

*Diabetes-Forschungsinstitut an der Universität Düsseldorf
Biochemische Abteilung*

Über den Abbau von infundierter Maltose beim Menschen

C. F i n k e und H. R e i n a u e r

Mit 9 Abbildungen und 1 Tabelle

(Eingegangen am 15. Dezember 1975)

Die Verwendung von Oligosacchariden als Infusionskohlenhydrate ist auf Grund der geringen Abbaurate und der relativ hohen Ausscheidung im Harn fraglich geblieben (2, 3). Andere Untersuchungen (1, 8, 9) haben gezeigt, daß Maltose unter bestimmten Versuchsbedingungen als Infusionskohlenhydrat bei stoffwechselgesunden Normalpersonen und bei Diabetikern eine günstigere Abbaurate aufweist. Leider sind diese Untersuchungen, soweit sie die Abbaurate und die Ausscheidung im Harn betreffen, nicht vergleichbar mit den Bedingungen, unter denen diese Maltoselösungen am Patienten eingesetzt werden sollen. Weiterhin haben eigene Untersuchungen mit Oligosacchariden gezeigt, daß die Bilanzen bei derartigen Infusionsversuchen in hohem Maße dosisabhängig sind (2, 3).

Es war daher das Ziel unserer Untersuchungen, den Abbau und die Ausscheidung von Maltose bei freiwilligen Probanden unter Bedingungen zu messen, wie sie bei Infusionen am Krankenbett angewendet werden sollen.

Methode

Reagenzien: 10 %ige Maltose für Infusionen wurde von der Firma Fresenius KG, Bad Homburg v. d. H., geliefert¹⁾.

Maltose-U-¹⁴C (spezifische Aktivität 10 mCi/mMol) von der Firma Amersham-Buchler, Braunschweig.

Zellulose-Dünnschicht-Platte, Nr. 5730 von der Firma Merck. Anilinphthalat-Sprühreagenz, n-Butanol, Äthanol p.a. von der Firma Merck, Darmstadt.

Papier für die Chromatographie Nr. 2040 a von der Firma Schleicher & Schüll, Dassel.

Die Reagenzien für die Analyse von Glucose (Hexokinase-methode) γ -Glutamyltranspeptidase, Bilirubin und Harnsäure wurden von der Firma Boehringer, Mannheim, geliefert.

Versuchspersonen

Die Versuchspersonen wurden über die Art der Versuche aufgeklärt. Sie stellten sich für die Versuche freiwillig zur Verfügung. Ihr schriftliches Einverständnis wurde eingeholt. Untersucht wurden zwei Gruppen von Versuchspersonen:

- a) Stoffwechselgesunde Erwachsene im Alter zwischen 20 und 30 Jahren.

¹⁾ Wir danken der Firma Fresenius KG für die Überlassung der Infusionslösungen.

- b) Jugendliche insulinabhängige Diabetiker, 20–30 Jahre alt und normalgewichtig. Um die Stoffwechseleinstellung dieser Patienten nicht zu gefährden, erhielten sie auch am Tage des Versuchs ihre Insulindosis und ihre errechnete Diät.

Meßmethoden

$^{14}\text{CO}_2$ wurde mit dem Exhalameter FHT 50B der Firma Frieseke-Hoepfner gemessen²⁾. Bei diesem Meßverfahren wird die ausgeatmete Luft in einer Plexiglas-Atemglocke aufgefangen und mit Hilfe einer Pumpe durch die Meßküvette eines Infrarotspektrophotometers (zur Bestimmung der CO_2 -Konzentration) und durch ein Gaszählrohr (zur Bestimmung des radioaktiven Zerfalls) geleitet. Das Exhalameter war mit einem Integrator ausgestattet, der die Impulsraten und den prozentualen CO_2 -Gehalt über die Meßzeit integrierte. Dadurch wurde die Auswertung der registrierten Kurven erleichtert. Um das Exhalameter FHT 50B zu überprüfen, wurde die aus dem Gerät abgegebene Ausatemungsluft der Versuchsperson in 1000 ml Äthylenglykolmonomethyläther: Äthanolamin (1:1) über eine Stunde absorbiert und im Szintillationsspektrometer gezählt. Mit dieser Absorptionsmethode wurde eine gute Übereinstimmung mit dem Exhalameter gemessen (Differenz 5 %).

Glucose im Serum und Urin wurde mit Hilfe der Hexokinase-Methode (Boehringer-Test) bestimmt. Die Maltosekonzentration im Blut wurde über die spezifische Radioaktivität der Maltose erfaßt. Die Reinheit der Maltose wurde mit Hilfe der Papierchromatographie (absteigend) bzw. Dünnschichtchromatographie auf Cellulose mit dem Fließmittel n-Butanol-Äthanol- H_2O im Verhältnis 4:1:5 geprüft (Abb. 1). Die getrockneten Chromatogramme wurden mit Anilinphthalat-Sprühareagenz angefärbt oder mit dem Dünnschichtscanner der Firma Berthold-Frieseke auf radioaktive Banden untersucht (vgl. Abb. 1).

Zum Nachweis von $^{14}\text{CO}_2$ im Harn wurden 5 ml Urin in Widmark-Gefäße gegeben, durch Ansäuern CO_2 ausgetrieben und in 1 ml Hyamin absorbiert. Die Zerfallsrate wurde mit einem Szintillationsspektrometer gemessen. Im Serum der Probanden wurde die Aktivität der γ -Glutamyltranspeptidase sowie

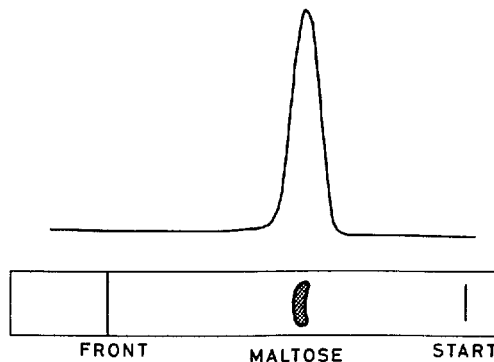


Abb. 1. Dünnschichtchromatographische Auftrennung von Maltose- $\text{U-}^{14}\text{C}$ auf Cellulose-Fertigplatte. (Fließmittel: n-Butanol-Äthanol- H_2O 4:1:5). Verteilung der Radioaktivität wird mit dem Dünnschichtscanner der Firma Berthold-Frieseke gemessen.

²⁾ Wir danken der Firma Frieseke-Hoepfner für die freundliche Überlassung des Exhalameters.

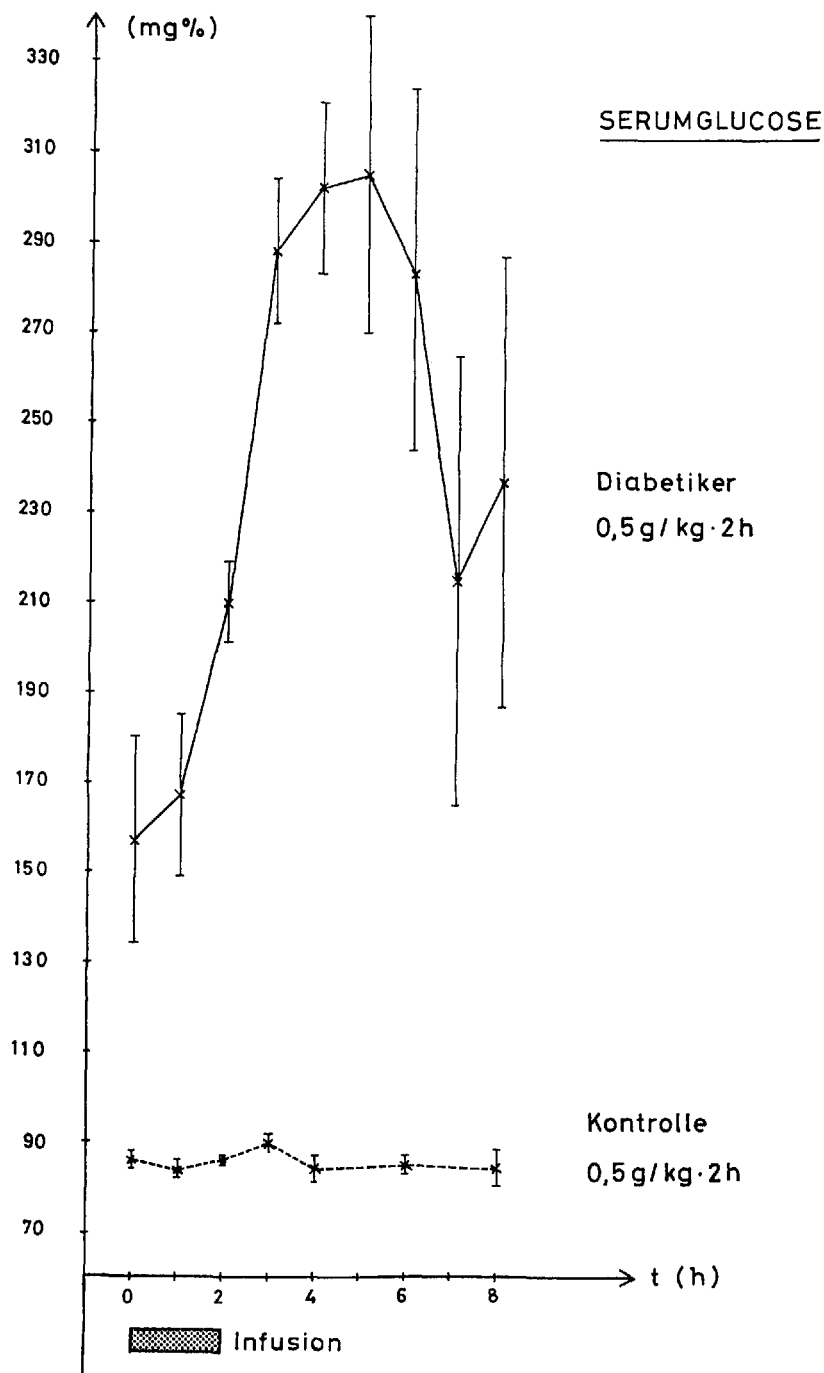


Abb. 2. Blut-Glucosespiegel bei Diabetikern ($n = 3$) und stoffwechselgesunden Versuchspersonen ($n = 5$). Die insulinabhängigen Diabetiker erhielten am Ende der Infusion ihre Insulindosis und die errechnete Mahlzeit.

die Konzentration an Glucose, Bilirubin und Harnsäure während des Versuchsablaufs bestimmt.

Versuchsablauf

Die stoffwechselgesunden Versuchspersonen kamen morgens um 8 Uhr in den Versuch (Ruhe-Nüchtern-Bedingungen). Nach Entleerung der Blase und Abnahme einer Blutprobe wurde die Infusion von 10 %iger Maltoselösung angelegt. Die Dosierung betrug $0,25 \text{ g/kg} \cdot \text{Std.}$ während 2 Stunden, $0,25 \text{ g/kg} \cdot \text{Std.}$ während 6 Stunden und $0,125 \text{ g/kg} \cdot \text{Std.}$ während 6 Stunden. Der Maltoselösung waren Maltose- $\text{U-}^{14}\text{C}$ zugesetzt (jeweils $5 \mu\text{Ci}/500 \text{ ml}$ 10 %ige Maltoselösung). Die Atemluft wurde über 8 Stunden analysiert. Während dieser Zeit wurden Urinproben und venöses Blut zu jeder vollen Stunde entnommen.

Ergebnisse

Die Blutzuckerwerte der stoffwechselgesunden Versuchspersonen änderten sich unter der Infusion von 10 %iger Maltoselösung in den angegebenen Dosierungen nicht (Abb. 2 und 6). Die Maltosekonzentration im Blut

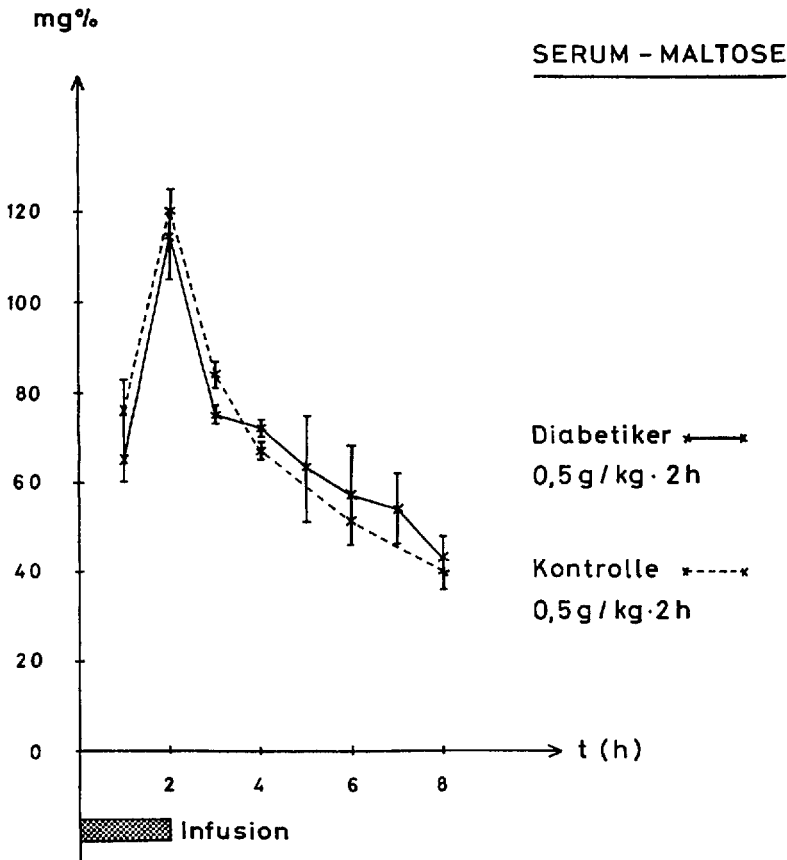


Abb. 3. Blut-Maltosekonzentration bei Diabetikern und stoffwechselgesunden Versuchspersonen in Abhängigkeit von der Zeit.

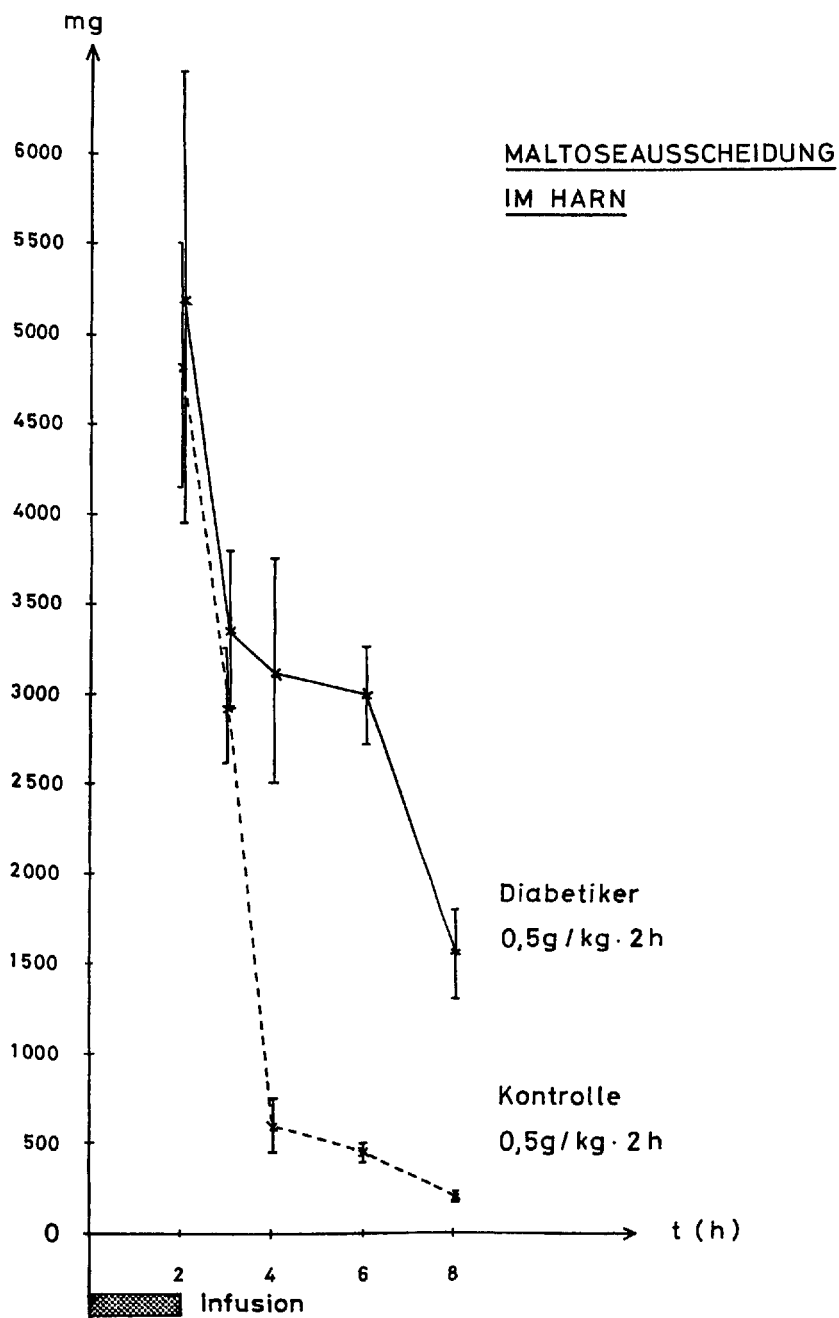


Abb. 4. Ausscheidung von Maltose im Harn von Diabetikern und stoffwechselgesunden Versuchspersonen in Abhängigkeit von der Zeit.

hingegen stieg während der Infusion linear an (Abb. 3). Die höchste Konzentration im Blut wurde nach 120 Minuten erreicht und betrug bei der 2stündigen Infusion 120 mg/100 ml (Maltosedosis: 0,5 g/kg). Die Ausscheidung von Maltose im Harn war abhängig von der Maltosekonzentration im Blut. Aus diesem Grunde waren die Verläufe dieser Kurven ähnlich (Abb. 3 u. 4). Der Abbau der Maltose, meßbar anhand der abgeatmeten $^{14}\text{CO}_2$ -Menge, war erst nach 40 Minuten bestimmbar und stieg ab der 80. Minute linear mit der Zeit an. Der Maximalwert wurde nach 320 Minuten erreicht (Abb. 5). Nach einem 40 Minuten dauernden Plateau, d. h. nach der 380. Minute, sank die Abbaugeschwindigkeit der Maltose ab. Bemerkenswert ist, daß zwischen dem Gipfel der Maltosekonzentration im Blut (Maximum

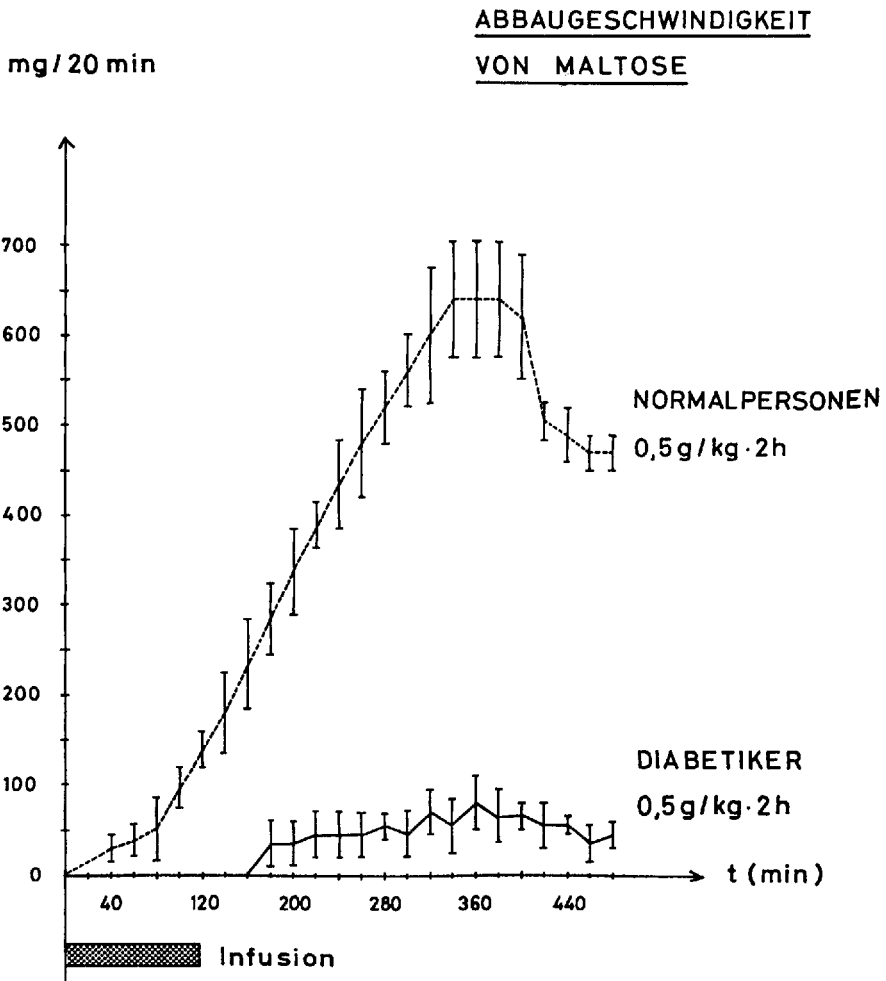


Abb. 5. Zeitabhängiger Abbau der Maltose bei Diabetikern und stoffwechselgesunden Versuchspersonen.

nach 120 Minuten) und der maximalen Abbaugeschwindigkeit der Maltose (320 Minuten) eine Verzögerung von mehr als 3 Stunden liegt. Die Tabelle gibt eine Zusammenfassung der durchgeführten Versuche und zeigt, daß bei dieser Versuchsserie pro Versuchsperson durchschnittlich 8,6 g Maltose, entsprechend 23,4 %, innerhalb von 8 Stunden abgebaut worden ist. Die renale Ausscheidung an Kohlenhydraten betrug im gleichen Zeitabschnitt 9,12 g, entsprechend 24,4 %, wovon 7,48 g Maltose und 1,64 g Glucose ausmachten.

Die parallel durchgeführten Untersuchungen an drei insulinabhängigen Diabetikern ergaben gleiche Maltosekonzentrationen im Blut (Abb. 3), jedoch Blutzuckerwerte, die erheblich von denen der Kontrollgruppe abweichen (Abb. 2). Dieser Blutzuckeranstieg war auf das am Ende der Infusion eingenommene Frühstück zurückzuführen, so daß die Blutzuckerwerte in diesem Zusammenhang nicht brauchbar sind. Die Ausscheidung der „Maltose“ im Harn wird ab der 4. Stunde nach Beginn der Infusion signifikant höher gegenüber derjenigen bei den Kontrollpersonen. Es resultiert eine erhöhte und verzögerte Ausscheidung für Maltose bei Diabetikern (Abb. 4), insgesamt 51 % der applizierten Dosis innerhalb von 8 Stunden. Die „Maltose“-Fraktion bestand, wie papierchromatographi-

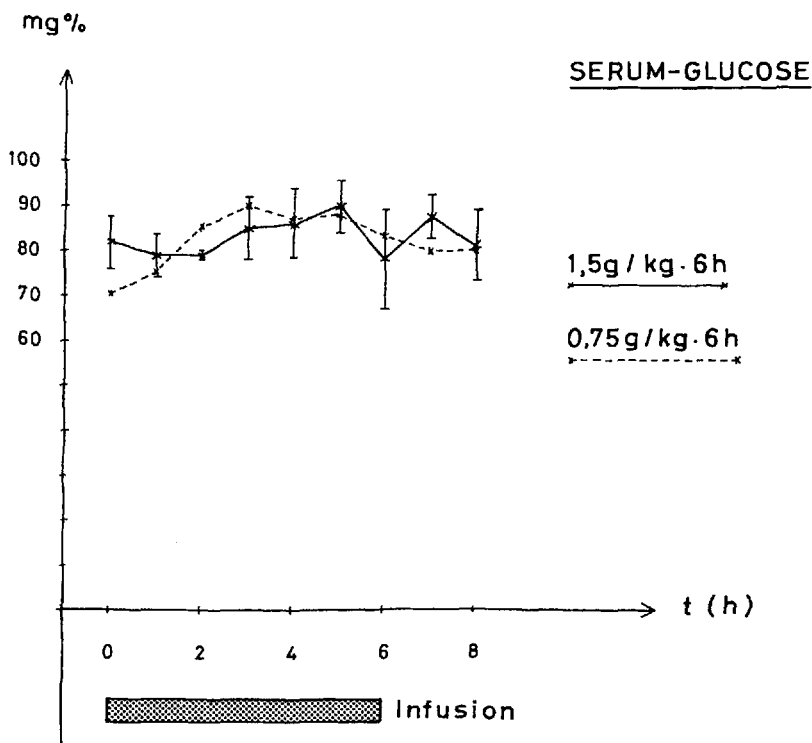


Abb. 6. Blut-Glucosespiegel bei stoffwechselgesunden Versuchspersonen bei einer Infusionsgeschwindigkeit von 0,25 g/kg · Std. während 6 Stunden bzw. bei einer Infusionsgeschwindigkeit von 0,125 g/kg · Std. während 6 Stunden.

sche Untersuchungen der Urine ergaben, zu 30 % aus markierter Maltose (= 4,3 g) und 70 % aus markierter Glucose (= 15,4 g), wobei hier noch ein Anteil von nichtmarkierter Glucose (5,94 g) hinzukommt. Der Abbau der Maltose zu CO_2 war bei Diabetikern erst ab der 180. Minute nach Infusionsbeginn meßbar und zu jedem Zeitpunkt signifikant niedriger als bei den entsprechenden Kontrollpersonen (Abb. 5). In der Bilanz ergibt sich ein verminderter Abbau von Maltose, nämlich insgesamt nur 3 % der infundierten Maltose innerhalb von 8 Stunden.

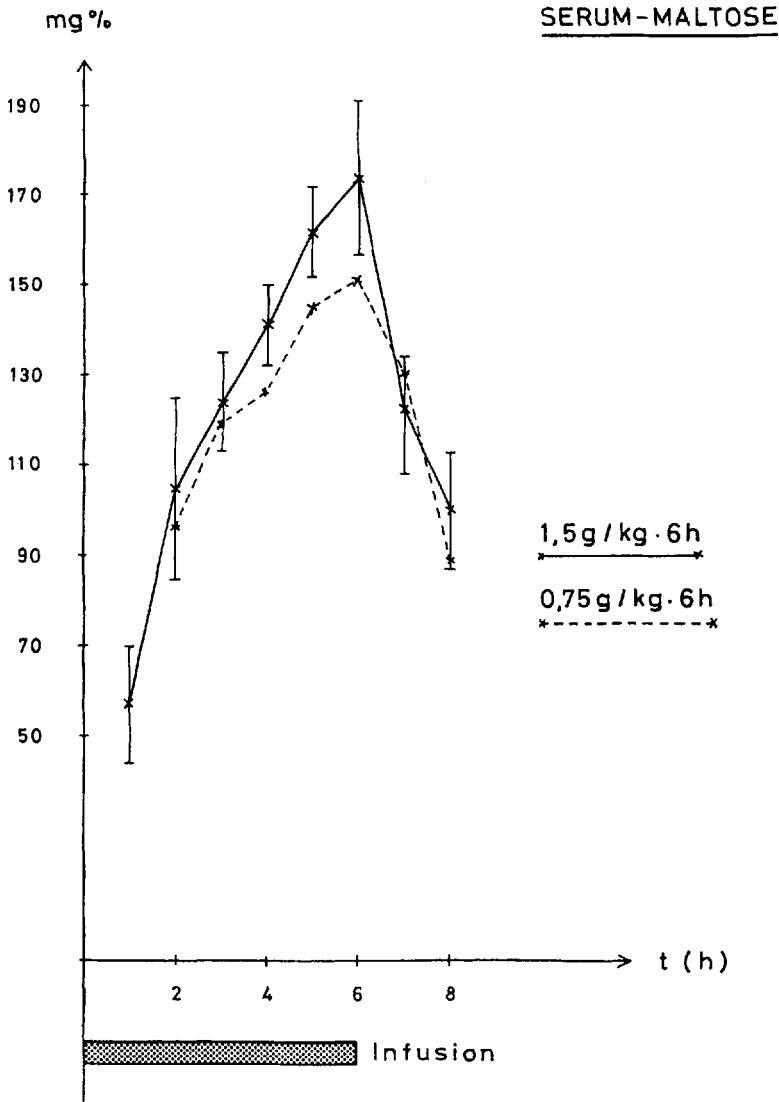


Abb. 7. Blut-Maltosekonzentration bei stoffwechselgesunden Versuchspersonen.

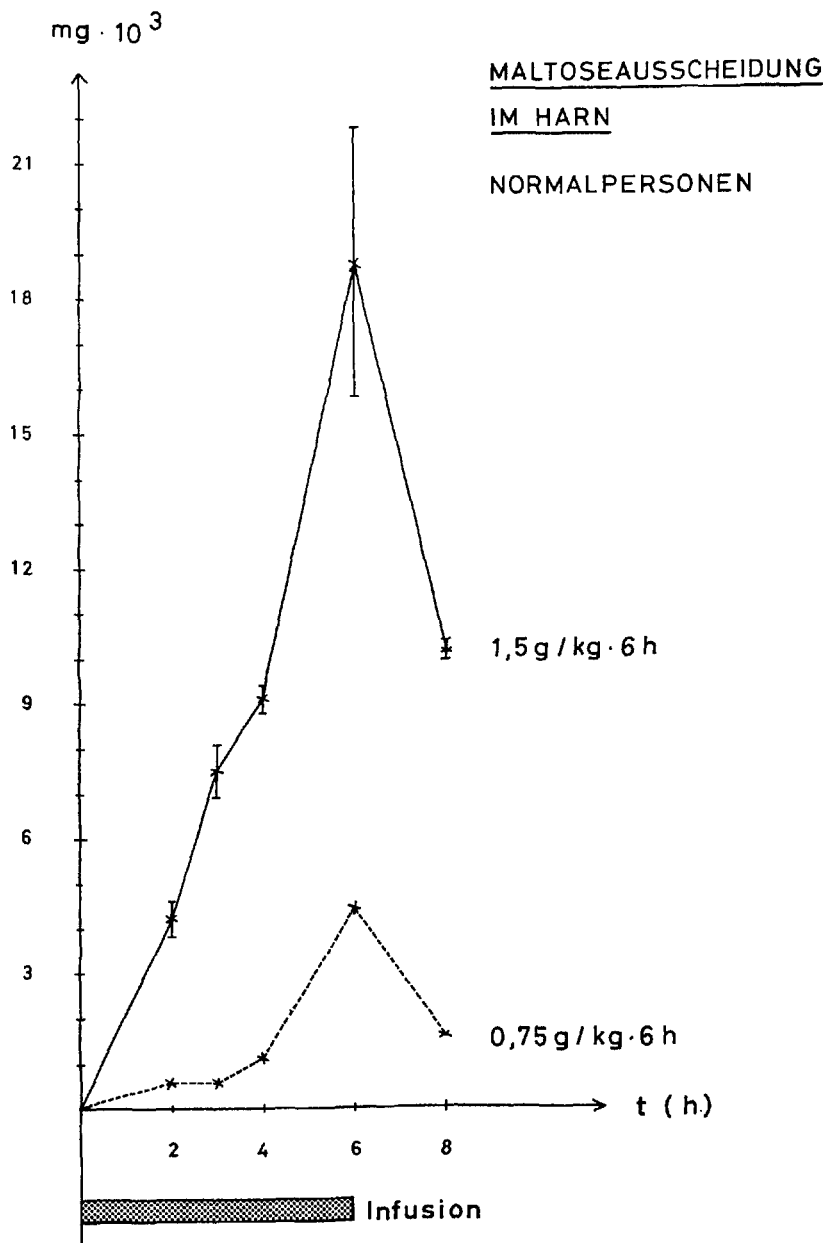


Abb. 8. Zeitabhängiger Verlauf der Maltoseausscheidung im Harn von stoffwechselbedingten Versuchspersonen.

In einer weiteren Versuchsserie erhielten stoffwechselgesunde Versuchspersonen Maltoseinfusionen mit einer Infusionsgeschwindigkeit von $0,25 \text{ g/kg} \cdot \text{Std.}$ während 6 Stunden, d. h., die Gesamtdosis wurde verdreifacht. Es sollte untersucht werden, ob sich unter diesen Bedingungen eine günstigere Bilanz, insbesondere aber eine höhere Abbaugeschwindigkeit für Maltose erreichen läßt.

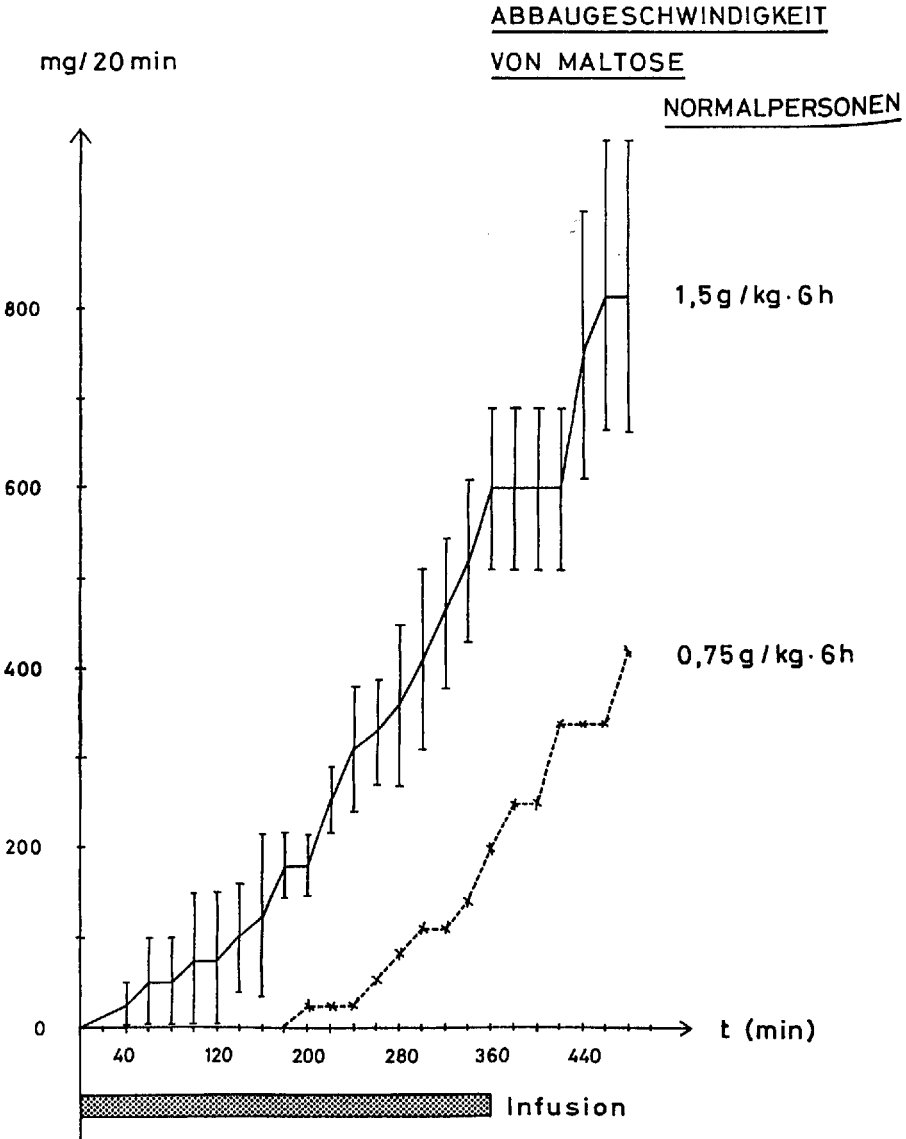


Abb. 9. Abbaugeschwindigkeit der Maltose bei stoffwechselgesunden Versuchspersonen.

Tsb. 1. Zusammenstellung von Infusionsbedingungen und Versuchsergebnissen in der Literatur und bei eigenen Untersuchungen. Bei den eigenen Versuchen beziehen sich die Prozentangaben betreffs Anbau und Urinausscheidung auf die statistischen Mittelwerte der entsprechenden Kollektive.

Versuchs- personen	Dosierung (g/kg · h)	Infusions- dauer (min)	Gesamt- Dosis (g)	Med- dauer (h)	Abbau absolut (g)	relativ (%)	Urinausscheidung absolut (g)	relativ (%)	Urin- menge (ml/8 h)	Literatur
Normalpers. n = 4	-	30	10	5	-	-	-	1	-	(1)
Normalpers. n = 5	-	5	25	6	-	33,3 ± 1,6	-	11,8 ± 1,9 Glucose: 5,6 ± 2	-	(8)
Normalpers. n = 5	-	5	10	6	-	61,6 ± 9,4	-	< 8	-	(9)
Normalpers. n = 5	0,25	120	37,5	8	8,59 ± 1,4	22,90 ± 2	9,12 ± 0,75 Maltose: 7,48 Glucose: 1,642	24,4 ± 1 Maltose: 82 Glucose: 18	744	eigene Versuche
Normalpers. n = 3	0,25	360	111	8	8,12 ± 3,34	7,3 ± 1,9	50,43 ± 5,9 Maltose: 46,68 Glucose: 3,75	48,24 ± 2,8 Maltose: 92 Glucose: 8	1243	eigene Versuche
Normalpers. n = 1	0,125	360	43	8	7,28	17	8,43 Maltose: 7,35 Glucose: 1,08	20 Maltose: 87 Glucose: 13	800	eigene Versuche
Alters- diabetiker n = 5	-	5	25	6	-	25,4 ± 1,3	-	11 ± 2,4 dav. Glucose: 5,2 ± 1,4	-	(8)
Juvenile Diabetiker n = 3	0,25	120	32	8	0,86 ± 0,61	3 ± 1,32	15,4 ± 3,7 Maltose: 4,62 Glucose ¹⁴ C: 10,78 Glucose: 5,94	51 ± 10 Maltose: 28,9 Glucose: 71,1	979	eigene Versuche

Auch bei dieser Dosierung änderte sich der Blutzuckerspiegel nicht (Abb. 6). Die Konzentrationen der Maltose im Serum stiegen linear mit der Zeit bis zum Ende der Infusion an und erreichten einen maximalen Wert von ca. 170 mg/100 ml (Abb. 7). Nach Absetzen der Infusion fiel die Maltosekonzentration im Blut annähernd exponential ab. Die Ausscheidung der Maltose im Harn war direkt korreliert mit der Konzentration des Disaccharids im Blut, wobei die Elimination linear bis zur 6. Stunde anstieg, um danach abzufallen (Abb. 8). Auch hier wurden im Harn sowohl Maltose als auch Glucose angetroffen, und zwar 46,68 g Maltose und 3,75 g Glucose (siehe Tabelle) und erreichte ihr Maximum nach 7 Stunden (= 815 mg Maltose/20 min/Versuchsperson). Die maximale Abbaugeschwindigkeit bei der 6stündigen Infusion war rd. 27 % höher als bei der 2stündigen Infusion, während die Konzentration der Maltose im Serum um 41 % höher lag. Der Abbau der Maltose beträgt nach 8 Stunden Meßdauer 8,12 g (= 7,5 % der applizierten Dosis), die renale Ausscheidung beläuft sich auf 50,4 g (48 %). Hieraus folgt, daß die Bilanz der 6stündigen Infusion ungünstiger ist als bei der 2stündigen.

Bei einer Einzelperson wurde Maltose mit einer Infusionsgeschwindigkeit von 0,125 g/kg · Std. während 6 Stunden infundiert und sowohl die Oxydation als auch die renale Ausscheidung über eine Zeit von 8 Stunden gemessen. Hier war die Konzentration der Serum maltose niedriger als bei der höheren Dosierung (Abb. 7), die Ausscheidung im Harn war absolut und relativ geringer (Abb. 8, Tabelle). Der Abbau war erst drei Stunden nach Versuchsbeginn meßbar, stieg danach etwa mit der gleichen Geschwindigkeit wie in den vorausgegangenen Versuchen an (Abb. 9). Die Bilanz ergab bei dieser Dosierung ein günstigeres Ergebnis:

Es wurden 17 % der applizierten Maltose oxydiert, jedoch nur 20 % im Harn ausgeschieden (Tabelle).

Die Untersuchung der Aktivität der γ -Glutamyltranspeptidase, der Konzentration an Bilirubin und Harnsäure im Blut ergab keine signifikanten Veränderungen während des Versuchsablaufs.

Während der 8stündigen Versuchsdauer stieg das Urinvolumen mit der infundierten bzw. ausgeschiedenen Maltosemenge an (Tabelle).

Diskussion

Die Infusion von 10 %iger Maltoselösung beeinflusst die Blutzuckerkonzentration nicht. In dieser Hinsicht stützen unsere Befunde, bei denen höhere Maltosemengen verabreicht wurden, die Untersuchungen anderer Autoren (1, 8, 9). Die Konzentration der Maltose im Blut steigt dosisabhängig an. Langdauernde Infusionen in der Dosierung von 0,25 g/kg/Std. führen zu hohen Blutkonzentrationen, so daß bereits dieser Befund eine kürzere Infusionsdauer bei gleicher Dosierung oder aber eine niedrigere Infusionsgeschwindigkeit bei langdauernder Infusion angeraten erscheinen läßt. Die Ausscheidung von Maltose im Harn, die mit der Blutkonzentration korreliert ist, steigt mit der verabreichten Maltosemenge an. Dies wird deutlich bei Verlängerung der Infusionsdauer von 120 auf 360 Minuten, d. h. bei Verdreifachung der Dosis. In diesen Fällen ist die Ausscheidung im Harn absolut gesehen verfünffacht und relativ gesehen verdoppelt.

Während der Maltoseinfusion wird bei stoffwechselgesunden Personen Glucose im Harn nur durch Spaltung der Maltose in der Niere oder in den ableitenden Harnwegen entstanden sein. Der prozentuale Anteil der freien Glucose am ausgeschiedenen Kohlenhydrat beträgt zwischen 7,4% und 18% (siehe Tabelle).

Die Abbaurate der Maltose steigt linear mit der Zeit an, um einen Maximalwert zu erreichen, der gegenüber dem Gipfel der Maltosekonzentration im Blut verzögert ist. Dieser Befund ist schwer deutbar, läßt aber vermuten, daß die Spaltung der Maltose in einem nicht direkt zugänglichen Kompartiment der Zellen erfolgt. Dies verwundert um so mehr, als ein insulinabhängiger Transport von Maltose bisher nicht gefunden worden ist (7, 8, 9). Die zeitliche Verschiebung ließe sich erklären, wenn die Ausscheidung von Maltose in der Galle erfolgte und die Maltose, nach Spaltung durch die intestinale Maltose, als Glucose resorbiert würde. Bei Kaninchen fand sich jedoch nur 0,2% der verabreichten Maltosemenge in der Galle wieder (6).

Die höchsten Abbauraten für Maltose liegen durchschnittlich bei 815 mg Maltose/20 min, entsprechend 41 mg Maltose pro Minute pro Versuchsperson. Bei der kürzeren Infusionsdauer wurden 32 mg/min abgebaut. Damit ist die Abbaukapazität für die Maltose vorgegeben, wobei offensichtlich der limitierende Schritt die Hydrolyse des Disaccharids zu 2 Molekülen Glucose ist, zumal keine signifikanten Blutzuckerveränderungen aufgefunden wurden. Die relativ niedrige Abbaukapazität erklärt die hohe Ausscheidung des Disaccharids im Harn. Eine Steigerung der Abbaurate durch Adaptation des Organismus nach wiederholter Applikation des Disaccharids muß noch geprüft werden.

Die niedrige Abbaurate der Maltose bei insulinabhängigen Diabetikern kann verschiedene Ursachen haben:

1. Eine verminderte Maltoseaktivität bei insulinabhängigen Diabetikern.
2. Eine Verdünnung der freigesetzten radioaktiv markierten Glucose durch den erhöhten Glucosepool des Diabetikers.
3. Die verminderte Abbaurate der Glucose im Organismus des Diabetikers.

Es ist anzunehmen, daß alle drei Faktoren bei der verminderten Maltoseverwertung beteiligt sind, wobei die Faktoren 2 und 3 den Maltoseabbau nicht direkt treffen bzw. meßtechnisch bedingt sind.

Im Gegensatz zu den Folgerungen der Autoren (1, 4, 6, 8) ist die Maltose als Infusionskohlenhydrat bei insulinabhängigen Diabetikern nicht zu empfehlen.

Die in der Tabelle gegebene Übersicht über den Abbau und die Urinausscheidung von Maltose unter verschiedenen Dosierungen bei stoffwechselgesunden Versuchspersonen läßt erkennen, daß die Bilanz um so günstiger ist, je niedriger die Dosierung des Disaccharids ist. Zu dem gleichen Ergebnis führten vorausgegangene Arbeiten (2, 3), in denen die Verwertung von Oligosacchariden bei niedriger Dosierung am günstigsten war. Der Vergleich der Bilanzen bei Oligo- und Disacchariden der Glucose läßt weiterhin erkennen, daß der Unterschied in den Abbaugeschwindigkeiten nicht sehr groß ist, so daß möglicherweise das gleiche Enzymsystem die Verwertung limitiert.

Auf Grund der vorliegenden Untersuchungen ist von langdauernden Maltoseinfusionen in der Dosierung von 0,25 g/kg · Std. abzuraten. Bei dieser Dosierung sollte die Infusionsdauer 2 Stunden nicht überschreiten, wobei nach infusionsfreien Intervallen von 6–8 Stunden erneute Maltosegaben möglich sind. Bei kontinuierlicher Infusion (Dauer 6 Stunden) sollten Dosierungen 0,125 g/kg · Std. nicht überschreiten.

Auf Grund der klinisch-chemischen Befunde können toxische Effekte auf den Organismus zunächst ausgeschlossen werden. Bemerkenswert ist schließlich, daß bei allen Versuchspersonen eine gesteigerte Diurese auftrat, die mit der ausgeschiedenen Kohlenhydratmenge parallel ging (Tabelle).

Zusammenfassend muß man feststellen, daß der Optimismus hinsichtlich der Verwendung von Maltose als Infusionskohlenhydrat nicht begründet ist. Dies gilt für stoffwechselgesunde Versuchspersonen, bei denen der Vorteil des niedrigen osmotischen Drucks der Maltoselösungen gegenüber Glucoselösungen auf Grund der limitierten Verwertbarkeit nicht zum Tragen kommt, und erst recht für insulinabhängige Diabetiker, bei denen auf Grund der hier erhobenen Befunde die Infusionen mit Maltose kontraindiziert sind.

Zusammenfassung

Bei 9 stoffwechselgesunden Versuchspersonen und 3 insulinabhängigen Diabetikern wurde Maltose als Infusionskohlenhydrat geprüft. Maltoseinfusionen beeinflussen die Blutzuckerkonzentration nicht. Die Konzentration an Maltose kann je nach Infusionsgeschwindigkeit bis auf 170 mg/100 ml Blut ansteigen. Die renale Ausscheidung von Maltose ist dosisabhängig und mit der Konzentration im Blut korreliert; sie schwankt zwischen 20 und 40 % der verabreichten Dosis. Der Abbau liegt bei einer Meßdauer von 8 Stunden je nach Dosis zwischen 7,5 und 23,4 %. Die maximale Abbaugeschwindigkeit beträgt ca. 40 mg/min/Versuchsperson und wird ca. 2 Stunden nach dem höchsten Blutmaltosespiegel erreicht. Bei insulinabhängigen Diabetikern wird die Maltose schlechter verwertet, wobei innerhalb 8 Stunden die Ausscheidung im Harn 51 % und der Abbau nur 3 % der verabreichten Dosis beträgt. Dieses Disaccharid kann bei insulinabhängigen Diabetikern als Infusionskohlenhydrat nicht empfohlen werden, bei stoffwechselgesunden Versuchspersonen ist die Bilanz ebenfalls nicht günstig. Maltoseinfusionen bilden keine Vorteile gegenüber Infusionen von Oligosacchariden.

Summary

The use of intravenously administered maltose was tested in 9 healthy human subjects and 3 insulin-dependent diabetic patients. The concentration of the blood sugar has not been influenced by the administered maltose. The concentration of maltose in the blood increases up to 170 mg/100 ml blood depending on the rate of the maltose infusion. The excretion of maltose in the urine is correlated with the applied dose and with the blood maltose concentration. Under our experimental conditions 20 to 30 % of the administered maltose have been excreted and 7.5 to 23.4 % have been oxidized within 8 hours. The highest rate of degradation was about 40 mg maltose/min/human subject and is reached 2 hours later than the peak concentration of maltose in the blood. The metabolism of maltose is reduced in insulin-dependent diabetic patients. In these patients only 3 % of the applied maltose have been oxidized and 51 % excreted in the urine within 8 hours. Therefore, this disaccharide cannot be recommended

as carbohydrate source of parenteral nutrition in insulin-dependent diabetic patients. The balance of intravenously administered maltose is not satisfactory in healthy adult humans, too. Infusion of maltose solutions have no real advantages over the infusions of oligosaccharide solutions.

Literatur

1. Weser, E., M. Sleisinger, J. Clin. Invest. 46, 499 (1967). – 2. Dierkes, L., G. Büsing, H. Reinauer, Z. Ernährungswiss. 12, 209 (1973). – 3. Reinauer, H., H. Weber, S. Hollmann, G. Büsing, H. Peterssen-Borstel, Z. Ernährungswiss. 12, 10 (1973). – 4. Kohti, H., Y. Muto, N. Hosoya, J. Jap. Soc. Food Nutr. 25, 611 (1972). – 5. Fujii, S., T. Okuda, I. Matsuda, The Saishin-Igaku 27, 1584 (1972). – 6. Ohneda, A., S. Yamagata, K. Tsutsumi, H. Fujiwara, J. Jap. Diab. Soc. 16, 142 (1973). – 7. Young, J. M., E. Weser, Endocrinology 86, 428 (1970). – 8. Young, E. A., E. Weser, J. Clin. Endocrinol. 38, 181 (1974). – 9. Young, J. M., E. Weser, J. Clin. Invest. 50, 986 (1971).

Anschrift der Verfasser:

- C. Finke und H. Reinauer, Diabetes-Forschungsinstitut an der Universität Düsseldorf, Biochemische Abteilung, Auf'm Hennekamp 65, 4000 Düsseldorf 1