

(Aus dem Institut für Gerichtliche und Soziale Medizin der Universität Halle a. d. S.
Direktor: Prof. Dr. Walcher.)

Über die Prüfung der Schwimmfähigkeit bzw. des spezifischen Gewichtes des Thymus.

Von
K. Walcher und H. Klauer.

Mit 1 Textabbildung.

Die Abschätzung des Grades der Verfettung des Thymus gehört wohl nach übereinstimmender Meinung zu den Aufgaben der Sektion. Gewonnen wird ein Urteil über den Zustand des Organs in erster Linie aus der Betrachtung des mehr oder weniger frei präparierten Organs an seiner Ober- und an seiner Schnittfläche.

In ausgesprochenen Fällen von parenchymatös erhaltenem Thymus einerseits und stark oder fast völlig verfettetem Thymus andererseits ist die Erkennung des Zustandes meist einfach, also im Kindesalter wie im höheren Alter. Doch kommen auch bei starker Verfettung gewisse Schwierigkeiten vor, so z. B. ist die Erkennung des Fettes bei starker Hyperämie (Stauung oder postmortal durch Hypostase, besonders bei Tod in Bauchlage) erheblich erschwert. Aber gerade auch bei teilweiser Verfettung um die Zeit der Pubertät, sowie kurz vorher und nachher, ist bei dem auch an verschiedenen Stellen nicht gleichmäßigen Zustand des Thymus die Erkennung, wie hoch der Grad der Verfettung ist, nicht immer leicht. Jedenfalls ist die bloße Schätzung die rohste Methode. Messung und Wägung sind freilich hinsichtlich der Feststellung der Organgröße und des Organgewichtes als ausreichend anzusehen. Die verschiedenen Sektionsvorschriften, die wir durchgesehen haben, enthalten folgendes:

C. Nauwerck (S. 108):

Die Untersuchung des Thymus geschieht, sofern er nachweisbar vorhanden, an Ort und Stelle durch senkrechte Einschnitte in der Längsrichtung, nötigenfalls präpariert man ihn, um Raum zu gewinnen, von unten nach oben bis zur oberen Thoraxapertur los und nimmt ihn später mit den Halsorganen heraus.

O. Busse (S. 37):

... Was lagert sonst über demselben (Herzbeutel), Fett oder Thymus? Wie groß ist die Thymus? Welche Farbe und welche Konsistenz hat dieselbe?

J. Orth (S. 27, Erläuterungen!):

... Daß bei anscheinenden Größenabweichungen der Organe eine Bestimmung durch Messung oder Wägung zu geschehen hat...

(S. 81):

... Die Zustände des Mittelfells, insbesondere das Verhalten der darin vorhandenen Brust- und Thymusdrüse werden schon hier ermittelt.

Zenker (G. Hauser) (S. 16):

Dann folgt die Schilderung der Thymusdrüse und des mediastinalen Fettgewebes. Bei Persistenz oder Hypertrophie der Thymus sind die topographischen Verhältnisse des Situs genau zu schildern.

R. Rössle (S. 10):

... Unter gewöhnlichen Umständen geht man jetzt mit Hakenpinzette und mittlerer Schere an den Herzbeutel heran und löst von ihm, wenn vorhanden, die Thymusdrüse scharf ab, sie wird bis zur Halsgrube (Jugulum) herausgesetzt und bis zu ihren oberen Zipfeln verfolgt, dann nach Belieben vorläufig an den Halsorganen belassen oder gleich abgeschnitten und gewogen.

Gierke (S. 38):

... Situs der Brusthöhle. Größe des freiliegenden Herzbeutels. Erguß, Verwachsungen in beiden Pleurahöhlen, Thymus, große Venenstämme.

Die Vorschriften für das Verfahren bei der gerichtlichen Untersuchung von Leichen für das Land Preußen vom 31. V. 1922 enthalten im § 18 (S. 303) folgende Vorschriften:

... Die Zustände des Mittelfells, besonders das Verhalten der darin vorhandenen Brust- oder Thymusdrüse werden schon hier ermittelt.

(S. 305):

... Wenn eine Verengerung der Luftröhre durch Druck seitens benachbarter Teile, z. B. einer übergroßen Thymusdrüse, anzunehmen ist, empfiehlt es sich, schon vor der Eröffnung der Brusthöhle oder doch sofort nach Entfernung des Brustbeins die Luftröhre in ihrer natürlichen Lage quer zu durchschneiden, um durch Einblick in die Lichtung nach oben und unten eine etwa vorhandene Verengerung sicherer zu erkennen.

In den entsprechenden bayerischen Vorschriften (Regulativ von 1930) heißt es in § 22 Ziffer 8:

„Die etwa noch vorhandene innere Brustdrüse (Briesel) wird nunmehr, wenn sie größer ist, vorsichtig mit der Schere von dem zunächst noch uneröffneten Herzbeutel abpräpariert, gewogen und ihre Schnittfläche beschrieben, dann erst wird der Herzbeutel durch einen Längsschnitt eröffnet, nach Herausheben des Herzens von der Spitze her der Herzbeutelinhalt nach Menge und Beschaffenheit bestimmt und werden Verwachsungen oder Verklebungen mit dem Herzen festgestellt und vorsichtig getrennt.“

Schon vor längerer Zeit kam der eine von uns unter den kritischen Augen seines langjährigen Lehrers *Merkel* auf den Gedanken, den Thymus im ganzen oder in einzelnen Teilen auf seine Schwimmfähigkeit zu prüfen (*Walcher*). Ein Teil der untersuchten Thymusdrüsen zeigte sich dabei schwimmfähig, ein Teil ging unter. Schwimmfähig zeigten sich dabei die Thymusdrüsen von alten Leuten, die bekanntlich mehr oder weniger weitgehend verfettet sind. Nicht schwimmfähig waren die Thymusdrüsen von Neugeborenen und von Jugendlichen bis in die Pubertätszeit hinein, zum Teil auch noch später. Es lag nun nahe, den Fettgehalt der Thymusdrüsen in denjenigen Fällen festzustellen, in welchen die Drüse sich schwimmfähig erwies. Um aber gleichzeitig einen völligen Überblick über den Fettgehalt des Thymus überhaupt und sein Verhältnis zur Frage der Schwimmfähigkeit zu bekommen,

wurde fortlaufend durch Bestimmung des Ätherextraktes der an-nähernde Fettgehalt des jeweiligen Thymus bestimmt (*Klauer*). Daraus ergab sich dann die Veranlassung, das spezifische Gewicht des Thymus in den einzelnen Fällen überhaupt zu bestimmen und in Beziehung zu bringen mit dem Fettgehalt (Ätherextrakt). Es wurde dabei folgendermaßen vorgegangen:

1. Gewicht (absolutes): Der präparierte Thymus wurde auf einer Tarierwaage gewogen.

2. Schwimmfähigkeit: Die Schwimmfähigkeit wurde in Wasser (Leitungswasser) von 11°C geprüft.

3. Wassergehalt: Der zerkleinerte Thymus wurde in einer flachen, tarierten, mit Sand gefüllten Schale bei 100—110°C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und der Gewichtsverlust als Wasser angegeben. Teilweise wurde auch die Differenz zwischen ursprünglichem Gewicht und Trockensubstanz (siehe 4.) als Wasser angegeben.

4. Trockensubstanz: Die Trockensubstanz ist die Differenz zwischen ursprünglichem Gewicht (1) und Wassergehalt (3), bzw. Differenz zwischen dem Gewicht der mit Sand gefüllten Schale plus Trockengut und Schale mit Sand.

5. Fettgehalt: Das unter 3., bzw. 4. erhaltene Material wurde in eine Extraktionshülse übergeführt und im Soxhletschen Extraktionsapparat mit Äther extrahiert. Der nach dem Abdestillieren des Äthers verbleibende Rückstand wurde nach dem Trocknen gewogen und als Fett angegeben.

6. Fettfreie Trockensubstanz ist die Differenz zwischen 4 und 5. Die Werte von 3—6 wurden in Prozenten von 1 (absolutes Gewicht) angegeben.

7. Fettgehalt der Trockensubstanz ist der Quotient der Werte von 5:4.

8. Fett pro 1 g fettfreier Trockensubstanz: Quotient 5:6.

9. Spezifisches Gewicht: Das spezifische Gewicht wurde nach der Formel $s = \frac{G}{W} \cdot d$ bestimmt. Hierbei bedeutet s = spezifisches Gewicht, G = Gewicht in Luft, W = Gewichtsverlust in Wasser (d. i. Gewicht in Luft minus Gewicht in Wasser), d = spezifisches Gewicht des Wassers beim Versuch.

War der Thymus spezifisch leichter als Wasser, d. h. sank er nicht unter, so wurde er mit einem Massenstein von bekanntem Gewichtsverlust in Wasser beschwert und dieser Gewichtsverlust von dem Gesamtgewichtsverlust abgezogen.

Hier muß bemerkt werden, daß bisher, soweit wir die Literatur überblicken konnten, größere Reihen von Fettbestimmungen auf chemischem Wege nicht vorgenommen wurden. *Hammar* bestimmt den Fettgehalt auf optisch-planimetrischem Wege, indem er Flachschnitte durch die Drüsen legt, dieselben bei schwacher Vergrößerung und entsprechender Färbung abzeichnet, aus der Zeichnung einerseits die verfetteten Partien, andererseits die erhaltene Rinden- und Marksubstanz herausschneidet und die einzelnen Teile wägt, oder nach Bestimmung der Flächenausdehnung daraus das Verhältnis von Fett zu Parenchym berechnet.

Holmström hat den Nachweis zu führen versucht, daß auch in dem Thymus des neugeborenen Kaninchens Fett oder fettähnliche Substanz vorhanden ist, und zwar durch Färbung histologischer Schnitte und Untersuchung im polarisierten Licht. Er hat mit den damaligen Methoden Fette bzw. fettähnliche Stoffe auch in Embryonen nachgewiesen. Er war allerdings schon der Meinung, daß seine Färbungen keine spezifischen seien, und deshalb dürften die Angaben „Fett“ nicht nur auf Neutralfett bezogen werden, sondern müßten auch die fettähnlichen Stoffe einschließen.

Wir verstehen unter Fett in der vorliegenden Arbeit alle Stoffe, die sich aus dem Thymus mit Äther ausziehen lassen. Die Differenzierung in Neutralfett und fettähnliche Stoffe soll einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben. Uns kam es im wesentlichen darauf an, möglichst rasch einen Überblick über den Grad der Verfettung zu erlangen. Die einfachste Methode ist die, die Schwimmfähigkeit zu prüfen. Da das Fett ein spezifisches Gewicht unter 1 hat, das übrige Gewebe aber über 1, so war anzunehmen, daß der Thymus erst von einem bestimmten Grad der Verfettung an schwimmt. Und man war nach Feststellung des Fettgehaltes, den der Thymus mindestens haben mußte, um schwimmfähig zu sein, leicht in der Lage, auf Grund der Schwimmprobe festzustellen, ob dieser Gehalt erreicht ist oder nicht. Nachdem sich gezeigt hatte, daß die Schwimmfähigkeit des Thymus erst bei etwa 25% Fett des frischen Organs bzw. bei 70% Fett in der Trockensubstanz, also erst bei sehr weitgehender Verfettung erreicht wird, lag es nahe, zu untersuchen, ob nicht eine verwertbare Beziehung zwischen Fettgehalt und spezifischem Gewicht vorhanden ist, um so aus der Bestimmung des spezifischen Gewichtes den Fettgehalt wenigstens annähernd zu berechnen. Im Verlaufe der Untersuchungen wurde dann auch festgestellt,

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Laufende Nr.	Alter der Leiche	Gewicht des Thymus	Wasser %	Trocken-substanz %	Fett % (Ätherextrakt)	Fettfreie Trocken-substanz (= 5 minus 6) %	Fettgehalt der Trocken-substanz in % der Trocken-substanz (5)	Gramm Fett pro 1 g fettfreie Trocken-substanz	Schwimmfähigkeit	Spezif. Gewicht bezogen auf Wasser von 4° bestimmt bei 21°
1	7 Mon.	5,05	83,8	16,2	0,7	15,5	4,3	0,045	—	1,05
2	Unreif	7,85	85,1	14,9	0,8	14,1	5,6	0,060	—	1,05
3	Neugeb.	9,06	83,4	16,6	0,9	15,7	5,7	0,060	—	1,05
4	Unreif	7,10	88,7	11,3	1,0	10,3	9,2	0,101	—	1,05
5	19	24,01	81,7	18,3	2,1	16,4	11,1	0,124	—	1,049
6	15	10,99	69,2	30,8	3,8	27,0	12,6	0,141	—	.
7	16	23,22	63,3	33,6	4,3	32,4	11,9	0,135	—	.
8	12	18,56	81,9	18,1	4,9	13,2	27,3	0,374	—	1,038
9	Ende 30	13,16	78,2	21,8	6,1	15,7	27,9	0,387	—	1,042
10	15	22,03	70,5	29,5	6,2	23,3	21,0	0,266	—	.
11	16	22,80	76,8	23,2	8,9	14,3	38,3	0,621	—	1,034
12	?	39,01	74,0	26,0	10,8	15,2	38,7	0,662	—	1,034
13	25	19,38	73,0	27,0	13,3	13,7	49,1	0,964	—	.
14	22	7,30	68,3	31,7	15,5	16,2	48,9	0,957	—	.
15	22	22,87	65,4	34,6	20,6	14,0	68,0	1,47	—	{ dicht an Schwimmfähigkeit
16	54	8,50	50,4	49,6	30,6	19,0	72,5	1,89	+	0,988
17	24	24,10	55,0	45,0	32,7	12,3	72,8	2,66	+	.
18	33	23,88	35,9	64,1	57,1	7,0	89,0	8,16	+	.
19	?	27,81	32,1	67,9	65,6	2,3	96,8	28,6	+	0,945

dass anscheinend eine verwertbare Beziehung zwischen den beiden Größen besteht.

Die bei der Untersuchung erhaltenen Werte sind in vorstehender Tabelle zusammengestellt.

Die Reihenfolge der untersuchten Fälle ist geordnet nach steigendem Fettgehalt. Diese Tabelle bildet die Grundlage für die Konstruktion der nachfolgenden beiden Kurven.

Auf der Ordinate ist für Kurve I der Fettgehalt in Prozenten des frischen, freipräparierten Thymus, für Kurve II der Fettgehalt der Trockensubstanz angegeben, auf der Abszisse ist für beide Kurven das spezifische Gewicht aufgetragen.

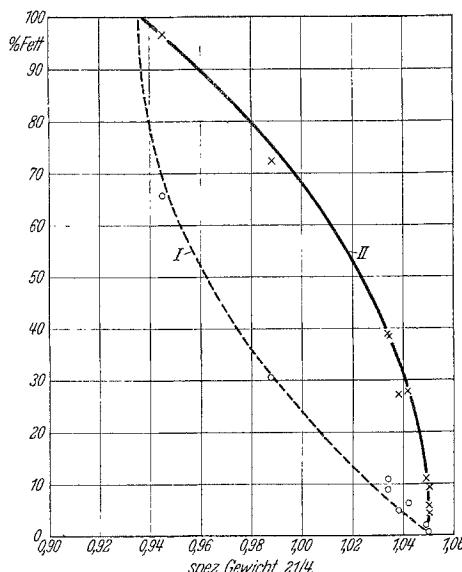


Abb. 1. Beziehung zwischen spezifischem Gewicht und Fettgehalt des Thymus. —— I = Fett in Prozenten des frisch präparierten Thymus; —— II = Fett in Prozenten des getrockneten Thymus.

Grade der Verfettung bis zu etwa 65% des Gesamtgewichtes des frischen Thymus hinaufgehen können. Der Flüssigkeitsgehalt des Organs erklärt die Tatsache, daß trotz makroskopisch anscheinend völliger Verfettung doch die Gewichtsprozente des Fettes nicht noch höher reichen. Die Vergleiche mit den Ergebnissen der Fettbestimmung der Trockensubstanz (bis 96,8% in Tab. 1) erklären diese Verhältnisse.

2. In Instituten, in welchen eine Tarierwaage zur Verfügung steht, die noch auf $1/100$ g genau anspricht, kann das spezifische Gewicht und daraus der annähernde Fettgehalt bestimmt werden. Wird dies beabsichtigt, so hat die Prüfung auf Schwimmfähigkeit zu unterbleiben, da sonst durch anhaftendes Wasser das absolute Gewicht zu groß und deshalb das spezifische Gewicht zu klein wird. Es empfiehlt sich, die

Zu den Kurven ist noch zu bemerken: Die Zahl der Untersuchungen, welche zu der Aufstellung der Kurven geführt hat, ist noch verhältnismäßig gering, speziell in dem Gebiet des höheren Fettgehaltes, so daß weitere Untersuchungen vorbehalten bleiben müssen, um festzustellen, ob die gezeichneten Kurven tatsächlich auch in allen ihren Teilen den angedeuteten Verlauf nehmen.

Aus den Untersuchungen ergaben sich folgende praktische Untersuchungsmöglichkeiten:

1. Durch die einfache Schwimmfähigkeit des Thymus in kaltem Wasser von 10—15° kann festgestellt werden, ob der Thymus über oder unter etwa 25% Fett bzw. über oder unter etwa 70% Fett in der Trockensubstanz enthält. Es ist dazu zu bemerken, daß die höchsten

Wägung des freipräparierten Thymus, welcher am besten in einer geschlossenen Petri-Schale aufbewahrt wird, möglichst während oder doch sehr bald nach der Sektion vorzunehmen, da sonst das absolute Gewicht zu klein und das spezifische Gewicht zu groß wird. Der Thymus muß nach seiner absoluten Wägung (siehe oben) noch in Wasser gewogen werden. Es wird dabei der an der Waage hängende und gewogene Thymus in ein Becherglas, welches mit Wasser von bekannter Temperatur gefüllt ist, hineingehängt und für freies Hängen des Organs Sorge getragen. Aus der hierbei festgestellten Gewichtsdifferenz ergibt sich die Größe des Faktors W , der in das absolute Gewicht dividiert wird (siehe oben). Der Quotient ist dann noch mit dem spezifischen Gewicht des Wassers bei der Versuchstemperatur zu multiplizieren, dann bekommt man die oben skizzierte Formel: S (spez. Gewicht) = $\frac{G}{W} \cdot d$.

Vorsicht ist bei faulen Leichen geboten, da durch Gasbildung innerhalb des Thymus das Gewicht in Wasser zu klein und dementsprechend das spezifische Gewicht zu niedrig gefunden wird.

Ist der Thymus spezifisch leichter als Wasser (schwimmfähig), so muß er mit einem Massenstein, z. B. einem 2-g-Messingstück, von bekanntem Gewichtsverlust in Wasser (jeweils zu bestimmen) beschwert und dieser Gewichtsverlust von dem Gesamtgewichtsverlust abgezogen werden.

Literaturverzeichnis.

Busse, Sektionstechnik. — *Gierke*, Sektionstechnik. — *Hamarsten*, Lehrbuch der Physiologie. — *Hammar*, Die Menschenthymus. Z. mikrosk.-anat. Forsch. Erg.-Bd. 1926; 1929 — Über Gewicht, Involution und Persistenz der Thymus im Postfetalen. Arch. f. Anat. 1906 — Über die normalen Thymusgewichte. Vjschr. gerichtl. Med., III. F. 1909, 37 — Erg. Anat. 19 (1910) — Die Lehre vom Status thymicus im Lichte der normalen Thymus. Verh. klin. Wschr. 8, Nr 30, 1385 (1929). — *Hauser, G.*, Die Zenkersche Sektionstechnik. — *Holmström*, Über das Vorkommen von Fett und fettähnlichen Substanzen im Thymusparenchym. Arch. mikrosk. Anat. 77, 323 (1911). — *Nauwerck*, Sektionstechnik. — *Orth*, Erläuterungen zu den Vorschriften über das Verfahren bei der gerichtlichen Untersuchung von Leichen für das Land Preußen. — *Roessle, R.*, Sektionstechnik. — *Roessle u. Roulet*, Maß und Zahl in der Pathologie. — Vorschriften für das Verfahren bei der gerichtlichen Untersuchung von Leichen für das Land Preußen vom 31. V. 1922. — Vorschriften für das Verfahren bei der gerichtlichen Untersuchung von Leichen für den Freistaat Bayern vom 17. VII. 1930.