Experimentelle Studien über intravenöse Fettinfusion unter besonderer Berücksichtigung parenteraler Ernährung.

IV. Mitteilung. Kraftwechsel nach Fettinfusion.

Von

Dr. Toshiharu Nomura.

(野村利治)

*(Aus der medizinischen Klinik von Prof. S. Yamakawa,
an der Universität zu Sendai.)*

In der letzten Mitteilung habe ich festgestellt, dass direkt in die Blutbahn eingeführtes, fremdartiges Fett in den verschiedenen Körperteilen abgelagert werden kann. Was dann aus diesem abgelagerten Fettanteil wird, oder ob überhaupt direkt ins Blut eingeführte Fettkörper zum Stoff- und Kraftwechsel richtig verwertet werden können, das ist die nächstliegende Frage, welche die Lehre von der parenteralen Ernährung zu lösen hat. v. Leube,¹⁾ der seinerzeit subkutane Fettzufuhr für parenterale Ernährung eifrig untersucht hat, führte schon einen grundlegenden Versuch aus, indem er bei einem lange mit magerem Fleisch ernährten und daher sehr fettarm gewordenen Hund nach wiederholten Butterinfusionen reichliche Fettablagerung am Unterhautfettgewebe und Mesenterium beobachtete, die aber nach abermaliger reiner Fleischernährung verschwand. Er zog aus diesem Ergebnis den Schluss, dass subkutan eingeführtes Fett auch richtig verwertet werden kann. Zu diesem Versuche benutzte aber v. Leube, wie bei den damals lebhaft empfohlenen therapeutischen Fettinfusionen (Jacob,²⁾ Du Mesnil,³⁾ Strauss⁴⁾), als Infusionsmaterial ausschliesslich nicht emulgiertes Fett, und dass der Nutzeffekt dieser Applikationsmethode infolge sehr langsamer Resorption recht mangelhaft ist, darauf wurde später von Winternitz,⁵⁾ Heilner⁶⁾ u. a. nachdrücklich hingewiesen. Mills und Murlin⁷⁾ injizierten Kaninchen eine Lezithin-Öl-emulsion subkutan und gaben an, dass sie auf diese Weise ungefähr 25 Prozent des Kalorienbedarfs zuführen und auf den N-Stoffwechsel des Tiers

einen günstigen Einfluss ausüben konnten. Wenn man also zum Zweck parenteraler Ernährung Fettzufuhr vornehmen und dabei einen annähernd naturgetreuen Nutzeffekt erlangen will, so ist es unzweifelhaft nötig, als Infusionsmaterial eine so fein zerstäubte Emulsion zu wählen, wie man sie etwa beim Chylus finden kann; und dieses Erfordernis erfüllt gerade unser „Yanol.“

Zunächst gehe ich auf die Frage ein: Wird direkt ins Blut gebrachtes Fett sofort als Energiequelle verwertet? Um hierüber Aufklärung zu erhalten, habe ich den Grundumsatz der Versuchstiere auf indirektem Weg untersucht, um zu erkennen, ob die Verbrennung des injizierten Fetts, wenn sie überhaupt stattfindet, durch Zunahme der Fettzersetzung oder durch Senkung des respiratorischen Quotienten erfolgt.

Zu diesem Versuche wurden ausschliesslich männliche Kaninchen ohne Narkose gebraucht und die Respirationsversuche nach Haldane,⁸⁾ der N-Wert des Harns nach Kjeldahl bestimmt. Der in einer Zeiteinheit ausgeschiedene Harn wurde durch Katheterisierung quantitativ aufgefangen. Aus den erhaltenen Analysenwerten wurde zuerst der Wert des Respirationsquotienten (R.-Q.), der sich nicht auf Proteine bezieht, ermittelt und daraus nach Zuntz und Schumburg⁹⁾ weiter die im Körper zersetzte Menge an Eiweiss, Fett und Kohlehydrat ausgerechnet.

Zuerst bemühte ich mich um die Bestimmung der kürzesten, zur Erlangung der Gaswechselwerte hinreichenden Versuchsdauer. Dazu wurden anfangs die Respirationsversuche unter gleichen Bedingungen verschieden lange (1–6 Stunden) fortgeführt, es fand sich aber in den Ergebnissen kein merklicher Unterschied. Deshalb habe ich in diesem Versuche die Dauer des Respirationsversuchs gewöhnlich auf 1–2 Stunden beschränkt, solange die gleichmässige Bedingung durch Fettinfusion nicht geändert war. Während dieser Zeiteinheit wurden für die Ventilation 3 Liter Luft pro Minute nach Mariné¹⁰⁾ durchgetrieben. Die Kaninchen wurden vor dem eigentlichen Versuche mindestens eine Woche im Versuchszimmer mit gleichmässiger Nahrung gefüttert, wodurch der Gaswechsel der Tiere auf eine fast konstante Grösse gebracht wurde. Dann wurde an den darauffolgenden 5 Tagen in der letzten Stunde vor der Fütterung jedesmal ein Respirationsversuch ausgeführt, um aus diesen Leerversuchen die Gaswechselgrösse des nüchternen Tiers zu erhalten. Am 6ten Versuchstage, an dem erst der Hauptversuch anzustellen war, wurde ein Leerversuch wie gewöhnlich vorausgeschickt, aber im Anschluss daran erfolgte keine Fütterung, sondern 10 ccm „Yanol“ pro kg Gewicht wurden intravenös eingespritzt, und während den darauffolgenden 5 Stunden je 1 Respirationsversuch und Harnanalyse ausgeführt, um irgendwelche Schwankungen des Grundumsatzes, die vielleicht durch Fettinfusion verursacht worden sein könnten, zu verfolgen.

Wie die Tabellen zeigen, ergibt sich während 5 Stunden nach Fettinfusion bezüglich der Kalorienbildung im Vergleich mit den Leerversuchen fast keine Veränderung. Ferner liess sich in diesem Versuch nach Fettinfusion keine Senkung des R.-Q. resp. Zunahme der Fettzersetzung nachweisen, was sich, wenn das infundierte Fett als überschüssig zugeführtes Material schnell verbrannt würde, leicht erwarten liesse. Kleine Schwankungen in den Ergebnissen liegen vielmehr innerhalb der Schwankungs-

Tabelle I.
Grundumsatz nach Fettinfusion.

	Datum	Körper- gewicht (g)	Harmenge (ccm)	N-Aus- scheidung (g)	O ₂ (g)	CO ₂ (g)	R.-Q.	Kalorien	Im Körper zersetzt			Temperatur des Kestens (°C)
									Eiweiß (g)	Zucker (g)	Fett (g)	
Kaninchen Nr. 1. Wie gewöhnlich gefüttert.	5. IX.	1803,27	5,2	0,024	0,89	1,03	0,85	2,98	0,152	0,306	0,129	29-30
	6. "	1787,00	4,0	0,020	0,90	1,11	0,91	3,05	0,129	0,467	0,082	29
	7. "	1758,30	3,4	0,020	0,94	1,07	0,83	3,15	0,130	0,293	0,162	30
	8. "	1749,95	4,4	0,025	0,87	1,00	0,84	2,89	0,156	0,271	0,131	30
	9. "	1745,09	4,1	0,024	0,86	1,00	0,86	2,87	0,155	0,309	0,113	27-28
	10. "	1710,25	2,8	0,027	0,85	0,95	0,80	2,82	0,168	0,180	0,154	30
	Mittel	1758,97	3,9	0,023	0,88	1,03	0,85	2,96	0,148	0,304	0,128	27-30
	Fettinjektion 9 Uhr a.m. 10. IX. Seit 24 Stunden keine Fütterung.											
	1. St.	1728,49	5,0	0,024	0,85	0,97	0,83	2,82	0,150	0,247	0,136	27-28
	2. "	1715,95	5,2	0,025	0,86	1,00	0,85	2,86	0,156	0,287	0,121	27-28
	3. "	1707,29	3,4	0,029	0,87	1,04	0,88	2,92	0,181	0,340	0,094	28
	4. "	1700,32	3,6	0,020	0,87	1,04	0,87	2,95	0,125	0,361	0,115	28
	5. "	1694,89	3,8	0,020	0,88	1,05	0,87	2,98	0,125	0,364	0,117	29-31
Kaninchen Nr. 2. Wie gewöhnlich gefüttert.	5. IX.	1824,44	4,0	0,029	0,93	1,12	0,89	3,17	0,181	0,400	0,096	30
	6. "	1816,00	3,3	0,026	0,90	1,03	0,83	3,02	0,162	0,262	0,145	30
	7. "	1845,25	3,6	0,028	0,93	1,10	0,87	3,13	0,175	0,355	0,113	28-29
	8. "	1837,98	4,4	0,034	0,90	1,04	0,85	3,01	0,212	0,274	0,115	30
	9. "	1887,14	6,2	0,032	0,93	1,06	0,83	3,07	0,199	0,251	0,138	27-28
	11. "	1868,84	4,8	0,020	0,98	1,16	0,86	3,32	0,125	0,389	0,143	26-27
	Mittel	1846,61	4,4	0,028	0,93	1,08	0,85	3,12	0,176	0,322	0,125	26-30
	Fettinjektion 9 Uhr a.m. 11. IX. Seit 24 Stunden keine Fütterung.											
	1. St.	1871,25	4,7	0,018	0,97	1,14	0,86	3,26	0,112	0,389	0,143	26
	2. "	1859,55	2,0	0,018	0,97	1,09	0,82	3,24	0,112	0,285	0,181	26-27
	3. "	1837,33	1,3	0,016	0,97	1,15	0,86	3,28	0,100	0,399	0,147	26-27
	4. "	1825,74	0,3	0,012	0,98	1,13	0,83	3,28	0,075	0,334	0,184	27
	5. "	1818,40	0,5	0,010	0,93	1,14	0,89	3,17	0,062	0,485	0,117	27-28
Kaninchen Nr. 3. Wie gewöhnlich gefüttert.	5. IX.	1684,48	2,2	0,017	0,92	1,11	0,89	3,12	0,106	0,446	0,107	28
	6. "	1671,73	2,8	0,020	0,87	1,03	0,86	2,94	0,125	0,335	0,123	28
	7. "	1663,38	2,7	0,026	0,90	1,08	0,87	3,04	0,162	0,350	0,112	28-29
	8. "	1705,02	3,1	0,023	0,93	1,09	0,85	3,12	0,143	0,328	0,137	28
	9. "	1697,15	2,8	0,026	0,97	1,15	0,86	3,27	0,162	0,366	0,132	28
	12. "	1729,82	7,2	0,029	0,94	1,11	0,87	3,15	0,181	0,354	0,114	27
	Mittel	1691,93	3,5	0,024	0,92	1,09	0,87	3,11	0,146	0,363	0,121	27-29
	Fettinjektion 9 Uhr a.m. 12. IX. Seit 24 Stunden keine Fütterung.											
	1. St.	1730,72	5,4	0,017	0,95	1,12	0,86	3,20	0,106	0,385	0,142	27
	2. "	1707,23	3,7	0,026	0,96	1,08	0,81	3,21	0,162	0,237	0,175	29-30
	3. "	1699,91	3,7	0,028	0,93	1,09	0,85	3,12	0,175	0,310	0,130	29-30
	4. "	1691,83	3,2	0,027	0,89	1,08	0,89	3,01	0,168	0,383	0,092	29-30
	5. "	1684,70	2,3	0,020	0,89	1,06	0,87	3,02	0,125	0,370	0,118	29

breite der Versuche, denn man kann solche auch bei Infusion physiologischer Kochsalzlösung beobachten, wie aus nebenstehenden Tabellen ersichtlich ist.

Tabelle II.

Grundumsatz nach Kochsalzinfusion.
 Kaninchen Nr. 4. Wie gewöhnlich gefüttert.
 10 cem 0,9%iger Kochsalzlösung pro kg i.v.

Datum	Körper- gewicht (g)	Harnmenge (cem)	N-Aus- scheidung (g)	(pro kg u. Stunde)				Im Körper zersetzt			Temperatur des Kastens (C°)
				O ₂ (g)	CO ₂ (g)	R.-Q.	Kalorien	Eiweiss (g)	Zucker (g)	Fett (g)	
25. VII.	1768,25	2,0	0,023	0,85	1,00	0,87	2,86	0,145	0,336	0,107	30
26. „	1757,69	3,2	0,027	0,81	0,92	0,82	2,70	0,168	0,206	0,130	29-31
27. „	1712,82	12,0	0,026	0,90	1,06	0,87	2,97	0,165	0,346	0,110	29-30
28. „	1693,57	3,6	0,024	0,92	1,09	0,80	3,06	0,154	0,206	0,176	29-30
29. „	1691,90	11,2	0,028	0,85	0,99	0,85	2,87	0,176	0,275	0,115	29-31
30. „	1710,65	8,6	0,033	0,91	1,02	0,82	3,00	0,208	0,220	0,139	30-31
Mittel	1722,48	6,8	0,027	0,87	1,01	0,84	2,91	0,169	0,265	0,129	29-31
Kochsalzinjektion 9 Uhr a.m. 30. VII. Seit 24 Stunden keine Fütterung.											
1. St.	1723,31	4,0	0,021	0,90	1,05	0,85	3,00	0,133	0,319	0,134	31-32
2. „	1711,35	1,6	0,027	0,86	1,01	0,87	2,88	0,173	0,320	0,103	32-33
3. „	1705,26	1,8	0,015	0,82	0,93	0,83	2,74	0,096	0,269	0,145	33
4. „	1698,81	1,6	0,026	0,88	1,03	0,86	2,94	0,165	0,313	0,115	33-34
5. „	1692,04	1,6	0,027	0,85	1,01	0,87	2,85	0,174	0,313	0,101	33-34
Dasselbe Versuchstier. Am 4ten Hungertag.											
3. VIII.	1439,03	1,2	0,024	0,79	0,80	0,71	2,56	0,150	0,007	0,204	31-32
Kochsalzinjektion 9 Uhr a.m. 3. VIII.											
1. St.	1448,99	1,8	0,029	0,77	0,83	0,76	2,51	0,186	0,008	0,182	30-32
2. „	1441,94	1,4	0,025	0,79	0,81	0,71	2,58	0,160	0,007	0,201	32
3. „	1437,95	1,2	0,023	0,75	0,76	0,71	2,43	0,143	0,006	0,194	32-33
4. „	1432,72	1,4	0,029	0,73	0,75	0,71	2,38	0,184	0,005	0,169	32
5. „	1421,03	1,5	0,021	0,74	0,76	0,72	2,42	0,131	0,024	0,192	32

Aus diesem negativen Ergebnis darf man aber keineswegs schliessen, dass das infundierte Fett überhaupt nicht verbrannt würde, denn die Fettzersetzung im Körper ging, wie man aus den Tabellen sieht, nach Fettinfusion genau wie vorher kontinuierlich vor sich, wobei natürlich nicht ausgeschlossen ist, dass das infundierte Fett auch daran beteiligt war. Um die Zeit, in der die Infusionsversuche vorgenommen wurden, waren die Versuchstiere, die sich nur im nüchternen Zustande befanden und nicht lange gehungert hatten, noch mit genügender Menge Kohlehydratvorrat versehen, und deshalb ging der Kraftwechsel wie gewöhnlich mit Kohlehydrat als hauptsächlichem Energiespender vor sich, wodurch allerdings keineswegs gesteigerte Fettzersetzung hervorgerufen werden muss, selbst wenn diese Substanz reichlich zur Verfügung steht.

Da in den obigen Versuchen infolge genügenden Kohlehydratvorrats keine Vermehrung der Fettverbrennung herbeigeführt werden konnte, liess ich in der zweiten Versuchsreihe dieselben Versuchstiere des ersten Ver-

suchs solange hungern, bis die Kohlehydratdepots grösstenteils erschöpft waren. Am 4ten Hungertage wurde in der letzten Stunde vor der Fettinfusion ein Leerversuch wie gewöhnlich vorausgeschickt und dann der Hauptversuch ebenso wie bei der vorigen Versuchsreihe ausgeführt.

Tabelle III.

Grundumsatz nach Fettinfusion bei mässiger Karenz.

	Datum	Körpergewicht (g)	Harnmenge (ccm)	N-Ausscheidung (g)	O ₂ (g)	CO ₂ (g)	R.-Q.	Kalorien	Im Körper zersetzt			Temperatur des Kastens (C°)
					(pro kg u. Stunde)				Eiweiss (g)	Zucker (g)	Fett (g)	
Kaninchen Nr. 5. Am 4ten Hungertag.	Letzte St. vor d. Inj.	1584,43	1,0	0,020	0,85	0,89	0,75	2,64	0,125	0,088	0,203	29-30
	Fettinjektion 9 Uhr a.m. 13. IX.											
	1. St.	1599,12	2,4	0,018	0,82	0,86	0,75	2,69	0,112	0,088	0,202	30
	2. „	1582,92	2,7	0,023	0,85	0,90	0,75	2,79	0,143	0,087	0,200	30-31
	3. „	1577,30	1,0	0,023	0,85	0,91	0,77	2,80	0,143	0,127	0,184	31
	4. „	1574,68	1,0	0,017	0,84	0,87	0,74	2,76	0,106	0,071	0,220	30-31
	5. „	1571,74	0,7	0,015	0,85	0,87	0,72	2,79	0,093	0,030	0,245	31
Kaninchen Nr. 6. Am 4ten Hungertag.	Letzte St. vor d. Inj.	1609,62	1,5	0,027	0,84	0,92	0,78	2,78	0,168	0,138	0,166	25-27
	Fettinjektion 9 Uhr a.m. 14. IX.											
	1. St.	1614,08	1,4	0,023	0,86	0,91	0,76	2,82	0,143	0,108	0,194	27
	2. „	1608,28	1,3	0,025	0,87	0,94	0,78	2,86	0,156	0,147	0,177	27-28
	3. „	1604,83	1,7	0,026	0,89	0,97	0,77	2,95	0,162	0,131	0,190	27-28
	4. „	1600,55	1,4	0,028	0,83	0,90	0,77	2,73	0,115	0,175	0,167	28
	5. „	1597,39	1,3	0,024	0,85	0,90	0,76	2,79	0,150	0,105	0,189	28
Kaninchen Nr. 7. Am 4ten Hungertag.	Letzte St. vor d. Inj.	1494,73	1,2	0,025	0,89	0,96	0,77	2,92	0,156	0,131	0,190	26-27
	Fettinjektion 9 Uhr a.m. 15. IX.											
	1. St.	1517,86	2,9	0,029	0,93	0,99	0,75	3,05	0,181	0,191	0,208	27-28
	2. „	1500,95	2,5	0,018	0,94	0,10	0,78	3,10	0,112	0,177	0,212	27-28
	3. „	1495,70	2,1	0,024	0,91	0,98	0,77	2,99	0,150	0,137	0,200	29
	4. „	1490,05	2,1	0,024	0,90	0,95	0,75	2,94	0,150	0,092	0,211	28-29
	5. „	1485,70	1,3	0,021	0,91	0,99	0,78	3,02	0,131	0,165	0,200	28-29

Vergleicht man zunächst das Ergebnis der Leerversuche mit dem der vorigen Versuchsreihe, so ersieht man, dass als Folge der Karenz das Fett jetzt als dominierende Energiequelle lebhaft verbrennt, wodurch der R.-Q. deutlich verkleinert wird. Die N-Ausscheidung ist auch als Zeichen fortschreitender Karenz stark vermindert. Nach Fettinfusion wurden aber diese Verhältnisse immer auch bei dieser Versuchsreihe nicht merklich verändert. Nur soviel liess sich dabei beobachten, dass die Zersetzung des Fetts ein bisschen gesteigert, die des Eiweisses dementsprechend vermindert wurde.

Diese kleine Schwankung geht indessen nur wenig über die Fehlergrenze hinaus, wenn sie auch bei allen Versuchsfällen konstant war. Jedenfalls wurde durch dieses Ergebnis das eine sichergestellt, dass direkt infundiertes Fett auch bei Hunger keine nennenswerte Steigerung der Fettzersetzung veranlasst. Dies ist aber kein Wunder, wenn man daran denkt, dass bei Hunger, solange der Körper noch genügend Fett hat, diese Substanz als Hauptquelle der Energie in Anspruch genommen wird, und wenn auch in diesem Stadium eine Menge Fett in die Zirkulation eingeführt wird, dies doch keine Steigerung des Fettzerfalls zur Folge zu haben braucht, denn Fett übt bekanntlich auf den Stoffwechsel keine spezifisch-dynamische Wirkung aus. Erst dann liesse sich also von einem direkten Beweis für die Verbrennung des infundierten Fetts sprechen, wenn der Fettvorrat durch eine noch tiefer greifende Karenz vom Körper sehr verschleppt würde und die nunmehr eintretende Zersetzung des Körpereiwisses, das als letzter Energiespender mobilisiert würde, durch Fettinfusion zurückgehalten werden könnte.

Das Ergebnis derartigen Versuche sei im Folgenden angeführt. In diesem Versuche liess ich das Kaninchen 6 resp. 8 Tage lang hungern. Nach diesen Karenztagen hatte sich der Fettzerfall deutlich herabgesetzt. Am 7- resp. 9ten Hungertage erhielt das Tier 20 ccm „Yanol“ intravenös. Die Respirationsversuche, die in den übrigen Hungertagen nur 2 Stunden lang ausgeführt worden waren, wurden direkt nach der Fettinfusion auf 18 Stunden ausgedehnt.

Wie man aus der Tabelle ersieht, blieb die Fettzersetzung in den ersten Stunden nach Fettinfusion wie vorher gleich gross, aber von etwa 3. oder 4. Stunde an wurde sie allmählich immer lebhafter, wobei der Eiweisszerfall im Gegensatz dazu sich merklich verkleinerte. Eine noch längere Beobachtung, die weitere Karenztage erfordert, konnten leider die kleinen Versuchstiere wegen der schon eingetretenen hochgradigen Erschöpfung nicht mehr vertragen.

Aus den oben angeführten Versuchen wurde festgestellt, dass direkt eingespritztes Fett niemals übermässige Fettzersetzung im Körper hervorruft, sondern ruhig zum Stoffwechsel verwertet wird; eine Eigenschaft, die vor allen Dingen dem Fett den besten Charakter als parenteralem Nährstoff ausstellt. Das ist heute noch eine Streitfrage, ob Fett als solches direkt verbrennt oder erst auf dem Umweg über den Zucker als Energiequelle dienen kann. Letztere Ansicht wurde früher von manchen vertreten, wird aber heute besonders von amerikanischen Autoren abgelehnt, die meinen, dass Fett wenigstens beim Fehlen von Produkten des Kohlehydratstoff-

Tabelle IV.

Grundumsatz nach Fettinfusion bei fortgeschrittener Karenz.

	Datum	Hungertag	Körper- gewicht (g)	N-Aus- scheidung (g)	O ₂ (g)	CO ₂ (g)	R.-Q.	Kalorien	Im Körper zersetzt			Temperatur des Kastens (C°)
					(pro kg u. Stunde)				Eiweiß (g)	Zucker (g)	Fett (g)	
Kaninchen Nr. 8.	18. V.	1	2364,06	0,019	0,74	0,79	0,77	2,43	0,118	0,112	0,162	21
	19. "	2	2269,06	0,028	0,76	0,80	0,73	2,48	0,175	0,038	0,172	20
	20. "	3	2168,20	0,020	0,77	0,77	0,70	2,49	0,125	—	0,211	19
	21. "	4	2046,20	0,031	0,75	0,76	0,70	2,41	0,193	—	0,171	19
	22. "	5	1929,71	0,044	0,71	0,74	0,70	2,24	0,275	—	0,115	19-20
	23. "	6	1867,36	0,043	0,73	0,76	0,70	2,31	0,268	—	0,125	20
	24. "	7	20 ccm Yanol pro kg. i.v.									
	Letzte St. vor Yanol		1714,63	0,058	0,73	0,77	0,70	2,28	0,362	—	0,081	20-21
	1. St. nach Yanol		1742,13	0,059	0,73	0,78	0,70	2,31	0,368	—	0,081	21
	2. St. "		1740,55	0,060	0,74	0,79	0,70	2,34	0,375	—	0,081	20-21
	3. St. "		1739,23	0,046	0,75	0,78	0,70	2,39	0,287	—	0,125	20-21
	4. St. "		1737,71	0,055	0,72	0,76	0,70	2,30	0,343	—	0,091	19-20
	5. St. "		1735,43	0,050	0,71	0,74	0,70	2,27	0,312	—	0,101	19-20
	6.-18. St. "		1733,15	0,025	0,73	0,73	0,70	2,35	0,156	—	0,181	19-20
	Durchschnitt			0,033			0,70	2,34	0,206		0,157	
Kaninchen Nr. 9.	18. V.	1	1705,83	0,023	0,94	0,96	0,73	3,06	0,144	0,053	0,241	20-21
	19. "	2	1640,14	0,026	0,95	0,96	0,71	3,08	0,162	0,009	0,253	20-21
	20. "	3	1580,74	0,026	0,95	0,96	0,71	3,08	0,162	0,009	0,253	21-22
	21. "	4	1514,55	0,031	0,91	0,92	0,70	2,93	0,194	—	0,226	21
	22. "	5	1446,80	0,035	0,91	0,93	0,70	2,94	0,219	—	0,216	20
	23. "	6	1372,75	0,048	0,82	0,86	0,70	2,63	0,300	—	0,146	22
	24. "	7	1294,18	0,046	0,83	0,86	0,70	2,66	0,287	—	0,154	22
	26. "	8	1210,40	0,060	0,84	0,88	0,68	2,67	0,375	—	0,115	21
	27. "	9	20 ccm Yanol pro kg. i.v.									
	Letzte St. vor Yanol		1131,67	0,072	0,85	0,90	0,70	2,69	0,450	—	0,084	21-22
	1. St. nach Yanol		1147,85	0,082	0,85	0,91	0,67	2,69	0,512	—	0,055	20-22
	2. St. "		1135,80	0,071	0,87	0,92	0,70	2,77	0,444	—	0,095	22
	3. St. "		1130,85	0,077	0,86	0,92	0,70	2,70	0,481	—	0,071	20-21
	4. St. "		1124,47	0,074	0,91	0,97	0,70	2,99	0,462	—	0,100	22
	5. St. "		1120,71	0,070	0,85	0,90	0,70	2,70	0,437	—	0,090	21
	6.-18. St. "		1108,22	0,045	0,84	0,87	0,70	2,69	0,281	—	0,128	20-22
	Durchschnitt			0,053			0,70	2,71	0,333		0,115	

wechsels ohne vorherige Umwandlung in Zucker zur Muskelarbeit oxydiert und benutzt werden kann. Jedenfalls wurde in meinem Versuche beobachtet, dass Fett bei parenteraler Zufuhr auch erst langsam verbrennt. In dieser Beziehung wäre es auch von Interesse zu prüfen, was denn mit dem in die Blutbahn gelangten Zucker geschieht. Es gehört nicht zu meinem eigentlichen Thema, auf die Frage der Zuckerzersetzung im Körper einzugehen. Indessen kann Zucker, der im normalen Verhältnis der hauptsächlich Energiespender ist, bei dieser Versuchsanordnung ein ganz anderes Ergebnis bieten, das vielleicht als gute Kontrolle für das beim Fett

beobachtete dienen dürfte. Dass intravenös einverleibter Traubenzucker zum Teil kurz nach der Injektion verbrennt, darauf haben schon Falta

Tabelle V.

Grundumsatz nach Zuckerinfusion.

	Datum	Körper- gewicht (g)	Harnmenge (ccm)	N-Aus- scheidung (g)	O ₂ (g)	CO ₂ (g)	R.-Q.	Kalorien	Im Körper zersetzt			Temperatur des Kastens (C°)
					(pro kg u. Stunde)				Eiweiss (g)	Zucker (g)	Fett (g)	
Kaninchen Nr. 10. Wie gewöhnlich gefüttert. 10 ccm 5%iger Zuckerlösung pro kg.	7. VIII.	1680,65	1,8	0,026	0,98	1,17	0,88	3,29	0,162	0,410	0,104	29
	8. "	1717,79	3,7	0,016	0,98	1,10	0,81	3,27	0,100	0,296	0,199	28-29
	9. "	1688,08	1,9	0,020	0,96	1,13	0,87	3,22	0,125	0,400	0,127	28-29
	10. "	1678,97	4,0	0,024	0,93	1,12	0,89	3,13	0,150	0,417	0,101	29-30
	11. "	1731,66	4,2	0,026	0,93	1,05	0,82	3,08	0,162	0,247	0,158	29-30
	12. "	1699,14	2,2	0,020	0,98	1,15	0,86	3,26	0,125	0,382	0,139	30-31
	Mittel	1699,38	3,0	0,022	0,96	1,12	0,85	3,21	0,137	0,359	0,138	28-31
	Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 12. VIII. Seit 24 Stunden keine Fütterung.											
	1. St.	1712,00	2,3	0,022	0,93	1,14	0,90	3,16	0,137	0,455	0,094	29-31
	2. "	1702,59	4,8	0,025	0,95	1,15	0,90	3,20	0,156	0,448	0,093	30-31
	3. "	1691,59	2,2	0,027	0,86	1,02	0,91	2,83	0,168	0,396	0,069	31-32
	4. "	1684,33	2,8	0,025	0,93	1,06	0,83	3,11	0,156	0,274	0,151	30-31
	5. "	1676,57	2,4	0,027	0,87	0,99	0,82	2,92	0,168	0,227	0,144	31-32
	Dasselbe Versuchstier. Am 4ten Hungertag.											
	Letzte St. vor d. Inj.	1436,44	1,0	0,018	0,93	0,94	0,72	3,03	0,112	0,032	0,262	27-29
	Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 15. VIII.											
	1. St.	1440,22	1,4	0,011	0,91	1,01	0,80	3,04	0,068	0,235	0,201	28
	2. "	1434,24	1,6	0,011	0,91	1,12	0,90	3,05	0,068	0,497	0,103	27-28
	3. "	1427,33	0,3	0,006	0,95	0,96	0,71	3,10	0,037	0,011	0,312	28-29
	4. "	1424,73	0,6	0,011	0,94	0,94	0,71	3,07	0,068	0,010	0,295	29
	5. "	1421,57	0,6	0,015	0,94	0,94	0,70	3,07	0,093	—	0,288	28
Kaninchen Nr. 11. Wie gewöhnlich gefüttert. 10 ccm 5%iger Zuckerlösung pro kg.	7. VIII.	2099,07	3,8	0,028	0,82	1,07	0,85	3,08	0,175	0,305	0,129	28-29
	8. "	2044,48	5,2	0,021	0,87	1,06	0,90	2,96	0,131	0,424	0,088	27-28
	9. "	1995,26	2,0	0,023	0,84	1,01	0,89	2,84	0,143	0,372	0,090	28
	10. "	2005,51	1,3	0,020	0,87	1,02	0,85	2,90	0,125	0,310	0,130	28-29
	11. "	2070,77	5,6	0,020	0,86	1,03	0,88	2,92	0,125	0,355	0,113	29
	13. "	2010,66	2,0	0,026	0,89	1,04	0,85	2,99	0,162	0,300	0,129	29-30
	Mittel	2037,62	3,3	0,023	0,86	1,04	0,87	2,95	0,143	0,344	0,113	27-30
	Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 13. VIII. Seit 24 Stunden keine Fütterung.											
	1. St.	2024,99	2,7	0,019	0,91	1,10	0,87	3,12	0,118	0,391	0,125	29-30
	2. "	2018,53	3,6	0,021	0,88	1,09	0,92	3,01	0,131	0,475	0,072	30
	3. "	2013,32	4,0	0,019	0,88	0,98	0,79	2,97	0,118	0,188	0,190	30-31
	4. "	2007,69	3,0	0,027	0,86	0,95	0,79	2,85	0,168	0,163	0,164	30-31
	5. "	2001,12	2,8	0,025	0,88	0,98	0,80	2,91	0,156	0,191	0,164	31-32
	Dasselbe Versuchstier. Am 4ten Hungertag.											
	Letzte St. vor d. Inj.	1858,07	6,8	0,019	0,91	0,92	0,70	2,98	0,118	—	0,266	28-30
	Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 16. VIII.											
	1. St.	1869,67	1,5	0,030	0,90	1,01	0,81	2,97	0,187	0,205	0,151	28-30
	2. "	1863,10	2,2	0,032	0,93	1,03	0,80	3,05	0,200	0,188	0,162	30
	3. "	1858,73	1,0	0,019	0,91	0,93	0,71	3,02	0,118	0,009	0,267	30-31
	4. "	1855,56	0,9	0,019	0,90	0,92	0,71	2,99	0,118	0,009	0,264	30-31
	5. "	1852,49	0,8	0,020	0,89	0,90	0,71	2,88	0,125	0,008	0,249	31

	Datum	Körper- gewicht (g)	Harnmenge (ccm)	N-Aus- scheidung (g)	O ₂ (g)		CO ₂ (g)		R.-Q.	Kalorien	Im Körper zersetzt			Temperatur des Kastens (C°)
					(pro kg u. Stunde)		(pro kg u. Stunde)				Eiweiss (g)	Zucker (g)	Fett (g)	
Kaninchen Nr. 12. Wie gewöhnlich gefüttert. 10 ccm 25%iger Zuckerlösung pro kg.	3. VIII.	1591,79	3,6	0,031	0,97	1,11	0,84	3,22			0,193	0,291	0,141	30
	4. "	1603,91	3,7	0,034	0,91	1,05	0,85	3,03			0,212	0,278	0,117	30-31
	5. "	1597,51	2,1	0,029	0,91	1,03	0,82	3,04			0,181	0,233	0,148	30-31
	6. "	1590,55	2,1	0,031	0,93	1,09	0,86	3,10			0,193	0,318	0,117	31-32
	7. "	1583,80	1,5	0,021	0,89	1,01	0,82	2,97			0,131	0,250	0,160	32-33
	8. "	1642,78	2,6	0,025	0,83	0,93	0,82	2,75			0,156	0,216	0,137	31
	Mittel	1601,72	2,6	0,028	0,91	1,04	0,83	3,02			0,178	0,264	0,136	30-33
	Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 8. VIII. Seit 24 Stunden keine Fütterung.													
	1. St.	1651,15	17,6	0,035	0,92	1,09	0,88	3,08			0,218	0,339	0,094	31
	2. "	1623,52	1,2	0,013	0,94	1,07	0,83	3,14			0,081	0,315	0,174	32
	3. "	1618,27	1,6	0,026	0,92	1,02	0,81	3,04			0,162	0,284	0,209	32
	4. "	1612,90	1,4	0,023	0,89	0,96	0,77	2,94			0,143	0,135	0,197	32
	5. "	1607,83	1,4	0,028	0,89	0,95	0,76	2,93			0,175	0,107	0,192	31
	Dasselbe Versuchstier. Am 4ten Hungertag.													
	Letzte St. vor d. Inj.	1394,96	1,3	0,023	0,91	0,91	0,70	2,96			0,143	—	0,252	28-30
Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 11. VIII.														
1. St.	1400,82	18,8	0,026	0,90	1,03	0,84	2,99			0,162	0,279	0,134	30-31	
2. "	1372,30	1,2	0,018	0,92	1,03	0,81	3,06			0,112	0,244	0,180	30-31	
3. "	1367,50	0,9	0,012	0,85	0,91	0,77	2,81			0,075	0,144	0,209	31	
4. "	1364,49	1,0	0,015	0,88	0,88	0,70	2,88			0,093	—	0,267	30	
5. "	1362,02	1,4	0,027	0,87	0,89	0,71	2,84			0,168	0,007	0,225	30	
Kaninchen Nr. 12. Wie gewöhnlich gefüttert. 10 ccm 25%iger Zuckerlösung pro kg.	3. VIII.	1774,90	2,2	0,024	0,90	0,99	0,80	3,21			0,150	0,220	0,189	30
	4. "	1674,04	1,1	0,017	0,93	1,06	0,82	3,11			0,106	0,275	0,175	30-31
	5. "	1704,35	6,3	0,015	0,84	0,94	0,80	2,81			0,093	0,205	0,176	29
	6. "	1692,35	2,1	0,030	0,87	0,98	0,80	2,87			0,187	0,176	0,151	29
	7. "	1685,52	1,7	0,031	0,83	0,97	0,86	2,76			0,193	0,271	0,100	28-29
	9. "	1714,15	2,6	0,018	0,82	0,95	0,85	2,74			0,112	0,299	0,124	26-28
	Mittel	1707,55	2,7	0,022	0,86	0,98	0,82	2,92			0,140	0,241	0,152	28-30
	Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 9. VIII. Seit 24 Stunden keine Fütterung.													
	1. St.	1722,52	21,8	0,034	0,87	1,03	0,88	2,90			0,212	0,318	0,088	27-28
	2. "	1694,89	1,7	0,012	0,90	1,03	0,83	3,01			0,075	0,304	0,168	29
	3. "	1689,64	1,3	0,029	0,79	0,90	0,82	2,72			0,181	0,191	0,122	30
	4. "	1684,27	1,4	0,018	0,85	0,92	0,78	2,80			0,112	0,156	0,188	30
	5. "	1679,20	2,1	0,026	0,85	0,87	0,71	2,78			0,162	0,078	0,193	30
	Dasselbe Versuchstier. Am 4ten Hungertag.													
	Letzte St. vor d. Inj.	1505,01	0,8	0,015	0,79	0,83	0,74	2,50			0,093	0,065	0,202	26-28
Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 12. VIII.														
1. St.	1518,52	2,1	0,016	0,93	1,06	0,83	2,79			0,100	0,267	0,147	27-28	
2. "	1510,05	1,6	0,026	0,79	0,96	0,90	2,68			0,162	0,351	0,073	29	
3. "	1504,92	1,2	0,021	0,72	0,91	0,95	2,47			0,131	0,426	0,035	30	
4. "	1500,92	1,7	0,019	0,84	0,85	0,73	2,73			0,118	0,049	0,220	30	
5. "	1494,80	1,0	0,019	0,81	0,81	0,72	2,63			0,118	0,027	0,218	30	

und Bernstein¹¹⁾ und Verzár¹²⁾ durch Respirationsversuche aufmerksam gemacht. Verzár beobachtete das Anwachsen des R.-Q. im Augenblick der Zuckerinfusion, während die ersteren diese Erscheinung erst einige Stunden danach fanden. Diese Meinungsverschiedenheit zwischen den Autoren

	Datum	Körper- gewicht (g)	Harnmenge (ccm)	N-Aus- scheidung (g)	(pro kg u. Stunde)			Kalorien	Im Körper zersetzt			Temperatur des Kastens (C°)
					O ₂ (g)	CO ₂ (g)	R.-Q.		Eiweiss (g)	Zucker (g)	Fett (g)	
Kaninchen Nr. 13. Wie gewöhnlich gefüttert. 10 ccm 45%iger Zuckerlösung pro kg.	4. VII.	1589,99	3,6	0,037	1,03	1,15	0,81	3,40	0,231	0,228	0,168	29-30
	5. „	1581,30	5,0	0,037	1,05	1,20	0,84	3,48	0,231	0,304	0,146	30
	6. „	1580,00	4,5	0,035	0,94	1,09	0,85	3,13	0,218	0,287	0,121	29-30
	8. „	1530,42	5,7	0,029	0,99	1,17	0,87	3,33	0,181	0,380	0,122	29-30
	9. „	1514,07	8,9	0,031	1,07	1,20	0,81	3,54	0,193	0,256	0,193	29
	Mittel	1559,16	5,5	0,034	1,02	1,16	0,84	3,38	0,211	0,291	0,150	29-30
	Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 9. VII. Seit 24 Stunden keine Fütterung.											
	1. St.	1525,59	75,2	0,069	0,91	1,19	0,95	3,17	—	—	—	28-29
	2. „	1416,61	3,2	0,026	1,02	1,34	1,00	3,50	0,162	0,749	—	29
	3. „	1407,89	2,9	0,042	1,00	1,24	0,95	3,34	0,262	0,493	0,041	29-30
	4. „	1398,89	2,5	0,042	1,02	1,19	0,86	3,39	0,262	0,318	0,117	29-30
	5. „	1391,62	2,2	0,039	1,02	1,15	0,82	3,35	0,243	0,240	0,152	30-31
	Dasselbe Versuchstier. Am 4ten Hungertag.											
	Letzte St. vor d. Inj.	1226,26	1,6	0,044	0,95	0,97	0,70	3,06	0,187	—	0,204	28
	Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 12. VII.											
1. St.	1236,11	43,0	0,081	0,92	1,14	0,98	3,23	—	—	—	29	
2. „	1191,50	4,6	0,032	0,91	1,18	1,00	3,10	0,200	0,601	—	29	
3. „	1184,27	0,9	0,021	0,93	1,13	0,90	3,17	0,131	0,460	0,095	29-30	
4. „	1181,82	1,1	0,029	0,98	1,12	0,83	3,21	0,181	0,281	0,157	30	
5. „	1179,11	1,5	0,037	0,96	1,00	0,73	3,12	0,105	0,046	0,211	28-29	
Kaninchen Nr. 14. Wie gewöhnlich gefüttert. 10 ccm 45%iger Zuckerlösung pro kg.	4. VII.	1711,38	8,0	0,026	0,88	1,03	0,87	2,94	0,162	0,334	0,107	29-30
	5. „	1768,00	4,0	0,031	0,93	1,08	0,85	3,11	0,197	0,298	0,124	30-31
	6. „	1780,34	5,0	0,026	0,87	1,02	0,87	2,90	0,162	0,330	0,106	27-28
	7. „	1801,28	7,0	0,023	0,98	1,08	0,80	3,26	0,143	0,226	0,193	27-28
	8. „	1795,71	6,2	0,022	0,97	1,02	0,75	3,19	0,137	0,104	0,238	29
	9. „	1789,78	4,0	0,031	0,89	1,04	0,86	2,97	0,193	0,299	0,209	28-29
	Mittel	1774,41	5,7	0,026	0,92	1,04	0,83	3,06	0,166	0,265	0,163	27-30
	Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 9. VII. Seit 24 Stunden keine Fütterung.											
	1. St.	1800,44	71,2	0,061	0,90	1,30	1,04	3,17	—	—	—	29
	2. „	1703,84	2,5	0,009	0,86	1,20	1,02	3,02	0,056	0,744	—	29-30
	3. „	1694,48	1,7	0,025	0,87	1,13	0,99	2,98	0,160	0,597	0,086	29-30
	4. „	1686,97	1,6	0,016	0,90	1,12	0,92	3,07	0,105	0,511	0,076	29-30
	5. „	1679,96	2,0	0,028	0,91	1,10	0,89	3,07	0,175	0,388	0,094	30
	Dasselbe Versuchstier. Am 4ten Hungertag.											
	Letzte St. vor d. Inj.	1435,97	2,3	0,020	0,90	0,93	0,73	2,96	0,125	0,053	0,239	30
Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 12. VII.												
1. St.	1451,42	41,0	0,067	0,80	1,05	0,95	2,78	—	—	—	29	
2. „	1397,55	6,1	0,016	0,84	1,13	1,00	2,92	0,100	0,666	—	27-28	
3. „	1387,87	1,9	0,025	0,88	1,08	0,92	2,97	0,156	0,448	0,067	27-28	
4. „	1383,89	1,5	0,011	0,88	0,99	0,82	2,95	0,068	0,275	0,175	29	
5. „	1380,54	1,6	0,017	0,91	0,94	0,73	2,98	0,106	0,055	0,250	29	

rührt sehr wahrscheinlich von der Differenz der infundierten Zuckermenge her. Im Folgenden seien meine diesbezüglichen Versuche in Kürze angeführt.

5, 25 resp. 45%ige Lösung von Traubenzucker (wasserfrei, Merck) wurde zur Infusion verwendet. Die übrige Versuchsanordnung gleich wie bei den vorigen Versuchen.

Kaninchen Nr. 15. Wie gewöhnlich gefüttert. 10 cm 45%iger Zuckerlösung pro kg.	Datum	Körper- gewicht (g)	Harnmenge (ccm)	N-Aus- scheidung (g)	(pro kg u. Stunde)				Im Körper zersetzt			Temperatur des Kastens (C°)
					O ₂ (g)	CO ₂ (g)	R.-Q.	Kalorien	Eiweiss (g)	Zucker (g)	Fett (g)	
21. VI.	1679,16	3,2	0,026	0,94	1,04	0,80	3,11	0,164	0,206	0,176	28-29	
22. "	1672,20	4,9	0,016	0,90	1,10	0,90	3,05	0,104	0,461	0,095	28-29	
23. "	1615,29	4,4	0,022	0,85	1,05	0,92	2,87	0,140	0,444	0,066	29	
24. "	1610,95	8,8	0,028	0,85	1,02	0,90	2,86	0,180	0,370	0,076	29-30	
25. "	1614,86	4,2	0,022	0,92	1,02	0,80	3,07	0,139	0,212	0,181	29	
26. "	1646,06	2,4	0,021	0,93	1,09	0,86	3,13	0,131	0,361	0,130	29-30	
Mittel	1639,75	4,6	0,022	0,90	1,05	0,86	3,01	0,143	0,342	0,121	28-30	
Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 26. VI. Seit 24 Stunden keine Fütterung.												
1. St.	1652,58	97,6	0,074	0,90	1,22	0,98	3,15	—	—	—	29	
2. "	1592,85	3,8	0,009	0,95	1,33	1,03	3,34	0,056	0,827	—	29-30	
3. "	1568,49	0,6	0,003	0,93	1,21	0,95	3,31	0,018	0,719	0,059	29-30	
4. "	1565,73	0,9	0,009	0,92	1,16	0,92	3,17	0,056	0,570	0,086	29-30	
5. "	1560,77	1,6	0,021	0,90	1,10	0,89	3,06	0,131	0,417	0,101	29	
Dasselbe Versuchstier. Am 4ten Hungertag.												
Letzte St. vor d. Inj.	1294,18	2,9	0,038	0,95	0,98	0,71	3,09	0,243	0,077	0,219	28-29	
Zuckerinjektion 9 Uhr a.m. 30. VI.												
1. St.	1302,19	60,0	0,127	0,90	1,11	0,89	3,09	—	—	—	28-29	
2. "	1212,37	9,5	0,051	1,00	1,27	1,01	3,35	0,318	0,534	—	29-30	
3. "	1196,22	2,3	0,036	1,04	1,29	0,95	3,49	0,225	0,562	0,047	30	
4. "	1195,28	1,9	0,044	0,95	1,10	0,85	3,13	0,275	0,256	0,107	30	
5. "	1185,42	2,0	0,045	0,95	1,00	0,73	3,06	0,281	0,041	0,185	28-29	

Der R.-Q. wuchs nach Zuckerinjektion in allen Versuchen so beträchtlich an, dass er in einigen Stunden annähernd 1,0 betrug. Diese Erscheinung trat schon gleich nach Zuckerinfusion ein, erreichte aber ihren Maximalwert gewöhnlich 1-2 Stunden danach, um dann wieder zum Ausgangswert zurückzukehren. Die Höhe und Dauer der R.-Q.-Steigerung stehen mit der Menge des injizierten Zuckers insofern in Beziehung, als sie um so grösser war und länger dauerte, je mehr Zucker dabei verwendet wurde. Diese Erhöhung des R.-Q. beruht in diesem Falle hauptsächlich auf der Zunahme der CO₂-Produktion. Der O₂-Verbrauch war dabei in der Mehrzahl der Fälle etwas vermindert, sonst aber war eher das Umgekehrte der Fall; eine Schwankung, die wahrscheinlich innerhalb der Fehlergrenze liegt. Dieses Anwachsen des R.-Q. muss in diesem Falle wahrscheinlich auf die Verbrennung des infundierten Zuckers zurückzuführen sein. Die Sicherheit dieses Schlusses wird aber dadurch bedenklich, dass nach einigen modernsten Forschungsergebnissen Zucker nur in einer besonderen aktiven, sog. alloiomorphen Form im Tierkörper angegriffen werden soll. Der infundierte Zucker gehört natürlich nicht zu dieser Form. Hier liesse sich vielleicht der Einwand erheben, dass die Erhöhung des R.-Q. nach Zuckerinfusion nicht auf Verbrennung des infundierten Zuckers selbst beruhte,

sondern von zufällig stattgefundener Hyperglykämie hervorgerufen wurde, die nach Infusion einer Lösung manchmal unspezifisch eintritt. Daher

Tabelle VI.

Grundumsatz nach Milhzuckerinfusion.

	Datum	Körpergewicht (g)	Harnmenge (cm)	N-Ausscheidung (g)	(pro kg u. Stunde)			Kalorien	Im Körper zersetzt			Temperatur des Kestens (°C)
					O ₂ (g)	CO ₂ (g)	R.-Q.		Eiweiss (g)	Zucker (g)	Fett (g)	
Kaninchen Nr. 16. Wie gewöhnlich gefüttert. 10 cem 5%iger Milhzuckerlösung pro kg.	14. VIII.	1632,46	1,3	0,016	0,96	1,11	0,84	3,23	0,100	0,341	0,164	29-30
	15. "	1717,46	5,5	0,022	0,94	1,11	0,86	3,16	0,137	0,360	0,132	29-30
	16. "	1679,56	2,8	0,025	0,91	1,10	0,88	3,09	0,156	0,333	0,107	28-29
	17. "	1671,15	2,0	0,021	0,90	1,05	0,85	3,03	0,131	0,324	0,136	29
	18. "	1684,48	1,3	0,026	0,90	1,09	0,89	3,08	0,162	0,393	0,095	29-30
	19. "	1693,80	2,6	0,026	0,94	1,12	0,87	3,18	0,162	0,370	0,119	29-30
	Mittel	1688,15	2,6	0,023	0,92	1,10	0,86	3,13	0,141	0,362	0,125	28-30
	Milhzuckerinjektion 9 Uhr a.m. 19. VIII. Seit 24 Stunden keine Fütterung.											
	1. St.	1700,25	4,6	0,036	0,98	1,14	0,86	3,26	0,225	0,322	0,118	29
	2. "	1688,34	2,4	0,026	0,94	1,07	0,82	3,15	0,162	0,254	0,162	30-31
	3. "	1680,58	2,6	0,030	0,98	1,14	0,85	3,27	0,187	0,324	0,136	31
	4. "	1672,66	2,3	0,019	0,91	1,03	0,85	3,05	0,118	0,331	0,139	30-31
	5. "	1665,70	2,1	0,029	0,99	1,05	0,75	3,24	0,181	0,099	0,226	30-31
	Dasselbe Versuchstier. Am 4ten Hungertag.											
	Letzte St. vor d. Inj.	1451,68	1,0	0,016	0,89	0,90	0,72	2,91	0,100	0,032	0,254	28-30
	Milhzuckerinjektion 9 Uhr a.m. 22. VIII.											
	1. St.	1466,80	2,5	0,019	0,96	0,96	0,71	3,12	0,118	0,009	0,278	29-30
	2. "	1459,05	2,1	0,016	0,91	0,92	0,71	3,06	0,100	0,032	0,262	29-30
	3. "	1453,68	1,3	0,019	0,86	0,86	0,71	2,79	0,118	0,008	0,243	31
	4. "	1450,30	1,3	0,019	0,88	0,87	0,70	2,85	0,118	—	0,253	30
	5. "	1445,20	1,6	0,017	0,86	0,86	0,71	2,81	0,106	0,008	0,250	30
Kaninchen Nr. 17. Wie gewöhnlich gefüttert. 10 cem 25%iger Milhzuckerlösung pro kg.	9. VIII.	1729,34	5,0	0,027	0,94	1,02	0,78	3,11	0,168	0,161	0,193	30-31
	10. "	1706,75	2,2	0,025	0,87	0,93	0,77	2,85	0,156	0,127	0,184	30-31
	11. "	1713,60	3,2	0,022	0,83	0,97	0,81	2,83	0,137	0,212	0,157	29
	12. "	1703,51	5,7	0,028	0,85	0,96	0,82	2,83	0,175	0,216	0,137	29-31
	13. "	1701,65	2,6	0,025	0,88	1,03	0,86	2,94	0,156	0,318	0,117	30
	14. "	1698,93	2,1	0,014	0,88	1,05	0,86	2,99	0,087	0,366	0,134	29
	Mittel	1708,96	3,5	0,023	0,87	0,99	0,82	2,92	0,146	0,233	0,154	29-31
	Milhzuckerinjektion 9 Uhr a.m. 14. VIII. Seit 24 Stunden keine Fütterung.											
	1. St.	1713,93	15,1	0,035	0,84	0,95	0,83	2,78	0,218	0,208	0,115	29
	2. "	1688,68	2,1	0,024	0,94	1,02	0,78	3,10	0,150	0,165	0,198	30
	3. "	1679,15	2,5	0,032	0,86	0,94	0,80	2,83	0,200	0,168	0,144	29-30
	4. "	1672,86	2,2	0,035	0,91	1,01	0,80	3,00	0,218	0,177	0,151	30-31
	5. "	1666,34	1,7	0,030	0,94	1,00	0,76	3,08	0,187	0,112	0,201	31
	Dasselbe Versuchstier. Am 4ten Hungertag.											
	Letzte St. vor d. Inj.	1516,88	1,2	0,018	0,92	0,93	0,72	3,00	0,112	0,032	0,259	29-30
	Milhzuckerinjektion 9 Uhr a.m. 17. VIII.											
	1. St.	1524,16	14,8	0,027	0,89	0,93	0,73	2,92	0,168	0,048	0,217	30
	2. "	1500,29	4,2	0,026	0,84	0,86	0,72	2,72	0,162	0,026	0,113	31
	3. "	1490,73	1,6	0,024	0,89	0,89	0,70	2,89	0,150	—	0,242	31
	4. "	1486,49	1,4	0,017	0,92	0,91	0,70	3,00	0,106	—	0,275	31-32
	5. "	1483,20	1,3	0,028	0,90	0,91	0,70	2,93	0,175	—	0,235	31

	Datum	Körper- gewicht (g)	Harnmenge (ccm)	N-Aus- scheidung (g)	O ₂ (g)	CO ₂ (g)	R.-Q.	Kalorien (pro kg u. Stunde)	Im Körper zersetzt			Temperatur des Kastens (C°)
									Eiweiß (g)	Zucker (g)	Fett (g)	
Kaninchen Nr. 18. Wie gewöhnlich gefüttert. 10 ccm 45%iger Milchsuckerlösung pro kg.	13. VII.	1641,74	3,3	0,044	0,90	1,05	0,87	2,97	0,275	0,269	0,086	28-29
	14. "	1616,06	3,1	0,035	0,87	1,03	0,88	2,91	0,218	0,312	0,087	28-29
	15. "	1605,76	3,2	0,036	0,93	1,08	0,86	3,10	0,225	0,299	0,109	29-30
	16. "	1611,80	5,2	0,043	0,86	1,02	0,90	2,86	0,268	0,302	0,063	29-31
	17. "	1610,12	2,9	0,041	0,90	1,04	0,85	2,98	0,256	0,248	0,104	30-31
	18. "	1513,02	2,0	0,039	0,95	1,09	0,85	3,13	0,243	0,274	0,104	30-31
	Mittel	1599,75	3,3	0,040	0,90	1,05	0,87	2,99	0,247	0,284	0,092	28-31
	Milchsuckerinjektion 9 Uhr a.m. 18. VII. Seit 24 Stunden keine Fütterung.											
	1. St.	1528,25	46,2	0,098	0,90	1,07	0,86	3,06	—	—	—	31
	2. "	1487,14	4,4	0,013	0,94	1,10	0,85	3,16	0,081	0,371	0,153	31
	3. "	1477,00	2,8	0,015	0,88	1,00	0,82	2,96	0,093	0,264	0,168	31
	4. "	1468,50	1,8	0,028	0,89	1,06	0,88	3,00	0,175	0,355	0,098	31-32
	5. "	1462,29	2,4	0,048	0,95	1,06	0,81	3,12	0,300	0,173	0,127	31-32
	Dasselbe Versuchstier. Am 4ten Hungertag.											
	Letzte St. vor d. Inj.	1217,04	2,6	0,035	0,90	0,93	0,72	2,92	0,218	0,025	0,205	29-30
	Milchsuckerinjektion 9 Uhr a.m. 21. VII.											
	1. St.	1217,32	29,5	0,066	0,93	0,99	0,77	3,09	—	—	—	30
	2. "	1180,07	6,2	0,038	0,92	0,94	0,71	2,97	0,237	0,007	0,208	31
	3. "	1168,51	3,0	0,036	0,91	0,95	0,73	2,96	0,225	0,043	0,197	31
	4. "	1160,16	1,6	0,028	0,93	0,96	0,72	3,04	0,175	0,029	0,234	30-31
	5. "	1153,67	1,5	0,029	0,91	0,94	0,73	2,94	0,181	0,047	0,215	31

habe ich, um darüber was Sicheres zu erfahren, eine andere Versuchsreihe angestellt, in der Milchsuckerlösungen, von annähernd gleichem C-Gehalt wie dem der in den früheren Versuchen angewandten Glukoselösungen, unter sonst gleicher Versuchsanordnung den Versuchstieren injiziert wurden. Dass intravenös eingeführter Milchsucker fast unverändert wieder im Harn erscheint, war schon durch Pavy,¹³⁾ Voit,¹⁴⁾ Blumenthal,¹⁵⁾ Klapp,¹⁶⁾ Schlayer u. Takayasu¹⁷⁾ u. a. bekannt.

Wie aus den Tabellen zu erschen ist, blieb der R.-Q. nach Milchsuckerinfusion fast immer unverändert. Danach kann man ohne weiteres annehmen, dass das Anwachsen des R.-Q. nach Traubenzuckerinfusion wirklich von der Verbrennung der einverleibten Substanz selbst herrührt. Bemerkenswert ist noch, dass die Fettzersetzung, die bei Hunger besonders lebhaft vor sich ging, nach Glukoseinfusion beträchtlich gemildert wurde.

Noch etwas ist uns bei diesen Zuckerversuchen besonders aufgefallen. Intravenös injizierter Zucker wirkte ausgesprochen diuretisch, besonders wenn er in hypertonischer Lösung gegeben wurde, was sehr wahrscheinlich durch reichliche Zuckerausscheidung bewirkt wird. Diese Harnflut bringt gleichzeitig reichliche N-Ausscheidung mit sich, eine Erscheinung, die viele Autoren mit dem Namen „Ausschwemmung“ belegen. Die Frage bleibt

noch unentschieden, ob sie auf der Ausschwemmung des präformierten Schlack-N beruht, oder ob das Körpereiwiss dabei übermässig zersetzt wird. Hier habe ich bei Berechnung der im Körper zersetzten Substanzmenge die Spalten in der ersten Stunde nach Zuckerinfusion absichtlich unberührt gelassen, da in dieser Stunde die N-Ausscheidung so gross war, dass man dabei kaum einen wirklichen Eiweisszerfall annehmen kann.

Zusammenfassung.

1. Intravenöse Fettzufuhr bewirkt keine spezifisch-dynamische Stoffwechselsteigerung.

2. Nüchternen Tieren eingespritzt, führt Fett keine Schwankung des Respirationsquotienten herbei, im Gegensatz zu Traubenzucker, der sofort dessen Steigerung hervorruft.

3. Der Kraftwechsel eines mässig gehungert habenden Tiers wird auch durch direkte Fettzufuhr in seinem Modus nicht verändert, solange es noch keinen Mangel an genügendem Fettvorrat leidet.

4. Erst bei fortschreitender Karenz, bei der der umsetzbare Fettvorrat erschöpft wird, ist die sofortige Verbrennung des infundierten Fetts auffallend bemerkbar, wodurch das Körpereiwiss vor übermässiger Zersetzung bewahrt bleibt.

Literatur.

- (1) v. Leube, W., Deutsche Klinik, 1901, **1**, 71.
- (2) Jacob, P., Kongr. f. inn. Med., 1898, **16**, 135.
- (3) Du Mesnil de Rochemont, Dtsch. Arch. f. kl. Med., 1898, **60**, 474.
- (4) Strauss, H., Ztralbl. f. inn. Med., 1899, **20**, 213.
- (5) Winternitz, H., Zts. f. kl. Med., 1903, **50**, 80.
- (6) Heilner, E., Zts. f. Biol., 1910, **54**, 54.
- (7) Mills, L. H. u. Murlin, J. R., Proc. of Soc. Exp. Biolog. & Med., 1909-10, **7**, 166.
- (8) Haldane, J., J. Physiol., 1892, **13**, 419.
- (9) Zuntz u. Schumberg, Endocrinology and Metabolism, New York 1922, **3**, 565.
- (10) Marine, D., J. Metab. Research, 1922, **2**, 329.
- (11) Falta, B. u. Bernstein, S., Wien. kl. Woch. 1924, 635; 1924, 1423; Wien. med. Woch., 1912, 2379.
- (12) Verzár, F., Bioch. Zts., 1911, **34**, 63.
- (13) Pavy, F. W., J. Physiol., 1899, **24**, 479.
- (14) Voit, F., Arch. f. kl. Med., 1897, **58**, 545.
- (15) Blumenthal, F., Hofmeister's Beiträge, 1905, **6**, 329.
- (16) Klapp, R., Mitteil. a. d. Grenzgeb. d. Med. u. Chir., 1902, **10**, 254.
- (17) Schlayer u. Takayasu, R., Dtsch. Arch. f. kl. Med. 1910, **98**, 17.