

Z. Ernährungswiss. 14, 324–332 (1975)

*Institut für Anästhesiologie und Reanimation an der Fakultät für  
Klinische Medizin Mannheim der Universität Heidelberg  
(Direktor: Prof. Dr. med. H. Lutz)*

## **Stoffwechselverhalten bei Magenpatienten während viertägiger postoperativer vollständiger parenteraler Ernährung mit Aminosäuren und einer Glucose-Lävulose-Xylit-Kombinationslösung\***

**K. Peter, R. Dutz, E. Greiner, K.-H. Kersting,  
E. Martin, D. Mast, R. Schmidt und E.R. Schmitz**

Mit 8 Abbildungen

Die Erfolge in der operativen Medizin beruhen nicht zuletzt auf den Möglichkeiten, die die parenterale Ernährung bietet. Es ist möglich, durch die ausreichende Zufuhr von Aminosäuren und Kohlenhydraten den durch die verschiedensten Stressoren ausgelösten erhöhten Eiweiß- und Kalorienbedarf in der postoperativen Phase weitgehend zu decken, auf jeden Fall die Katabolierate möglichst gering zu halten (6, 13). Hierfür stehen vor allem Glucose und die Nicht-Glucose-Kohlenhydrate zur Verfügung (1).

Eine ausreichende kalorische Substitution nur mit Glucose würde die gleichzeitige Anwendung von Insulin in entsprechenden Dosierungen beinhalten (7, 8, 20).

Als Alternative bietet sich an die Verwendung von Glucose mit Nicht-Glucose-Kohlenhydraten. Hierbei kann als Vorteil angesehen werden die Beanspruchung unterschiedlicher Enzymsysteme und damit unterschiedlicher Stoffwechselwege. Weiterhin die protrahierte Wirkung dieser Substanzen wie auch der insulinunabhängige Eingang in die Zelle (12).

In einer klinischen Untersuchungsreihe haben wir deshalb das Stoffwechselverhalten in der postoperativen Phase bei totaler parenteraler Ernährung mit einer Aminosäuren- und Zuckerkombinationslösung überprüft. Es handelte sich um insgesamt 9 Patienten, die sich folgenden Operationsverfahren unterziehen mußten:

B I., B II-Magenresektion sowie hohe selektive Vagotomien.

Dieser Studie wurden nur solche Patienten zugeordnet, bei denen auf Grund der Voruntersuchungen schwere Elektrolytstörungen, kardio-pulmonale Insuffizienz und Stoffwechselentgleisungen ausgeschlossen werden konnten.

---

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

|                |           |                       |            |
|----------------|-----------|-----------------------|------------|
| L-Isoleucin    | 3,80 g/l  | L-Glutaminsäure       | 2,00 g/l   |
| L-Leucin       | 5,80 g/l  | Glycin                | 4,40 g/l   |
| L-Lysin        | 5,44 g/l  | L-Prolin              | 12,00 g/l  |
| L-Methionin    | 4,80 g/l  | L-Ornithin-L-Aspartat | 2,00 g/l   |
| L-Phenylalanin | 6,88 g/l  | L-Serin               | 2,40 g/l   |
| L-Threonin     | 3,20 g/l  | Gesamt-N              | 12,24 g/l  |
| L-Tryptophan   | 1,40 g/l  | Yylit                 | 125,00 g/l |
| L-Valin        | 4,48 g/l  | L-Apfelsäure          | 4,60 g/l   |
| L-Arginin      | 9,20 g/l  | Na <sup>+</sup>       | 35 mval/l  |
| L-Histidin     | 2,20 g/l  | K <sup>+</sup>        | 30 mval/l  |
| L-Alanin       | 10,00 g/l | Mg <sup>++</sup>      | 5 mval/l   |
|                |           | Cl <sup>-</sup>       | 67 mval/l  |
|                |           | Acetat <sup>-</sup>   | 5 mval/l   |

Abb. 1. Zusammensetzung der Aminosäurenlösung

Bei der von uns verwendeten Aminosäurenlösung handelte es sich um eine 8%ige Lösung mit einem Gesamtstickstoffgehalt von 12,4 g/l und mit einem Xylitanteil von 125 g. Es waren die dargestellten essentiellen, semi-essentiellen Aminosäuren sowie die weiteren angeführten Aminosäuren als unspezifische Stickstoffquelle und auch Elektrolyte enthalten (Abb. 1).

Als Kalorienspender verwendeten wir, wie bereits erwähnt, eine Glucose-Lävulose-Xylit-Kombinationslösung mit Elektrolyten und Spuren-elementen. Der Glucose- und Lävuloseanteil betrug jeweils 100 g/l, Xylit war mit 40 g/l enthalten. Die weitere Zusammensetzung geht aus der Abb. 2 hervor.

Um eine exakte und kontinuierliche Zufuhr der Infusionslösungen gewährleisten zu können, wurde die Einfuhr über Infusomaten gesteuert. Entsprechend waren pro Patient Tandeminfusionen der Aminosäurenlösung und der kalorischen Lösung notwendig.

Unter Berücksichtigung der von uns verwendeten Infusionsgeschwindigkeiten werden bei einem 70 kg schweren Patienten innerhalb 24 Stunden 2500 kcal, insgesamt 605 g an Glucose-Lävulose und Xylit zu gleichen Teilen, also im Verhältnis 1 : 1 : 1, infundiert. Dies entspricht einer Zufuhr

|                     |           |                                |             |
|---------------------|-----------|--------------------------------|-------------|
| Glucose             | 100 g/l   | H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> | 18,0 mval/l |
| Lävulose            | 100 g/l   | Fe                             | 35,0 μmol/l |
| Xylit               | 40 g/l    | Cu                             | 2,5 μmol/l  |
| Na <sup>+</sup>     | 50 mval/l | Mn                             | 21,0 μmol/l |
| K <sup>+</sup>      | 30 mval/l | J                              | 0,5 μmol/l  |
| Mg <sup>++</sup>    | 5 mval/l  | F                              | 25,0 μmol/l |
| Cl <sup>-</sup>     | 35 mval/l | Zn                             | 75,0 μmol/l |
| Acetat <sup>-</sup> | 16 mval/l |                                |             |
| Malat <sup>-</sup>  | 16 mval/l |                                |             |

Abb. 2. Zusammensetzung der Zuckerkombinationslösung

von 0,36 g/kg Körpergewicht und Stunde an Gesamtzucker. Bezogen auf die Einzelzucker, werden also 0,12 g/kg Körpergewicht und Stunde zugeführt. Die in dieser Studie erfaßten Patienten wurden unmittelbar postoperativ bis zum 4. postoperativen Tag total parenteral ernährt. Einige wenige Patienten erhielten in den letzten Tagen der Infusionstherapie ungesüßten Tee. Die einzelnen von uns überprüften Parameter wurden jeweils zur vergleichbaren Zeit – 18.00 Uhr – an den jeweiligen Infusions-tagen bestimmt. Im einzelnen erhielten wir so Leerwerte vom präoperativen Tag und operationsbeeinflußte Werte vom Operationstag sowie ernährungsbeeinflußte Meßwerte vom 1., 2., 3. und 4. postoperativen Tag. Auf die speziellen Meßmethoden der aufgeführten Parameter muß nicht näher eingegangen werden.

Die von uns erhaltenen Ergebnisse wurden statistischen Prüfverfahren unterzogen.

Im folgenden sollen nur die wesentlichsten, uns interessant erscheinenden Ergebnisse vorgestellt werden.

Die Parameter, die neben der Stickstoffbilanz eine Aussage über das Stoffwechselverhalten in der Katabolie ermöglichen, verändern sich wie folgt: So kommt es bereits am Operationstag zu einem Abfall der freien Fettsäuren, der bis zum 4. Tag anhält. Das Beta-Hydroxybutyrat vermin-

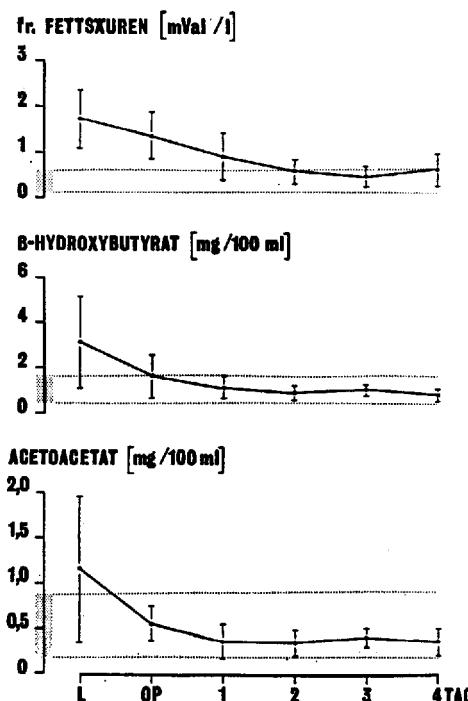


Abb. 3. Blutspiegel der freien Fettsäuren, des  $\beta$ -Hydroxybutyrats und des Aceto-acetats

dert sich in der Tendenz im Laufe der postoperativen Therapie, jedoch nicht signifikant. Ähnlich ist das Verhalten des Aceto-acetats. Auch hier sind die Veränderungen, bezogen auf den Ausgangswert, statistisch nicht gesichert (Abb. 3).

Die von uns bestimmten Werte des Säure-Basen-Haushaltes sind weitgehend normal. Auch postoperativ ergibt sich keine Tendenz zu einer metabolischen Acidose. Insgesamt zeigt sich, daß es im Rahmen der parenteralen Ernährung mit den genannten Infusionslösungen zu keiner Beeinflussung im metabolischen Verhalten wie auch zu keiner notwendigen respiratorischen Kompensationsleistung gekommen ist (Abb. 4).

Besonderes Interesse gebührt den Veränderungen, die Sie der Abb. 5 entnehmen können.

So steigt das Laktat am Operationstag um das Dreifache des Ausgangswertes an, erreicht bereits einen Tag später wieder den Ausgangswert und verändert sich in der weiteren Beobachtungszeit nicht mehr.

Das Gesamtbilirubin steigt am Operationstag gering an, jedoch nicht über Normalwerte. Diese leicht erhöhten Werte wurden auch im weiteren Beobachtungszeitraum verzeichnet.

Die Harnsäure vermindert sich innerhalb der ersten beiden postoperativen Tage und erreicht dann einen Steady state.

Der Gehalt der einzelnen Zucker im Serum geht aus der Abb. 6 hervor.

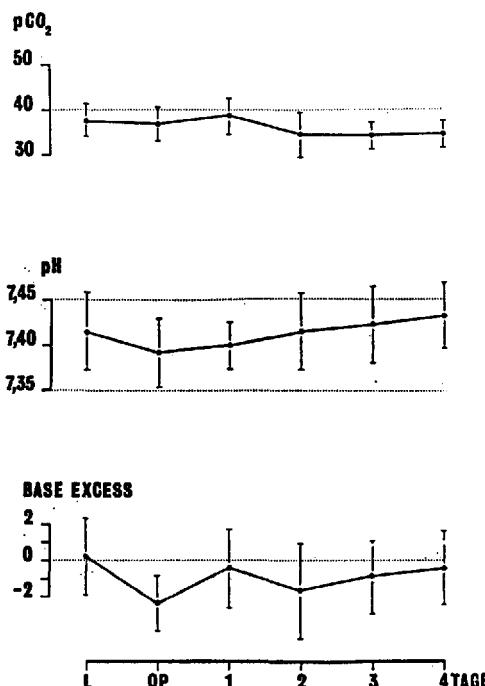


Abb. 4. Säure-Basen-Haushalt

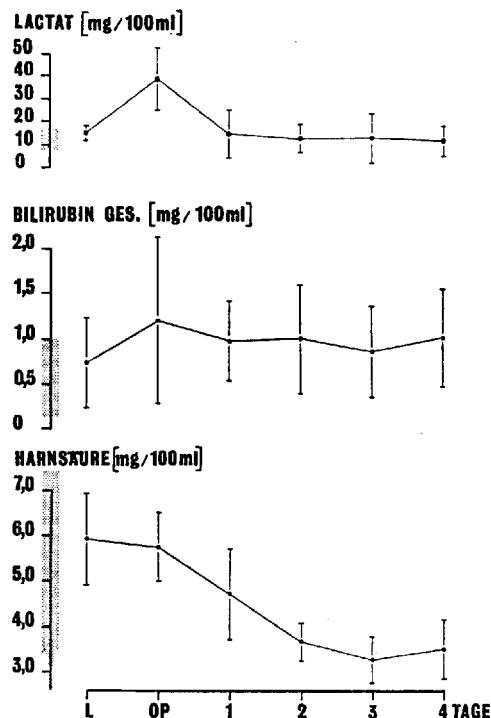


Abb. 5. Blutspiegel des Laktats  
des Bilirubins und der Harnsäure

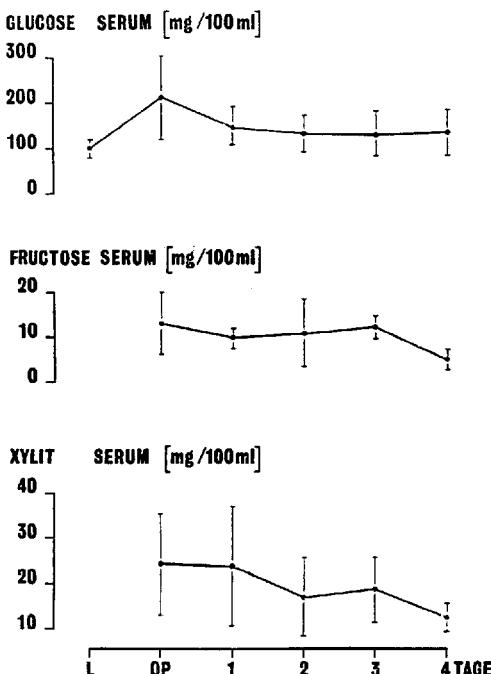


Abb. 6. Blutspiegel von Glucose,  
Fructose und Xylitol

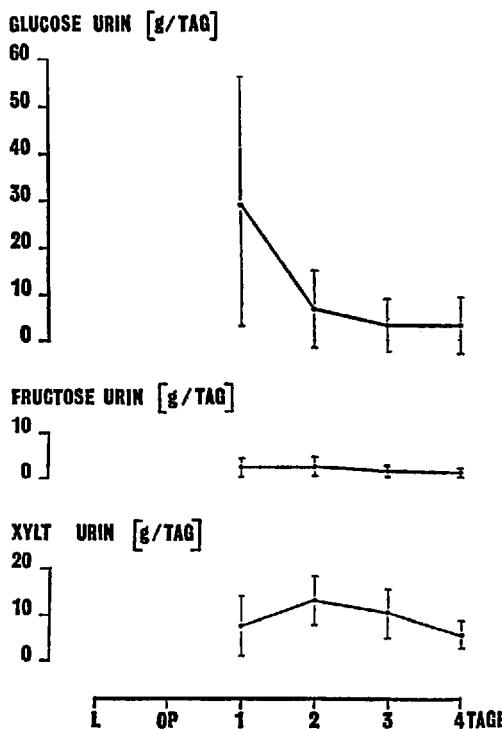


Abb. 7. Ausscheidung von Glucose, Fructose und Xylit in g/Tag

Glucose erreicht einen deutlich erhöhten Spiegel am Operationstag und hat an den weiteren Meßzeitpunkten wieder Normalwerte von etwa 130 mg %. Die Fructose mit 12 mg % verändert sich nur geringfügig. Ebenso der Xylitspiegel, der jedoch nach dem 1. postoperativen Tag eine gering fallende Tendenz aufweist.

Beachtet man nun die aus der Abb. 7 hervorgehende Veränderung in der Urinausscheidung, so ergibt sich eine Gesamtglucoseausscheidung von 30 g pro Tagesmenge Urin. Es kommt dann zu einer Verminderung auf 6 g, die im weiteren noch abfällt. Die Fructoseausscheidung bleibt weit- aus konstanter, beginnt bei 2 g Gesamtausscheidung und endet bei 1 g. Die Xylitausscheidung am 1. postoperativen Tag beträgt 8 g, erhöht sich zum 2. postoperativen Tag auf 13 und vermindert sich kontinuierlich auf 6 g Gesamtausscheidung.

Vergleichen wir nun die eben gezeigte Gesamtinfusionsmenge der Zucker und die Ausscheidung, so ergibt sich das aus der Abb. 8 zu entnehmende Verhältnis:

Am 2. postoperativen Tag besteht noch eine geringe Glucose- und Fructoseausscheidung, die jedoch deutlich geringer ist als der Xylitverlust. Am 3. und 4. postoperativen Tag vermindert sich die Xylitausscheidung, liegt jedoch weiterhin über der Ausscheidung von Glucose und Fructose an diesen Tagen.

### AUSSCHEIDUNG IN % DER ZUGEFÜHRTEN TAGESMENGE

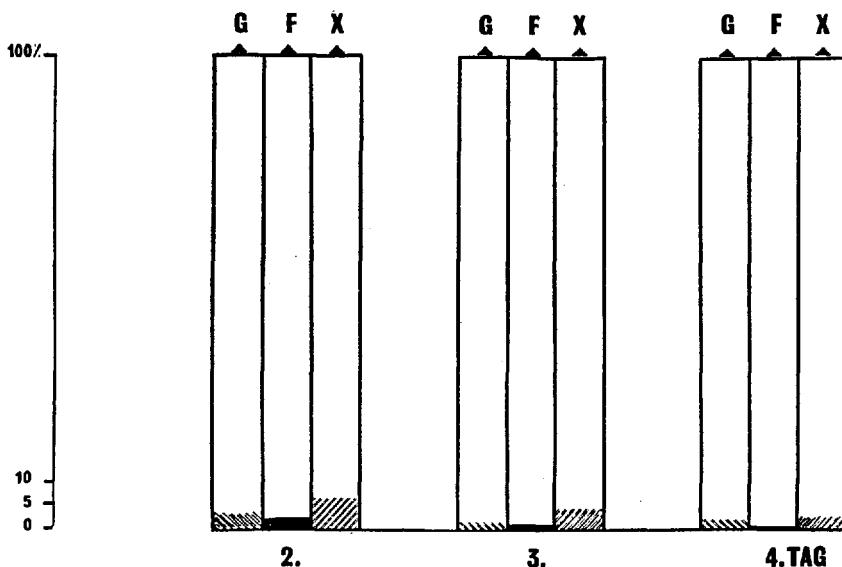


Abb. 8. Ausscheidung von Glucose, Fructose und Xylitol in % der zugeführten Tagesmenge

Die Untersuchungsergebnisse über das Verhalten der freien Fettsäuren, des Beta-Hydroxybutyrats und des Acetoacetats zeigen auf, daß in der postoperativen Phase unter den angeführten Ernährungsbedingungen in Übereinstimmung mit zahlreichen anderen Untersuchungen die freien Fettsäuren und die Ketonkörper sich im Nüchternbereich befinden (15, 18). Dies könnte man deuten als eine verbesserte Endoxydation der Fettsäuren oder aber als Steigerung der Reveresterungsrate unter der Wirkung der Nicht-Glucose-Kohlenhydrate (16, 17).

Es ist bekannt, daß alle Kohlenhydrate dosierungsabhängig zu einem Anstieg des Laktats führen. Das Verhalten des Laktatspiegels im postoperativen Verlauf deutet bei den eigenen Untersuchungen darauf hin, daß die Dosierungsgrenzen, die einen Laktatanstieg verursachen könnten, nicht erreicht worden sind. Am Operationstag kommt es zu einem deutlichen Laktatanstieg. Die nur geringen Veränderungen des pH-Wertes und des Basenüberschusses rechtfertigen jedoch keineswegs, diesen Anstieg als Laktatacidose zu deuten. Es sind unter der Einwirkung von Glucose und auch von Nicht-Glucose-Kohlenhydraten Erhöhungen des Bilirubins beobachtet worden (9, 19, 21, 22). Dies können wir zumindest in der Tendenz bestätigen, obwohl die Veränderungen des Bilirubins sich im Normbereich bewegen. Das Verhalten des Harnsäurespiegels führen wir auf eine nicht zu hohe Dosierung der Nicht-Glucose-Kohlenhydrate, vor allem jedoch auf die Vermeidung jeglicher Stoßinfusion zurück (14).

Entsprechend unseren Untersuchungsbedingungen wurden die Patienten kontinuierlich 24 Stunden infundiert.

Berücksichtigen wir schließlich noch das Verhalten der Glucose und Nicht-Glucose-Kohlenhydrate in Serum und Urin, so können wir bestätigen, daß es bei Anwendung derartiger Infusionslösungen zu einem Steady state der Spiegel der verschiedenen Zucker im Serum schon nach kurzer Frist kommt (2, 3, 4, 5, 11). Auch das prozentuale Verhältnis der Ausscheidung der Zucker zur Einfuhr deckt sich weitgehend mit den Ergebnissen anderer Untersucher (5, 10). Auch wir können zeigen, daß der Verlust an Xylit proportional deutlich über denen anderer Zuckeraustauschstoffe liegt. Die Verlustquote bei der von uns verwendeten Einfuhrmenge und Infusionszeit ist jedoch außerordentlich gering. Wir sind der Meinung, daß auch die Kombination von Glucose, Xylit und Fructose im Verhältnis 1 : 1 : 1 eine geeignete Lösung zur ausreichenden Kaloriedeckung in der postoperativen Phase nach größeren chirurgischen Eingriffen darstellt.

### Summary

In a clinical study we tested the following parameters: free fatty acids, beta-hydroxybutyrate, acid-base-balance, lactate, bilirubin, uric-acid, fructose, xylitol, glucose in blood and urine. The tests were executed in 9 patients who were undergoing stomach operations. The cardio pulmonary system of all patients was normal, and there was a homeostasis in water and electrolytes preoperatively.

In combination with the amino-acids we received a ratio of 1:1:1 for glucose, levulose and xylitol. Totally, the patients received 0,36 g per kg body weight and per hour of carbohydrates. Beta-hydroxybutyrate, aceto-acetate, and free fatty acids show normal values under conditions of parenteral nutrition as well as lactate, uric acid, and acid-base-balance. The ratio of the different carbohydrates in serum and urine prove that the infusion time and volume were extremely favourable. The loss of carbohydrates in urine was very low.

### Literatur

1. Bässler, K. H., H. Bickel, The use of carbohydrates alone and in combination in parenteral nutrition. In: A. W. Wilkinson, Parenteral Nutrition, pp. 99-104 (London 1972). - 2. Berg, G., H. Bickel, F. Matzkies, Dtsch. med. Wschr. **98**, 602-610 (1973). - 3. Berg, G., F. Matzkies, H. Bickel, Dtsch. med. Wschr. **99**, 633-638 (1974). - 4. Bickel, H., H. Biunte, D. A. Coats, P. Misch, L. v. Rauffer, P. Scranowitz, Dtsch. med. Wschr. **98**, 809-813 (1973). - 5. Bickel, H., K. Schwemmerle, P. Scranowitz, F. Wopfner, Dtsch. med. Wschr. **100**, 527-533 (1975). - 6. Daly, J. M., E. Steiger, H. M. Vars, S. J. Dudrick, Ann. Surgery **180**, 709-715 (1974). - 7. Doromal, N. M., J. W. Canter, Surg. Gynec. Obstet. **136**, 729-732 (1973). - 8. Dudrick, S. J., B. V. Macfadyen jr., C. I. Van Buren, R. L. Ruberg, A. T. Maynard, Ann. Surgery **176**, 259-264 (1972). - 9. Förster, H., Dtsch. med. Wschr. **98**, 839-844 (1973). - 10. Förster, H., M. Halsbeck, H. Mehnert, Infusionstherapie **1**, 199-213 (1974). - 11. Förster, H., L. Heller, V. Hellmund, Dtsch. med. Wschr. **99**, 1723-1729 (1974). - 12. Förster, H., D. Zagel, Dtsch. med. Wschr. **99**, 1300-1304 (1974). - 13. Garrow, J. S., Proc. Nutr. Soc. **28**, 242 (1969). - 14. Heuckenkamp, P. U., N. Zöllner, Lancet 1971, **2**, 808-809. - 15. Horecker, B. L., K. Lang, Y. Tagaki, International symposium on metabolism, physiology, and clinical use of pentoses and pentitols (Berlin-Heidelberg-New York 1969). - 16. Kuhfahl, E., Acta Biol. Med. Germ. **21**, 711-722 (1968). - 17. Kuhfahl, E., F. Müller, D. Dettmer, Ernährungsforschg. **13**, 187-193 (1968). - 18. Lang, K., Klin. Wschr. **49**,

- 233–245 (1971). – 19. Popper, H., F. Schaffer, Die Leber, p. 574 (Stuttgart 1961). – 20. Sall, S., B. Brofman, M. L. Stone, Am. J. Obstet. Gynec. 114, 500–606 (1972). – 21. Schumer, W., High caloric solutions in traumatized patients. In: C. Fox, G. G. Nahas, Body fluid replacement in the surgical patient, p. 326 (New York–London 1970). – 22. Schumer, W., Metabolism 20, 345 (1971).

Anschrift der Verfasser:

K. Peter, Institut für Anästhesiologie und Reanimation an der Fakultät für klinische Medizin Mannheim der Universität Heidelberg, 6800 Mannheim