Anat. Inst. d. Med. Fak., Univ. Okayama (Vorstand: M. SEKI).

Vergleichende Beobachtung der Struktur der Arterien von Ratte und Maus.

大黒鼠と二十日鼠の諸動脈の構造の比較.

Rei HIROSE 広瀬 令.

(Eingegangen am 27. Juli 1958.)

Über den Vergleich der Struktur der Arterien von Menschen und verschiedenen Tieren liegen schon nicht wenige Untersuchungen vor. Es wurde in dieser Arbeit die Untersuchung des Unterschiedes der Struktur von verschiedenen Arterien der Ratte und Maus vorgenommen, weil beide Tiere trotz einer großen Differenz der Körpergröße zu derselben Tierpezies gehören und von der gleichen äußeren Gestalt sind. Wir finden zwar eine solche vergleichende Studie an der Maus und Ratte von SMITH u. a. (1951). Diese handelte aber hauptsächlich nur von den Altersveränderungen der Dicke und Zahl der elastischen Lamellen in der Media der Aorta thoracica.

I. Material und Methode.

Da die Struktur der Arterienwand, mit dem Alter variiert, so wurden eine 260 g schwere Ratte und eine 17 g schwere Maus von fast gleichen Lebensmonaten als das Untersuchungsmaterial gewählt. Sie wurden mit Äther narkotisiert und getötet. Den Tieren entnahm man Stücke von 12 verschiedenen Arterien mit umgebendem Gewebe: Aorta thoracica, Aorta abdominalis, Arteria subclavia, Arteria carotis communis, Arteria iliaca communis, Arteria iliaca externa, Arteria brachialis, Arteria femoralis, Arteria poplitea, Arteria coeliaca, Arteria mesenterica cranialis und Arteria mesenterica caudalis. Man fixierte sie in 10%igem Formalin und bettete zwei gleichnamige Arterien aus den beiden Tieren nebeneinander in Paraffin ein, und zwar derart, daß man 6 Paare solcher Arterien in Paraffin gleichzeitig schneiden konnte. Ein 10 μ dicker Paraffinschnitt mit 6 Paaren Arterien schnitten wurde auf einem Objektglas aufgeklebt und mit Hämatoxylin und Eosin oder WEIGERT'schem Resorcinfuchsin oder aber nach der HEIDENHEIN'scher Azanmethode gefärbt.

Zur Messung der Dicke der Schichten der Arterienwand benutzte man den Okularmikrometer.

Man bezeichnete die Länge der Linie, welche die Gipfelpunkte der Falten an der inneren Fläche der Wand der quergeschnittenen Arterie verbindet, als den Umfang des Lumens und die ganze Länge der inneren Fläche derselben als die Länge der Intimaoberfläche. Diese Längen wurden an der 400fach vergrößerten Photographie mit dem Curvimeter gemessen.

Der Zusammenziehungsindex der Innenfläche der Arterienwand war durch

$$\frac{\text{Länge der Intimaoberfläche} - \text{Umfang des Lumens}}{\text{Länge der Intimaoberfläche}} \times 100$$

ausgedrückt.

Es wurde die Menge der elastischen Elemente, muskulösen Elemente und Kollagenfasern nach der Methode von YAMADA u. a. (1958) mit Benutzung des elektrischen Photometers ermittelt. Das Verhältnis der Menge der einzelnen Gewebselemente der Media zu der der ganzen Media ließ sich im Prozentsatz ausdrücken.

II. Ergebnisse und Auswertung.

Wie in Tabelle 1 angegeben ist, ist die Intima in allen Arterien der beiden Tiere sehr dünn und besteht fast nur aus einem einfachen Lager von Endothelzellen, nur daß die Intima bei der A. femoralis und poplitea etwas dicker erscheint.

Tabelle 1. Dicke der nach dem Tode zusammengezogenen Arterienwand (μ).

	Intima		Media		Adventitia		Gesamtdicke	
	Ratte	Maus	Ratte	Maus	Ratte	Maus	Ratte	Maus
Aorta thoracica	1.7	1.7	97	52	57	15	155	67
Aorta abdominalis	1.7	1.5	90	45	48	35	139	81
A. subclavia	1.7	1.7	81	40	45	20	125	62
A. carot. comm.	1.5	1.4	52	28	45	18	99	47
A. iliaca comm.	1.8	1.7	74	35	40	22	112	56
A. iliaca ext.	1.5	1.5	77	37	44	30	122	68
A. brachialis	1.7	1.5	76	34	30	29	107	63
A. femoralis	2.0	1.7	61	16	35	17	97	35
A. poplitea	2.2	1.7	69	17	36	12	106	30
A. coeliaca	1.4	1.5	70	25	40	11	111	37
A. mesent. cran.	1.7	1.5	41	21	19	17	61	36
A. mesent. caud.	1.7	1.7	35	17	17	7	51	25

Bemerkenswert ist, daß die Ratte trotz ihres etwa 15fach schwereren Körpergewichts keine Arterien von weit beträchtlich dickerer Wanddicke führt, daß die Dicke der Media bei der Ratte nur ungefähr 2mal größer ist als bei der Maus, die A. femoralis und poplitea ausgenommen, deren Mediadicke etwa 3mal größer ist.

Das Dickenverhältnis der Adventitia der beiden Tieren ist etwa wie das der Media.

Das Verhältnis der Dicke der Media zu dem der Adventitia (Dicke der Media/Dicke der Adventitia) beträgt bei der A. iliaca ext., brachialis, femoralis und poplitea der Maus etwa 1.0, bei allen anderen Arterien der beiden Tieren aber etwa 2.

Der Unterschied des Lumens der Arterien bei den beiden Tieren ist auch, wie man es in Tabelle 2 sieht, nicht so groß wie der der Körpergewichte. Der Umfang des Lumens ist nämlich bei der Ratte etwa 2mal größer als bei der Maus. Zu bemerken ist, daß bei der Maus die innere Fläche der Arterienwand an Falten

Tabelle 2. Der Umfang des Lumens, die Zahl der Falten und die Länge der Intima-
oberfläche im Querschnitt der nach dem Tode zusammengezogenen Arterien.

	Umfang d. Lumens (mm)		Zahl der Falten		Länge der Intimaoberfläche (mm)		Zusammenziehungs- index d. Innen- fläche d. Arterien- wand (%)	
	Ratte	Maus	Ratte	Maus	Ratte	Maus	Ratte	Maus
Aorta thoracica	3.85	2.64	73	71	4.25	3.83	9.4	31.0
Aorta abdominalis	1.80	0.85	75	46	2.10	1.21	14.3	29.8
A. subclavia	1.72	1.05	56	53	1.90	1.25	9.5	16.0
A. carot. comm.	1.81	0.65	65	34	1.91	1.10	5.2	40.9
A. iliaca comm.	1.57	0.61	54	34	1.80	1.05	12.8	41.9
A. iliaca ext.	1.04	0.36	40	29	1.61	0.72	35.4	50.0
A. brachialis	0.47	0.25	30	27	0.78	0.50	39.7	50.0
A. femoralis	0.60	0.28	35	47	0.96	0.65	37.5	56.9
A. poplitea	0.50	0.21	45	35	0.97	0.50	48.5	58.0
A. coeliaca	1.70	0.28	40	37	2.10	0.42	19.0	33.3
A. mesent. cran.	0.15	0.12	20	29	0.25	0.21	40.0	42.9
A. mesent. caud.	0.21	0.15	31	26	0.40	0.20	47.5	25.0

reicher ist als bei der Ratte, so daß der Zusammenziehungsindex der Innenfläche der Arterienwand bei der Maus größer ist als bei der Ratte (mit einer Ausnahme von der A. mesenterica caudalis).

Es erübrigt sich noch hinzuzufügen, daß bei den beiden Tieren die peripheren Arterien, besonders die der Extremitäten, sich nach dem Tode stärker zusammenziehen als die Arterien vom elastischen Typus in der Nähe des Herzens (vgl. Tafelabb. 1—4 und 13—16).

a) Die elastischen Elemente.

Bekanntlich sind die elastischen Elemente bei dem Menschen, Kaninchen u. a. m. in der Media der dicken Arterien in der Nähe des Herzens besonderes reichlich vorhanden, aber sehr gering in der Intima. In peripheren Arterien vermehren sie sich in der Adventitia. Bei der Ratte und Maus finden sich auch fast keine elastischen Fasern in der Intima bei allen Arterien (Tafelabb. 1—16). In der Media sind die elastischen Elemente bei der Ratte mit einer Ausnahme der A. subclavia dichter vorhanden als bei der Maus (Textabb. 1). Die elastischen Elemente sind auch in der Adventitia der großen Arterien bei der Ratte besser entwickelt (Tafelabb. 1—8), dagegen in der Adventitia peripherer Arterien bei der Maus verhältnismäßig besser (Tafelabb. 9 und 10).

Die elastischen Lamellen in der Media sind bei beiden Tieren in den großen Arterien, wie in der Aorta thoracica, Aorta abdominalis, A. subclavia, carotis communis und iliaca communis, gleichmäßig dick, ordnen sich fast parallel und verbinden sich mit verzweigten feineren Lamellen oder Fasern miteinander, um Netzwerke zu bilden. Die Zwischenräume zwischen den elastischen Lamellen sind ziemlich breit. Die Tunica elastica interna und externa kommen nicht deutlich vor

Abb. 1. Relative Menge der elastischen Fasern in der Media bezogen auf das ganze Mediagewebe (%). Ratte, Maus.

(Tafelabb. 1—10). Je dünner die Arterien werden, um so stärker falten sich die elastischen Lamellen in der Media. Diese Faltung tritt bei der Maus stärker auf als bei der Ratte, dagegen kommt die Splitterung der elastischen Lamellen seltener vor.

In den peripheren Arterien sind die elastischen Elemente in der Media, wie in Textabb. 1 und Tafelabb. 11—16 dargestellt ist, schwach entwickelt, wobei sich die Tunica elastica interna und externa deutlich bemerken lassen. Weiter periphrwärts wird die Tunica elastica externa schwächer.

Die Media der Arterien der Ratte ist mit den elastischen Elementen meist mehr

oder weniger besser versehen als die der Maus. Die elastischen Lamellen in der Media der Aorta thoracica und abdominalis und der A. subclavia, carotis communis und iliaca communis der Ratte sind genau um 1 oder 2 Lagen mehr vorhanden als in der der gleichnamigen Arterien der Maus (Tabelle 3).

b) Die muskulösen Elemente.

Die Media der Arterien ist bei der Maus meist stärker mit Muskulatur versehen als bei der Ratte, die Media der Aorta abdominalis und A. subclavia und poplitea aber bei ihr etwas schwächer. Die Prozentzahl des Flächeninhaltes der muskulösen Elemente der Media zum ganzen Flächeninhalt derselben im Quer-

Tabelle 3. Zahl der elastischen Lamellen in der Media.

	Ratte	Maus
Aorta thoracica	8—9	6—7
Aorta abdominalis	6—8	5—6
A. subclavia	6—8	4—5
A. carot. comm.	5—6	4—5
A. iliaca comm.	5—6	3—4
A. iliaca ext.	4	3
A. brachialis	4	3
A. femoralis	4	3
A. poplitea	2	2
A. coeliaca	4	3
A. mesent. cran.	2	2
A. mesent. caud.	2	2

schnitt wird im Gegensatz zu der der elastischen Elemente peripherwärts größer. Die Zahl ist unter den untersuchten Arterien am größten an der A. femoralis und poplitea (Abb. 2).

Abb. 2. Relative Menge der Muskulatur in der Media bezogen auf das ganze Mediagewebe (%). Ratte, Maus.

Die Adventitia der großen Arterien ist bei beiden Tieren reich an Muskulatur, die der peripheren Arterien aber daran arm.

Abb. 3. Relative Menge der Kollagenfasern in der Media bezogen auf das ganze Mediagewebe (%). Ratte, Maus.

c) *Die Kollagenfasern.*

Die Menge der Kollagenfasern in allen drei Schichten der Arterienwand ist in den dem Herzen naheliegenden Arterien in der Media > Adventitia > Intima, in peripheren Arterien aber in der Adventitia > Media > Intima, und zwar bei den beiden Tieren. Die Prozentzahl ihres Flächeninhaltes in der Media zum ganzen Flächeninhalt derselben im Querschnitt des Gefäßes beträgt bei allen Arterien der beiden Tiere nicht mehr als 30% (Abb. 3).

III. Zusammenfassung.

1. Ungeachtet des großen Unterschiedes des Körpergewichtes zwischen der Ratte und Maus zeigt die Weite und die Wanddicke der Arterien (Aorta thoracica und abdominalis und A. subclavia, carotis communis, iliaca communis, iliaca externa, brachialis, femoralis, poplitea, coeliaca, mesenterica cranialis und mesenterica caudalis) verhältnismäßig kleine Unterschiede.

2. Das Verhältnis der Menge der elastischen Elemente zu der der ganzen Gewebelemente der Media der obigen Arterien ist bei der Ratte um 2—10% größer als bei der Maus. Die elastischen Lamellen kommen in der Media der Aorta thoracica und abdominalis und A. subclavia, carotis communis und iliaca communis der Ratte um 1 oder 2 Lagen mehr vor als bei der Maus. Die elastischen Lamellen haben bei der ersteren immer die Neigung, dünne Zweige abzugeben oder sich in dünnere Lamellen zu splintern.

3. Die Menge der Muskulatur in der Media ist bei der Maus, abgesehen von der Aorta abdominalis und A. subclavia und poplitea, verhältnismäßig größer als bei der Ratte. Die Muskulatur findet sich bei den beiden Tieren in den peripheren Arterien, besonderes in den Extremitäten reichlicher als in den größeren Arterien.

4. Die Zusammenziehung der Arterien nach dem Tode ist in den peripheren Arterien größer als in den größeren Arterien vom elastischen Typus. Sie ist gewöhnlich bei den verhältnismäßig muskelreichen, dünnerwandigen Arterien der Maus größer als bei den verhältnismäßig muskelarmen, dickerwandigen der Ratte.

内 容 自 抄.

同類で、外形が同じであるが、大きさの著しく違う大黒鼠と二十日鼠の諸動脈の構造が比較された。両動物の動脈の太さとその壁の厚さの比は体重の比ほど大きくはない。大黒鼠の中膜の全組織成分に対する弾性成分の割合は二十日鼠のものより2—10%多い。中膜の弾性板の数は大黒鼠の胸-、腹大動脈及び鎖骨下-、総頸-、総腸骨動脈に於ては二十日鼠のものより1—2枚多い。そして前者の弾性板はどれも繊細な弾性線維を分岐するか或は自身細い弾性板に分れる傾向にある。中膜の全組織成分に対するその筋成分の割合は腹大動脈と鎖骨下動脈を除いて一般に二十日鼠に大で、又両動物とも大きい動脈より末梢の細い動脈、殊に体肢の動脈に大である。中膜の全組織成分に対する膠原線維の割合は両動物ともいずれの動脈に於ても30%を越えない。動脈の死後収縮は両動物とも弾性型の大きい動脈より末梢の筋性型動脈に大で、これは一般に比較的筋成分の乏しくして壁の厚い

大黒鼠の動脈よりも筋成分に富んで壁の薄い二十日鼠の動脈に大である。

Literatur.

Smith, C., M. M. Seiter a. **Huan-Pao Wang** : Aging changes in the tunica media of the aorta. *Anat. Rec.* 109 (1951). — **Yamada, H., H. Tujita, M. Kano, K. Komuro** u. **M. Kodama** : Die quantitative Messung der Bauelemente des Gewebes mit dem Photoelektronenphotometer. (Jap.) *Arch. hist. jap.* 14 (1958).

Erläuterung zu den Tafelabbildungen.

Die Querschnitte der Arterien der Ratte und Maus. Färbung der elastischen Elemente mit Resorcinfuchsin. 330 $\times$.

Tafelabb. 1. Die Media der Aorta thoracica der Ratte. Ungefähr gleich dicke elastische Lamellen laufen fast geradlinig und parallel und verbinden sich mit zahlreichen dünnen Verzweigungen miteinander. Die Zwischenräume zwischen den elastischen Lamellen sind breit. In der Adventitia sind feine elastische Fasern vorhanden.

Tafelabb. 2. Dieselbe der Maus. Die elastischen Lamellen sind stark gefältelt. Keine stark entwickelte Tunica elastica interna und externa.

Tafelabb. 3. Die Media der Aorta abdominalis der Ratte. Beschreibung wie in Tafelabb. 1.

Tafelabb. 4. Dieselbe der Maus. Beschreibung wie in Tafelabb. 2. Wenige feine elastische Fasern in der Adventitia.

Tafelabb. 5. Die Media der Arteria subclavia der Ratte. Die elastischen Lamellen der Media sind dünn. Sie verbinden sich also mit feinen Zweigen miteinander.

Tafelabb. 6. Dieselbe der Maus. Die elastischen Lamellen sind beträchtlich dicker als bei der Ratte.

Tafelabb. 7. Die Media der Arteria carotis communis der Ratte. Die elastischen Lamellen wellen sich schwach. In der Adventitia sind wenige elastische Fasern vorhanden.

Tafelabb. 8. Dieselbe der Maus. Die elastischen Lamellen wellen sich stärker als bei der Ratte. In der Adventitia dünnere elastische Fasern.

Tafelabb. 9. Die Media der Arteria iliaca communis der Ratte. Elastischen Lamellen sind dünn, dazwischen finden sich zahlreiche feine elastische Fasern. Keine deutliche Tunica elastica interna und externa.

Tafelabb. 10. Dieselbe der Maus. Beschreibung wie in Tafelabb. 9.

Tafelabb. 11. Die Media der Arteria iliaca externa der Ratte. Starke Hervorhebung der Tunica elastica interna und externa. Diese Arterie gehört zum muskulösen Typus.

Tafelabb. 12. Dieselbe der Maus. Die Zahl der elastischen Elemente in der Media sind geringer als bei der Ratte.

Tafelabb. 13. Die Media der Arteria brachialis der Ratte. Die Tunica elastica interna hebt sich sehr stark hervor. Man sieht noch drei dünnere elastische Lamellen in der Media.

Tafelabb. 14. Dieselbe der Maus. Die Tunica elastica interna ist gut entwickelt. Die elastischen Fasern sind in der Adventitia ziemlich reichlich vorhanden.

Tafelabb. 15. Die Media der Arteria femoralis der Ratte. Die Struktur ähnelt der der A. brachialis.

Tafelabb. 16. Dieselbe der Maus. Diese Arterie sieht wie die A. brachialis aus.