

Über Jodspeicherung im Gewebe von Tumoren.

Von

Dr. M. Takemura aus Tokyo.

(Aus dem pharmakologischen Institut der Universität Heidelberg.)

(Der Redaktion zugegangen am 29. März 1911.)

R. von den Velden¹⁾ fand in den Carcinometastasen eines Krebskranken, der 5^{1/2} Stunden vor seinem Tode 3 g Jodnatrium subcutan erhalten hatte, Jod in nachweisbaren Mengen, nicht aber in dem normalen Lebergewebe der Leiche. Diese Beobachtung läßt darauf schließen, daß das Jod nach Jodalkalizufuhr reichlich in carcinomatöses Gewebe aufgenommen wird, resp. länger darin verbleibt als in normalem. Im Tierexperimente läßt sich ein solcher Vergleich der Jodaffinität der verschiedenen Gewebe nach möglichst vollständiger Verblutung der Tiere an den blutfreien Organen noch einwandfreier durchführen. Da das Blut nach Jodalkalizufuhr, wie die Untersuchungen von Loeb²⁾ gezeigt haben, ganz besonders jodreich ist und Jod besonders lange Zeit festhält, und da das Blut mehr Jod enthält als die meisten Organe — abgesehen von der Schilddrüse, der eine spezifische Affinität für Jod zukommt, und abgesehen von der Haut —, so wird man den Jodgehalt des Blutes am besten zum Vergleiche mit dem Gehalt der blutfreien Organe heranziehen.

Auf Veranlassung von Herrn Prof. Gottlieb habe ich die Jodverteilung nach subcutaner Injektion von Jodkalium an Mäusen studiert, welche Träger experimentell überimpfter Tumoren waren. Die Versuchstiere waren dem Institute durch Herrn Professor von Wasielewski aus dem Institute für experimentelle Krebs-

¹⁾ R. von den Velden, Biochemische Zeitschr., 1908, Bd. IX, S. 54.

²⁾ O. Loeb, Archiv für experim. Pathol. und Pharmakol., 1907, Bd. LVI, S. 320.

forschung zur Verfügung gestellt worden. Ich erlaube mir auch an dieser Stelle, für die freundliche Überlassung zu danken. Es handelte sich um Adeno-Carcinome von Haselnuß- bis Walnußgröße; sie waren 3—4 Wochen alt und nach Überimpfung von dem Stamm Bashford in 36. oder 37. Generation entstanden. Sie hatten eine weißliche Farbe, fühlten sich nicht erweicht an und waren gegen das normale Gewebe gut abgegrenzt, sodaß sie sich leicht ausschälen ließen.

Zuvor war die Frage zu entscheiden, ob die für die quantitative Jodbestimmung ausgearbeiteten Methoden auch der weitgehenden Forderung genügen, die Verteilung von wenigen Zentigrammen Jodkalium in den kleinen Versuchstierchen von 15—30 g Gewicht mit genügender Genauigkeit feststellen zu können. Wie die folgenden Versuche zeigen, genügt die Feinheit der kolorimetrischen Bestimmung in der Aschenlösung der Organe in der Tat diesen Anforderungen. Ich benützte zur quantitativen Bestimmung das von Baumann für die Schilddrüse verwendete und durch Heffter und seine Mitarbeiter¹⁾ weiter ausgearbeitete Verfahren. Nur für die Veraschung der Organe habe ich die Methode nach Volhard²⁾ vorgezogen.

Die Organe wurden zunächst vollkommen getrocknet und innig mit der trockenen Mischung von 1 Teil Kohlensäurem Natron und 2 Teilen Natronsalpeter vermengt im Verhältnis von 1 Teil trockener Organsubstanz zu etwa 40 Teilen Salzmischung. Dieses Gemisch wurde im Platintiegel langsam erhitzt, zuletzt zu ruhigem Schmelzen gebracht. Nachdem die Schmelze weiß geworden, wurde sie in Wasser gelöst und in einen Zylinder von 100 ccm Inhalt filtriert. Nach dem Erkalten wurde das Filtrat mit Schwefelsäure stark angesäuert und mit 10 Tropfen 1%iger Natriumnitritlösung versetzt.

Das in Freiheit gesetzte Jod wird mit 10 ccm Schwefelkohlenstoff ausgeschüttelt. Die Bestimmung des Jods geschieht auf kolorimetrischem Wege durch Farbenvergleich mit der

¹⁾ Baumann, Diese Zeitschrift, Bd. XXI, S. 319. — Anten, Archiv für experim. Path. und Pharmakol., 1902, Bd. XLVIII, S. 331. — Howald, Diese Zeitschrift, 1897, Bd. XXIII, S. 209. — Loeb, Archiv für experim. Pathol. u. Pharmkol., 1907, Bd. LVI, S. 320.

²⁾ Volhard, Annalen der Chemie, Bd. CLXL, S. 40.

Nuance, die 10 ccm Schwefelkohlenstoff bei der Ausschüttelung von Wasser annimmt, dem eine ungefähr gleiche Menge von Säure und von Natriumnitrit und soviel 0,2%ige Jodkalilösung allmählich zugesetzt waren, bis die Farbnuance der Versuchsproben erreicht ist. Wie die folgende Tabelle zeigt, erhielt ich nach diesem von Loeb geschilderten Verfahren etwa 91% der zugesetzten Jodmenge wieder, wenn zu 4 g frischen Organs je 0,8 mg Jodkali zugesetzt waren.

Organe (Katze)	Zugesetzte Jodkalilösung in mg	Wiedergefundene Menge JK in mg
Leber	0,80	0,75
„	0,80	0,75
Niere	0,80	0,70
„	0,80	0,75
„	0,80	0,70
		Im Mittel 0,73

Noch genauere Resultate erzielte ich, als ich die kolorimetrische Bestimmung des in den Schwefelkohlenstoff übergegangenen Jods mit dem Kolorimeter von Autenrieth und Königsberger¹⁾ vornahm, das sich mir in diesen Versuchen vortrefflich bewährte. Wie die folgende Tabelle zeigt, ergaben methodische Bestimmungen bei Zusatz von 0,6 mg, 0,8 mg und 1 mg Jodkali zu 3—15 g Kaninchenorgan bei der Verwendung dieses Kolorimeters zur Jodbestimmung in der Aschenlösung überaus genaue Werte. Der Farbenunterschied in dem Kolorimeter ist am deutlichsten, wenn auf den unteren zwei Dritteln abgelesen werden kann. Es ist deshalb zweckmäßig, die Menge des zur Ausschüttelung zu verwendenden CS₂ je nach dem zu erwartenden Jodgehalt resp. nach dem Ausfall von Vorversuchen zu variieren. Wenn der Jodgehalt weniger als 0,04 mg in 1 ccm CS₂ war, brauchte ich zur Ausschüttelung desselben nur 5 ccm CS₂.

¹⁾ Autenrieth und Königsberger, Münchener med. Wochenschrift. 1910, Nr. 19.

Or- gane	Gewicht		Gebrauchte trockene Substanz in g	Zugesetzte JK-Lösung in mg	Wieder- gefunden JK in mg
	frisch g	getrocknet g			
Leber	15,451	4,182	0,764	0,8	0,8
	15,451	4,182	0,939	1,0	0,99
	15,451	4,182	1,050	0,6	0,53
Niere	3,690	0,750	0,728	0,8	0,78
	3,789	0,774	0,712	1,0	0,99
Blut	15,689	2,565	0,660	0,6	0,53
	15,689	2,565	0,480	0,8	0,78
Muskel	14,258	3,078	1,110	0,6	0,55
	14,258	3,078	0,880	0,8	0,76

Mittels dieser Methode habe ich zunächst die Verteilung des Jods bei Kaninchen untersucht, denen 0,3 g Jodkalium pro Kilogramm subcutan injiziert waren. Die Tiere wurden immer 4 Stunden nach der Injektion aus der Carotis verblutet.

Ich lasse zwei Versuchsprotokolle folgen. Die Versuche ergeben eine Bestätigung der Resultate Loeb's. Das Gehirn ist blutfrei; Muskeln, Leber sind jodarm; dann folgt die Lunge. Am jodreichsten sind Blut und Haut. Die Stelle der Niere in der Reihenfolge der Organe wechselt, was sich wohl aus dem wechselnden Gehalte des Nierenbeckens und der Kanälchen an jodreichem Harn erklärt (Vers. I u. II).

Nach dem Ausfall dieser Vorversuche konnte ich erwarten, auch die Verteilung entsprechend geringerer Jodmengen in den Organen kleinerer Versuchstiere mit genügender Schärfe bestimmen zu können. Das Bild der Jodverteilung in den Organen normaler Mäuse, denen 4–5 Stunden vor der Verblutung etwa 8–10 mg Jodkalium pro 10 g Körpergewicht subcutan injiziert waren, stimmt im allgemeinen mit dem Befund an Kaninchen überein. Auch die Mäuseorgane wurden frisch gewogen. Die kleinen Organe resp. Proben der Muskulatur wurden zunächst bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, sodann der größte Teil der Trockensubstanz aus dem Trockengläschen in einen Platintiegel übergeführt und der Rest zurückgewogen. Der kolorimetrisch bestimmte Jodgehalt wurde auf 1 g frische Substanz

Versuch I.

Normales Kaninchen. — 1730 g Körpergewicht.

0.519 g KJ (pro Kilo 0,3 g) subcutan injiziert.

1^h p. m. Injektion.5^h » Verblutung.

Organe	Gewicht		Gebrauchte trockene Substanz g	mg JK pro g frisch
	frisch g	getrocknet g		
Gehirn	2,937	0,629	0,624	—
Muskel (linke Seite) .	3,492	0,826	0,808	0,035
Muskel (rechte Seite) .	3,209	0,768	0,750	0,032
Leber (rechte Lappen)	3,220	0,880	0,875	0,044
Auge	2,893	0,360	0,330	0,06
Lunge (linke)	2,706	0,561	0,520	0,10
Niere (linke)	2,132	0,475	0,470	0,14
Blut	4,328	0,761	0,761	0,22
Haut	2,580	0,713	0,712	0,33

Versuch II.

Normales Kaninchen. — 1570 g Körpergewicht.

0,471 g KJ (pro Kilo 0,3 g) am Rücken subcutan injiziert.

12³⁰ p. m. Injektion.4³⁰ » Verblutung.

Organe	Gewicht		Gebrauchte trockene Substanz g	mg JK pro g frisch
	frisch g	getrocknet g		
Gehirn	3,216	0,699	0,610	0
Muskel (linke Seite) .	3,244	0,658	0,637	0,029
Muskel (rechte Seite) .	3,304	0,684	0,645	0,026
Auge	2,818	0,328	0,325	0,028
Leber (rechte R.) . . .	3,396	0,902	0,882	0,048
Lunge (rechte)	3,263	0,620	0,610	0,062
Blut	4,773	0,726	0,726	0,104
Haut	2,396	0,798	0,597	0,111
Niere (linke)	3,175	0,635	0,613	0,143

berechnet. Um meine Resultate ohne weiteres mit denen Loeb's in Vergleich stellen zu können, habe ich in den Protokollen den Jodgehalt als Jodkalium berechnet und ausgedrückt.

Ich lasse zunächst einige Versuchsprotokolle über die Jodverteilung in dem Mäusekörper folgen.

Versuch IV.

Normale Maus. — 20 g Körpergewicht.

0.02 g JK subcutan injiziert, nach 5 Stunden aus der Carotis verblutet.

Organe	Gewicht		Gebrauchte trockene Substanz g	mg KJ pro g frisch
	frisch g	getrocknet g		
Leber	1.006	0.292	0.287	0.182
Verdauungskanal	2.824	0.535	0.527	0.316
Niere (beide) . .	0.397	0.100	0.093	0.406
Muskel	1.045	0.407	0.403	0.44
Blut	0.440	0.098	0.095	0.49
Haut	0.533	0.189	0.189	1.20

Versuch V.

Normale Maus. — 22 g Körpergewicht.

0.018 g JK (pro Gramm 0.8 mg) zur Injektion gebraucht.

1h p. m. Injektion.

5h „ Verblutung.

Organe	Gewicht		Gebrauchte trockene Substanz g	mg KJ pro g frisch
	frisch g	getrocknet g		
Muskel	2.084	0.523	0.498	0.15
Leber	1.413	0.400	0.395	0.179
Verdauungskanal	2.788	0.568	0.550	0.22
Niere	0.354	0.088	0.085	0.35
Blut	0.316	0.068	0.059	0.58
Haut	0.599	0.271	0.271	0.634

Versuch VI.

Normale Maus. — 16 g Körpergewicht.

12,8 mg JK subcutan injiziert.

12^h p. m. Injektion.4³⁰ » Verblutung.

Organe	Gewicht		Gebrauchte trockene Substanz g	mg JK pro g frisch
	frisch g	getrocknet g		
Muskel	0,784	0,177	0,174	0,10
Leber	0,665	0,189	0,186	0,15
Verdauungskanal	1,432	0,311	0,310	0,17
Niere	0,187	0,050	0,048	0,22
Haut	0,835	0,266	0,266	0,34
Blut	0,485	0,107	0,105	0,41

Wie die Versuche zeigen, stimmt die Jodverteilung in dem Körper der Mäuse — wenigstens was die von mir untersuchten Organe anlangt — mit den Feststellungen Loeb's am Kaninchen überein. Ich stelle die Reihenfolge der Organe nach ihrem Jodreichtum nochmals geordnet zusammen:

Normalkaninchen:

Versuch I.

Gehirn
Muskel
Leber
Auge
Lunge
Niere
Blut
Haut

Versuch II.

Gehirn
Muskel
Auge
Leber
Lunge
Blut
Haut
Niere.

Normalmaus.

Versuch IV.

Leber
Verdauungskanal
Niere
Muskel
Blut
Haut

Versuch V.

Muskel
Leber
Verdauungskanal
Niere
Blut
Haut

Versuch VI.

Muskel
Leber
Verdauungskanal
Niere
Haut
Blut.

Abgesehen von Versuch IV, in dem die Muskeln ausnahmsweise viel Jod enthielten, stimmen die Versuche gut untereinander überein. Die Abweichung in Versuch IV dürfte von einer schlechten Verblutung des Tieres herrühren; dadurch nähert sich der Gehalt der Muskeln dem des jodreichen Blutes. War die Verblutung eine gute, so waren Leber und Muskeln immer sehr jodarm, obgleich der Blutgehalt dieser Organe vor der Verblutung ein reichlicher ist. Die Stelle der Niere wechselt wie bei den Kaninchenversuchen auch hier in der Reihenfolge des Jodgehaltes.

Zur weiteren Kontrolle der Methode habe ich in einem meiner Versuche (Versuch IX) geprüft, wieviel sich von 25,6 mg Jodkali, die einer 32 g schweren Maus subcutan injiziert waren, in der Summe der Ausscheidungen und der im Tierkörper verbliebenen Jodmenge wieder finden läßt. Die in Versuch einzeln bestimmten Jodmengen in den veraschten Organen betragen in diesem Versuche (s. S. 87) zusammen 7,167 mg Jodkalium; der gesamte übrige Mauskörper (Knochen, Muskeln usw.) wurde verascht und darin noch 5,27 mg gefunden; der während der 4 Stunden nach der Injektion ausgeschiedene Harn, Exkremeute usw. wurden durch Ausspülen des Glasbehälters gesammelt und in diesen Ausscheidungen 13,04 mg Jodkalium gefunden. Innerhalb 4 Stunden war in diesem Versuche sonach fast die Hälfte des Jods wieder ausgeschieden worden. Die Summe der einzelnen Anteile der wiedergefundenen Jodmengen beträgt 25,48 mg von 25,6 mg injizierten Jodkaliums.

In nachfolgenden Versuchsprotokollen stelle ich nun die Resultate zusammen, die an den Tumormäusen gewonnen wurden, welche die gleiche Menge Jodkalium pro Gramm Körpergewicht gleichfalls subcutan 4—5 Stunden vor dem Verblutungstode erhalten hatten. Die Versuche zeigen, daß die Reihenfolge der normalen Organe, nach dem Jodreichtum geordnet, bei den Tumormäusen die gleiche ist wie bei den normalen. Das Tumorgewebe schiebt sich in diese Reihenfolge der normalen Organe zwischen die jodarmen — Muskeln, Leber, Verdauungskanal — und zwischen die jodreichsten Gewebe — Blut und Haut — ein. Auffallend ist der hohe Gehalt des

Exsudates, das sich in der Peritonealhöhle der Tumormaus in Versuch IX fand. Es erinnert dieser Befund an den relativ hohen Jodgehalt, den ein Pleuraexsudat des Carcinomkranken von den Veldens aufwies.

Versuch VII.

Tumormaus. — 26 g Körpergewicht.

20,8 mg JK zur Injektion.

11³⁰ a. m. Injektion.

4³⁰ p. m. Verblutung.

Der Tumor war in die Peritonealhöhle durchgebrochen, in der letzteren war hämorrhagische Flüssigkeit enthalten.

Organe	Gewicht		Gebrauchte trockene Substanz g	mg JK pro g frisch
	frisch g	getrocknet g		
Muskel	1,432	0,260	0,203	0,25
Leber	1,235	0,240	0,239	0,29
Verdauungskanal	2,004	0,312	0,295	0,32
Niere	0,380	0,047	0,039	0,48
Tumor	4,948	0,897	0,870	0,58
Blut	0,966	0,096	0,063	0,73
Haut	0,690	0,230	0,230	0,81

Versuch VIII.

Tumormaus. — 33 g Körpergewicht.

26,4 mg JK subcutan injiziert.

11³⁰ a. m. Injektion.

3³⁰ p. m. Verblutung.

Organe	Gewicht		Gebrauchte trockene Substanz g	mg JK pro g frisch
	frisch g	getrocknet g		
Leber	1,638	0,419	0,418	0,255
Muskel	1,670	0,338	0,335	0,288
Verdauungskanal	2,322	0,475	0,462	0,327
Niere	0,349	0,083	0,082	0,536
Tumor	4,330	0,850	0,353	0,654
Haut	1,023	0,283	0,283	0,851
Blut	1,041	0,182	0,177	0,942

Versuch IX.

Tumormaus. — 32 g Körpergewicht.

25.6 m JK subcutan injiziert.

12³⁰ Injektion.4³⁰ Verblutung.

Der Tumor war in die Peritonealhöhle hineingewachsen und die Bauchhöhle enthielt hämorrhagisches Exsudat.

Organe	Gewicht		Gebrauchte trockene Substanz g	mg JK pro g frisch
	frisch g	getrocknet g		
Muskel	1.450	0.250	0.235	0.255
Leber	1.566	0.351	0.344	0.323
Verdauungskanal	3.076	0.603	0.586	0.353
Niere	0.493	0.055	0.053	0.628
Tumor	4.075	0.757	0.434	0.719
Blut	1.247	0.133	0.103	0.948
Haut	1.053	0.279	0.279	0.968
Exsudat	1.925	0.135	0.131	1.021

Versuch X.

Tumormaus. — 13 g Körpergewicht.

10.4 mg JK subcutan injiziert.

12⁴⁰ Injektion.4³⁰ Verblutung.

Organe	Gewicht		Gebrauchte trockene Substanz g	mg JK pro g frisch
	frisch g	getrocknet g		
Muskel	0.812	0.181	0.180	0.11
Verdauungskanal	1.296	0.299	0.298	0.17
Leber	0.666	0.189	0.187	0.18
Niere	0.195	0.047	0.045	0.41
Tumor	0.095	0.018	0.016	0.476
Blut	0.213	0.051	0.045	0.479
Haut	0.398	0.124	0.124	0.53

Ich lasse wiederum eine Übersicht über die Ergebnisse an den Tumormäusen folgen:

Tumormäuse.

Versuch VII	Versuch VIII	Versuch IX	Versuch X.
Muskel	Leber	Muskel	Muskel
Leber	Muskel	Leber	Verd.-K.
Verd.-K.	Verd.-K.	Verd.-K.	Leber
Niere	Niere	Niere	Niere
Tumor	Tumor	Tumor	Tumor
Blut	Haut	Blut	Blut
Haut	Blut	Haut	Haut
		Exsudat.	

Das Carcinomgewebe nähert sich in seinem Gehalte dem der jodreichen Organe. Der Abstand zwischen dem Jodgehalte der jodarmen Organe (Muskel, Leber, Verdauungskanal) und der beiden jodreichen, Blut und Haut — die Schilddrüse konnten wir bei den kleinen Versuchstierchen nicht in Betracht ziehen — ist ein recht großer. Nehmen wir den Gehalt des Blutes als 100 an, so beträgt der der Leber nur 27—39% dieses Wertes, der Jodgehalt der Muskeln nur 23—34%. Das Tumorgewebe steht nun dem Blute an Jodreichtum nur wenig nach; den Jodgehalt des Blutes = 100 gesetzt, enthält es 69—99% dieses Wertes. Darnach scheint es, daß das Jod nach subcutaner Injektion von Jodalkali in dem blutarmen Tumorgewebe besonders reichlich gespeichert wird, jedenfalls viel reichlicher als in den parenchymatösen Organen, Leber und Niere, oder in den Muskeln. Fehler in der Verblutung der Tiere würden den Jodgehalt von Leber, Niere und Muskeln nur noch höher erscheinen lassen; die Jodaffinität des Carcinomgewebes im Vergleich zu den blutreichen Organen ist also tatsächlich vielleicht noch eine größere.

Durch die Untersuchungen von Loeb¹⁾ ist es bekannt, daß die Jodverteilung nach der Einführung lipoidlöslicher Jodverbindungen eine wesentlich andere ist als nach Jodkalizufuhr. Unsere Feststellungen beziehen sich nur auf die Verteilung des Jods nach Einführung von Jodalkali. In welcher Form das

¹⁾ O. Loeb. a. a. O., Archiv f. exp. Pathol. u. Pharmakol., 1907, Bd. LVI.

Jod in den Tumoren gespeichert wird, ob als Jodalkali oder in organischer Bindung, habe ich mit Rücksicht auf die Kleinheit der in Betracht kommenden Mengen nicht festzustellen versucht.

Unsere Kenntnisse über die Speicherung medikamentöser Substanzen in pathologischen Geweben sind bisher sehr gering. Deshalb schien uns die Erweiterung des von von den Velden¹⁾ erhobenen Befundes durch unsere Untersuchung experimenteller Mäusetumoren der Mitteilung wert. Als unsere Versuche schon einige Zeit abgeschlossen waren, erschien eine Arbeit Blumenthals,²⁾ in der die Speicherung von Arsen in dem Sarkom eines Hundes und in dem Sarkom einer Ratte nach der Injektion von Atoxyl erwähnt ist. Auch andere fremde Substanzen werden somit reichlicher in das Tumorgewebe aufgenommen. Die Salicylsäure-Speicherung in erkrankten Gelenken haben Jacoby und Bondi³⁾ festgestellt; für das Jod haben Loeb und Michaud⁴⁾ gezeigt, daß das tuberkulös erkrankte Gewebe Jod zu speichern vermag und daß sich Jod im aseptischen Eiter eines durch Terpentininjektion erzielten Abszesses anhäuft. Jodspeicherung scheint also in recht verschiedenen pathologischen Geweben vorzukommen.

Es war deshalb von Interesse, auch andere experimentelle Tumoren daraufhin zu prüfen, ob ihnen die Fähigkeit, Jod zu speichern, in gleicher Weise zukäme wie den Mäusecarcinomen. Ich bin dem Assistenten des Institutes, Herrn Dr. Steppuhn, zu Danke verpflichtet, daß er nach meiner Abreise von Heidelberg zur Ergänzung meiner Befunde auch das experimentelle Sarkom von Ratten und die Jodverteilung in den normalen Geweben dieser Tierart untersuchte. Auch diese Versuchstiere verdankt das Institut Herrn Prof. v. Wasielewski.

Normale Ratten wurden 4 Stunden nach der subcutanen Injektion von 8 mg pro 10 g Ratte verblutet und der Jodgehalt

¹⁾ von den Velden, a. a. O., Biochem. Zeitschrift, 1908, Bd. IX.

²⁾ F. Blumenthal, Deutsche med. Wochenschr., 1910, Nr. 49.

³⁾ M. Jacoby u. Bondi, Hofmeisters Beiträge, 1906, Bd. VII.

⁴⁾ O. Loeb u. Michaud, Biochem. Zeitschrift, 1907, Bd. III.

von Muskeln, Leber, Verdauungsorganen, Nieren, sowie der des Blutes und eines gereinigten Hautstückes einer von der Injektionsstelle entfernten Hautstelle mittels der geschilderten Methode bestimmt. Die kolorimetrische Bestimmung erfolgte mit dem Authenrieth-Königsbergerschen Kolorimeter. Ich lasse die Versuchsprotokolle über die Jodverteilung an 2 normalen Ratten hier folgen.

Versuch I.

Normale Ratte. — Gewicht 108 g.

85 mg subcutan injiziert.

1^h Injektion.

5^h Verblutung.

Organe	Frischgewicht g	Trockengewicht g	mg JK pro 1 g Frischgewicht
Muskel	3.1232	0.8140	0.159
Leber	3.0954	0.8497	0.187
Verdauungskanal . .	5.4979	1.3382	0.198
Niere	1.3158	0.3562	0.378
Haut	1.8428	0.8595	0.443
Blut	2.4004	0.5244	0.495

Versuch II.

Normale Ratte. — Gewicht 139 g.

110 mg subcutan injiziert.

1^h Injektion.

5^h Verblutung.

Organe	Frischgewicht g	Trockengewicht g	mg JK pro 1 g Frischgewicht
Muskel	1.8751	0.4590	0.138
Leber	4.6713	2.0186	0.170
Verdauungskanal . .	3.1357	0.8648	0.208
Nieren	1.3930	0.3482	0.281
Blut	3.2265	1.6686	0.365
Haut	1.0617	0.4970	0.484

Wie die Versuche zeigen, stimmt die Reihenfolge des Jodgehaltes auch in den Organen der Ratte mit den Befunden Loeb's am Kaninchen und den meinigen an der Maus überein.

Die Sarkome waren durch Überimpfung von einem Jensen'schen Stamme gewonnen. Sie erreichten bis Wallnußgröße. Das Tumorgewebe war derb und blutärmer als das der Carcinome, aber keineswegs cirrhös.

Ich lasse die Versuchsprotokolle über die Jodverteilung an zwei Sarkomratten folgen.

Versuch III.

Sarkomratte. — Gewicht 120 g.
95 mg subcutan injiziert.
1h Injektion.
5h Verblutung.

Organe	Frischgewicht g	Trockengewicht g	mg JK pro kg Frischgewicht
Muskel	2,7632	0,7269	0,0889
Leber	4,0649	1,8414	0,143
Verdauungskanal .	3,3840	0,8611	0,314
Sarkom	2,5404	0,4223	0,457
Nieren	1,1776	0,2062	0,485
Haut	0,6808	0,2467	0,639
Blut	2,7598	0,5530	0,923

Versuch IV.

Sarkomratte. — Gewicht 152 g.
120 mg subcutan injiziert.
1h Injektion.
5h Verblutung.

Organe	Frischgewicht g	Trockengewicht g	mg JK pro kg Frischgewicht
Muskel	4,5664	1,1839	0,239
Leber	3,6188	0,8564	0,276
Verdauungskanal .	4,9292	1,1195	0,349
Sarkom	6,6827	1,2094	0,459
Nieren	1,4909	0,3932	0,587
Haut	1,0314	0,3828	0,681
Blut	2,6201	0,5251	0,809

Auch der Jodgehalt des Sarkomgewebes steht demnach, wie der des Mauscarcinoms, in der Mitte zwischen den jodarmen Geweben — Leber, Muskeln, Verdauungskanal — und den jodreichen Geweben — Haut und Blut. Auch der Jodgehalt des Sarkomgewebes steht den jodreichen Geweben näher; dennoch ist die Jodaffinität des Rattensarkoms eine deutlich geringere, als die des Mäusecarcinoms. Dies erhellt am besten aus dem Vergleich mit den Blutzahlen. Setzt man den Jodgehalt des Blutes = 100, so enthält das Sarkomgewebe 49—56% dieses Blutwertes, während die Mäusecarcinome 69—99% des Jodgehaltes im Blute erreichten.

Die Ergebnisse lassen sich dahin zusammenfassen:

1. Nach subcutaner Injektion von Jodkali stimmt die Jodverteilung im Organismus der Maus und der Ratte mit der von Loeb festgestellten Jodverteilung beim Kaninchen überein.

2. Der Jodgehalt der experimentellen Mäusecarcinome, sowie der Rattensarkome ist ein relativ hoher; bei den Mäusecarcinomen nähert er sich dem der jodreichsten Gewebe — Blut und Haut —, während die Rattensarkome eine etwas geringere Jodspeicherung aufweisen.
