

Aus dem Pathologischen Institut der Friedrich-Schiller-Universität Jena
(Direktor: Prof. Dr. med. F. BOLCK)

Beitrag zur Systematik und Häufigkeit der Anomalien der Coronararterien des Menschen

Von

G. BADER

Mit 1 Textabbildung

(Eingegangen am 2. März 1963)

Über Anomalien des Ursprungs, des Verlaufs und der Aufzweigungen der Coronararterien liegen zahlreiche Einzelbeobachtungen vor. Angaben über ihre Häufigkeit in einem größeren Sektionsgut sind hingegen selten. CSONTAI und JELLINEK geben unter 5000 Sektionen ihre Häufigkeit zu 0,2% an, ohne nähere Ausführungen über die Art der Anomalien zu machen (HACKENSELLNER 1954/55 unter 1000 Sektionen 0,7%; WHITE und EDWARDS 0,5% bei 600 Sektionen, ADACHI 0,44% bei 450 Sektionen).

Die Kenntnis der Anomalien der Herzkranzarterien ist heutzutage für die moderne Herz- und Gefäßchirurgie, die Coronarangiographie auch von praktischer Bedeutung.

Material

Die Herzen von 4500 Sektionsfällen standen zur Verfügung. Es wurden Ursprung, Verlauf der Coronararterien, bei Anomalien im engeren Sinn innere Durchmesser der Ostien, der Coronararterienstämme und ihrer Aufzweigungen, Lokalisation und Ausmaß der Arteriosklerose registriert.

Die speziellen Untersuchungen der Ostienverlagerungen (Ergebnisse Abschnitt I) erfolgten jeweils an 400 bzw. 1000 Herzen, deren Bulbus aortae, mit einem Schnitt durch den rechten Sinus Valsalvae¹, das Vorhof- und Kammerseptum geführt, eröffnet wurde, um den vorderen und linken Sinus mit den Coronarostien zu erhalten. Die Messungen erfolgten an formalinfixiertem Material.

Ergebnisse

I. Ostienverlagerungen innerhalb der Aorta ohne wesentliche Änderungen des Verlaufs der Coronararterien

Diese Abartigkeiten werden von den eigentlichen Anomalien der Herzkranzarterien abgetrennt.

1. Zu hoher oder zu tiefer Abgang der Kranzarterien. In dieser Gruppe werden Verlagerungen über 0,5 cm vom Niveau der freien Ränder der Valvulae semilunares aortae erfaßt. Unter 400 Sektionsfällen fanden sich 8mal eine erhöhte Lage des Ostiums mit Abweichungen zwischen 0,5—1,5 cm (viermal rechtsseitig, dreimal linksseitig und einmal beiderseitig), sechsmal eine zu tiefe Lage des Ostiums mit Abweichungen um 0,5—1,0 cm (fünfmal rechtsseitig, einmal linksseitig). Prozentual ergibt dies eine Häufigkeit auffälliger vertikaler Verlagerungen der Ostien der Coronararterien von 3,5% (HACKENSELLNER gibt für zu hohe Ostienlagen den Wert von 0,5% an).

¹ Unter Verwendung der Nomenklatur nach RAUBER-KOPSCH, Lehrbuch und Atlas der Anatomie des Menschen. Leipzig: Georg Thieme 1951.

2. Verlagerungen der Ostien in benachbarte Sinus aortae. Seitliche Abweichungen der Ostien von der Mittellinie eines Sinus bis zu den äußeren Ansatzrändern der Klappen sind sehr häufig. Seltener werden Verlagerungen der Coronararterienabgänge in den vorderen bzw. linken Sinus aortae beobachtet. Unter 1000 Sektionsfällen fanden sich zweimal das Ostium der linken Kranzarterie im vorderen Sinus aortae dicht neben der Öffnung der rechten Coronararterie und zweimal ein vertikal schlitzförmig verengtes rechtes Ostium im linken Sinus aortae. Dies entspricht einer Häufigkeit von 0,4% (HACKENSELLNER 0,1%). Bei der Sektionszahl von 1000 Fällen liegt der Bereich der Grundwahrscheinlichkeit dieser Abartigkeit in einem unausgewählten Material zwischen 0,05% und 1,65%¹.

In einem später beobachteten Fall (Sekt.-Nr. 797/62: sechs Wochen alter männlicher Säugling) lag bei einem Vitium cordis congenitum (Atresie der Valvula tricuspidalis; vgl. auch Fall 9) gleichzeitig eine Verlagerung des linken Ostiums in den vorderen Sinus aortae neben das rechte Ostium vor.

3. Mehrere Ostien von Herzgefäßen im zugehörigen Sinus aortae (ohne Anomalien der Coronararterien). In der Umgebung des rechten Ostiums werden häufig zusätzliche Öffnungen kleiner Herzarterien gefunden (SCHLESINGER u. Mitarb. u. a.). Der erste Ast der rechten Kranzarterie, Ramus praefundibularis (A. coni pulmonalis oder Conusarterie), nimmt in 40% seinen Ursprung dicht neben dem rechten Ostium (CRAINICIANU 30%, HACKENSELLNER etwa 50% u. a.), in 20% (CRAINICIANU 13%) waren hier eine zweite, in 8% (CRAINICIANU 2%) eine dritte überzählige Arterienöffnung nachweisbar. Verdoppelung des rechten Ostiums mit zwei hypoplastischen rechten Coronararterien bei ausgesprochenem Linksversorgungstyp (STERN u. a.) sowie des linken Ostiums bei Verkürzung des Hauptstammes der linken Kranzarterie mit getrenntem Abgang von Ramus descendens anterior und Ramus circumflexus werden beobachtet. Im eigenen Material lag die letztere Abart in 0,2% bei 1000 Fällen vor (HACKENSELLNER 0,6%); ein dritter Fall war mit einer singulären linken Herzkranzarterie kombiniert (Fall 3).

II. Anomalien der Herzkranzarterien im engeren Sinn

In diese Gruppe gehören die Abartigkeiten der Anzahl und des Verlaufes der Coronararterien, die häufig auch mit Ostienverlagerungen kombiniert sind.

Die verschiedenen arteriellen Versorgungstypen des Herzens (Links-, Rechts- und Normaltyp) bleiben in den vorliegenden Untersuchungen unberücksichtigt.

1. Singuläre Herzkranzarterien. Im Schrifttum sind bisher etwa 90 Fälle dieser Anomalien beschrieben. Nach der Einteilung von SMITH (1950) — auch COHEN und SIEW — sind zu unterscheiden:

a) Singuläre Coronararterie, die dem Verlauf einer Kranzarterie entspricht (ROBERTS und LOUBE — Literatur!).

b) Monostale Form, bei der sich ein Hauptstamm in zwei Arterien aufteilt, von denen eine der rechten, die andere der linken Coronararterie entspricht. Die aberrierende Kranzarterie verläuft meist zwischen Aorta und A. pulmonalis (eigener Fall 4) oder kreuzt den Conus pulmonalis (eigener Fall 5).

c) Monostale Herzkranzarterie mit atypischen Aufzweigungen.

In der Tabelle und in den Verlaufsskizzen (mit Einzeichnung der Lokalisation der Arteriosklerose) werden die sechs eigenen Fälle singulärer Coronararterien aufgeführt. Somit ist die Häufigkeit dieser Anomalie zu 0,13% anzugeben.

¹ Die Abweichungen der Grundwahrscheinlichkeit der Häufigkeit von Ostienverlagerungen (im eigenen Material 0,4%) wurden entnommen aus S. KOLLER, Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen, 3. Aufl. Darmstadt 1953.

Tabelle. *Singuläre Coronararterien*

	Zu II, 1a			Zu II, 1b		Zu II, 1c
	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4	Fall 5 ¹	Fall 6
Sektionsnummer	964/58	852/60	365/62	165/60	510/60	958/58
Anomalie	Singuläre A. cor. dextra	Singuläre A. cor. sinistra	Singuläre A. cor. sinistra	Monostale A. cor. dextra	Monostale A. cor. sinistra	Monostale A. cor. dextra
Weitere Besonderheiten	—	—	Getrennter Abgang des R. desc. anterior	—	A. cor. dextra aus R. desc. anterior	R. desc. ant. et circumfl. aus A. cor. dextra
Alter,	43jähriger	64jährige	74jährige	77jähriger	50jährige	47jähriger
Geschlecht	Mann	Frau	Frau	Mann	Frau	Mann
Grundleiden	Mechanischer Ileus	Glioblastom	Pankreas-carcinom	Magen-carcinom	Lungenembolie	Apoplexie
Herzgewicht	320 g	375 g	380 g	380 g	330 g	620 g
Kammerdicke: ²						
links	—	—	1,0 cm	1,4 cm	1,1 cm	2,3 cm
rechts	—	—	0,4 cm	0,6 cm	0,6 cm	0,5 cm
Ostiendurchmesser: ³						
links	—	—	R. desc. 0,3 cm	—	0,8 cm	—
rechts	—	—	R. circ. 0,35 cm	0,7 cm	—	0,6 cm
Innerer Durchmesser:						
Hauptstamm	—	—	—	0,32 cm	0,38 cm	0,41 cm
A. cor. dextra	—	—	—	s. Hauptstamm	0,16 cm	s. Hauptstamm
A. cor. sin.	—	—	—	0,30 cm	s. Hauptstamm	—
R. desc. ant.	—	—	0,35 cm	0,22 cm	0,29 cm	0,19 cm
R. desc. post.	—	—	0,16 cm	0,10 cm	kleine Arterien	0,25 cm
R. circumfl.	—	—	0,38 cm	0,29 cm	0,29 cm	0,35 cm
Querschnittssumme der lichten Weite des Hauptstammes der						
Aa. corr.	—	—	0,10 cm ²	0,08 cm ²	0,11 cm ²	0,13 cm ²
Konstante K ⁵	—	—	0,27	0,20	0,35	0,21

¹ Einordnung unter Umständen in Gruppe II, 1c; ² Messungen 1 cm unterhalb des Ansatzes der Aorta und A. pulmonalis; ³ Messung im Niveau der Aorteninnenfläche;

⁴ Messung dicht hinter den Abzweigungen; ⁵ $K = \frac{\text{Querschnittssumme}}{\text{Herzgewicht}} \times 1000 \frac{\text{cm}^2}{\text{g}}$

2. Verschiedene Anomalien der Herzkranzarterien.

a) Biostale Anomalien mit aberrierendem Verlauf von Herzarterien. Diese Fälle haben meist atypische Lagen des zugehörigen Ostiums. Die Ostienabweichungen mit typischem Verlauf der Kranzarterien sind im Abschnitt I beschrieben.

Fall 7. Sekt.-Nr. 13/59; s. zugehörige Verlaufsskizze. 35jährige Frau mit chronischer Glomerulonephritis, Urämie und renaler Hypertonie. Herzgewicht 370 g. Kammerdicke⁶

⁶ Angaben zu den Messungen s. Tabelle.

links 1,5 cm, rechts 0,4 cm. Durchmesser¹ des rechten Ostiums 0,3 cm, des zweiten Ostiums im vorderen Sinus aortae 0,2 cm. Innerer Durchmesser¹ des Hauptstammes der A. coronaria dextra 0,35 cm, der zweiten Herzarterie 0,3 cm, des rudimentären Ramus descendens anterior 0,19 cm (herzbasiswärts), 0,14 cm (herzspitzenwärts); innerer Durchmesser¹ des Ramus descendens posterior 0,16 cm. Querschnittssumme der Hauptstämme der beiden Herzarterien 0,16 cm² ($K^1 = 0,43$).

Fall 8. Sekt.-Nr. 202/60. 60jähriger Mann mit Bronchialcarcinom. Dieser Fall wird wegen des atypischen Verlaufs einer linken Herzkranzarterie hier angeführt. Unmittelbar nach dem Abgang des Gefäßes aus dem vorderen Sinus aortae, dicht neben einer normalen rechten Herzkranzarterie, zieht es tief in das Myokard des Septum ventriculorum bis dicht unter das Endokard und taucht nach einem etwa rechtwinkligen Verlauf im Bereich der normalen Verzweigung des Hauptstammes der linken Herzkranzarterie unter dem Epikard auf (GALLAVARDIN und RAVAUULT, KINTNER, BORN u. a.). Hier erfolgt auch die übliche Aufteilung in einen R. descendens anterior und R. circumflexus; kräftiger, aus dem Ostium der rechten Kranzarterie abgehender R. praeinfundibularis, Rechtsversorgungstyp. Herzgewicht 270 g, Kammerdicke¹ links 1,4 cm, rechts 0,6 cm. Ostiendurchmesser¹ rechts 0,3 cm, links 0,3 cm. Innerer Durchmesser¹ des Hauptstammes der A. coronaria dextra 0,29 cm, der A. coronaria sinistra 0,29 cm, des R. descendens anterior 0,1 cm, des R. circumflexus 0,19 cm, des R. praeinfundibularis 0,13 cm. Im Sulcus interventricularis posterior liegen mehrere kleine Arterien. Querschnittssumme der Hauptstämme der beiden Kranzarterien und des R. praeinfundibularis 0,12 cm² ($K^1 = 0,52$).

Fall 9. Sekt.-Nr. 242/60. Fünf Tage altes reifes weibliches Neugeborenes. Pseudotruncus arteriosus communis, starke Hypoplasie der linken Herzantimere (vor allem des linken Herzventrikels), muskuläre Hypertrophie des rechten Herzventrikels. Rechtes Coronarostium im vorderen Sinus Valsalvae des Pseudotruncus. Abgang der linken Kranzarterie aus dem Truncus brachiocephalicus.

b) Aberrierende Äste der linken Herzkranzarterie (R. circumflexus). Der Abgang des R. circumflexus (der A. coronaria sinistra) aus der A. coronaria dextra oder unmittelbar aus dem vorderen Sinus aortae wird häufig beobachtet (HACKENSELLNER 0,3% unter 1000 Sektionen. WHITE und EDWARDS 0,3% unter 600 Sektionen; s. auch PIRINGER-KUCHINKA, JÄRVI, ANTOPOL und KUGEL u. a.). Er schlingt sich meist dorals um die Aorta. Im eigenen Material wurde diese Anomalie (neben Fall 6) nur einmal beobachtet (insgesamt 0,04%).

Fall 10. Sekt.-Nr. 885/59; s. zugehörige Verlaufsskizze. 63jähriger Mann mit Mitralvitium. Herzgewicht 450 g, Kammerdicke¹ links 1,3 cm, rechts 0,5 cm, Durchmesser¹ des rechten Ostiums 0,3 cm, der dicht unter dem rechten Ostium gelegenen Öffnung des R. circumflexus 0,2 cm, des linken Ostiums (R. descendens anterior) 0,2 cm. Innerer Durchmesser¹ des Hauptstammes der A. coronaria dextra 0,29 cm, des R. descendens anterior 0,22 cm, des R. circumflexus 0,18 cm, des R. descendens posterior (aus der A. coronaria dextra) 0,11 cm. Querschnittssumme der drei Herzgefäße 0,13 cm² ($K^1 = 0,29$).

3. Ursprung einer oder beider Herzkranzarterien aus der A. pulmonalis. Diese Fälle wären berechtigterweise größtenteils unter die Ostienverlagerungen im weiteren Sinn zu rechnen, sollen aber wegen ihrer Seltenheit und ihrer besonderen klinischen Bedeutung unter dem Begriff Coronararterienanomalien eingeordnet werden.

Ein Fall kam zur Beobachtung (WÜTHRICH fand unter 15000 Sektionsfällen zweimal derartige Anomalien).

Fall 11. Sekt.-Nr. 313/59. Sechs Monate alter männlicher Säugling. Klinische Diagnose: Verdacht auf Vitium cordis, Pneumonie. Sektionsdiagnose: Ursprung der linken Coronararterie aus dem dorsalen Sinus a. pulmonalis. Normaler Verlauf der linken und rechten

¹ Angaben zu den Messungen s. Tabelle.

Herzkranzarterie (Normalversorgungstyp). Mehrzeitiger, vorwiegend vernarbter Myokardinfarkt der Vorderwand des linken Herzventrikels sowie der vorderen Hälfte des Septum ventriculorum; chronisches Herzwandaneurysma. Ausgeprägte Muscularishypertrophie der übrigen Abschnitte des linken Herzventrikels und des rechten Herzventrikels sowie der Vorhöfe. Zeichen des Herzversagens mit Stauungsinduration der Lungen. Herzgewicht 120 g. Ostiendurchmesser links und rechts je etwa 0,05 cm.

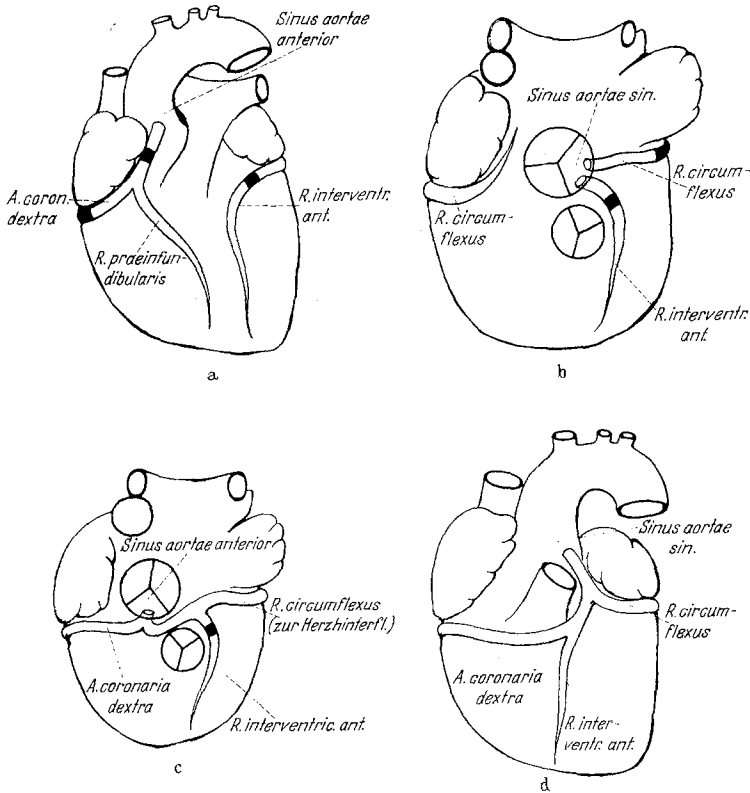


Abb. 1. a Fall 1: Singuläre A. coronaria dextra (Ansicht von vorn); b Fall 3: Singuläre A. coronaria sinistra mit getrenntem Abgang des R. interventricularis anterior und circumflexus aus der Aorta (Ansicht von vorn oben); c Fall 4: Monostale rechte Herzkranzarterie (Ansicht von vorn oben); d Fall 5: Monostale linke Herzkranzarterie mit Abgang der A. coronaria dextra aus dem R. interventricularis anterior (Ansicht von vorn); e Fall 6: Monostale rechte Herzkranzarterie mit isoliertem Abgang des R. circumflexus und interventricularis anterior aus der monostalen Arterie (Ansicht von vorn oben); f Fall 7: Kollateraler Ersatz der A. coronaria sinistra durch einen hyperplastischen R. praeinfundibularis (Ansicht von vorn); g Fall 10: Abgang des R. circumflexus aus dem vorderen Sinus aortae (Ansicht von vorn oben); h Fall 11: Abgang der A. coronaria sinistra aus dem dorsalen Sinus a. pulmonalis (Ansicht von vorn oben)

Besprechung der Ergebnisse

Unter Berücksichtigung der vorstehenden Einteilung des fehlerhaften Abgangs und Verlaufs der Herzkranzarterien resultiert bei 4500 Sektionsfällen eine Häufigkeit der Anomalien der Herzkranzarterien im engeren Sinn von 0,24%. Die Zahl entspricht etwa den Angaben von CSONTAI und JELLINEK. Der Bereich der Grundwahrscheinlichkeit, daß Anomalien der Herzkranzgefäße auftreten, liegt (unter Berücksichtigung der vorliegenden Sektionszahl; s. Fußnote S. 89) zwischen 0,1% und 0,5%.

Die Anomalien der Herzkranzarterien sind gelegentlich mit Fehlbildungen des Herzens und der großen Gefäße kombiniert (HACKENSELLNER 1954 und 1955, SPITZER u. a., eigene Fälle, Sekt.-Nr. 262/60 und 797/60). Dieses Zusammenreffen wird auf die Gesamtzahl angeborener Herzfehler bezogen, doch relativ selten beobachtet (BREDT, BIZZA, GOERTTLER u. a.), so daß eine weitgehende formalgenetische Unabhängigkeit zwischen embryonaler Herzentwicklung und

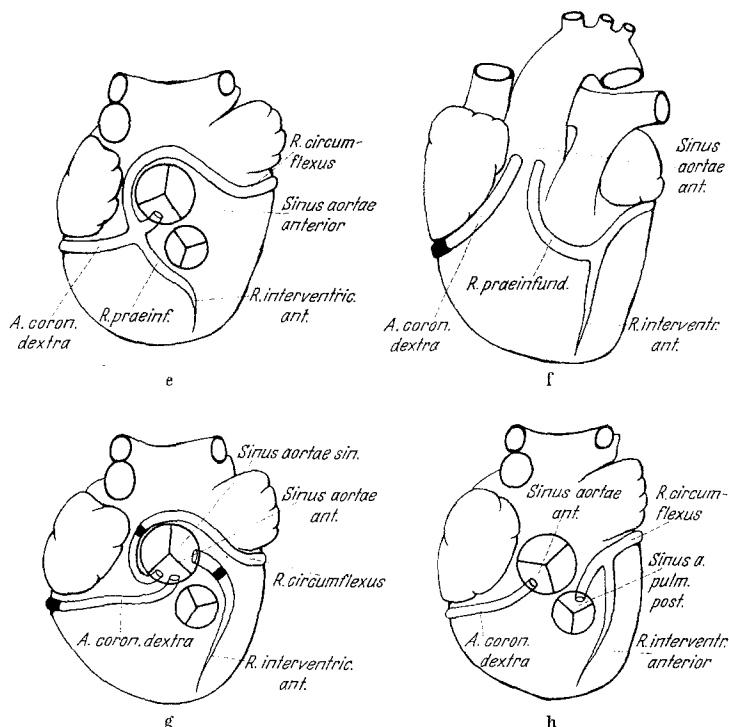


Abb. 1e—h

der Ausbildung der Ostien und Hauptstämme der Herzkranzarterien angenommen werden muß. ROBERTS und LOUBE fanden in 31 Fällen von Anomalien der Herzkranzarterien der Literatur nur siebenmal gleichzeitig ein Vitium cordis congenitum. Von einer Diskussion der formalen Genese der Coronararterien auf der Grundlage ihrer verschiedenen Anomalien wird abgesehen.

Anomalien der Herzarternen gewährleisten auch bei singulären Coronararterien eine ausreichende Blutversorgung des Herzens. Die mittlere Lebenserwartung ist nicht verkürzt; ihre Träger erreichen meist ein hohes Lebensalter (Fälle 2—4, 9; vgl. auch HACKENSELLNER, STAPLEY und EDWARDS, J. C. SMITH 1950, ROBERTS und LOUBE). Fälle mit Thrombose einer singulären Coronararterie und tödlichem Ausgang sind selten (ROBERTS und LOUBE, GALLAVARDIN und RAVALT, GOULD u. a.). Geht eine Coronararterie oder gehen beide Aa. coronariae aus der A. pulmonalis ab, so tritt der Tod meist bereits im ersten oder zweiten Vierteljahr ein. Nur Einzelfälle erreichen bei der letztgenannten Anomalie das Erwachsenenalter (SCHULTZE und RHODIN 1961 berichten über 14 Fälle der Weltliteratur). Gelegentlich wird eine Kompression der zwischen Aorta und A. pulmonalis bzw.

linkem Vorhof verlaufenden anomalen Herzerterie als Ursache eines plötzlichen Herztodes vermutet (NICOD, BORN u. a.).

Auch bei einem Hypertonus, zum Teil mit erheblicher muskulärer Hypertrophie des Myokards (Fall 6) ist den gleichzeitig vorliegenden Anomalien keine wesentliche Bedeutung für die Todesursache beizumessen (Fall 3 Tod durch Pankreascarcinom, Fall 4 Magencarcinom, Fall 6 Hirnmassenblutung, Fall 7 chronische Glomerulonephritis mit Urämie, auch Fall 9 Mitralklappenfehler).

Der Quotient Gefäßquerschnitt singulärer Coronararterien zum entsprechenden Herzgewicht, der durch eine Konstante K dargestellt wird, liegt im unteren Drittel des Bereichs des Quotienten bei Vorhandensein von zwei Herzkranzarterien: 0,21—0,34 in den vorliegenden Fällen singulärer Kranzarterien gegenüber normal 0,15 bis etwa 1,0 (umgerechnet aus den Angaben von MILLES und DALESSANDRO, vgl. auch CRAINCICANU, RÖSSLE und ROULET, HIERONYMI). Zu berücksichtigen ist jedoch, daß dieses Verhältnis nicht ein absoluter Maßstab für die Durchströmungsgröße der Kranzarterien ist, die daneben von der Höhe des Aortendruckes und vom Querschnitt der arteriellen Gefäßperipherie (Arteriolen) abhängt.

Die Lokalisation der Coronarsklerose unterscheidet sich bei den Anomalien grundsätzlich nicht von der bei typischem Verlauf der Herzkranzarterien (WOLKOFF u. a.); in der A. coronaria dextra finden sich die arteriosklerotischen Beete häufig im Bereich der rechten Herzkante, in den Ästen der A. coronaria sinistra 0,5 bis 1,5 cm distal vom Abgang des R. descendens anterior, im R. circumflexus dicht hinter der Verzweigung der linken Kranzarterie und an der linken Herzkante. Daneben sind alle kleineren Gefäßabgänge bevorzugt. Somit ist neben anderen Faktoren auch in Fällen von Anomalien die mechanische Belastung der Gefäßwand für die Entwicklung der Arteriosklerose wesentlich.

Zusammenfassung

In einem größeren Sektionsmaterial fanden sich 0,24% Herzkranzgefäßanomalien im engeren Sinn, 3,5% wesentliche vertikale Verlagerungen der Ostien und in 0,4% Abgänge von Kranzarterien aus benachbarten Sinus aortae.

Eine auffallende Häufigkeit der Anomalien bei Mißbildungen des Herzens wurde nicht beobachtet. Die Lebenserwartung ist infolge der Coronararterienanomalien nicht herabgesetzt.

On the Classification and Frequency of Anomalies of the Human Coronary Arteries

Summary

As found in a large number of autopsies, 0.24% of the cardiac coronary vessels showed anomalies; in 3.5% of the hearts the coronary ostia were displaced vertically, and in 0.4% the coronary arteries arose from the adjacent sinus aortae.

A marked frequency of anomalies was not observed in malformations of the heart. The life expectancy as a result of anomalies of the coronary artery is not diminished.

Literatur

- ADACHI, B.: Das Arteriensystem der Japaner. Verh. kaiserl. japan. Univ. Kyoto 1 (1928).
- ANTOPOUL, W., and M. A. KUGEL: Anomal origin of the left circumflex coronary artery. Amer. Heart J. 8, 802 (1933).
- BIZZA, P.: Das Verhalten der Koronararterien in einem Fall von Transposition. Kisérl. Orvostud. 1, 101 (1949).
- BORN, E.: Über Mißbildungen der Kranzarterien und ihre Beziehungen zu Zirkulationsstörungen und plötzlichem Tod. Virchows Arch. path. Anat. 290, 688 (1933).
- BREDT, H.: Formdeutung und Entstehung des mißgebildeten menschlichen Herzens. V. Die Fehlbildungen der Kranzgefäße und ihre Bedeutung für die Lehre der Herzmißbildungen. Virchows Arch. path. Anat. 296, 114 (1936).
- COHEN, H., and SH. SIEW: Aberrant left coronary artery. Report of a case and review of the literature. Circulation 20, 918 (1959).
- CRAINICIANU, A.: Anatomische Studien über die Coronararterien und experimentelle Untersuchungen über ihre Durchgängigkeit. Virchows Arch. path. Anat. 238, 1 (1922).
- CSONTAI, A., u. H. JELLINEK: Über die Häufigkeit der Herzentwicklungsanomalien und ihre Entstehungsfaktoren. Zbl. allg. Path. path. Anat. 99, 194 (1959).
- GALLAVARDIN, L., et P. RAVAUULT: Anomalie d'origine de la coronaire antérieure. Lyon. méd. 136, 270 (1925).
- GOERTTLER, KL.: Normale und pathologische Entwicklung des menschlichen Herzens. Zwanglose Abhandlungen normaler und pathologischer Anatomie, H. 3. Stuttgart: Georg Thieme 1958.
- GOULD, S. E.: Pathology of the heart. Springfield (Ill.): Ch. C. Thomas 1953.
- HACKENSELLNER, H. A.: Koronaranomalien unter 1000 auslesefrei untersuchten Herzen. Anat. Anz. 101, 123 (1954/55).
- Über akzessorische, von der A. pulmonalis abgehende Herzgefäße und ihre Bedeutung für das Verständnis der formalen Genese des Ursprungs einer oder beider Coronararterien von der Lungenschlagader. Frankfurt. Z. Path. 66, 463 (1955).
- Akzessorische Kranzgefäßanlagen der A. pulmonalis unter 63 menschlichen Embryonenserien mit einer größten Länge von 12—36 mm. Z. mikr.-anat. Forsch. 62, 153 (1956).
- HIERONYMI, G.: Über den altersbedingten Formwandel elastischer und muskulärer Arterien. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1956. S.-B. Heidelberg. Akad. d. Wissensch. 1956, 3. Abh.
- JÄRVI, O.: Über einen seltenen Ursprung des Ramus circumflexus am Herzen. Z. Anat. Entwickl.-Gesch. 112, 382 (1943).
- KINTNER, A. R.: Anomalous origin and cours of the left coronary artery. Arch. Path. 12, 586 (1931).
- MILLES, G., and W. DALESSANDRO: The relationship of the weight of the heart and the circumference of the coronary arteries to myocardial infarction and myocardial failure. Amer. J. Path. 30, 31 (1954).
- NICOD, J. L.: Anomalie coronaire et mort subite. Cardiologia (Basel) 20, 172 (1952).
- PIRINGER-KUCHINKA, A.: Typische Varietät der Koronararterien. Anat. Anz. 98, 97 (1951).
- ROBERTS, J. T., and S. D. LOUBE: Congenital single artery in man: Report of 9 new cases one having thrombosis with right ventricular and atrial (auricular) infarction. Amer. Heart J. 34, 188 (1947).
- RÖSSLE, R., u. FR. C. ROULET: Maß und Zahl in der Pathologie. Berlin u. Wien: Springer 1932.
- SCHLESINGER, M. J., P. M. ZOLE and S. WESSLER: The conus artery, a third coronary artery. Amer. Heart J. 38, 823 (1949).
- SCHULZE, W. B., and A. E. RODIN: Anomalous origin of both coronary arteries. Arch. Path. 72, 36 (1961).
- SMITH, J. C.: Review of single coronary artery with report of 2 cases. Circulation 1, 1168 (1950).
- SPITZER, A.: Über den Bauplan des normalen und mißgebildeten Herzens (Versuch einer phylogenetischen Theorie). Virchows Arch. path. Anat. 243, 81 (1923).

- STAPLEY, L. A., and J. E. EDWARDS: Single coronary artery, Report of 2 cases. Arch. Path. 52, 470 (1951).
- WHITE, N. K., and J. E. EDWARDS: Anomalies of the coronary arteries: Report of 4 cases. Arch. Path. 45, 766 (1948).
- WOLKOFF, K.: Über die Atherosklerose der Koronararterien des Herzens. Beitr. path. Anat. 82, 555 (1929).
- WÜTHRICH, R.: Über den Abgang der Arteria coronaria sinistra aus der Arteria pulmonalis, zugleich ein Beitrag zum Problem des plötzlichen Todes. Cardiologia (Basel) 18, 193 (1951).

Dr. G. BADER,
Pathologisches Institut der Universität, Jena, Ziegmühlenweg 1.