

Beitrag zur Morphometrie der Coronarsklerose*

Günter Weiler und Hans-Jürgen Knieriem

Institut für gerichtliche Medizin und Pathologisches Institut der Universität Düsseldorf (BRD)

Eingegangen am 13. September 1974

Contribution to the Morphometry of Coronary Arteriosclerosis

Summary. In 94 cases with and without coronary arteriosclerosis or various cardiac diseases the coronary arteries were pressure fixed, filled with a mixture of barium sulfate and gelatine for coronary angiography and dissected in 1 cm long segments for morphometry. On consecutive cross sections of the three main branches of the coronary arteries the absolute area of lumen, intima and media as well as of the thickness of the intima and media were measured. From the numerous data of the coronary arteries different indices on coronary arteriosclerosis and by correlation to the heart weight also on coronary insufficiency had been calculated. Using these quantitative data age dependent intimal changes could be distinguished convincingly from cases with uncomplicated coronary arteriosclerosis and cases with hypertension or infarcts. Thus in forensic pathology comparative evaluations can be made in regard to the extent, severity and significance of acute and chronic coronary insufficiency.

Zusammenfassung. Bei insgesamt 94 Fällen mit und ohne Coronarsklerose und verschiedenen Herzerkrankungen wurden die Coronararterien unter Druck fixiert und mit einem Bariumsulfat-Gelatine-Gemisch gefüllt, geröntgt und an 1 cm langen Stufenschnitten planimetrisch vermessen. Aus den absoluten Flächenwerten von Lumen, Intima und Media sowie den Dicken von Intima und Media und dem Lumenradius der drei Coronararterienäste wurden verschiedene Indices zur Coronarsklerose und bei Berücksichtigung des Herzgewichtes auch Indices zur Coronarinsuffizienz ermittelt. Durch diese quantitativen Werte ließen sich altersabhängige Intimaveränderungen von Fällen mit einfacher Coronarsklerose und von Fällen mit Hypertonie und Herzinfarkt sicher abgrenzen und statistisch objektivieren. Damit lassen sich auch für die forensische Pathologie vergleichbare Aussagen zum Ausmaß und zur Bedeutung der akuten und chronischen Coronarinsuffizienz ableiten.

Key words: Coronarsklerose, plötzlicher Herztod — Morphometrie der Coronararterien — Plötzlicher Herztod, Objektivierung, quantitative Morphologie.

In der forensischen Pathologie steht unter den verschiedenen Todesarten der plötzliche natürliche Tod, und hier wiederum der plötzliche Herztod, nicht nur zahlenmäßig an erster Stelle, sondern hat wegen der Frage der Objektivierbarkeit eine besondere Bedeutung (Hallermann, 1939; Dotzauer u. Naeve, 1956; Janssen, 1968; Krauland, 1969). Insbesondere bei Fällen einer akuten Coronarinsuffizienz ohne Coronarverschluß stellt sich die Frage, inwieweit die Coronarsklerose sicher quantitativ erfaßbar ist und Aussagen über die vitalen coronaren Kreislaufverhältnisse möglich sind. Die quantitative Morphologie der Coronararterien und der Coronarsklerose hat im Laufe der Jahrzehnte einen zunehmenden Wandel von

* Auszugsweise vorgetragen auf der 53. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin in Göttingen vom 24.—28. 9. 1974.

der zunächst nur subjektiven Oberflächenbegutachtung der eröffneten Gefäße hin zur zahlenmäßig belegbaren Beurteilung der Gefäßprofile erfahren. Hier seien die Arbeiten von Mönckeberg (1915), Bähr (1938), Meessen (1944), Schoenmackers (1948), Hieronymi (1956), Müller u. Friedlein (1958), Neufeld *et al.* (1962), Otsu (1968), Tandon *et al.* (1968), Herzog u. Schoenmackers (1970) sowie Wegener *et al.* (1972) erwähnt. 1974 haben Freudenberg *et al.* an *in toto* druckfixierten und mit Kontrastmittel und Gelatine gefüllten Coronararterien aus den absoluten Flächen von Lumen, Intima und Media, der Dicke von Intima und Media und dem Lumenradius der drei Hauptäste der Coronararterien Indices zur Coronarsklerose und unter Einbeziehung des Herzgewichtes Indices zur Coronarinsuffizienz ermittelt. Mit den 71 von Knieriem und 23 von Weiler nach der gleichen Methode untersuchten Herzen standen insgesamt 94 Fälle zur vergleichenden Beurteilung zur Verfügung.

Methode

Nach Reinigung und Wägung der Herzen wurden die Coronararterien *in toto* unter einem konstanten Druck von 100–130 mm Hg mit Formalinlösung perfundiert und anfixiert. Anschließend wurden die Coronararterien mit einem wäßrigen Bariumsulfat-Gelatine-Gemisch unter Druck gefüllt und das Herz nach der Methode von Schoenmackers (1960) und Fulton (1965) geröntgt (Abb. 1 u. 2). Die 3 Coronararterienäste wurden sodann als Gewebsblöcke

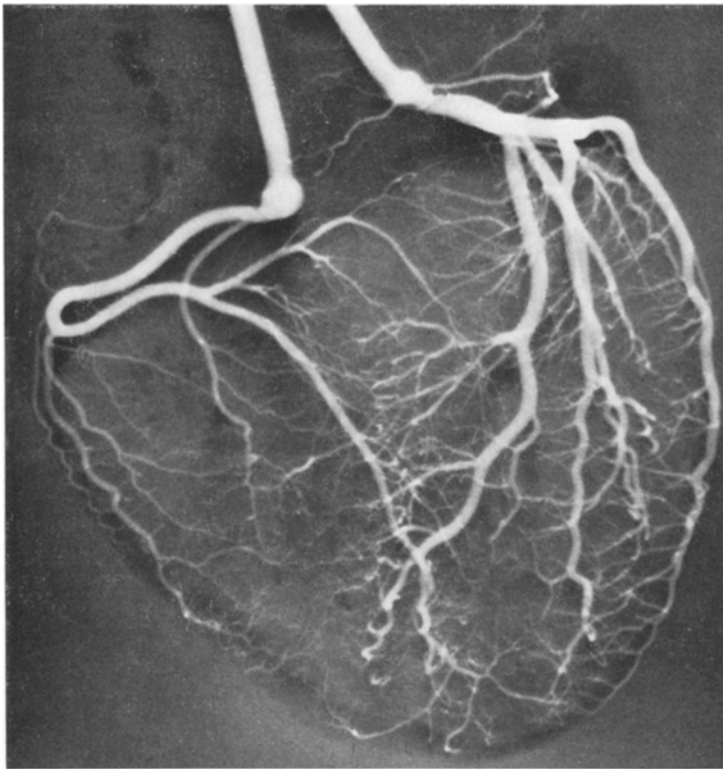


Abb. 1. Normales Coronarogramm eines 21jährigen Mannes. Sekt.-Nr. 692/70

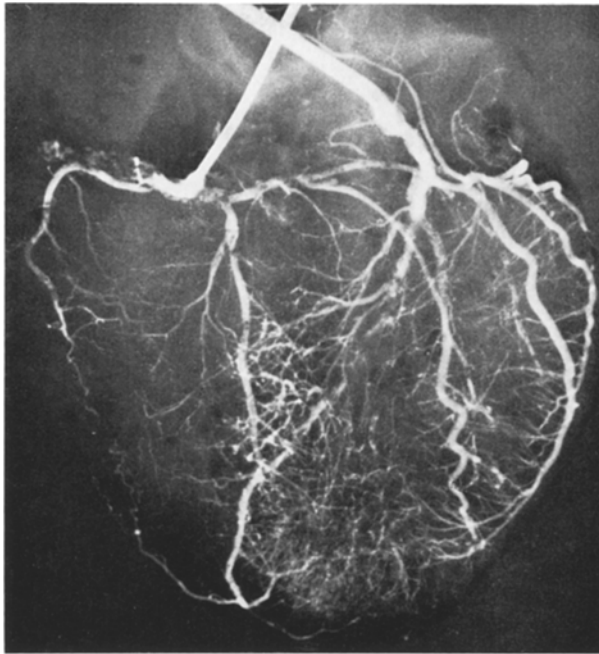


Abb. 2. Coronarogramm bei stenosierender Coronarsklerose mit Verschluß des Ramus desc. ant. und Vorderwandinfarkt. 70jähriger Mann. Herzgewicht 520 g. Sekt.-Nr. 751/70

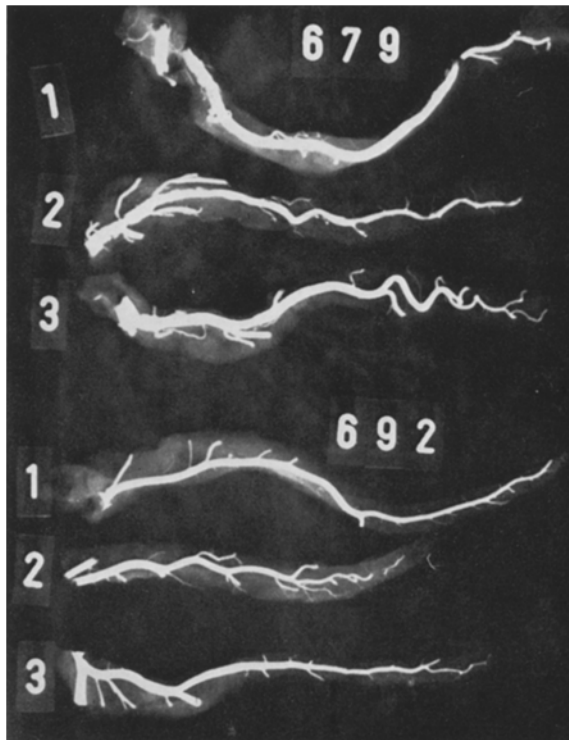


Abb. 3. Präparate der isolierten Coronararterien. 679/70 mit Arteriosklerose, 692/70 normale Coronararterien

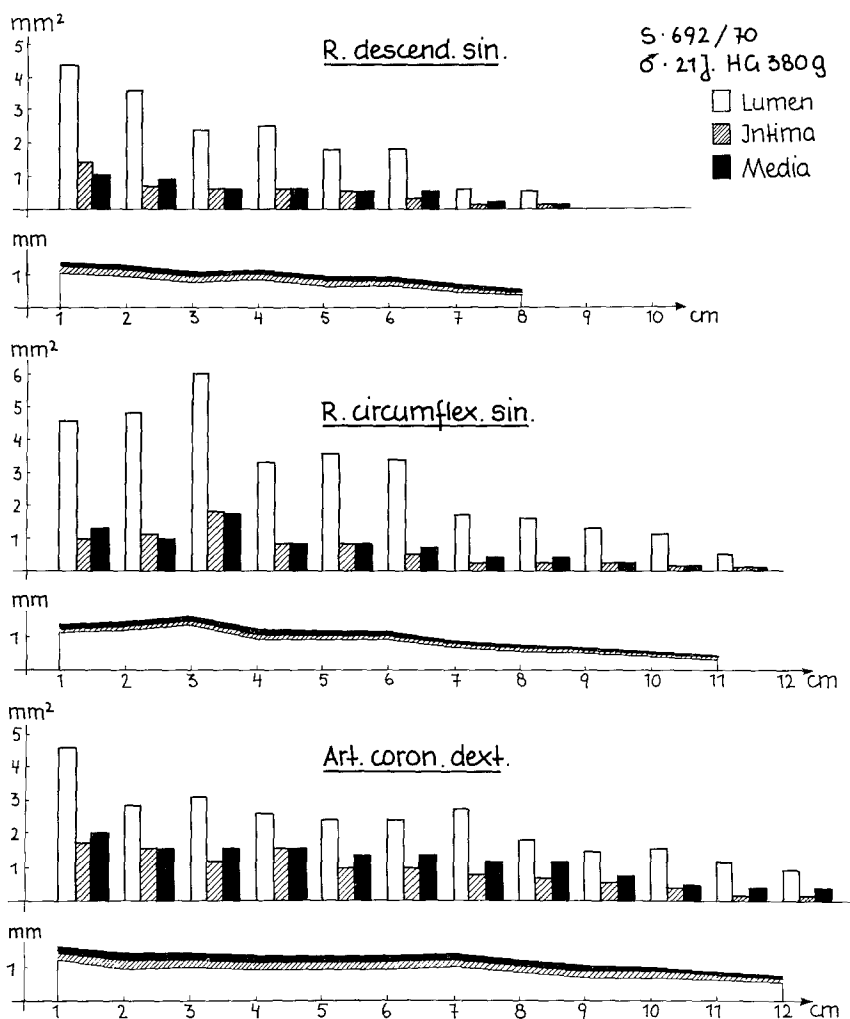


Abb. 4. Quantitative Analyse der normalen Coronararterien des Falles 692/70 (vgl. Abb. 1 u. 3).
Unter den Säulendiagrammen jeweils das Längsprofil eines Arterienastes

präpariert, erneut geröntgt (Abb. 3) und in 1 cm lange Segmente zerlegt. Von jedem Segment wurden je 2 mit wässrigem Hämatoxylin-Eosin und nach van Gieson gefärbte Gefrierschnitte angefertigt. Die Gefäßkonturen der histologischen Schnittpräparate wurden mit Hilfe eines Projektionsgerätes gezeichnet und die Flächen des Lumens, der Intima und der Media planimetrisch bestimmt sowie der Lumenradius gemessen. Am Visopan-Projektionsmikroskop (Reichert) wurde die Dicke von Intima und Media ermittelt. Aus der Summe der Gefäßquerschnitte wurde graphisch ein Längsprofil jedes Arterienastes angefertigt (Abb. 4 u. 5). Die Werte des jeweils ersten Gefäßquerschnittes dienten der Bestimmung der Indices zur Coronarsklerose und Coronarinsuffizienz (Tabelle 1):

1. Der Coronarskleroseindex 1 (KSI-1) ergibt sich aus dem Mittelwert der Quotienten Wanddicke (Wd) und Lumenradius (Lr) der drei Coronararterienäste.

2. Dem Coronarskleroseindex 2 (KSI-2) liegen Wandfläche (Wfl) und Lumenfläche (Lfl) zugrunde.

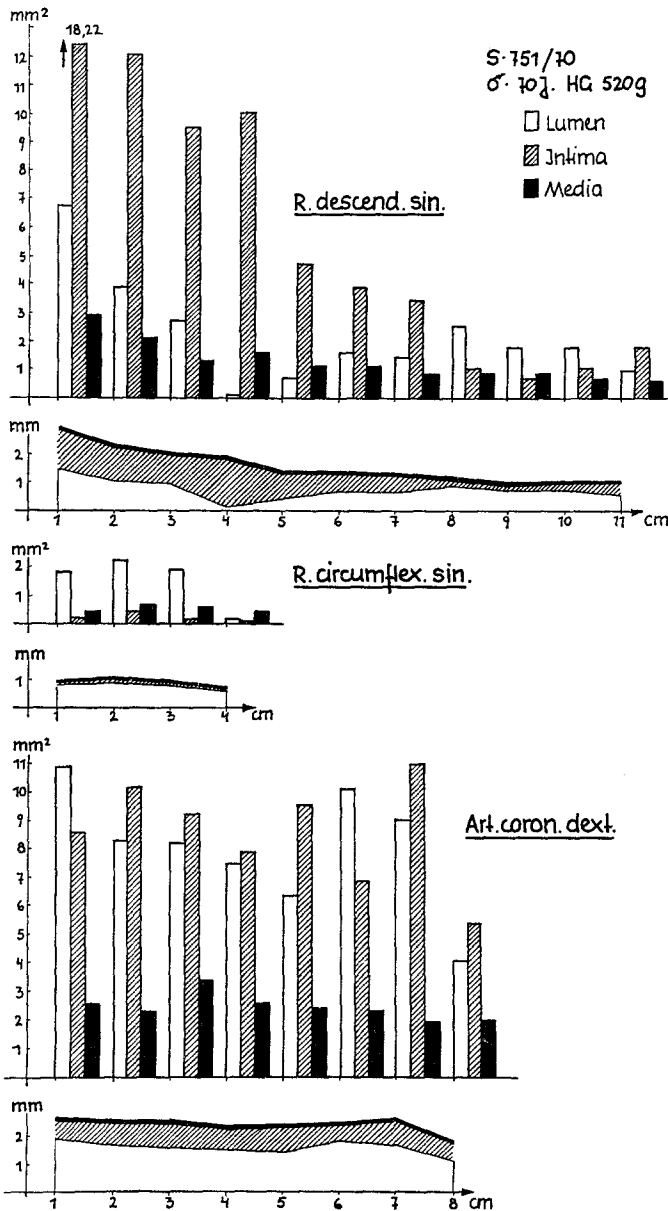


Abb. 5. Quantitative Analyse der Coronararterien des Falles 751/70 mit Vorderwandinfarkt (vgl. Abb. 2). Beachte die starken Intimaverdickungen im Ramus desc. ant. und in der A. coronaria dextra

3. Beim Coronarinsuffizienzindex 1 (KII-1) werden der KSI-1 sowie absolutes und mittleres Herzgewicht (nach Roessle bzw. Linzbach) berücksichtigt.

4. Der Coronarinsuffizienzindex 2 (KII-2) ergibt sich entsprechend aus dem KSI-2 und dem Herzgewichtsquotienten.

Tabelle 1. Indices zur Coronarsklerose und Coronarinsuffizienz

1. Coronarskleroseindex 1 (KSI-1)

$$KSI-1 = \frac{\frac{Wd}{Lr} (R.d.s.) + \frac{Wd}{Lr} (R.c.s.) + \frac{Wd}{Lr} (A.c.d.)}{3}$$

2. Coronarskleroseindex 2 (KSI-2)

$$KSI-2 = \frac{\frac{Wfl}{Lfl} (R.d.s.) + \frac{Wfl}{Lfl} (R.c.s.) + \frac{Wfl}{Lfl} (A.c.d.)}{3}$$

3. Coronarinsuffizienzindex 1 (KII-1)

$$KII-1 = KSI-1 \times \frac{\text{absolutes Herzgewicht}}{\text{mittleres Herzgewicht}}$$

4. Coronarinsuffizienzindex 2 (KII-2)

$$KII-2 = KSI-2 \times \frac{\text{absolutes Herzgewicht}}{\text{mittleres Herzgewicht}}$$

5. Coronarinsuffizienzindex 3 (KII-3)

$$KII-3 = f \times \frac{\text{absolutes Herzgewicht}}{\text{Lumenfläche (R.d.s. + R.c.s. + A.c.d.)}}$$

5. Der Coronarinsuffizienzindex 3 stellt den Quotienten aus absolutem Herzgewicht und der Summe der absoluten Lumenfläche der drei Arterienäste dar, unter Verwendung eines Korrekturfaktors von $f = 3 \times 10^{-2}$.

Ergebnisse

Unsere 94 Fälle haben wir in vier Gruppen eingeteilt. Auf die Gruppe der normalen Herzen ohne Coronarsklerose, vorwiegend der zweiten und dritten Lebensdekade, entfallen 34 Fälle. Zur zweiten Gruppe zählen 29 Fälle mit einfacher Coronarsklerose der Stufen 1a bis 3c, zur dritten Gruppe 21 Fälle mit klinisch gesicherter zusätzlicher Hypertonie und zur vierten Gruppe 10 Fälle mit frischem oder altem Herzinfarkt.

1. Quantitativ-morphologische Befunde

Bei den Fällen ohne Coronarsklerose nimmt der mittlere Lumenradius vom 10. Lebensjahr von 1 über 1,4 mm in der 3. Dekade bis auf 2 mm im 50. Lebensjahr zu. Die Lumenfläche vergrößert sich von 4,8 mm² in der 2. Lebensdekade über 7,2 mm² in der 3. Dekade bis auf 10 mm². Die Intimadiecke nimmt vom 10. Lebensjahr von etwa 15 auf über 100 μ zu; steigt also auf etwa das Sechsfache an. Die Intimafläche erhöht sich sogar siebenfach von 0,14 über 0,8 mm² in der 3. Dekade bis über 1,0–1,2 mm² im 50. Lebensjahr. Die Mediadicke verdoppelt sich während der fünf Lebensdekaden von 60 auf 100–150 μ , wobei in der 3. Dekade durchschnittlich bereits 100 μ erreicht sind. Die Mediafläche erhöht sich 3–4fach von 0,4 auf 1,5 mm², wobei von der 2. zur 3. Dekade nahezu eine Verdoppelung eintritt. Werden die absoluten Dicken und Flächen getrennt nach den drei Coronararterienästen untersucht, ergibt sich für alle Parameter eine dominie-

Tabelle 2. Mittelwerte der quantitativen Befunde der Coronararterien bei Fällen mit und ohne Coronarsklerose

Gruppe	Radius (mm)	Lumen- fläche (mm ²)	Intima- dicke (μ)	Intima- fläche (mm ²)	Media- dicke (μ)	Media- fläche (mm ²)
Ohne Coronarsklerose						
10. Lebensjahr	1,0	3,0	15	0,14	60	0,4
2. Dekade	1,2	4,8	65	0,4	81	0,8
3. Dekade	1,4	7,2	97	0,8	100	1,5
50. Lebensjahr	2,0	10,0	100	1,0—1,2	100—150	1,5
Einfache Coronarsklerose	2,0	10,0	bis 500	2—7	100—200	1,0—2,5
Hypertonie	1,7	9,5	500—800	6—9	100—200	2,5—4,5
Infarkt	1,1—1,4	4—6	600—1400	5—18	100—200	1,5—4,0

Tabelle 3. Mittelwerte und Signifikanzen der Indices zur Coronarsklerose und Coronarinsuffizienz

Gruppe	n	Mitt- leres Alter	Mitt- leres Herzgew.	KSI-1	KSI-2	KII-1	KII-2	KII-3
1 Normale Coronargefäße	34	26,2	308	0,131 $\pm 0,04$	0,297 $\pm 0,10$	0,145 $\pm 0,06$	0,325 $\pm 0,13$	0,470 $\pm 0,15$
2 Einfache Coronarsklerose	29	49,6	349	0,315 $\pm 0,14$	0,820 $\pm 0,42$	0,342 $\pm 0,18$	0,898 $\pm 0,54$	0,530 $\pm 0,23$
3 Hypertonie	21	59,4	572	0,416 $\pm 0,17$	1,145 $\pm 0,60$	0,712 $\pm 0,28$	1,987 $\pm 1,10$	0,736 $\pm 0,19$
4 Infarkte	10	63,6	519	0,744 $\pm 0,36$	2,327 $\pm 1,58$	1,180 $\pm 0,59$	3,597 $\pm 2,41$	1,103 $\pm 0,47$
<i>t</i> -Test 1—2	> 2,39 für $p = 0,01$			7,38*	7,00*	6,12*	5,99*	1,21
1—3	> 2,40 für $p = 0,01$			9,20*	8,09*	11,40*	8,73*	5,71*
1—4	> 2,42 für $p = 0,01$			9,84*	7,66*	10,45*	8,11*	6,87*
2—3	> 2,41 (1,68 für $p = 0,05$)			2,31	2,25	5,67*	4,61*	3,32*
2—4	> 2,43 für $p = 0,01$			5,42*	4,77*	6,98*	5,76*	5,07*
3—4	> 2,46 für $p = 0,01$			3,42*	3,04*	3,04*	2,58*	3,13*
<i>F</i> -Test 3 90	> 4,01 für $p = 0,01$			40,28*	29,18*	54,37*	34,82*	21,67*

rende Rolle des Ramus descendens anterior. Beim Wachstumsprozeß nimmt die Intima dicken- und flächenmäßig von der 2. zur 3. Lebensdekade im Anfangsteil des Ramus desc. prozentual stärker zu als in der A. coronaria dextra oder als im Ramus circumflexus sinistra. Bei einfacher Coronarsklerose kann die Intimadicke bereits die „kritische Schichtdicke“ bradytropher Gewebe nach Linzbach von 550 μ erreichen; die Intimafläche kann auf 2—7 mm² ansteigen. Dicke und Fläche der Media erhöhen sich bei diesen Fällen nur geringfügig. Bei Fällen mit Hypertonie erstreckt sich die stärkere Intimaverdickung bis in die Peripherie. Durch Hypertrophie und Hyperplasie der glatten Muskelzellen kommt es zur Zunahme der Mediadicke und -fläche. Die Fälle mit frischem und altem Infarkt zeigen eine Verbreiterung der Intima auf 600 bis 1400 μ bzw. 5 bis 18 mm², der Lumenradius

sowie die Lumenfläche verkleinert sich entsprechend auf 1,1 bis 1,4 mm bzw. 4 bis 6 mm². Die Mittelwerte der aufgeführten quantitativen Befunde für den Anfangsteil des Coronararteriensystems ergeben sich aus Tabelle 2.

2. Indices zur Coronarsklerose und Coronarinsuffizienz

Die Mittelwerte und die Signifikanzen der Indices zur Coronarsklerose und Coronarinsuffizienz für die Gruppe normaler Herzen und die drei Gruppen mit pathologischen Befunden ergeben sich aus Tabelle 3. Die Unterschiede der Werte zwischen den einzelnen Gruppen sind statistisch signifikant mit Ausnahme des KII-3 zwischen der Normalgruppe und der Gruppe mit Coronarsklerose. Unter Einbeziehung statistischer Regressionsberechnungen für alle Lebensdekaden konnten wir den oberen Normbereich für normale Herzen wie folgt abgrenzen:

für den KSI-1 und KII-1 mit 0,3, für den KSI-2 und KII-2 mit 0,6, und für den KII-3 haben wir den Grenzwert mit 0,6 bis 0,8 angenommen.

Diskussion

Bei der von uns angewandten Methode haben wir die quantitativen Untersuchungen an allen drei wichtigen Coronararterienästen vorgenommen und sowohl planimetrische Flächenmessungen als auch Messungen von Schichtdicken durchgeführt. Linzbach (1944) betont die größere Genauigkeit der planimetrischen Flächenwerte. Auf die Vermeidung von Artefakten weisen Freudenberg *et al.* (1974) hin. Diese Autoren haben die angewandte Methodik ausführlich kritisch erörtert.

Nach unseren Ergebnissen lassen sich altersabhängige Intimaveränderungen von Fällen mit einfacher Coronarsklerose abgrenzen. Die höchsten Indexwerte finden sich bei den Fällen mit zusätzlicher Hypertonie und Herzinfarkt. Mit zunehmendem Schweregrad der Coronarsklerose ist der geringste Anstieg bei dem Coronarinsuffizienzindex 3 zu verzeichnen, der die tatsächliche coronare Durchblutungssituation am besten verdeutlicht. Beim KII-3 geht in die Berechnungen außer dem Herzgewicht vor allem die effektive Lumenfläche der drei Coronararterien ein. Für Fälle mit einfacher Coronarsklerose läßt sich in der Regel eine coronare Minderdurchblutung mit diesem Index noch nicht nachweisen. Dies steht mit den Ergebnissen von Barmeyer über postmortale Messungen der coronaren Durchflußkapazität in Einklang. Unsere Ergebnisse lassen sich dahingehend deuten, daß eine Coronarsklerose mit den Auswirkungen einer Coronarinsuffizienz dann gegeben ist, wenn der KSI-1 über 0,6, der KSI-2 über 1,2, der KII-1 über 1,0, der KII-2 über 3,0 und der KII-3 über 1,2 beträgt. Bei jugendlichen Herzen ohne Coronarsklerose können für den KII-3 Werte bis 1,0 erreicht werden. Die Berechnung der Indices erfolgte an den jeweils ersten Gefäßquerschnitten. Eine integrierende Messung der Indices über alle Querschnitte, was bei 7 Fällen durchgeführt wurde, führte zu keinen erheblichen Änderungen der Werte. Eine zusätzliche Objektivierung der quantitativ-morphologischen Befunde ist durch das postmortale Coronarangiogramm gegeben. Nach Eustermann *et al.* (1962), Barmeyer *et al.* (1971) u. a. ist angiographisch in der Regel mit einer Unterbewertung von stenosierenden Befunden zu rechnen, insbesondere wenn es sich um diffuse Intimaveränderungen handelt.

Ergänzend kann eine Bindegewebsbestimmung des linken und rechten Herzens zum quantitativen Nachweis eines morphologischen Substrates einer chronischen Coronarinsuffizienz mitherangezogen werden, wobei planimetrisch ermittelte Werte über 15% für das linke Herz beweisend sind (Schoenmackers; Bergmann; Knieriem). Die von uns angewandten morphometrischen Untersuchungsmethoden mit Bestimmung von Indices zur Coronarsklerose und Coronarinsuffizienz bedingen nicht nur eine zahlenmäßige Objektivierung zahlreicher Einzelbefunde der Quer- und Längsprofile der Coronararterien, sondern ermöglichen den Vergleich des Einzelfalles mit normalen und pathologischen Kollektiven. Herzog u. Schoenmackers (1970) versuchten, die arteriosklerotischen Herde der Coronararterien nach der funktionellen Wertigkeit der befallenen Gefäßabschnitte einzustufen und zu quantifizieren. Für die Praxis der forensischen Pathologie ergibt sich durch quantitative Bestimmungen eine ausführliche Dokumentation morphologischer Befunde und somit auch eine sichere Begutachtung durch Dritte.

Die quantitative Erfassung der Befunde an den Coronararterien kann in Gutachten bei entsprechenden Fragestellungen zum besseren Verständnis zwischen dem Sachverständigen und den Nichtsachverständigen hinsichtlich der Beurteilung und Bewertung eines Herzbefundes beitragen. Die Morphometrie der Coronararterien kann nicht für den Routinefall im Obduktionssaal gedacht sein; bei ausgewählten anamnestischen Angaben und Fragestellungen — z. B. der Unfall- und Versicherungsmedizin — vermag sie jedoch praktische Bedeutung zu erlangen. In strafrechtlicher Hinsicht ist es denkbar, daß im Einzelfall die erforderliche Sicherheit bei der Beurteilung der vitalen, coronaren Kreislagsituation besser erbracht bzw. objektiviert oder ein plötzlicher Herztod wahrscheinlich gemacht werden kann.

Den quantitativ-morphologischen Befunden sind allerdings auch gewisse Grenzen gesetzt, da zahlreiche funktionelle Faktoren, wie etwa Gefäßwandtonus, Blutdruckschwankungen, unterschiedliche Kontraktilität und Retraktilität oder die postmortale Muskelstarre, mit den Methoden der Morphometrie nicht immer erfassbar sind.

Wir glauben abschließend sagen zu können, daß die zahlenmäßige Objektivierung der Coronarsklerose und die Vergleichbarkeit des Einzelfalles mit normalen und pathologischen Kollektiven bei gleichzeitiger Dokumentation zahlreicher quantitativer Befunde der auf Wahrscheinlichkeiten und Sicherheit ausgerichteten Arbeitsweise der forensischen Pathologie in besonderem Maße entspricht und vergleichbare Aussagen über die akute und chronische Coronarinsuffizienz erlaubt.

Literatur

- Bähr, E.: Die Atherosklerose der Herzkranzgefäße in ihrer Beziehung zu Alter, Krankheit und Konstitution. *Arch. Kreisl.-Forsch.* **3**, 95—124 (1938)
- Barmeyer, J.: Postmortale Koronarangiographie nach Perfusion normaler und pathologisch veränderter Herzen. Messung der Durchflußkapazität interkoronarer Anastomosen. *Beitr. path. Anat.* **137**, 373—390 (1968a)
- Barmeyer, J.: Messung der Durchflußkapazität interkoronarer Anastomosen bei normalen und pathologischen Herzen mit Hilfe der postmortalen Perfusion der Coronararterien. *Verh. dtsh. Ges. Kreisl.-Forsch.* **34**, 381—385 (1968b)
- Barmeyer, J.: Die Technik der postmortalen Koronarangiographie. *Beitr. Path.* **141**, 91—93 (1970)

- Barmeyer, J.: Vergleichende postmortale Durchflußmessungen am Koronargefäßsystem bei Normalherzen und Herzen mit unterschiedlichen Graden von Koronarsklerose und Hypertrophie. *Z. Kreisl.-Forsch.* **60**, 203—211 (1971)
- Barmeyer, J., Baumeister, L., Blümchen, G.: Morphologie und postmortales Angiogramm bei Koronarsklerose. *Z. Kreisl.-Forsch.* **60**, 679—683 (1971)
- Bergmann, W.: Der Bindegewebsgehalt im Herzmuskel des Menschen bei akutem und chronischem Myocardinfarkt. *Arch. Kreisl.-Forsch.* **56**, 106—126 (1968)
- Dotzauer, G., Naeye, W.: Statistische Erhebungen über den Panoramawandel des akuten Herztodes. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **45**, 30—49 (1956)
- Eustermann, J. H., Acker, R. W. P., Kincaid, D., Brown, A. L., jr.: Atherosclerotic disease of the coronary arteries. A pathologic-radiologic correlative study. *Circulation* **26**, 1288—1295 (1962)
- Freudenberg, H., Knieriem, H. J., Möller, C., Janzen, Ch.: Quantitative morphologische Untersuchungen zur Koronarsklerose und Koronarinsuffizienz. *Basic Res. Cardiol. (Arch. Kreisl.-Forsch.)* **69**, 161—203 (1974)
- Fulton, W. F. M.: *The coronary arteries*. Springfield (Ill.): C. C. Thomas 1965
- Hallermann, W.: *Der plötzliche Herztod bei Kranzgefäßerkrankungen*. Stuttgart: Ferd. Enke 1939
- Herzog, R., Schoenmackers, J.: Versuch einer objektiven Graduierung der Koronarsklerose. *Arch. Kreisl.-Forsch.* **62**, 72—90 (1970)
- Hieronymi, G.: Über den Formwandel der Herzkranzschlagader vom Säuglings- bis zum Greisenalter. *Verh. dtsh. Ges. Path.* **40**, 203—207 (1956)
- Janssen, W.: Zur Arteriosklerose der Coronararterien jugendlicher Menschen. *Dtsch. Z. ges. gerichtl. Med.* **62**, 39—50 (1968)
- Knieriem, H.-J.: Über den Bindegewebsgehalt des Herzmuskels des Menschen. *Arch. Kreisl.-Forsch.* **44**, 231—259 (1964)
- Knieriem, H.-J.: Quantitative morphologische Untersuchungen zur Koronarsklerose und Koronarinsuffizienz. In: *Das chronisch kranke Herz — Grundlagen der funktionellen Diagnostik und Therapie* (Hrsg. Roskamm und Reindell). Stuttgart-New York: Schattauer 1973
- Krauland, W.: Der plötzliche Tod aus natürlicher Ursache. *Beitr. gerichtl. Med.* **26**, 1—22 (1969)
- Linzbach, A. J.: Mikrometrische und histologische Analyse hypertropher menschlicher Herzen. *Virchows Arch. path. Anat.* **314**, 534—594 (1947)
- Linzbach, A. J.: Die Bedeutung der Gefäßwandfaktoren für die Entstehung der Arteriosklerose. *Verh. dtsh. Ges. Path.* **41**, 24—40 (1957)
- Linzbach, A. J.: Das Altern des menschlichen Herzens. In: *Handb. allg. Path.* VI/4. Berlin-Heidelberg-New York: Springer 1972
- Meessen, H.: Über den plötzlichen Herztod bei Frühsklerose und Frühthrombose der Coronararterien bei Männern unter 45 Jahren. *Z. Kreisl.-Forsch.* **36**, 185—201 (1944)
- Meessen, H.: Morphologische Grundlagen der akuten und chronischen Myokardinsuffizienz. *Verh. dtsh. Ges. Path.* **51**, 31—64 (1967)
- Meessen, H.: Contribution on the morphology of coronary sclerosis. *Advanc. Cardiol.* **4**, 3—19 (1970)
- Mönckeberg, J.-G.: Anatomische Veränderungen am Kreislaufsystem bei Kriegsteilnehmern. *Zbl. Herz- u. Gefäßkr.* **7**, 336—343 (1915)
- Mönckeberg, J.-G.: In: *Handbuch der ärztlichen Erfahrungen im Weltkrieg 1914/18*. Leipzig: J. A. Barth 1921
- Müller, E., Friedlein, M.: Meßergebnisse bei koronarsklerotischem Mediaschwund und Intimumbau und ihre Bedeutung für die vasomotorische Durchblutungsregelung. *Frankf. Z. Path.* **69**, 268—278 (1958)
- Neufeld, H. N., Wagenvoort, C. A., Edwards, J. E.: Coronary arteries in fetuses, infants, juveniles and young adults. *Lab. Invest.* **11**, 837—844 (1962)
- Otsu, S.: Coronary sclerosis. *Acta path. jap.* **18**, 123—135 (1968)
- Roessle, R., Roulet, F.: *Maß und Zahl in der Pathologie*. Berlin-Wien: Springer 1932
- Schoenmackers, J.: Zur quantitativen Morphologie der Herzkranzschlagadern. *Z. Kreisl.-Forsch.* **37**, 617—623 (1948)

- Schoenmackers, J.: Über den Bindegewebsgehalt des Myokards der linken Herzkammer bei elastischer und unelastischer Koronarsklerose. *Arch. Kreisl.-Forsch.* **50**, 208—230 (1966)
- Tandon, H. D., Karmarkar, M. G., Gupta, P. K., Ramalingaswami, V.: Morphogenesis of aortic and coronary atherosclerosis in North-India — a composite study. *Exp. molec. Path.* **9**, 293—308 (1968)
- Wegener, K., Bersch, G., Bersch, W., Köhler, Cl., Höpker, W. W.: Morphometrische Untersuchungen zur Coronarsklerose. *Virchows Arch. path. Anat. Abt. A* **356**, 76—88 (1972)
- Weiler, G.: Quantitative Morphologie der Koronararterien in der zweiten und dritten Lebensdekade. *Basic Res. Cardiol.* (*Arch. Kreisl.-Forsch.*) (im Druck)

Dr. med. G. Weiler
Institut für Rechtsmedizin
am Universitätsklinikum
D-4300 Essen 1, Hufelandstraße 55
Bundesrepublik Deutschland

Prof. Dr. med. H.-J. Knieriem
Pathologisches Institut der Universität
D-4000 Düsseldorf, Moorenstraße 5
Bundesrepublik Deutschland