

## 219. Die Bildung von Fettsäuren im Intestinal-Tractus

von Karl Bernhard und François Bullet.

(29. VIII. 47.)

Die synthetischen Leistungen des tierischen und pflanzlichen Organismus lassen sich mit Hilfe der Isotopentechnik eindeutig verfolgen. In früheren Arbeiten wurde das Ausmass der Fettbildung bei Tieren nach Anreicherung der Körperflüssigkeiten an schwerem Wasser auf Grund der D-Gehalte der Fettsäuren ermittelt<sup>1)</sup>. Wohl am intensivsten erfolgt die Fettneubildung in der Leber; indessen zeigten auch die Fettsäuren aus dem Intestinal-Tractus hohe D-Werte. Diese waren bei Fettbildung aus Eiweiss annähernd gleich denjenigen, die sich für die Leberfettsäuren ergaben<sup>2)</sup>.

Wir bewiesen auch an Kohlenhydrat-reich gefütterten Ratten, dass der Darm zur Synthese von Fettsäuren befähigt ist.

Zehn Tiere, deren Körperwasser wir in üblicher Weise signierten, erhielten als alleinige Nahrung extrahiertes Brot und wurden nach 3, 6, 9, 12 oder 21 Tagen getötet. Wir gewannen aus dem sorgfältig abgetrennten und gewaschenen Intestinal-Tractus und aus der Leber die Fettsäuren und bestimmten ihren Deuterium-Gehalt (vgl. Tab. I).

Tabelle I.

Versuchsdauer, D-Konzentration des Körperwassers, Gewicht und D-Gehalt der Fettsäuren aus Intestinal-Tractus und Leber von Ratten.

Tier Nr.	Dauer, Tage	Atom-% D im Körper- wasser	Intestinal-Tractus				Leber			
			Feucht- gewicht g	Fettsäuren			Feucht- gewicht g	Fettsäuren		
				g	%	Atom- % D		g	%	Atom- % D
1	3	1,02	20,11	1,146	5,7	0,15	11,45	0,247	2,2	0,21
2	3	1,04	19,95	0,579	2,9	0,16	12,93	0,228	1,8	0,19
3	6	2,48	21,46	—	—	0,67	11,73	0,236	2,0	0,76
4	6	2,52	23,18	2,120	9,2	0,85	11,66	0,241	2,1	0,66
5	9	2,32	21,16	1,582	7,5	—	13,90	0,320	2,3	0,55
6	9	2,02	22,73	0,449	2,0	0,57	10,67	0,186	1,8	0,55
7	9	2,10	17,30	0,304	1,8	0,81	8,72	0,140	1,6	0,60
8	12	2,36	14,06	0,608	4,3	0,38	12,79	0,295	2,3	0,44
9	21	1,90	19,41	0,359	1,9	0,69	12,32	0,327	2,7	0,64
10	21	1,58	27,04	0,624	2,3	0,61	11,68	0,284	2,5	0,59

<sup>1)</sup> K. Bernhard und R. Schoenheimer, J. Biol. Chem. **133**, 713 (1940); H. Waelsch, W. M. Sperry und V. A. Stoyanoff, J. Biol. Chem. **135**, 291 (1940); K. Bernhard, Helv. **24**, 1094 (1941); K. Bernhard, H. Steinhauser und F. Bullet, Helv. **25**, 1313 (1942); K. Bernhard und H. Steinhauser, Helv. **27**, 207 (1944).

<sup>2)</sup> K. Bernhard, H. Steinhauser und A. Matthey, Helv. **27**, 1134 (1944).

Es zeigt sich, dass die D-Werte beider Fettsäure-Gemische annähernd gleich sind. Bei Tier No. 8, welches sehr wenig Futter konsumierte, sind die Werte abnormal tief, für Darm- und Leberfettsäuren aber auch sehr ähnlich.

In Übereinstimmung mit unseren Befunden über Fettbildung aus Eiweiss<sup>1)</sup> findet im Intestinal-Tractus der Ratte auch bei Ernährung mit Kohlenhydraten intensive Fettsynthese statt.

Tabelle II.  
D-Werte\* der Fettsäuren aus Intestinal-Tractus und Leber.

Tier Nr. . . . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dauer, Tage . . . . .	3	3	6	6	9	9	9	12	21	21
D-Werte, Fettsäuren aus dem Intestinal-Tractus .	15	15	27	34	—	28	39	16	36	39
D-Werte, Fettsäuren aus Leber. . . . .	21	18	31	26	24	27	29	19	34	37

$$* \frac{\text{Atom-\% D der Fettsäuren}}{\text{Atom-\% D der Körperflüssigkeit}} \cdot 100.$$

*Tarver* und *Schmidt*<sup>2)</sup> verabreichten an Hunde signiertes Methionin und fanden in den Proteinen der Darm-Mucosa die höchste Konzentration an S<sup>35</sup>. Nach Fütterung von markiertem Arginin an Ratten wies nach Untersuchungen von *K. Bloch*<sup>3)</sup> das aus den Proteinen der Darm-Wand isolierte Arginin am meisten N<sup>15</sup> auf. Er nahm an, diese Aminosäure werde bei der Resorption unmittelbar in das Eiweiss der Darm-Mucosa eingebaut. Ganz kürzlich injizierte *Friedberg* in die Jugularis<sup>4)</sup> signiertes Methionin und bestätigte die genannten Befunde. Auch nach intravenösen Gaben von C<sup>14</sup>-haltigem Tyrosin wurde in den Proteinen des Darmes der grösste Anteil an C<sup>14</sup> angetroffen. *Friedberg* vertritt die Ansicht, die Mucosa besäße in hohem Maße die Fähigkeit zur Protein-Synthese und wäre allein schon durch ihre sekretorische Tätigkeit gezwungen, die durch die Fermentabgabe eintretenden Eiweiss-Verluste zu kompensieren.

Unsere Beobachtung, dass sowohl nach Kohlehydrat- als Eiweiss-Fütterung im Darm Fettsäuren synthetisiert werden, könnte ihre Ursache darin haben, dass dieses Organ zur Bestreitung seines erheblichen Energie-Bedarfes, unabhängig von den Fetten der Nahrung, Energie-reiche Verbindungen benötigt. Die gezeigte rasche Regeneration der Darm-Fettsäuren ist aber auch verständlich, wenn man be-

<sup>1)</sup> *K. Bernhard, H. Steinhäuser und A. Matthey, Helv. 27, 1134 (1944).*

<sup>2)</sup> *H. Tarver und C. L. A. Schmidt, J. Biol. Chem. 146, 69 (1942).*

<sup>3)</sup> *K. Bloch, J. Biol. Chem. 165, 469 (1946).*

<sup>4)</sup> *F. Friedberg, Science 105, 314 (1947).*

denkt, welche Bedeutung der Lipid-Zusammensetzung der Darmwand in Hinblick auf die Aufrechterhaltung bestimmter Permeabilitäts-Verhältnisse zukommt.

### Experimentelles.

Wir verwendeten männliche weisse Ratten, die nach dem Versuche 297, 292, 262, 253, 365, 233, 211, 280, 276 und 275 g wogen. Fütterung und Aufarbeitung erfolgten wie in früheren Arbeiten<sup>1)</sup>. Die Organe wurden in methanolischer Kalilauge gelöst. Wir trennten nach kurzem Erwärmen das Unverseifbare ab und gewannen nach Ansäuern die Fettsäuren.

Für diese Arbeit erfreuten wir uns einer finanziellen Zuwendung von seiten der Isotopen-Kommission der Schweizerischen Akademie der medizinischen Wissenschaften.

Zürich, Physiologisch-chemisches Institut der Universität.

---

## 220. Über menschliches Knochenmark- und Depotfett

von Karl Bernhard und Harry Korrodi.

(27. VIII. 47.)

Die bisher vorliegenden Angaben über die chemische Zusammensetzung des menschlichen Knochenmarkes (KM) sind älteren Datums und erwecken auf Grund der angeführten Phosphatidgehalte den Eindruck, KM-Fett sei eher ein Organfett, denn ein Depotfett. So fanden *Beumer* und *Bürger*<sup>2)</sup> im KM eines gesunden Mannes 2,2% Lecithin, bei 44 bis 65 Jahre alten Patienten Gehalte von 0,8, 1,8, 2,6, 4,9, sogar 29,2%. Auch *Glikin*<sup>3)</sup>, ferner *Bolle*<sup>4)</sup> teilen Lecithingehalte von 0,5–2,76% (berechnet auf Grund von P-Bestimmungen) des KM-Fettes zumeist älterer und alter Personen mit<sup>5)</sup>.

Bekanntlich enthalten bei Jugendlichen die Markräume gleichmässig rotes KM, das von einer Epiphyse zur anderen die Maschenräume der Spongiosa ausfüllt. Später wandelt sich das Markgewebe der Diaphysen zum gelben Fettmark um, wobei sich die Markhöhle mit zunehmendem Alter vergrössert.

Wir haben von einer Anzahl Leichen, die zur Sektion gelangten, gelbes KM und meist auch Proben des subcutanen, des mesenterialen und des Netz-Fettgewebes fettchemisch untersucht. Damit wurde ein direkter Vergleich der Zusammensetzung des KM-Fettes und der allgemeinen Speicherfette des Körpers angestrebt. Neuere Angaben

---

<sup>1)</sup> K. Bernhard und R. Schoenheimer, loc. cit.

<sup>2)</sup> Beumer, H., und Bürger, M., Z. exper. Pathol. **13**, 367 (1913).

<sup>3)</sup> Glikin, W., Bioch. Z. **4**, 235 (1907).

<sup>4)</sup> Bolle, A., Bioch. Z. **24**, 179 (1910).

<sup>5)</sup> Ausführliche Literaturangaben bei H. Korrodi, Diss. med. Zürich 1943.