

Die Wirkung verschiedener Ernährungsweisen auf die alimentäre Hyperglykämie bei Gesunden.

Von Dr. L. ARMENTANO.

Nachdem es gelungen war, das Insulin chemisch rein und ohne Beeinträchtigung seiner Wirkungskraft herzustellen, durfte man hoffen, dass es mit diesem Mittel — als dem wahren Hormon des Pankreas — gelingen wird, die Zuckerkrankheit durch eine substituierende Behandlung — ähnlich wie das Myxoedem — in ein latentes Stadium zu bannen. Die klinischen Erfahrungen lehrten uns aber alsbald, dass man bei Diabetes mit der Substitutions-therapie, mit der Verabreichung des Insulins allein, nicht auskommt und dass, obwohl das Insulin in gewissen Fällen unentbehrlich bleibt (coma diabeticum etc.), der Diätotherapie stets eine wichtige Rolle zukommt. Leider besitzen wir auf diesem Gebiete noch keine festgesetzten Normen. Die vielen empfohlenen grundverschiedenen Diät-Vorschriften und die grossen Meinungsverschiedenheiten (Petren'sche Fett-Gemüse-, Falta'sche Kohlehydrat-Gemüse-Diät, Noorden'sche Hafergrütze, Rohkost etc.), wie sie erst bei der letzten Tagung für Verdgs. und Stoffwkh. wieder zu Tage traten, zeigen nur zu deutlich, dass hier noch keine einheitliche Auffassung herrscht. Während früher die fettreiche Kost bei Diabetes nicht nur für nicht schädlich sondern sogar für recht nützlich gehalten wurde, gelangte neuerdings z. B. PORGES gerade mit seiner fettarmen Diät zu günstigen Ergebnissen. Im Versuch bewirkte eine mehrere Tage anhaltende kohlehydratfreie Kost bei Gesunden eine derart starke Senkung der Assimilationsgrenze für Traubenzucker, dass die Toleranzverminderung gegen Kohlehydrate auch noch an den folgenden Tagen weiter bestand, während die Versuchspersonen wieder die entsprechende Menge von Kohlehydraten erhielten. Auch seine sich auf fünf Jahre erstreckenden Beobachtungen an

Diabetikern führten zu demselben Ergebnis: bei vollständigem Entziehen der Kohlehydrate allmähliche Senkung der Assimilationsgrenze, bei kohlehydrat- und eiweissreicher Kost — bei leichten Fällen ohne, bei schweren mit Insulin — wesentliche Besserung im Kohlehydratstoffwechsel. ADLERSBERG berichtet über ähnliche Ergebnisse und erklärt diese Erscheinung damit, dass bei fettarmer aber kohlehydrat- bzw. eiweissreicher Kost die Durchlässigkeit der Nieren für Zucker abnimmt.

In den meisten Mitteilungen neueren Datums wird vor der Überernährung mit Eiweiss gewarnt (z. B. PETRÉN, FALTA u. a.) und bei den verschiedenen Diätvorschriften wird insbesondere die Verwendung tierischen Eiweisses vermieden, da daraus verschiedene Gefahren für den Kranken entstehen. Einerseits wird bekanntlich aus Eiweiss im Organismus Zucker hergestellt, hierbei kommen vor allem Aminosäuren in Betracht, von diesen wieder das Alanin, aus dem durch Desamidation Milchsäure und endlich d'Glykose entsteht. Andererseits bildet wieder die Azidose eine Gefahr, die bekanntlich dadurch entsteht, dass es durch die unvollständige Verbrennung der Eiweisse und Fette im intermediären Stoffwechsel zu einer Vermehrung der Ketonkörper kommt. Bei der Verordnung der Diät sind die genannten Forscher daher darauf bedacht, von den drei Hauptkomponenten der Nahrung so wenig als möglich zuckerbildende Stoffe, d. h. Eiweiss und Kohlehydrate, dem Organismus zuzuführen.

In neuester Zeit geht SCHITTENHELM noch einen Schritt weiter, indem er nicht bloss zwischen tierischem und pflanzlichem Eiweiss einen Unterschied macht, sondern auch noch für wichtig hält, dass dem Kranken die Speisen in rohem Zustand gereicht werden. Mit dieser „Rohkost“ erzielte er nicht nur bei Diabetes sondern auch bei anderen Stoffwechselkrankheiten günstige Ergebnisse. Unter Rohkost hat man in engerem Sinne eine pflanzliche Nahrung zu verstehen, die fein verteilt, aber unter Vermeidung jeder Hitzewirkung (Kochen usw.) dargereicht wird. Ihre günstige Wirkung beruht nach SCHITTENHELM darauf, dass dem Organismus auf diese Weise andere wichtigen Nahrungsbestandteile (Salze, Vitamine usw.), deren Fehlen zu den verschiedensten Störungen führen kann, in ungeschwächter Menge zugeführt werden. Es sei anzunehmen, dass es auch noch andere uns heute noch unbekannte Bestandteile der Nahrung gibt, deren Fehlen auf einstweilen noch

unbekannter Weise einen ungünstigen Einfluss auf die Stoffwechselkrankheiten ausübe. Es gelang SCHITTENHELM mit Hilfe der Rohkost bei leichtem Diabetes den Harn ganz zuckerfrei zu machen, den Blutzuckerspiegel von 0,266 mg % auf 0,121 mg % zu senken und bei diesem Niveau zu erhalten, bei schwerem Diabetes die Insulin-Tagesdosis von 50—60 E auf 15—20 E zu vermindern.

Die hier erwähnten Meinungsverschiedenheiten in Bezug auf die Diätvorschriften bei Diabetes veranlassten uns zu den im Titel dieser Mitteilung gegebenen Untersuchungen. Um später zum Vergleich mit den Untersuchungen an Zuckerkranken Standard-Werte zu gewinnen, führten wir unsere Versuche zunächst teils an vollkommen gesunden Studenten im Alter von 20—30 J. aus, teils an Kranken der Klinik im selben Alter, bei denen keinerlei Stoffwechselstörung vorlag. Die gesunden Versuchspersonen gingen auch während der Versuche ihrer gewohnten Beschäftigung nach und führten die sonst gewohnte Lebensweise. Es wäre vielleicht zu berücksichtigen gewesen, dass es in den Muskeln während ihrer Funktion zu einer Glykogen-Spaltung kommt, da aber alle unsere Versuche unter denselben äusseren Umständen ausgeführt wurden, dürfte der sich hieraus etwa ergebende Fehler gering sein und kann daher vernachlässigt werden. Die Versuchspersonen erhielten drei Tage hindurch eine Kost, die in der Hauptsache aus Eiweiss, bzw. Fett oder Kohlehydraten bestand (s. Tabellen). An dem darauf folgenden Tage wurde zunächst auf nüchternen Magen, dann 20, 40, 60, 90, 120 und 150 Minuten nach dem Trinken von 100 g Dextrose in 400 cm³ Tee der Blutzucker nach der neuen Mikromethode von BANG bestimmt. Zwischen den Eiweiss-, Fett- bzw. Kohlehydrat-Serien wurde eine Pause von je 2—3 Tagen eingeschaltet. Als Kontrolle untersuchten wir den Blutzucker nach der bekannten gemischten Diät sowohl auf nüchternen Magen als auch nach der Belastung mit 100 g Dextrose.

Über die alimentäre Hyperglykämie bei Menschen mit normalen Stoffwechsel liegen in der Literatur mehrere Angaben vor: Nach BANG, STAUB u. a. kommt es nach der Verabreichung von grösseren Mengen Kohlehydrat, z. B. 50—100 g Dextrose, zu einer raschen Steigerung des Blutzuckers, welche ihr Maximum nach 30—50 Minuten, nach DEPISCH und HASENÖHRL in 1—1,5 Stunden erreichen soll. Nach einer allmählichen Senkung erreicht der Blutzucker in ca. zwei Stunden wieder normale Werte, bzw. kommt es

zu einer posthyperglykämischen Hypoglykämie. Die maximalen Werte betragen nach DEPISCH und HASENÖHRL 0,144—0,212 mg %, während im hypoglykämischen Stadium Senkungswerte von 8—21 mg % 2—3 Stunden nach der Zuckerbelastung erreicht werden. Nach vier Stunden von Beginn des Versuches gerechnet sind in jedem Falle wieder normale Blutzuckerwerte zu finden. Weiter wissen wir nach den Untersuchungen von BANG und STAUB, in neuerer Zeit nach jenen von PIERCE und SCOTT, dass der Blutzuckerspiegel bei Untersuchungen auf nüchternen Magen an Individuen mit normalen Stoffwechsel unveränderliche Werte zeigt, die höchstens je nach der Grösse der Muskelarbeit geringe Schwankungen aufweisen, da das in den Muskeln verbrannte Glykogen von der Leber durch erhöhte Glykogenolyse sofort wieder ersetzt wird. Nach den Untersuchungen von PIERCE und SCOTT an 450 gesunden Studenten schwankt der Blutzuckerwert, in der Ruhe auf nüchternen Magen untersucht, zwischen 0,080 und 0,115 mg %, woraus sich ein Durchschnittswert von 0,095 mg % ergibt.

Wir begannen unsere Untersuchungen an gesunden Individuen nach Verabreichung einer normalen gemischten Kost und erhielten Ergebnisse, die den oben erwähnten Angaben vollkommen entsprechen. (s. Tab. I.)

Aus den hier mitgeteilten Untersuchungen geht hervor, dass die alimentäre Zuckerbelastung nach gemischter Kost in jedem Falle eine Steigerung des Blutzuckerspiegels zur Folge hat, die ihr Maximum in 60 Minuten erreicht und dann allmählich abfällt. In 120 Minuten war bei keinem Versuche ein hypoglykämisches Stadium zu beobachten. Die bei den Untersuchungen auf nüchternen Magen erlangten Werte schwankten zwischen 0,064 und 0,110 mg %, was einem Durchschnittswert von 0,086 mg % entspricht. Das Maximum der alimentären Hyperglykämie betrug 0,188 mg %. Zu beachten sind die im Vergleich zu den anderen Fällen verhältnissmässig maximalen Werte in Fall 1,2 und 3 (Kranke der Klinik). Die Ergebnisse unserer weiteren Untersuchungen wurden stets mit den hier erwähnten Ergebnissen verglichen.

Diese Versuchsreihe wurde noch durch die Untersuchung des sog. STAUB-Effektes erweitert. Es handelt sich dabei bekanntlich um die Erscheinung, dass bei Wiederholung der Zuckerbelastung zwei Stunden nach einmal erfolgter Belastung mit abermals 100 g Dextrose der Blutzucker entweder garnicht oder bloss ganz uner-

TABELLE I. (Normaltag, Staub-Effekt)

| Name und Alter der Versuchsperson | Blutzuckerwerte nüchtern | 20 | 40 | 60 | 90 | 120 | 150 | 30 | 60 | Eiweiss | | Fett | | Kohlehydrat | | Körpergewicht | Krankheit |
|-----------------------------------|--------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---------|-------|----------|-------|-------------|--------|---------------|-----------------------|
| | | Minuten nach der ersten Belastung mit 100 g Dextrose | | | | | | | nach der zweiten Belastung mit 100 g Dextrose | | g | Kalorien | g | Kalorien | g | | |
| 1, Sz. I. 27 J | 0,085 | 0,117 | 0,171 | 0,275 | 0,128 | 0,107 | — | — | — | 71·8 | 294·3 | 8·4 | 76·4 | 174·1 | 713·8 | 64·0 | Distrophia ligam. |
| 2, S. J. 43 J | 0,085 | 0,114 | 0,175 | 0,225 | 0,125 | 0,100 | — | — | — | 67·4 | 276·3 | 14·4 | 131·0 | 203·6 | 834·7 | 63·0 | Paralysis n. facialis |
| 3, P. J. 22 J | 0,110 | 0,157 | 0,189 | 0,200 | 0,142 | 0,121 | — | — | — | 100·2 | 410·8 | 14·4 | 131·0 | 203·6 | 834·7 | 48·10 | Bronchitis |
| 4, H. I. 24 J | 0,071 | 0,096 | 0,146 | 0,178 | 0,128 | 0,085 | — | 0,125 | 0,178 | 160·2 | 656·0 | 64·8 | 589·6 | 559·0 | 2291·0 | 66·0 | — |
| 5, H. J. 25 J | 0,096 | 0,110 | 0,121 | 0,149 | 0,096 | — | 0,053 | 0,120 | — | 160·0 | 656·0 | 64·8 | 589·6 | 559·0 | 2291·0 | 62·10 | — |
| 6, B. T. 22 J | 0,096 | 0,149 | 0,189 | 0,139 | 0,096 | 0,096 | — | 0,142 | 0,125 | 160·0 | 656·0 | 20·5 | 180·5 | 253·6 | 1039·7 | 94·0 | — |
| 7, T. B. 20 J | 0,064 | 0,153 | 0,153 | 0,121 | 0,092 | 0,092 | — | 0,168 | 0,132 | 114·0 | 467·4 | 20·5 | 180·5 | 253·6 | 1039·7 | 67·0 | — |
| 8, S. S. 25 J | 0,078 | 0,096 | 0,121 | 0,128 | 0,078 | — | 0,050 | 0,107 | — | 114·0 | 467·4 | 20·5 | 180·5 | 253·6 | 1039·7 | 73·0 | — |

heblich gesteigert wird. In den Fällen 4—8 wurde 2 bzw. 2,5 Stunden nach dem ersten Versuch neuerdings 100 g Dextrose in 400 cm³ Tee verabreicht und 30 bzw. 60 Minuten später der Blutzucker bestimmt. Die nun erhaltenen Werte übertrafen in einem Falle die bei dem ersten Versuch erreichten, in einem anderen waren sie jenen gleich, in zwei weiteren Fällen waren sie geringer. Bei den weiteren Versuchen begnügten wir uns daher mit der einmaligen Belastung, umsomehr, da eine neuerliche Verabreichung von 100 g Dextrose unangenehme Nebenerscheinungen (Erbrechen) hervorrief. Nach diesen Vorversuchen mit gemischter Kost gehen wir zu unseren eigentlichen Versuchen mit verschiedenen Kostvorschriften über:

II. Fettreiche Kost.

Bei dieser Versuchsreihe erhielten die Versuchspersonen an den der Blutzuckerbestimmung vorhergehenden Tagen täglich je 300 g Blumenkohl, 100 g Butter, 250 cm³ Milch, 240 g Kaiserfleisch, 300 g Brot. Das Gewicht sowie die Kalorienmenge des Fett-, Kohlehydrat- bzw. Eiweissgehaltes der verbrauchten Nahrungsmittel, ferner die Kalorienwerte pro kg Körpergewicht berechnet, sind aus Tabelle II. zu ersehen.

In dieser Versuchsreihe zeigte sich zunächst, dass die Blutzuckerwerte auf nüchternen Magen kleiner sind als jene nach gemischter Kost, dass aber die Blutzuckerkurve nach der Belastung mit 100 g Dextrose plötzlich steil ansteigt und dass, Fall 7. ausgenommen, stets sehr hohe Maximalwerte erreicht werden (0,214 mg % im Durchschnitt) Diese hohen Werte bleiben lange bestehen und es kam auch nach 2—2,5 Stunden in keinem Falle zu einer posthyperglykämischen Hypoglykämie. Besonders auffallend ist das Verhalten des Falles 1., bei dem auch noch nach 2 Stunden 0,210 mg % Blutzucker zu finden sind.

Aus diesen Ergebnissen lässt sich der Schluss ziehen, dass nach der erwähnten Belastung des Organismus mit Fett, dessen Toleranz für Kohlehydrate stark vermindert ist. Wir glauben, dass dieser Umstand die in der Literatur vorliegenden Meinungsverschiedenheiten zu erklären imstande ist. DEPISCH und HASENÖHRL untersuchten den Blutzuckerspiegel nach Einführung von 50 g Olivenöl bzw. Butter auf nüchternen Magen 5—6 Stunden hindurch und fanden bei Gesunden normale Werte. Zu demselben Ergebnis gelangten LABBÉ, FOLIN und BERGLUND. Nach der Verabreichung

TABELLE II. (Fettreiche Kost)

| Name und Alter der Versuchsperson | Blutzucker- werte nüchtern | 20 | 40 | 60 | 90 | 120 | 150 | Eiweiss | | Fett | | Kohlehydrat | | Fett pro Kg Körper- gewicht | | Körper- gewicht |
|--------------------------------------|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|---------|----------|-------|----------|-------------|----------|-----------------------------------|------|--------------------|
| | | Minuten nach der Belastung mit 100 g Dextrose | | | | | | g | Kalorien | g | Kalorien | g | Kalorien | g | Kal. | |
| | | g | Kal. | g | Kal. | g | Kal. | g | Kal. | | | | | | | |
| 1, Sz. I. 27 J | 0,085 | 0,171 | 0,185 | 0,246 | 0,266 | 0,210 | — | 57·8 | 236·98 | 169·5 | 1542·45 | 127·5 | 522·75 | 2·6 | 24·0 | 64·20 |
| 2, S. J. 43 J | 0,096 | 0,175 | 0,235 | 0,250 | 0,200 | — | — | 36·8 | 150·06 | 102·2 | 930·02 | 121·5 | 498·15 | 1·6 | 14·5 | 63·0 |
| 3, P. J. 22 J | 0,096 | 0,175 | 0,246 | 0,256 | 0,275 | — | — | 57·8 | 236·98 | 169·5 | 1542·45 | 127·5 | 522·0 | 3·5 | 31·8 | 48·0 |
| 4, H. I. 24 J | 0,092 | 0,132 | 0,178 | 0,135 | 0,121 | 0,117 | — | 75·4 | 309·14 | 214·7 | 1953·77 | 210·2 | 861·0 | 3·1 | 28·2 | 68·0 |
| 5, H. J. 25 J | 0,057 | 0,092 | 0,178 | 0,128 | 0,121 | 0,117 | — | 75·4 | 309·14 | 214·7 | 1953·77 | 210·2 | 861·0 | 3·4 | 30·9 | 62·50 |
| 6, B. T. 22 J | 0,071 | 0,149 | 0,149 | 0,171 | 0,146 | 0,125 | 0,120 | 45·4 | 186·1 | 184·1 | 1675·3 | 105·7 | 423·8 | 1·9 | 17·2 | 96·0 |
| 7, T. B. 20 J | 0,064 | 0,096 | 0,153 | 0,110 | 0,085 | 0,068 | — | 45·4 | 186·1 | 184·1 | 1675·3 | 105·7 | 423·8 | 2·7 | 24·5 | 67·0 |
| 8, S. S. 25 J | 0,064 | 0,103 | 0,178 | 0,139 | 0,107 | — | — | 45·4 | 186·1 | 184·1 | 1675·3 | 105·7 | 423·8 | 2·5 | 22·7 | 73·0 |

einer noch grösseren Fettmenge (200 g Öl), fanden NOORDEN und ISAAC eine Senkung des Blutzuckerspiegels, ferner beobachteten diese Autoren wie auch PETRÉN bei Diabetikern nach Einfuhr von 50—100 g Öl bzw. Butter eine Senkung der Blutzuckerkurve von 0,133 auf 0,100 bzw. von 0,185 auf 0,130 mg %. Nach einer weiteren Beobachtung PETRÉN's verhielt sich der Blutzuckerspiegel bei Diabetikern nach fettreicher Kost so wie nach Hungertagen. Nach FALTA soll der Insulinbedarf des Organismus durch fettreiche Nahrung nicht gesteigert werden. Im Gegensatz zu diesen Mitteilungen stehen die oben schon erwähnten Ergebnisse von PORGES und ADLERSBERG.

Nach der Ansicht der beiden letztgenannten Forscher stammt die Meinungsverschiedenheit daher, dass die oben erwähnten Autoren nach der erhöhten Fetteinfuhr keine Kohlehydrat-Belastung ausführten und deshalb normale Werte erhielten, was auch den Befunden anderer Forscher entspricht. Bei Kohlehydratbelastung hätte sich jedoch herausgestellt, dass die Toleranz des Organismus durch die fettreiche Kost erheblich abgenommen hat. Ob diese Verminderung der Toleranz auf eine erhöhte Mobilisation des Zuckers aus der Leber oder durch eine verminderte Bildung des Insulin zustandekommt, oder aber ob die Fette selbst sich in Zucker umwandeln, lässt sich heute noch nicht sagen. Die Untersuchungen von FALTA, EPPINGER, BLUM ergaben, dass nach Fettzufuhr die Adrenalin-Glykosurie gesteigert wird. POLLAK konnte bei Versuchen an Kaninchen die durch subkutane Injektionen von gesättigten Fettsäuren mit einer ungraden Kohlenatomzahl erzeugte Blutzuckersteigerung durch Ergotoxin verhindern. Die Hypothese, dass durch die starke sympathikusreizende Wirkung der Fettsäuren die Adrenalinproduktion gesteigert wird und diese wieder in der Leber eine starke Glykogenolyse bewirkt, scheint annehmbar. Aus den Untersuchungen von DEPPISCH und HASENÖHRL geht tatsächlich hervor, dass die Fette die durch Adrenalin hervorgerufene Mobilisation des Zuckers aus der Leber zu steigern imstande sind.

III. Kohlenhydratreiche Kost.

Bei diesen Versuchen erhielten die Versuchspersonen eine Kost die zu 80% aus Kohlehydraten bestand u. zw. in folgender Form: 270 g Brot, 500 g Milchkafee, 300 g Kartoffelsuppe, 460 g gekochte Mehlspeise, 400 g Milchreis und 230 g Reisauflauf. Folgende Tabelle zeigt die genaue Zusammensetzung der gereichten Nahrung:

TABELLE III. (Kohlehydratreiche Kost)

| Name und Alter der Versuchsperson | Blutzucker- werte nüchtern | 20 | 40 | 60 | 90 | 120 | 150 | Eiweiss | | Fett | | Kohlehydrat | | Kohlehydrat pro kg Körper- gewicht | | Körper- gewicht |
|--------------------------------------|----------------------------------|--|----------|-------|----------|-------|----------|---------|----------|------|----------|-------------|----------|---|------|--------------------|
| | | Minuten nach der Belastung mit 100 g Dextrose | | | | | | g | Kalorien | g | Kalorien | g | Kalorien | g | Kal. | |
| | | g | Kalorien | g | Kalorien | g | Kalorien | g | Kalorien | g | Kalorien | g | Kalorien | g | Kal. | |
| 1, Sz. I. 27 J | 0,060 | 0,132 | 0,171 | 0,196 | 0,132 | 0,128 | — | 80·2 | 328·32 | 15·0 | 136·5 | 582·0 | 2386·2 | 9·0 | 36·9 | 64·20 |
| 2, S. J. 43 J | 0,071 | 0,153 | 0,207 | 0,160 | 0,132 | 0,100 | — | 64·2 | 263·22 | 24·0 | 218·4 | 385·0 | 1578·5 | 6·1 | 25·0 | 63·0 |
| 3, P. J. 22 J | 0,068 | — | 0,204 | 0,189 | 0,160 | 0,092 | — | 96·8 | 396·88 | 36·0 | 327·6 | 830·5 | 3405·0 | 17·3 | 70·5 | 48·0 |
| 4, H. I. 24 J | 0,082 | 0,092 | 0,128 | 0,121 | 0,085 | 0,064 | — | 137·6 | 546·16 | 41·4 | 376·7 | 1016·5 | 4167·0 | 14·9 | 61·0 | 68·0 |
| 5, H. J. 25 J | 0,082 | 0,085 | 0,114 | 0,135 | 0,110 | 0,075 | — | 137·6 | 546·16 | 41·4 | 376·7 | 1016·5 | 4167·0 | 16·3 | 66·8 | 62·50 |
| 6, B. T. 22 J | 0,085 | — | 0,132 | 0,146 | 0,117 | 0,103 | 0,070 | 115·0 | 471·5 | 36·4 | 331·2 | 1015·0 | 4167·0 | 10·5 | 43·0 | 96·0 |
| 7, T. B. 20 J | 0,082 | — | 0,139 | 0,135 | 0,128 | 0,125 | — | 115·0 | 471·5 | 36·4 | 331·2 | 1015·0 | 4161·5 | 15·1 | 61·9 | 67·0 |
| 8, S. S. 25 J | 0,096 | 0,135 | 0,132 | 0,146 | 0,153 | — | — | 115·0 | 471·5 | 36·4 | 331·2 | 1015·0 | 4161·5 | 13·9 | 56·9 | 73·10 |

An obiger Tabelle fällt zunächst die geringe Höhe der auf nüchternen Magen erhaltenen Werte auf, die zwischen 0,060 und 0,096 (im Durchschnitt 0,078) mg % schwanken. Die maximalen Werte nach der Belastung sind ebenfalls sehr gering: 0,128—0,153 mg %. Mit Ausnahme der ersten drei Fälle erreicht die Blutzuckerkurve hier nicht einmal die oberste Grenze der bei gesunden Menschen normaler Weise auf nüchternen Magen gefundenen Werte. Neben der geringen Höhe der maximalen Werte ist noch charakteristisch, dass nach zwei Stunden wieder die ursprünglichen Nüchternwerte erreicht werden, in den Fällen 4 und 5 trat sogar das hypoglykämische Stadium schon nach 2 Stunden auf.

Aus unseren Versuchen geht also hervor, dass nach kohlehydratreicher Kost nicht nur die Nüchternwerte sehr gering sind, sondern auch die Zuckertoleranz stark gesteigert wird. STENSTRÖM sieht in diesem Verhalten des Blutzuckerspiegels eine allgemeingiltige Gesetzmässigkeit, die er nicht bloss bei Individuen mit chronischer oder vorübergehender Glykosurie fand, sondern auch bei Personen, die an keinerlei Störung des Stoffwechsels leiden. DEPISCH und HASENÖHRL gelangten zu ähnlichen Ergebnissen. KYLIN fand bei einem Diabetiker, den er vorher bei kohlehydratreicher Kost gehalten hatte, eine geringere Steigerung des Blutzuckers nach Zuckerbelastung als bei den anderen Fällen, die die gewohnte gemischte Kost erhielten. Die diesbezüglichen Erfahrungen bzw. Versuche PORGES' wurden oben schon erwähnt.

Dass der Blutzuckerspiegel am Tage nach der kohlehydratreichen Kost niedrig ist und dass der gesunde Organismus die Belastung so gut verträgt, liesse sich vielleicht damit erklären, dass an den Tagen, an denen die Versuchspersonen mit kohlehydratreicher Kost ernährt werden, die Insulin-Produktion gesteigert ist, da die Insulinsekretion einen adäquaten Reiz des erhöhten Blutzuckergehaltes darstellt. Sobald der Zuckergehalt des Blutes zunimmt, produziert auch das Pankreas in gesteigertem Masse Insulin. Diese gesteigerte Insulinproduktion ermöglicht dann die rasche Assimilation der am nächsten Tage auf einmal eingeführten grösseren Menge von Kohlehydraten.

IV. Eiweissreiche Kost.

Nach einer Pause von mehreren Tagen folgten auf die Kohlehydrat-Tage die Eiweiss-Tage. Die Versuchspersonen erhielten

TABELLE IV. (Eiweissreiche Kost)

| Name und Alter der Versuchsperson | Blutzucker- werte nüchtern | 20 | 40 | 60 | 90 | 120 | 150 | Eiweiss | | Fett | | Kohle- hydrat | | Eiweiss pro kg Körper- gewicht | | Körper- gewicht |
|--------------------------------------|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|---------|---------------|-------|---------------|------------------|---------------|---|-----|--------------------|
| | | Minuten nach der Belastung mit 100 g Dextrose | | | | | | g | Kalo- rien | g | Kalo- rien | g | Kalo- rien | g | g | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1, Sz. I. 27 J | 0,090 | 0,139 | 0,185 | 0,221 | 0,125 | — | — | 126·9 | 527·56 | 130·0 | 1168·71 | 177·0 | 725·7 | 1·9 | 7·8 | 64·20 |
| 2, S. J. 43 J | 0,102 | 0,196 | 0,292 | 0,189 | 0,163 | 0,135 | 0,127 | 85·0 | 348·5 | 75·6 | 876·45 | 122·5 | 502·25 | 1·3 | 5·3 | 62·80 |
| 3, P. J. 22 J | 0,075 | 0,200 | 0,317 | 0,182 | 0,139 | 0,127 | 0,108 | 116·5 | 434·95 | 105·3 | 958·23 | 125·5 | 512·5 | 2·4 | 9·8 | 48·10 |
| 4, H. I. 24 J | 0,071 | 0,135 | 0,171 | 0,139 | 0,117 | 0,114 | — | 143·0 | 586·0 | 85·1 | 773·5 | 112·0 | 459·2 | 2·1 | 8·6 | 68·0 |
| 5, H. J. 25 J | 0,071 | 0,107 | 0,117 | 0,114 | 0,096 | 0,092 | — | 143·0 | 586·0 | 85·1 | 773·5 | 112·0 | 459·2 | 2·3 | 9·4 | 62·50 |
| 6, B. T. 22 J | 0,110 | 0,153 | — | 0,182 | 0,146 | 0,132 | — | 139·6 | 572·3 | 70·3 | 639·7 | 109·4 | 466·5 | 1·4 | 5·7 | 96·0 |
| 7, T. B. 20 J | 0,110 | — | 0,160 | 0,200 | 0,146 | 0,157 | — | 139·6 | 572·3 | 70·3 | 639·7 | 109·4 | 466·5 | 2·0 | 8·2 | 67·0 |
| 8, S. S. 25 J | 0,064 | — | 0,071 | 0,121 | 0,163 | 0,146 | — | 139·6 | 572·3 | 70·3 | 639·7 | 109·4 | 466·5 | 1·9 | 7·8 | 73·20 |

täglich: 300 cm³ Kaffee, 300 g leere Suppe (Fleischbrühe), 150 g Caces, 160 g Kalbfleisch, 330 g Bohnengemüse, 80 g Roquefort-, 50 g Liptauer-Käse, 80 g Brot und 20 g Butter. Diese Diät wurde meist drei Tage hindurch verabreicht, hierauf folgten die Untersuchungen wie bei den anderen Versuchsreihen. Über die Zusammensetzung der Nahrung vgl. Tab. IV.

Wie zu ersehen, bewegen sich die Nüchternwerte innerhalb normaler Grenzen, umso auffallender ist jedoch der steile Anstieg der Blutzuckerkurve nach der alimentären Belastung mit 100 g Dextrose, der den Anstieg nach der Fettkost noch übertrifft. Ferner ist die Höhe der maximalen Werte zu bemerken, die sich — Fall 5. und 8. ausgenommen — zwischen 0,171 und 0,317 mg % bewegt. Die Blutzuckerkurve sinkt dann nur langsam wieder auf die Ausgangswerte, die sie auch nach 2—2,5 Stunden nicht erreicht.

Der Organismus verhält sich also nach der eiweissreichen Kost ähnlich wie nach der fettreichen, mit dem Unterschied, dass hier auch die Nüchternwerte nicht unter das normale Niveau sinken. LABBÉ, ROSENBERG, PETRÉN u. a. beobachteten nach Einfuhr von 100 bis 150 g Fleisch eine Steigerung der Blutzucker-Werte, allerdings war diese Steigerung bloss mässigen Grades (0,015—0,030 mg %). FOLIN und BERGLUND konnten nach Einfuhr von rohem Eiweiss bei Gesunden keine Änderung der Blutzuckerwerte finden, bei Diabetikern kam es jedoch zu einem raschen Anstieg. ODIN teilt ein ähnliches Ergebnis mit: bei einem Fall von schwerem jugendlichen Diabetes beobachtete er drei Stunden nach Verabreichung von 100 g Fleisch einen Anstieg des Blutzuckers von 0,280 auf 0,380 mg %. Über die Wirkungsweise der Eiweisse finden sich in der Literatur verschiedene Erklärungsversuche: FALTA nimmt an, dass sich Eiweiss im Organismus in Zucker verwandeln kann, PETRÉN vertritt eine ähnliche Ansicht. ROSENBERG und UMBER hingegen führen die Hyperglykämie nach Eiweisseinfuhr auf eine erhöhte Glykogen-Mobilisation in der Leber zurück.

V. Hungerkur.

Mit Ausnahme der ersten drei Fälle waren die ein bis zwei Hungertage bei den Versuchspersonen, die ihrer gewohnten Beschäftigung nachgingen, ziemlich schwer durchführbar. Die Versuchspersonen erhielten an diesen Tagen nämlich bloss kalorienarme Flüssigkeit: 600 cm³ schwarzen Kaffee mit Sacharin, 300 cm³ leere Fleischbrühe und 500 cm³ Wein. Ergebnisse s. Tabelle V.

TABELLE V. (Hungertage)

| Name und Alter der Versuchsperson | Blutzucker- werte nüchtern | 20 | 40 | 60 | 90 | 120 | 150 | Eiweiss | | Fett | | Kohle- hydrat | | Gesamt- kalorien | Körper- gewicht |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-----|---------|---------------|------|---------------|------------------|---------------|---------------------|--------------------|
| | | Minuten nach der Belastung mit 100 g Dextrose | | | | | | g | Kalo- rien | g | Kalo- rien | g | Kalo- rien | | |
| 1, Sz. I. 27 J | 0,075 | 0,175 | 0,228 | 0,221 | 0,228 | 0,182 | — | — | — | — | — | — | — | 302·8 | 64·20 |
| 2, S. J. 43 J | — | Pat. verlässt vor Abschluss des Versuches die Klinik | | | | | | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 3, P. J. 22 J | 0,078 | 0,128 | 0,213 | 0,213 | 0,221 | 0,171 | — | — | — | — | — | — | — | 182·8 | 48·0 |
| 4, H. I. 24 J | 0,050 | 0,085 | 0,146 | 0,157 | 0,153 | 0,171 | — | — | — | — | — | — | — | 300·0 | 68·0 |
| 5, H. J. 25 J | 0,050 | 0,075 | 0,103 | 0,149 | 0,146 | 0,140 | — | — | — | — | — | — | — | 300·0 | 62·50 |
| 6, B. T. 22 J | 0,068 | 0,088 | 0,128 | 0,160 | 0,135 | 0,130 | — | — | — | — | — | — | — | 300·0 | 96·0 |
| 7, T. B. 20 J | 0,078 | 0,085 | 0,125 | 0,146 | 0,100 | 0,082 | — | — | — | — | — | — | — | 300·0 | 67·0 |
| 8, S. S. 25 J | 0,057 | 0,160 | 0,160 | 0,125 | 0,125 | 0,121 | — | — | — | — | — | — | — | 300·0 | 72·50 |

Bei Betrachtung obiger Tabelle fallen die ausserordentlich niedrigen Nüchternwerte besonders auf: 0,050—0,078 d. i. um 10—46 mg % weniger als unter normalen Verhältnissen. Nach der Belastung mit 100 g Dextrose steigt die Kurve langsam an und erreicht Maximalwerte von 0,146 bis 0,228 mg %, also ungefähr der Norm entsprechend. Bemerkenswert ist aber, dass die Kurve auf ihrem maximalen Niveau länger als zwei Stunden verharrt oder aber bloss unmerklich sinkt, charakteristisch ist also das protrahierte Bild der Blutzuckerkurve.

Aus diesen Befunden ergibt sich, dass 1. durch das Hungern der Blutzuckerspiegel bei Gesunden erheblich gesenkt wird und dass 2. die Verbrennung der nach dem Hungern eingeführten Zuckermengen später erfolgt als nach normaler Kost.

MALMRÖS fand, dass die Blutzuckerkurve nach der Zuckerbelastung abnorm hoch ansteigt, wenn die Versuchsperson vorher hungerte. TRAUGOTT fand nach dreitägigen Hungern und einer Belastung von bloss 20 g Dextrose eine sechsmal so starke alimentäre Hyperglykämie, wie wenn die Versuchsperson an den Tagen vor der Belastung normale Kost erhalten hatte. Zu demselben Ergebnis führten die Untersuchungen BANG's an Kaninchen, wonach die Blutzuckerkurve bei hungernden Tieren bedeutend höher ansteigt und länger hoch bleibt, als bei nicht hungernden Versuchstieren. Die Versuche HOFMEISTER's zeigten, dass die Einfuhr einer grösseren Menge von Amylum bei hungernden Hunden nicht bloss die Hyperglykämie steigert, sondern sogar Glykosurie verursachen kann.

Die hier erwähnten Versuchsergebnisse machen auf den ersten Blick den Eindruck einer paradoxen Erscheinung, da man erwarten müsste, dass der Organismus das während des Hungerns verbrauchte Glykogen so rasch als möglich zu ersetzen trachtet. Wenn man aber den Umstand beachtet, dass die zu der Verbrennung des vermehrten Blutzuckers notwendige Insulinproduktion erst dann beginnt, wenn der während des Hungerns stark gesunkene Blutzuckerspiegel ein gewisses Niveau erreicht hat, wird die Erscheinung erklärlich, dass man auf die Kohlehydratbelastung nach den Hungertagen hohe Blutzuckerwerte und eine protrahierte Blutzuckerkurve erhält. Nach der Auffassung TRAUGOTT's soll die Ursache für dieses Verhalten der Blutzuckerkurve in dem verschiedenen Gehalt der Leber an Glykogen gegeben sein: je

geringer der Glykogengehalt der Leber ist, umso schwerer gelangt die Glykogenfixation in Gang und umso stärker ist dann auch die hyperglykämische Reaktion des Organismus nach Zuckereinfuhr.

VI. Rohkost.

Als letzte Versuchsreihe wurde den Versuchspersonen zwei Tage hindurch Rohkost verabreicht. Leider sind diese Versuche insofern etwas mangelhaft, als uns — es war gerade mitten im Winter — kein frisches Gemüse zur Verfügung stand. Die Versuchspersonen erhielten folgende Diät: 200 g Nüsse, 200 g Haselnüsse, 100 g Pflaumen, 360 g Graham-Brot, 60 g Sahne, 240 g Feigen, 4 Stück Apfelsinen und 250 g rohe Milch. Zusammensetzung der Nahrung s. folgende Tabelle:

Bei diesen Versuchen zeigen sowohl die Nüchternwerte (0,080—0,132, durchschn. 0,094 mg %) als auch die maximalen Werte ungefähr dieselbe Höhe, wie sie nach normaler Kost zu finden ist. Das hyperglykämische Stadium ist etwas verlängert, doch stellte sich das hypoglykämische Stadium 150 Minuten nach Beginn des Versuches auch hier stets ein.

Mit der von uns verabreichten Rohkost waren wir also nicht imstande bei Gesunden eine nennenswerte Wirkung auf die Blutzuckerkurve zu erzielen. Allerdings ist — wie schon erwähnt — zu bedenken, dass uns gerade die wichtigsten Bestandteile der Rohkost d. i. die frischen Gemüsesorten wegen der Jahreszeit fehlten. Es ist allenfalls mit der Möglichkeit zu rechnen, dass die Erfolge die SCHITTENHELM mit der Rohkost bei Diabetikern erzielte, nicht so sehr — oder nicht bloss — auf die leichtere Assimilationsmöglichkeit der Kohlehydrate der Obst- und Gemüsesorten oder auf die in diesen Nahrungsmitteln vorhandenen die Stoffwechselfördernden Zellprodukte, oder etwa die Vitamine, zurückzuführen sind. Es ist möglich, dass gewisse Pflanzen bzw. deren Kerne Stoffe enthalten, die eine dem Insulin ähnliche Wirkung ausüben und dadurch den Zuckerstoffwechsel günstig beeinflussen. In letzterer Zeit ist es bekanntlich gelungen mit Hilfe von Injektionen mit den Extrakten von Salat, Zwiebeln, Hefe sowohl bei Gesunden als auch bei Diabetikern eine insulinähnliche Wirkung zu erzielen (PFEIFFER).

TABELLE VI. (Rohkost)

| Name und Alter der Versuchsperson | Blutzucker- werte nüchtern | 20 | 40 | 60 | 90 | 120 | 150 | Eiweiss | | Fett | | Kohlehydrat | | Gesamt- Kalorien | Körper- gewicht |
|--------------------------------------|----------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|---------------|---------|---------------|--------|---------------------|--------------------|
| | | Minuten nach der Belastung mit 100 g Dextrose | | | | | | | g | Kalo- rien | g | Kalo- rien | g | | |
| 1, Sz. I. 27 J | 0,100 | 0,139 | 0,175 | 0,200 | 0,168 | 0,139 | — | 33·9 | 138·99 | 90·0 | 819·0 | 67·9 | 281·69 | 1239·66 | 64·20 |
| 2, S. J. 43 J | 0,132 | 0,132 | 0,196 | 0,189 | 0,182 | 0,146 | — | 19·7 | 113·57 | 60·0 | 641·0 | 25·9 | 106·19 | 861·31 | 62·20 |
| 3, P. J. 22. J | 0,103 | 0,121 | 0,213 | 0,232 | 0,163 | 0,135 | — | 32·8 | 134·48 | 60·0 | 546·0 | 98·2 | 402·62 | 1083·10 | 49·80 |
| 4, H. I. 24 J | 0,088 | 0,153 | 0,182 | 0,146 | 0,117 | 0,110 | — | 126·0 | 516·6 | 250·5 | 2279·55 | 209·0 | 859·77 | 3855·82 | 68·0 |
| 5, H. J. 25 J | 0,088 | 0,132 | 0,132 | 0,157 | 0,117 | 0,082 | — | 126·0 | 516·6 | 250·5 | 2279·55 | 209·0 | 859·77 | 3855·82 | 62·50 |
| 6, B. T. 22 J | 0,085 | 0,139 | 0,189 | 0,146 | 0,146 | — | 0,075 | 128·0 | 524·8 | 251·0 | 2282·4 | 249·0 | 903·0 | 3710·20 | 96·0 |
| 7, T. B. 20 J | 0,082 | 0,139 | 0,153 | 0,125 | 0,114 | — | 0,064 | 128·0 | 524·8 | 251·3 | 2282·7 | 249·0 | 903·0 | 3710·5 | 67·0 |
| 8, S. S. 25 J. | 0,080 | 0,110 | 0,128 | 0,135 | 0,100 | — | 0,064 | 128·0 | 524·8 | 251·3 | 2282·7 | 249·0 | 903·0 | 3710·5 | 73·0 |

Die folgende Tabelle (VII.) gibt eine zusammenfassende Übersicht sämtlicher Versuchsreihen:

TABELLE VII.

| Diät | Nüchtern- werte min. max. | Durch- schnitt | Minimum u. Maximum der Maximalwerte im hypergly- kämischen Stadium | Durch- schnitt | Min. und Max. der 2 Stunden nach der Be- lastung gefun- denen Werte | Durch- schnitt |
|---------------------------------|---------------------------------|-------------------|---|-------------------|---|-------------------|
| Normaltag | 0,064 | 0,086 | 0,128 | 0,188 | 0,085 | 0,100 |
| | 0,110 | | 0,175 | | 0,121 | |
| Fettriche Kost | 0,054 | 0,078 | 0,153 | 0,206 | 0,068 | 0,127 |
| | 0,096 | | 0,275 | | 0,210 | |
| Kohlen- hydratreiche Kost | 0,060 | 0,078 | 0,128 | 0,151 | 0,064 | 0,096 |
| | 0,096 | | 0,207 | | 0,128 | |
| Eiweiss- reiche Kost | 0,064 | 0,087 | 0,117 | 0,208 | 0,092 | 0,117 |
| | 0,110 | | 0,317 | | 0,157 | |
| Hungertage | 0,050 | 0,064 | 0,146 | 0,187 | 0,032 | 0,142 |
| | 0,078 | | 0,228 | | 0,182 | |
| Roh Kost | 0,080 | 0,094 | 0,135 | 0,180 | 0,082 | 0,122 |
| | 0,132 | | 0,232 | | 0,146 | |

Bei dem Vergleich der Wirkung der verschiedenen Ernährungsweisen auf die Blutzuckerkurve sieht man, dass der Blutzuckerspiegel auf nüchternen Mägen untersucht nach den Hungertagen am niedrigsten ist. Verhältnismässig niedrig ist er noch nach fett- bzw. kohlehydratreicher Kost, während man nach Rohkost etwas erhöhte Werte erhält. Nach eiweissreicher Kost stimmen die Werte mit den nach normaler Kost auf nüchternen Mägen erhaltenen im Wesentlichen überein.

Die maximalen Werte im hyperglykämischen Stadium sind nach fett- bzw. eiweissreicher Kost am höchsten, nach kohlehydratreicher Kost hingegen bedeutend geringer. Zwei Stunden nach der

Zuckerbelastung findet man auch nach der Kohlehydratkost die günstigsten Verhältnisse, während an den Tagen nach den anderen Kostformen auch hier höhere Werte zu finden sind als nach normaler Kost.

Zusammenfassend lassen sich aus unseren Versuchen für gesunde Versuchspersonen folgende Schlüsse ziehen:

1. Das Verhalten des Blutzuckerspiegels hängt sowohl bei Untersuchungen auf nüchternen Magen als auch nach solchen nach Belastung mit 100 g Dextrose von der Qualität, der an den vorhergehenden Tagen eingeführten Nahrung ab. Dieser Umstand ist bei allen Untersuchungen, die sich der alimentären Hyperglykämie als Funktionsprobe des Inselapparates bedienen, zu berücksichtigen. Es ist daher notwendig, dass die Versuchspersonen an den Untersuchungen vorhergehenden Tagen auf eine genau bestimmte Kost eingestellt werden. (Zu ähnlichen Ergebnissen gelangten STENSTRÖM, ODIN, HÖCHST, die feststellten, dass die Ergebnisse der Untersuchungen mit Zuckerbelastung davon abhängen, ob die Versuchsperson an den vorhergehenden Tagen kohlehydratreiche oder kohlehydratarme Kost erhielt).

2. Sowohl bei den Untersuchungen auf nüchternen Magen, als auch nach der Zuckerbelastung finden sich die günstigsten Verhältnisse (niedrige Maximalwerte, rasch abfallende Kurve) an den Tagen nach kohlehydratreicher Kost, während an den Tagen nach eiweiss- oder fettreicher Kost gerade das Gegenteil zu sehen ist.

3. Nach den Hungertagen senkt sich der Blutzuckerspiegel auf ein sehr niedriges Niveau, die Toleranz für Kohlehydrate steigt jedoch nicht. Das protrahierte Bild der Kurve spricht hingegen eher für eine Verminderung der Toleranz.

4. Mit der Rohkost — in der von uns aus äusseren Gründen angewendeten Form — gelangten wir zu keinem nennenswerten Ergebnis.

Literatur.

1. Bericht d. Tag. d. Ges. f. Verd. u. Stwkh., in d. Med. Kl. 1929.
2. *Bálint, Ernst, Purjesz*: Diabetes und Insulin (ungarisch).
3. *Engel K.* Orvosképzés 1929. I. (ung.)
4. A. *Schittenhelm*: Med. Klin. 1928. No. 43.

5. *Engel R.*: Orv. hetilap 1927. (ung.)
 6. *Depisch u. Hasenöhr!*: Kl. W. 1929. I. 29.
 7. *F. Pierce a. E. Scott*: Arch. of. Int. Med. 1928. IV. 15.
 8. *Depisch u. Hasenöhr!*: Deutsch. Arch. f. Klin. Med. 1928. VII. 6.
 9. *K. Petren*: Verhand. d. d. Ges. f. inn. Med. 1922.
 10. *Falta*: Fortschritte der Med. 1929. II. 22.
 11. *J. Barach*: Arch. of. Int. Med. 1927. VI. 15.
 12. *Geiger E.* Therapia 1928. X. 18. (ung.)
 13. *A. Rowe a. H. Rogers*: Arch. of. Int. Med. 1927. III. 15.
 14. *A. Sachs, St. Vas u. E. Widrich*: Wiener A. f. inn. Med. 1927.
 15. *H. Gehrig*: Verh. d. d. Ges. f. inn. Med. 1922.
 16. *H. Pfeiffer*: Allgemeine u. experimentelle Path.
-