Dosierung. Im allgemeinen kommt es nach Infusion von Kohlenhydratlösungen zu höheren Ausscheidungen der Elektrolyte als nach normaler Ernährung.

Die Bilanzen für Natrium, Kalium und Phosphat sind nicht einheitlich. Neben positiven Bilanzen wurden auch negative Bilanzen gefunden.

Literatur

Lennon, E. J., J. Lemann, W. F. Piering, L. S. Larson, J. Clin. Invest. 53, 1424-1433 (1974). – Meyer, E. L., Ph. D. K. Cooper, M. Bolick, Amer. J. Clin. Nutr. 25, 677-683 (1972).

Anschrift des Verfassers:

Dr. med., Dr. med. habil. F. Matzkies, Med. Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg, 852 Erlangen, Krankenhausstraße 12