

Z. Ernährungswiss. 14, 309–314 (1975)

Medizinische Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg

(Direktor: Professor Dr. L. Demling)

Forschungsabteilung für Ernährung und Stoffwechselkrankheiten

(Vorsteher: Professor Dr. Dr. h. c. G. Berg)

Kohlenhydratzufuhr und Elektrolytbilanz bei Intensivbehandlungspatienten*)

*O. Bartels, M. Grumeth, G. Krämer, F. Matzkies,
R. Petzoldt, D. Sailer, F. Tympner und A. Waldherr*

Mit 6 Tabellen

Bei zahlreichen Patienten in der Akutphase innerer Erkrankungen ist die orale Nahrungsaufnahme nicht durchführbar. Diese Patienten müssen einer parenteralen Ernährung zugeführt werden.

Untersuchungen an Patienten in der intra- und postoperativen Phase (1) haben gezeigt, daß mit stark negativen Elektrolyt- und Zuckerbilanzen während der Infusionstherapie gerechnet werden muß. In vorangehenden Untersuchungen konnten wir zeigen, daß es günstig ist, eine Kohlenhydratkombinationslösung zu verwenden, um eine ausreichende Kalorienzufuhr zu sichern (2). Nun sollte die Elektrolyt- und Kohlenhydratbilanz während einer parenteralen Infusionstherapie bei Patienten mit akuten internen Erkrankungen untersucht werden.

Patienten und Methoden

13 Patienten einer internen Intensivstation erhielten eine 24%ige Kohlenhydratkombinationslösung aus Fruktose, Glukose, Xylit im Verhältnis 2:1:1 (Triofusin, Pfrimmer). Die durchschnittliche Kohlenhydratzufuhr betrug 0,2 g/kg/h, die Infusionsdauer betrug bei 5 Patienten 24 Stunden, bei 3 Patienten 48 Stunden, bei 2 Patienten 72 Stunden und bei 2 weiteren 120 Stunden. 1 Patient wurde über einen Zeitraum von 10 Tagen komplett parenteral behandelt.

Die Hauptdiagnosen und die Dauer der Bilanzierung zeigt Tabelle 1.

Bei allen Patienten wurden zusätzlich Aminosäuren mit einer Zufuhr-rate von 0,03 g/kg/h infundiert.

Die Wasser- und Elektrolytzufuhr erfolgte nach den jeweiligen Berechnungen anhand von Blutdruck, zentralem Venendruck, Temperatur, Harnausscheidung und blutchemischen Befunden.

Alle Patienten erhielten 800 mg Spironolacton/24 h. Der 24-Stunden-Urin wurde gesammelt und darin die Ausscheidung von Glukose, Fruk-

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

Tab. 1

Patienten	Diagnosen	Dauer der Bilanzierung (Stunden)
R. S.	Herzinfarkt	24
H. W.	Herzinfarkt	24
J. P.	Herzinfarkt	24
H. H.	Pneumonie	24
E. L.	Respirator. Insuffizienz	24
R. B.	Hypertonie, Herzinfarkt	48
E. C.	Koronare Herzkrankheit	48
G. F.	Koronare Herzkrankheit	48
A. G.	Lungenembolie	72
H. F.	Apoplekt. Insult, Respirator. Insuffizienz	72
W. M.	Chron. Cor pulmonale	120
G. O.	Intoxikation, Respirator. Insuffizienz	120
E. H.	Leberzirrhose	240

tose, Xylit, Natrium, Kalium, Magnesium, Kalzium und Phosphat bestimmt.

Ergebnisse

Kohlenhydratbilanz s. Tabelle 2.

Die Xylitausscheidung lag bei 3 Patienten zwischen 24 und 38 ‰, 4 Patienten zeigten Xylitverluste, welche unter 10 ‰ lagen.

Bei 6 von 8 Patienten lag die Fruktoseausscheidung unter 1 ‰, die Glukoseausscheidung lag bei 7 von 8 Patienten unter 1 ‰.

Natrium- und Wasserbilanz s. Tabelle 3.

Bei Zufuhr von 120–180 mval Natrium/Tag zeigte die Natriumausscheidung sehr große Schwankungen. Sie lag zwischen 47 und 258 mval/24 Stunden. Entsprechend fanden sich auch sehr unterschiedliche Natriumbilanzen; nur bei 4 Patienten wurden positive Bilanzen, bei allen anderen stark negative Bilanzen beobachtet. Eine feste Beziehung der Natriumbilanz

Tab. 2. Kohlenhydratverlust während Infusion mit LGX durchschnittlich 0,2 g/kg/h und AS durchschnittlich 0,03 g/kg/h

Patient (n = 8)	Renale Ausscheidung		
	Xylit (g/24 h)	Fruktose (g/24 h)	Glukose (g/24 h)
E. H. (10)	41 (38%)	0,49 (0,2%)	0,24 (0,3%)
H. F. (3)	33,6 (30%)	4,1 (2,0%)	0,31 (0,4%)
W. M. (5)	24,5 (24%)	0,43 (0,3%)	0,31 (0,4%)
A. G. (3)	10,8 (11%)	1,9 (1,0%)	0,27 (0,3%)
G. O. (5)	5,7 (7%)	0,38 (0,2%)	0,15 (0,2%)
G. F. (2)	5,8 (5%)	0,1 (0,1%)	2,6 (4,0%)
E. C. (2)	4,9 (5%)	1,2 (0,6%)	0,19 (0,2%)
R. B. (1)	3,1 (3%)	0,15 (0,1%)	0,01

Tab. 3. Natrium- und Wasserbilanz nach Infusion von LGX durchschnittlich 0,2 g/kg/h

Patient	Natrium- zufuhr (mval/24 h)	Natrium- ausscheidung (mval/24 h)	Bilanz (mval/24 h)	Wasser- bilanz (ml/24 h)
E. H. (10)	173,0	96,3	+ 79,7	+ 150
R. B. (2)	119,0	53,6	+ 65,4	+ 1000
G. F. (2)	71,3	47,4	+ 23,9	- 1000
W. M. (5)	117,3	96,0	+ 21,3	- 226
E. L. (1)	142,0	128,7	+ 13,3	+ 950
H. F. (3)	68,7	237,9	- 169,2	- 900
J. P. (1)	67,5	181,0	- 113,5	- 400
A. G. (3)	151,5	258,0	- 106,5	- 190
E. C. (2)	56,0	151,7	- 95,7	- 950
G. O. (5)	80,6	168,5	- 87,9	+ 170
R. S. (1)	-	75,2	- 75,2	- 1390
H. H. (1)	172,1	233,0	- 60,9	+ 110
H. W. (1)	122,0	144,0	- 22,0	+ 400

Tab. 4. Kaliumbilanz nach Infusion von LGX durchschnittlich 0,2 g/kg/h

Patient	Zufuhr (mval/24 h)	Ausscheidung (mval/24 h)	Bilanz (mval/24 h)
H. H. (1)	157,0	55,3	+ 101,7
G. F. (2)	131,7	83,6	+ 48,1
H. F. (3)	85,6	46,7	+ 38,9
R. B. (2)	77,0	66,0	+ 11,0
H. W. (1)	75,0	68,3	+ 6,7
R. G. (1)	60,0	54,3	+ 5,7
W. M. (5)	75,0	154,8	- 79,8
G. O. (5)	116,8	176,3	- 59,5
E. L. (1)	90,0	137,2	- 47,2
E. H. (10)	25,1	66,5	- 41,4
J. P. (1)	18,0	47,1	- 29,1
A. G. (3)	68,6	88,0	- 19,4
E. C. (2)	64,0	77,5	- 13,5

zur Wasserbilanz wurde nicht gefunden. Die Wasserbilanz schwankte von + 1000 ml/24 h bis - 1390 ml/24 h.

Kaliumbilanz s. Tabelle 4.

Die Kaliumzufuhr lag zwischen 18 und 157 mval/24 h. Die Ausscheidung zwischen 47 und 176 mval/24 h. 6 Patienten zeigten positive Kaliumbilanzen, 7 negative Bilanzen.

Betrachtet man Kaliumbilanzen zwischen - 20 und + 20 mval als ausgeglichen, so hatten immerhin 5 von 13 eine ausgeglichene Kaliumbilanz.

Magnesiumbilanz s. Tabelle 5.

Die Magnesiumzufuhr lag zwischen 2,5 und 13 mval/24 h, die Verluste betrugen 5,5 bis 30 mval/24 h. Nur bei 2 Patienten fand sich eine positive Magnesiumbilanz, bei den übrigen betrug sie - 3,4 bis - 26 mval/24 h.

Tab. 5. Magnesiumbilanz nach Infusion mit LGX durchschnittlich 0,2 g/kg/h

Patient	Zufuhr (mval/24 h)	Ausscheidung (mval/24 h)	Bilanz (mval/24 h)
E. L. (1)	12,7	8,1	+ 4,6
H. H. (1)	10,0	5,9	+ 4,1
H. F. (3)	3,8	30,0	-26,2
A. G. (3)	2,7	15,1	-12,4
E. C. (2)	2,5	13,9	-11,4
G. F. (2)	6,2	14,9	- 8,7
J. P. (1)	7,5	15,4	- 7,9
W. M. (5)	7,5	14,6	- 7,1
R. B. (2)	12,5	18,7	- 6,2
R. S. (1)	-	5,5	- 5,5
E. H. (10)	8,1	12,7	- 4,6
G. O. (5)	13,0	16,4	- 3,4
H. W. (1)	5,0	-	-

Tab. 6. Renaler Kalzium- und Phosphatverlust nach Infusion von LGX (0,2 g/kg/h) und AS (0,03 g/kg/h)

Patient	Kalzium (mval/24 h)	Patient	Phosphat (mval/24 h)
E. L. (1)	-19,1	G. F.	-8,7
A. G. (3)	-12,1	R. B.	-7,8
H. W. (1)	- 6,0	E. H.	-7,5
H. F. (3)	- 4,6	G. O.	-6,6
G. F. (2)	- 4,1	J. P.	-6,4
W. M. (5)	- 2,3	W. M.	-4,9
H. H. (1)	- 2,4	H. F.	-4,6
J. P. (1)	- 2,1	R. S.	-4,3
E. C. (2)	- 2,0	E. C.	-3,8
R. S. (1)	- 1,2	H. W.	-3,8
R. B. (2)	-	H. H.	-0,6
W. M. (5)	-	A. G.	-0,6
E. H. (10)	- 8,7		

Kalzium und Phosphat s. Tabelle 6.

Kalzium und Phosphat wurden während der Infusionstherapie nicht zugeführt. Der Kalziumverlust schwankte zwischen -19,1 und -1,2 mval/24 h, der Phosphatverlust zwischen -8,7 und -0,6 mval/24 h. Eine feste Beziehung zwischen der Ausscheidung von Kalzium und Phosphat ließ sich nicht herstellen.

Diskussion

Bei einer Zufuhr rate von 0,2 g/kg/h Gesamtkohlenhydrate fanden sich überraschend geringe Ausscheidungen für Fruktose und Glukose, während die Ausscheidung für Xylit bei 3 von 8 Patienten zwischen 24 und 41 % lag. Die Ergebnisse zeigen, daß bei Verwendung einer Mischkohlen-

hydratlösung die einzelnen Substrate tatsächlich unabhängig voneinander verwertet werden. Insgesamt liegt die Kohlenhydratausscheidung wesentlich tiefer als bei postoperativen Patienten (1).

Bezeichnet man Wasserbilanzen von + 500 bis - 500 ml/24 h als ausgeglichen, so hatten immerhin 7 von 13 Patienten ausgeglichene Wasserbilanzen. Eine kausale Erklärung für die gestörte Wasserbilanz sowohl von Minus- als auch Plus-Bilanzen ließ sich bei den übrigen 6 Patienten nicht finden.

Überraschend war auch, daß ein echter Zusammenhang zwischen der Wasserbilanz und der Natriumausscheidung fehlte.

Günstiger als die Natriumbilanzen lagen die für Kalium. In einzelnen Fällen ließ sich selbst mit geringen Zufuhrdaten zwischen 60 und 85 mval/24 h eine leicht positive Bilanz erzielen, andererseits war bei den Patienten, welche eine überwiegend negative Bilanz zeigten, auch die Kaliumzufuhr sehr gering. Eine optimale Korrektur des Kaliumhaushalts ist bei schwer erkrankten Patienten offenbar nicht möglich, da trotz überschießender Kaliumausscheidung bei hohen Serumkaliumwerten im Zustand der Azidose Kaliumverluste auftreten können, welche nicht korrigiert werden können.

Unsere Ergebnisse über die Magnesiumbilanz brachten nur in 2 Fällen positive Bilanzen. Alle übrigen zeigten einen Magnesiumverlust zwischen 26 und 3 mval. Nach diesen Ergebnissen wäre bei entsprechend längerfristiger Infusionstherapie mit einer Magnesiumverarmung zu rechnen. Die Ursache des Magnesiumverlustes bleibt zunächst offen. Es ist zu diskutieren, ob auf diese Weise Herzrhythmusstörungen, die während der Intensivtherapie auftreten, iatrogen provoziert werden und fälschlicherweise auf eine häufig gleichzeitig bestehende organische Herzerkrankung zurückgeführt werden.

Wie zu erwarten, trat eindeutiger Verlust von Kalzium und Phosphat während der Infusionsbehandlung auf. Teilursache kann die absolute Immobilisierung der Patienten auf der Intensivbehandlungsstation sein.

Zusammenfassung

Nach intravenöser Dauerinfusion einer Kohlenhydratkombinationslösung, bestehend aus Fruktose, Glukose und Xylit (2 : 1 : 1) mit einer Zufuhr rate von 0,2 g/kg/h und gleichzeitiger Zufuhr von Aminosäuren mit einer Dosierung von 0,03 g/kg/h, fanden sich nur geringe Verluste von Fruktose, Glukose und Xylit. Nur bei 3 Patienten lag der Endverlust über 11 %.

Die Ergebnisse zeigen, daß unter Anwendung einer Kohlenhydratkombinationslösung die einzelnen Substrate unabhängig voneinander verwertet werden.

Die Bilanzen für Wasser, Natrium, Kalium und Magnesium waren teils negativ, teils positiv. Die Ausscheidung von Kalzium bewegte sich zwischen 1 und 19 mval, die von Phosphat zwischen 0,6 und 8,7 mval/24 h.

Summary

A twenty-four percent solution of carbohydrates 0.2 g/kg/h consisting of fructose, xylit and glucose in a 2:1:1 ratio and an amino acid solution 0.03 g/kg/h were given to 13 patients of the internal medicine intensive care unit.

There was an unimportant loss of carbohydrates, only, with but few exceptions, i.e. a loss of 11% in 3 patients. The results demonstrate that the

carbohydrates of the combined solution become utilized independent of each other. The balance of water, sodium, potassium and magnesium were not only negative but also positive. The elimination of calcium was between 1–19 mval/24 h, of phosphate between 0.6–8.7 mval/24 h.

Literatur

1. Ahnefeld, F. W., R. Dölp, Elektrolyttherapie in der intra- und postoperativen Phase. In: *Beisbarth, H., K. Horatz, P. Rittmeyer: Die Bausteine der parenteralen Ernährung* (Stuttgart 1973). – 2. Bartels, O., S. Matzkies, G. Berg, Intensivmed. 5, 258 (1974). – 3. Halmagyi, M., Die Probleme der Langzeiternährung in der Intensivtherapie. In *Berg, G: Fortschritte der parenteralen Ernährung* (Stuttgart 1970). – 4. Lang, K., Klin. Wschr. 5, 233 (1971). – 5. Schütz, W., Praxis der kompletten parenteralen Ernährung in der Intensivbehandlung bei internistisch Kranken. In *Heller, K. L., K. Schultis, B. Weinheimer, Grundlagen und Praxis der parenteralen Ernährung* (Stuttgart 1974).

Anschrift der Verfasser:

Dr. O. Bartels, Med. Univ.-Klinik, 8520 Erlangen, Krankenhausstraße 12