Nomographische Bestimmung der Assimilationskonstanten k nach CONARD bei intravenöser Glucosebelastung

A. BREITBACH

2. Medizinische Klinik und Poliklinik der Universität Düsseldorf

Eingegangen am 15. September 1967

The determination by a nomogramme of the coefficient of assimilation, k , of CONARD for an intravenous glucose load

Summary. The determination of the coefficient of glucose assimilation, k , of CONARD, is very useful for evaluating the test using intravenous glucose load. In order to calculate the factor “ k ” according to the formula given by CONARD, one has to know the logarithmic values of the results of the test. To this end, CONARD has already described a graphical method plotted on semi-logarithmic paper. The calculation of “ k ” is facilitated by the nomogramme described here for it directly gives the appropriate values of “ k ” for blood glucose levels measured after 20 and 40 min.

Détermination par nomogramme du coefficient d'assimilation k de CONARD pour la surcharge intraveineuse de glucose

Résumé. La détermination du coefficient d'assimilation glucidique k de CONARD est très utile pour l'évaluation de la surcharge intraveineuse avec glucose. Pour le calcul de k selon la formule de CONARD, il faut connaître les valeurs logarithmiques des résultats du test. Pour cette raison CONARD avait déjà décrit une méthode

graphique sur papier semilogarithmique. Le calcul de k est facilité par le nomogramme ci-décrit qui indique la valeur de k directement pour les taux du glucose sanguin de 20 et 40 min en question.

Zusammenfassung. Zur Auswertung der i.v. Glucosebelastung ist die Bestimmung der Conard'schen Konstanten k , die den Glucoseassimilationsvorgang zahlenmäßig erfaßt, sehr zweckmäßig. Die Berechnung von k aus der Conard'schen Formel, die sich aus einer Exponentialfunktion ergibt, ist umständlich, da hierbei stets die Logarithmen der Untersuchungswerte zu berechnen sind. CONARD hat daher schon ein graphisches Verfahren mittels eines semilogarithmischen Koordinatennetzes angegeben. — Wesentlich einfacher ist die Berechnung von k bei Anwendung eines nomographischen Verfahrens; das hierzu konstruierte Nomogramm, das ausführlich beschrieben wird, ermöglicht die direkte Ablesung von k entsprechend den jeweils vorliegenden 20- und 40-Minuten-Blutzuckerwerten.

Key-words: Coefficient k of CONARD, glucose assimilation, intravenous glucose load, latent diabetes, carbonhydrate metabolism.

Als ein wertvolles Prüfungsverfahren zur Beurteilung der Glucose-Utilisation bei fraglichen und bei latent-diabetischen Zuständen hat sich die intravenöse Glucose-Belastung nach CONARD und Mitarb. erwiesen. Als Belastung wird eine intravenöse Injektion von 25 g Glucose in 50 %iger Lösung vorgenommen; anschließend erfolgen Blutzuckerbestimmungen in Abständen von 10 min für die Dauer von 1 Std.

Zwei verschiedene Vorgänge erfolgen nach der Glucosegabe: Gleich nach der Injektion diffundiert die Glucose ins Gewebe. Nach etwa 10 bis 20 min tritt der für die Beurteilung der Kohlenhydratstoffwechsellaage entscheidende Assimilationsvorgang ein. CONARD und Mitarb. haben den experimentellen Nachweis geführt, daß die Blutzuckerabnahme in der Assimilationsphase gesetzmäßig verläuft, da die Glucoseassimilation ein biochemischer Reaktionsvorgang ist. Das Verhalten der Blutzuckerwerte kann daher durch eine Exponentialfunktion ausgedrückt werden, für die CONARD die Formel $C_t = C_0 e^{-kt}$ angegeben hat. In der Formel bedeuten C_t und C_0 die Glucosekonzentration im Blut zu verschiedenen Zeiten; k ist eine Konstante, die den Kurvenverlauf auch in der Assimilationsphase charakterisiert. Umformung der CONARD'SCHEN Formel und Multiplikation von k mit dem Faktor 100 ergibt dann folgende Gleichung:

$$k \cdot 10^2 = 100 \frac{\log C_1 - \log C_2}{t_2 - t_1} \cdot \ln 10.$$

C_1, C_2 = Blutzuckerwerte (mg %) nach 20 (t_1) bzw. 40 min (t_2)

Die k -Werte können sowohl rechnerisch als auch graphisch ermittelt werden. Nach dem von CONARD angegebenen graphischen Verfahren wird in einem semilogarithmischen Koordinatennetz entsprechend den jeweils vorliegenden Blutzuckerwerten eine Größe T ermittelt; durch Umrechnung kann dann der vorliegende k -Wert bestimmt werden. Numerische Transformation der Gleichung ergibt:

$$\frac{C_1}{C_2} = \text{Numerus} \frac{k}{11.513}.$$

Für jeden k -Wert kann demnach aus dem Quotienten des 20- und 40-Minutenwertes ein Quotient gebildet werden, der von dem jeweiligen k -Wert abhängig ist. Da die Formel keine logarithmischen Werte enthält, wird hierdurch deren Berechnung vereinfacht.

Die numerische Auswertung der CONARD'SCHEN Formel wird durch Anwendung eines nomographischen Verfahrens wesentlich erleichtert. Das hierzu konstruierte Nomogramm (Abb.) bezieht sich auf die Blutzuckerwerte, die 20 bzw. 40 min nach der Glucosebelastung vorliegen; A bedeutet die Skala für den

ermittelten 20-Minuten-, B die für den 40-Minuten Blutzuckerwert nach der intravenösen Glucosebelastung. Verbindet man die Punkte von A und B , so ergibt der Schnittpunkt ihrer Verlängerung mit der

Abb. 1

Abszisse C den Wert für die vorliegende Assimilationskonstante k . Das unterschiedliche Verhalten der 20- und 40-Minuten-Blutzuckerwerte nach der i.v.-Glucosebelastung ist vom Glucoseassimilationsvermögen des Organismus abhängig. So sinkt bei herabgesetztem Glucoseassimilationsvermögen der 40-Minuten-Blutzuckerwert im Verhältnis zum 20-Minuten-Wert nur wenig; dies ergibt kleine k -Werte. Verhältnismäßig hohe Blutzuckerdifferenzwerte ergeben hohe k -Werte, die für eine ungestörte Kohlenhydratassimilation sprechen.

Zur Ermittlung des Normbereiches für den k -Wert sind kürzlich in der hiesigen Klinik bei 120 gesunden Personen i.v.-Glucose-Toleranz-Prüfungen mit 50 ml einer 50 %igen Glucoselösung vorgenommen und entsprechend den 20- und 40-Minuten-Blutzuckerwerten die CONARD'SCHE Konstante bestimmt worden. Kriterien für ein normales Stoffwechselverhalten des untersuchten Personenkreises waren: Kein Übergewicht von

mehr als 10% des Sollgewichtes, normale Vorernährung, keine besondere körperliche Inaktivität, keine medikamentöse Behandlung, keine Hyperlipidaemie, keine konsumierenden Erkrankungen, keine familiäre Belastung in Bezug auf Stoffwechselerkrankungen und bei Frauen keine Geburten übergewichtiger Kinder. Der Durchschnittswert der CONARD'SCHEN Konstanten betrug 2.19, der Grenzwert des unteren 95%-Toleranzbereiches 1.4 (W.H. SCHILLING, K. OBERDISSE, K.A. HÜTER und H. BLANK).

Von den Autoren SCRIBA, SCHWARZ und HOFMANN wird für k ein Grenzwert von 1.2 angegeben. Es sind hier jedoch 0.5 g Glucose pro kg Körpergewicht injiziert worden; die Blutzuckerentnahmen erfolgten von 4 bis 84 min nach der Injektion in Abständen von 10 min. E.F. PFEIFFER gibt als Normwert für k 1.5 an. Bei seinen Untersuchungen wurden 0.3 g Glucose pro kg Körpergewicht injiziert. Die CONARD'SCHE Konstante k ist demnach nicht unerheblich von der Art der Durchführung der Glucosebelastung, vor allem von der injizierten Glucosemenge abhängig. Dies ist bei der Beurteilung ermittelter k -Werte stets zu berücksichtigen. Man kann so eine pathologische Stoffwechsellaage erkennen, und zwar schon dann, wenn die übrigen Befunde noch im Bereich der Norm liegen. Die Methode eignet sich daher gut, latente Diabetesformen zu erkennen.

Literatur

- CONARD, V., I.R.M. FRANKSON, P.A. BASTENIE, J. KESTENS et L. KOVACS: Etude critique du triangle d'hyperglycémie intraveineux chez l'homme normal et détermination d'un coefficient d'assimilation glucidique. *Arch. int. Pharmacodyn.* **93**, 277–292 (1953).
 IKKOS, D.: On the intravenous glucose tolerance test. *Acta endocr. (Kbh.)* **25**, 312–333 (1957).
 PFEIFFER, E.F.: Die Pathogenese des Diabetes mellitus. *Dtsch. med. J.* **17**, 385–393 (1966).
 SCHILLING, W.H., K. OBERDISSE, K.A. HÜTER und H. BLANK: Vergleichende Untersuchungen mit der oralen und intravenösen Glucosebelastung zur Erfassung einer verminderten Kohlenhydrattoleranz. *Diabetologia* **1**, 187–194 (1966).
 SCRIBA, P., K. SCHWARZ und A.G. HOFMANN: Vergleiche klinischer Methoden zur Erfassung des latenten Diabetes. *Dtsch. med. Wschr.* **91**, 753–763 (1966).

A. BREITBACH
 2. Medizinische Klinik
 und Poliklinik der Universität
 4000 Düsseldorf, Moorenstr. 5