

Zur Phylogenese der Coronararterien: Die Arteria coronaria sinistra

VON HARTMUT HEINE

*Aus dem Institut für Haustierkunde der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Direktor: Prof. Dr. Dr. h. c. Wolf Herre*

Eingang des Ms. 20. 7. 1970

Ziel dieser Arbeit ist es, aus Erkenntnissen über die Phylogenie der Säugetiere Befunde zur Entstehungsgeschichte der Koronararterien, insbesondere der A. coronaria sinistra, zu erbringen.

In letzter Zeit vertritt KL. GOERTTLER (1963) die Ansicht, daß die Stammesgeschichte der Säugetiere keine konkreten Beweise erbringen könne, daß Beziehungen der Koronargefäße zur Phylogenie bestünden. Durch die Arbeiten von SPALTEHOLZ (1908, 1924), BENNINGHOFF (1933), FRICK (1956) und KL. GOERTTLER (1963) werden jedoch solche Beziehungen belegt. BENNINGHOFF (1933) und KL. GOERTTLER (1963) weisen darauf hin, daß im Bereich der intermetameralen Engen des embryonalen Herzschlauches stammesgeschichtlich alte arterielle Ringe vorhanden sind, auf die sich die großen Äste der A. coronaria dextra et sinistra ohne Schwierigkeit beziehen ließen. Kürzlich sind nun Befunde bekannt geworden, die ein ganz anderes Licht auf die Phylogenie der Koronararterien werfen (BERG, 1964 a und b, HEINE, 1970 a und b): Es konnte gezeigt werden, daß in der aufsteigenden Säugetierreihe die Koronararterien von einem unregelmäßig verteilten strauchartigen, intramyokardial verlaufenden Muster, wie es sich unter den Placentalia bei gewissen Insectivora findet (vgl. HEINE, 1970 b), allmählich an die Herzoberfläche und gleichzeitig in die druckgeschützten Herzfurchen einwandern. Das hauptsächliche Hemmnis, die Entstehungsgeschichte der Koronararterien aufzuklären, liegt bis jetzt in der postulierten Ansicht, daß diese Gefäße an die intermetamerale Ringsysteme des primitiven Herzschlauches gebunden wären; der phylogenetisch höchstentwickelte Zustand wird zum Ausgangspunkt der Betrachtung gemacht (HEINE, 1970 b).

Die einzige Möglichkeit zu einem Vergleich über die Entwicklungshöhe von Organen oder Organstrukturen zu gelangen, bildet die Kenntnis rezenter Formen, die sich im Laufe der stammesgeschichtlichen Entwicklung nur wenig verändert haben. Es herrscht heute Übereinstimmung darüber, daß in der Ordnung Insectivora Säugetiere zusammengefaßt werden, von denen sich gewisse Arten nicht weit von jenen Mammalia entfernt haben, die zu Beginn des Känozoikums am Fuße des Stammbaumes der Eutheria standen (ROMER, 1959, THENIUS-HOFER, 1960, COLBERT, 1965, STARCK, 1965). Die Herzeigengefäße sowie die gesamte Herzmorphologie der Igel- und Tenrekerwandten (Erinaceoidea und Tenrecoidea) einerseits und der Spitzmausverwandten (Soricoida) andererseits sind deutlich verschieden (HEINE, 1970 a und b). Erstere weisen innerhalb der Placentalia die am ursprünglichsten gestalteten Herzen und das einfachste Herzeigengefäßsystem auf mit deutlichen Anklängen an die Reptilia (Crocodilia, Sauria, Chelonia), wogegen die Soricoida sehr hoch entwickelte Herzen besitzen, welche eine eigenartige Parallelenentwicklung zu den am höchsten entwickelten Herzen der Ungulaten z. B. bei den Equidae und Ruminantia (BERG, 1964 a und b; HEINE, 1970 a und b) darstellen.

Material und Arbeitstechnik

Aus den 3 Überfamilien (Ü.F.) der Ordnung Insectivora wurden aus der Ü.F. Tenrecoidea: *Centetes ecaudatus* (2), *Solenodon spectrum* (2) und *Chrysochloris leucorbina* (2), aus der Ü.F. Erinaceoidea: *Erinaceus europaeus* (12), *Macrosclis rupestris* (1) und *Macrosclis rozeti* (1), aus der Ü.F. Soricoida: *Talpa europaea* (11), *Sorex araneus* (11), *Neomys fodiens* (1) und *Sorex minutus* (1) untersucht. (In Klammern die Zahl der untersuchten Arten. Zur Systematik der Insectivora vgl. I. T. SANDERSON, 1956, und HEINE, 1970 a.)

Lebend standen Igel, Maulwürfe und Spitzmäuse zur Verfügung. Zur Darstellung der Coronararterien dieser Tiere wurde eine Gelatine-Mennige-Mischung (60:40 nach SIMIČ, pers. Mitteilung) nach der Totenstarre und ohne vorheriges Durchspülen mit einer warmen Kochsalzlösung in den linken Ventrikel injiziert. Geröntgt wurde auf Siemens-Saphir-Rückfolien bei einer durchschnittlichen Röntgenstärke von 65 KV, 35 m A, 0,1 sec. Weiter wurde nach Injektion von Gelatine-Tusche nach Spalteholz aufgehellt (ROMEIS, 1968). Außerdem wurden Korrosionspräparate nach Injektion von Plastoid nach SCHUMMER (1951) angefertigt. Die Herzen der anderen Tierarten konnten nur mit dem Stereomikroskop untersucht werden, da Injektionen durch die jahrzehntelange Lagerung in Spiritus nicht mehr möglich waren.

Die Nomenklatur am Herzen bezieht sich auf jene Termini, die von PREUSS (1956) zur einheitlichen Benennung bei Mensch und Tier vorgeschlagen wurden und von der I.V.A.N.K. 1968 übernommen wurden. Die Bezeichnung feinerer Äste der Koronargefäße ist so gewählt, daß sie unabhängig von der Lage des Herzens im Brustraum bezeichnet werden, wie dies in letzter Zeit bereits in einer Reihe Publikationen geschehen ist (Literatur s. bei HEINE, 1970 b).

Befunde

Da vor kurzem eine Studie über Koronargefäßmuster der Insectivora erschien (HEINE, 1970 b), sollen hier nur kurz jene Befunde herausgestellt werden, die für die Themenstellung unerlässlich sind: Da das Koronargefäßmuster der Soricoida eine Parallelentwicklung zu dem höherer Placentalia darstellt (HEINE, 1970 b), kommen hier nur die Verhältnisse bei den Erinaceoidea und Tenrecoidea in Betracht, welche unter den Placentalia das ursprünglichste Koronargefäßmuster zeigen (HEINE, 1970 b). Bei Igel und Tenreks lassen sich in der Anordnung der rechten und linken Coronararterie 3 Typen unterscheiden (HEINE, 1970 b): Typ A: A. coronaria dextra et sinistra haben regelrechten Ursprung. Die A. coronaria dextra ist das stärkere Gefäß. Keine stark auffällige Conusarterie. Typ B: Wie bei A.; der linke Ventrikel wird zusätzlich durch Äste der Conusarterie (s. Ramus coni arteriosi Habermehl [1959], s. A. adiposa Banchi [1905]) versorgt (Abb. 1). Typ C: Eine A. coronaria sinistra ist nicht ausgebildet. Der linke Ventrikel wird neben Ästen aus der A. coronaria dextra hauptsächlich von Ästen der starken Conusarterie versorgt (Abb. 1). Zwischen Ausbildung der Conusarterie und A. coronaria sinistra besteht bei den Insectivora ein reziprokes Verhältnis. Um Aussagen über die Häufigkeit der einzelnen Typen machen zu können, mußte ein größeres Artenmaterial untersucht werden. So fand sich der Typ C lediglich bei *Erinaceus europaeus* unter 12 untersuchten Tieren dreimal, sowie bei beiden Exemplaren von *Solenodon spectrum*. — Ist die A. coronaria sinistra ausgebildet, so

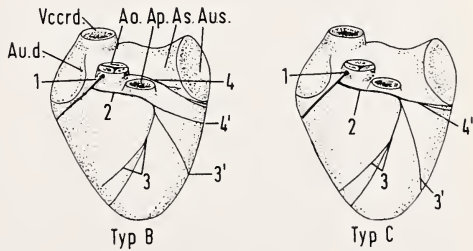


Abb. 1. Der Coronararterienverlauf vom Typ B und C bei den Insectivora. Sicht von der Facies auricularis (von ventral) aus. (Schema). Au. d. Auricula dextra; V. c. cr. d. Vena cava cranialis dextra; Ao Aorta; A. s. Atrium sinistrum; A. p. Arteria pulmonalis; Au. s. Auricula sinistra; 1 A. coronaria dextra; 2 Conusarterie s. Ramus coni arteriosi; 3 Rami parietalis der Conusarterie in den paracanalischen Bereich; 3' Ramus parietalis der Conusarterie zum linken Ventrikel; 4' Ramus parietalis der Conusarterie in den basalen Bereich des linken Ventrikels; 4 A. coronaria sinistra.

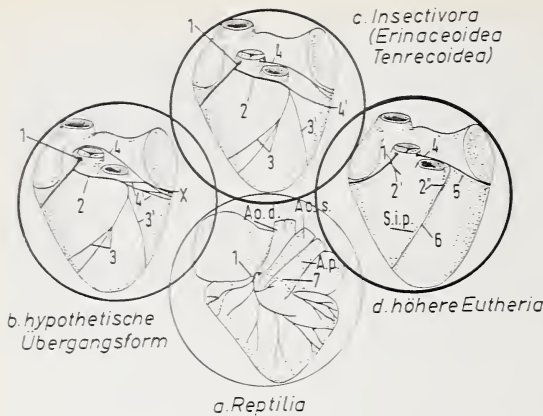


Abb. 2. Schematische Darstellung der stammesgeschichtlichen Entwicklung der *A. coronaria sinistra* und ihrer Hauptäste (5, 6) bei den Eutheria vom Ramus posttruncalis (7) der Reptilia aus. X Anastomosen zwischen Ästen der dem Ramus posttruncalis der Reptilia (7) vergleichbaren *A. coronaria sinistra* und den nach links verlaufenden Ästen (4') der Conusarterie (2) zur Bildung des Ramus circumflexus sinister höherer Placentalia. 2' und 2'' nach links und rechts gerichteter Rest der Conusarterie; Ramus conii arteriosi dexter et sinister; 5 Ramus circumflexus sinister; 6 Ramus interventricularis paraconalis. Ao. d. Aorta dextra; Ao. s. Aorta sinistra. (Übrige Abkürzungen vgl. Abb. 1; a Reptilia, unter Verwendung einer Abbildung des Herzens von *Chelydra serpentina*; nach SPALTEHOLZ, 1938)

nalfurche (s. Sulcus interventricularis anterior PNA) ist, wie überhaupt die Herzfurchen bei den Insectivora, kaum ausgeprägt (HEINE, 1970a). Am kräftigsten entwickelt ist die Conusarterie bei Typ C (Abb. 1). Da keine *A. coronaria sinistra* ausgebildet ist, übernehmen Äste der *A. coronaria dextra* die Vaskularisierung des linken Ventrikels. Besonderen Anteil hat daran die Conusarterie, die neben Ästen in den paraconalen Bereich auch Äste an den basalen Bereich des linken Ventrikels abgibt. Diese vaskularisieren das Gebiet, das bei höheren Placentalia der *R. circumflexus sinister* mit seinen Zweigen einnimmt (Abb. 2).

Bemerkenswerterweise findet sich der Typ C auch nur bei solchen Herzen, deren Morphologie innerhalb der Placentalia ausgesprochen ursprüngliche Züge aufweist (HEINE, 1970 b): So bei *Erinaceus europaeus* und *Solenodon spectrum*. Die Herzen dieser Tiere zeigen einen direkten Ansatz der Atrioventrikularklappen an den Papillarmuskeln, eine reiche Trabekulierung der Kammerhöhlräume, bei einem Exemplar von *Solenodon spectrum* war die rechte Atrioventrikularklappe sogar muskulös infiltriert (!). Weiter sind die Strukturen des ursprünglichen Sinus venosus vollständig erhalten, wie: Valvula venosa dextra et sinistra, Spatium interseptovalvulare, Crista terminalis medialis et lateralis und das Sinusseptum. Daher ist auch die Annahme berechtigt, daß das arterielle Koronargefäßmuster nach Typ C besonders ursprüngliche Verhältnisse repräsentiert.

Diskussion

Das Bild der *A. coronaria sinistra* zeigt bei den am ursprünglichsten gestalteten Eutheriaherzen, wie sie sich innerhalb der Erinaceoidea und Tenrecoidea finden (HEINE,

ist sie im Unterschied zu höheren Placentalia stets schwächer als die *A. coronaria dextra* (HEINE, 1970 b). Stets fehlt dem Gefäß auch die für höhere Säuger charakteristische Zweiteilung in den Ramus circumflexus sinister und Ramus interventricularis paraconalis (BERG, 1964a und b, HEINE, 1970 b). — Durch die schwache Ausprägung der *A. coronaria sinistra* bei Typ B wird die Facies auricularis des linken Ventrikels großenteils von Ästen der *A. coronaria dextra* versorgt. Besonderen Anteil hat daran, wie oben mitgeteilt, der Ramus conii arteriosi der *A. coronaria dextra*. Die Conusarterie stellt ein starkes schnallenförmig über den distalen Bereich des Conus arteriosus gebogenes Gefäß dar.

Der Verlauf ist myoeipikardial und geht aus Abb. 1 und 2 hervor. Bemerkenswert ist, daß die Conusarterie einen oder mehrere Äste in den paraconalen Bereich abgibt. Die Paracon-

1970 a und b) ein von höheren Placentalia vollkommen abweichendes Bild: Nie findet sich die charakteristische Zweiteilung des Gefäßes in einen R. circumflexus sinister und R. interventricularis paraconalis. Dagegen besteht zwischen der A. coronaria sinistra und der Conusarterie ein eigenartig reziprokes Verhältnis in Kaliberstärke und Vaskularisationsbreite. Da in der aufsteigenden Reihe der Eutheria die A. coronaria sinistra die A. coronaria dextra zunehmend an Stärke übertrifft (BERG, 1964 a und b, HEINE, 1970 b), wird deren Vascularisationsgebiet immer stärker eingengt, was vor allem auf Kosten der Conusarterie und ihrer Zweige geht.

Allerdings fand JAMES (1901, zitiert nach BARGMANN, 1963) die Conusarterie beim Menschen, bei dem es bekanntlich einen rechts-, intermediären oder links überwiegenden Koronargefäßtyp gibt (vgl. BARGMANN, 1963), bei der Untersuchung von 106 Korrosionspräparaten in der Hälfte der Fälle wieder. BARGMANN (1963) schreibt über das Gefäß, daß ihm häufig eine Bedeutung als Anastomose zukomme, welche die Aorta unmittelbar mit anderen Herzarterien verbinde, wenn diese verengt oder verlegt wären: „In den Fällen, in denen die Conusarterie ein Ast der rechten Kranzarterie ist, steht sie mit Ästen der linken Arterie, insbesondere mit deren Ramus interventricularis anterior in Verbindung. Auf diese Weise entsteht ein Gefäßbogen, der schon VIEUSSENS (1706) bekannt war.“ (BARGMANN, 1963)

Das Vorkommen einer linken Conusarterie (s. Arteria adiposa sinistra BANCHI, 1905), welche auch von einer Reihe Haussäugetiere bekannt ist (Literatur bei HEINE, 1970 b) läßt sich zwanglos darauf zurückführen, daß mit Höherentwicklung der Placentaliaherzen der Bügel der Conusarterie zurückgebildet wird, wie dies Abb. 2, d zeigt. Wobei Anfangs- und Endabschnitt des Gefäßes als rechte Conusarterie (s. Ramus coni arteriosi dexter s. A. adiposa dextra) oder linke Conusarterie (s. Ramus coni arteriosi sinister s. A. adiposa sinistra) in unterschiedlich starkem Ausmaß erhalten bleiben können.

Weiter bildet sich der Ramus interventricularis paraconalis (s. anterior), zum größten Teil (Abb. 2, b, c) entsprechend der starken Ausprägung der Herzfurchen bei höheren Placentalia, durch Zusammenschluß von Ästen der Conusarterie, welche ja bereits den späteren Verlauf dieser Herzfurchen vorzeichnen. (Bei den Marsupialia finden sich ebenfalls gut geprägte Herzfurchen, was jedoch als Parallelentwicklung aufzufassen ist; vgl. HEINE, 1970 a).

Daß markante Furchen oder Erhebungen am Herzen einen zusammenschließenden Faktor für stark verzweigte Koronargefäße haben, wurde von mir am Beispiel der V. marginalis dextra der Insectivora gezeigt: Ist nämlich der rechte Herzrand scharf ausgeprägt, so bildet das Gefäß einen einheitlichen Stamm, ist er stark abgerundet, spaltet die Vene in mehrere stärkere Äste auf (HEINE, 1970 b).

Analog verhält es sich mit jenen Ästen der Conusarterie, die, wie beim Gefäßtyp B und C, in den basalen linken Kammerbereich abgegeben werden. Sie helfen den Ramus circumflexus sinister zu bilden. — Dies wirft ein besonderes Licht auf die Vermutung von O. JÄRVI (1943), der anlässlich der Beschreibung einer Anomalie der A. coronaria sinistra eines menschlichen Herzens schreibt: „Die erste Entwicklung des R. circumflexus (sinister) dürfte nicht stets getrennt vom R. interventricularis (anterior) geschehen müssen. Man könnte sich auch vorstellen, daß dies als phylogenetischer Rest nur ausnahmsweise vorkäme.“ Fraglich ist nun, ob der R. circumflexus allein von Ästen der Conusarterie oder zusätzlich über Anastomosen mit Ästen aus der schwachen A. coronaria sinistra vom Typ B entsteht. Dies stellt jedoch eher ein Scheinproblem dar, denn wie besonders durch die Untersuchungen von SPALTEHOLZ (1908) bekannt geworden ist, findet sich unter den Reptilia (Chelonia, Sauria) ein Gegenstück zur ventral um die Pulmonaliswurzel verlaufenden Conusarterie, der dorsal um die Pulmonaliswurzel verlaufende Ramus posttruncalis (Abb. 2, a), der rechts aus der, dem Truncus anonyms der Aorta dextra entspringenden Coronararterie — dem phylogenetischen

Vorläufer der *A. coronaria dextra* der Säuger — oder selbständig rechts sowie auch linkerseits aus dem *Truncus anonymus* der Aorta *dextra* entspringen kann (SPALTEHOLZ, 1908, BENNINGHOFF, 1933). Daß sich bei den Säugetieren der linksseitige Ursprung durchgesetzt hat, darf wohl auf hämodynamische Faktoren zurückgeführt werden. Denn bei einem rechtsseitigen Ursprung der *A. coronaria sinistra*, verläuft diese zwischen Aorta *ascendens* und linkem Vorhof nach links in die Kranzfurche, wodurch das Gefäß in seiner Lumenweite von der Blutfüllung jener Strukturen beeinflusst werden könnte. Darauf weist O. JÄRVI (1943) hin, der eine Übersicht über Fälle von rechtsseitigem Ursprung der *A. coronaria sinistra* beim Menschen gibt. Auch TÖNDURY (1960, zit. nach BARGMANN, 1963), sowie BURCK (1963, zit. nach KL. GOERTTLER, 1963) weisen auf diese Anomalie hin. JÄRVI (1943) hat auf den ähnlichen Verlauf dieser Gefäßanomalie beim Menschen zu den Befunden bei Reptilien hingewiesen. Auf eine Verlagerung eines Gefäßastes aus dem Ursprungsbereich der rechten Coronararterie in den linken Sinus *valsalvae*, welcher einem dem *R. posttruncalis* der Reptilien ähnlichen Gefäß entspricht und welcher Anschluß an die basalen linksgerichteten Zweige der Conusarterien gewinnt, ist, meiner Meinung nach, die Entstehung der *A. coronaria sinistra* bei den Säugetieren zurückzuführen. Allerdings konnte ich bei den von mir untersuchten Igel- und Tenrekrervandten kein dem rechts entspringenden *R. posttruncalis* im Verlauf ähnliches Gefäß finden, was wohl auf die relativ geringe untersuchte Artenzahl zurückzuführen ist.

Es muß nun noch auf einen Unterschied im Ursprung der Coronargefäße zwischen Reptilien und Säugetieren hingewiesen werden: Da die Coronargefäße der Reptilien normalerweise aus dem *Truncus anonymus* der rechten Aorta entspringen (vgl. SPALTEHOLZ, 1908, BENNINGHOFF, 1933), stellt sich die Frage, inwieweit man auf die Verhältnisse bei Säugetieren, bei denen nur ein einheitlicher Aortenstamm erhalten geblieben ist, dessen Bogen sich jedoch nach links wendet, schließen kann. Diese spezielle Problematik, die keineswegs restlos geklärt ist, kann nur kurz angedeutet werden: Daß die Reptilien eine linke und rechte Aorta ausgebildet haben, ist auf das schon bei Amphibien vorhandene *Septum interaorticum* zurückzuführen, das bei Säugetieren nicht mehr angelegt wird (vgl. jedoch HEINE, 1971 b). Hier kommt es nur noch zur Ausbildung des phylogenetisch noch älteren *Septum aorticum-pulmonale*, das bei Dipnoi (z. B. *Lepidosiren*) bereits in Form der (jedoch wohl nicht ganz vergleichbaren, s. S. 8) bulbaren Spiralfalte angelegt ist und speziell bei Amphibien eine große Rolle spielt (Hautatmung!) (zusammenfassend BENNINGHOFF 1933). Bei Säugetieren wird die *Pulmonalis* durch das *Septum aorticopulmonale* von einem einheitlichen Aortenstamm getrennt, der die Potenz der Coronararterienbildung der Aorta *dextra* der Amphibien und Reptilien enthält, was bei den Dipnoi bereits eingeleitet ist, jedoch durch die speziellen Probleme der Hautatmung bei Amphibien unterbrochen wurde. Denn venöser und arterieller Kreislauf können durch die starke Ausbildung einer sauerstoffreiches Blut führenden *V. cutanea magna* nicht getrennt werden. Hier kommt es nun zur Ausbildung komplizierter Trennstrukturen in *Bulbus cordis*, an denen besonders das auf das *Septum aorticopulmonale* senkrecht stehende *Septum interaorticum* beteiligt ist (vgl. BENNINGHOFF, 1933).

Da bei den Reptilien die Lungen die „Alleinherrschaft“ als Atmungsorgane erreicht haben, kann auch eine exaktere Trennung von venösem und arteriellem Blut vollzogen werden. Jedoch sind die Lungen nur bei jenem hochspezialisierten Seitenzweig der Reptilien, den Vögeln, in der Lage alles Blut zu arterialisieren. Bei ihnen ist auch das *Septum interaorticum* zurückgebildet, obwohl es noch angelegt wird (FUCHS, 1927, zusammenfassend BENNINGHOFF, 1933). Es wäre auch zu bedenken, ob SPITZER (1919/21, zit. nach BENNINGHOFF 1933) von einer rein phylogenetischen Betrachtungsweise her, nicht doch recht hat (BENNINGHOFF, 1933 bestreitet dies), wenn er meint, daß das *Septum aortico-pulmonale* der Säuger proximal ein reines *Septum aortico-pulmo-*

nale, distal ein reines Septum interaorticum (der Reptilien), in der Mitte ein gemischtes Septum darstelle (vgl. BENNINGHOFF, 1933)? Denn der phylogenetische Umweg zur Trennung von arteriellem und venösem Blut über die Hautatmung der Amphibien wird sich besonders an dem hierfür „zuständigen“ Septum aortico-pulmonale abspielen, so daß dieses Septum nicht ohne weiteres mit der Anlage der Spiralfalte der Dipnoi vergleichbar ist (s. S. 7). Jedoch ließen sich, je nach Überwiegen der einzelnen Abschnitte des Septums, die Dynamik gestörter Bulbusdrehungen in der Ontogenie der Säugetiere sowie anomale Ursprünge der Coronararterien verständlicher machen (vg. KL. GOERTTLER, 1963 und HEINE, 1971 b).

Zusammenfassend ergibt sich nun folgendes Bild für die stammesgeschichtliche Entwicklung der *A. coronaria sinistra* (Abb. 2): Das Gefäß besteht in seinem ursprungsnahen Gebiet aus dem Sinus valsalvae sinistra bis zu der für höhere Placentalia charakteristischen Zweiteilung in den *R. circumflexus sinister* und *R. interventricularis paraconalis*, einem auf die linke Seite der Aorta dextra der Reptilien verlagertem Gefäß. Es läßt sich mit dem *R. posttruncalis* der Reptilien vergleichen. Der *R. circumflexus sinister* wird hauptsächlich aus basalen, anastomosierenden nach links ziehenden Zweigen der Conusarterie aufgebaut. In welchem Ausmaß der „*R. posttruncalis*“ daran beteiligt ist, läßt sich nicht angeben. Zumindest vermittelt er den Anschluß des *R. circumflexus sinister* an den Stamm der *A. coronaria sinistra*. Über diese Verbindung bekommt auch der *R. interventricularis paraconalis* Anschluß an jenen Gefäßstamm. Der *R. interventricularis* entsteht aus miteinander verschmelzenden paraconalen Ästen der Conusarterie, bei stärkerer Herausbildung der Paraconalfurche in der aufsteigenden Placentalierreihe. Es ist so die für höhere Säuger typische Zweiteilung der *A. coronaria sinistra* in den *R. circumflexus sinister* und *R. interventricularis paraconalis* erfolgt. Mit der Höherentwicklung des Säugetierherzens schwenken der *R. circumflexus sinister* und der *R. interventricularis paraconalis* immer mehr in die druckgeschützten Herzfurchen ein, wobei sie gleichzeitig aus dem Myokard an die Herzoberfläche aufsteigen (vgl. BERG, 1964 a und b, HEINE, 1970 b).

Warum die *A. coronaria sinistra* ein derartiges „Flickwerk“ darstellt, läßt sich ohne weiteres durch das phylogenetisch „junge“ Auftreten des linken Ventrikels erklären. Dieser gehört ja als spezielle Struktur erst von den Reptilien an zum Bauplan des Wirbeltierherzens. Mit zunehmender Trennung vom rechten Ventrikel und schließlich der alleinigen Übernahme des sauerstoffreichen Blutes bei Vögeln und Säugern erhält der linke Ventrikel eine besondere Bedeutung, damit auch die ihm eigentümliche Gefäßversorgung. (Über die speziellen phylogenetischen Verhältnisse im linken und rechten Ventrikel vgl. HEINE, 1971 c).

Es ist also nicht so, wie BERG (1964 b) vermutet, daß die *A. coronaria sinistra* die konservativere Coronararterie in der Stammesgeschichte der Säuger darstellte, sondern dies ist zweifellos die *A. coronaria dextra*.

Rückblickend läßt sich sagen, daß sich bei den ancestralen Insektivora die Coronargefäßversorgung im Zustand des Experimentierens befand. Wobei die rezenten Insektivora aus der Igel- und Tenrekverwandtschaft heute noch jenes Bild repräsentieren, von dem aus ihre altertümlichen Verwandten den Weg zur Koronargefäßversorgung höherer Eutheria beschritten.

Zusammenfassung

An Hand der stammesgeschichtlichen Entwicklung der *A. coronaria sinistra* wird gezeigt, daß die Vorstellung, die Coronararterien hätten sich in den intermetamerale Engen des primitiven Herzschlauches entwickelt, nicht beibehalten werden kann. Vielmehr finden sich Hinweise dafür, daß sich das Coronargefäßsystem der Säugetiere von dem der Reptilien ableitet.

Summary

On the Phylogenesis of the Coronary-Arteries: The Arteria coronaria sinistra

Analysing the phylogenesis of the A. coronaria sinistra it has been shown, that the conception of a development of the coronary-arteries between the segments of the primitive heart-tube cannot be retained furthermore. Rather there are references to divert the coronary-vessels of the Eutheria from that of the Reptilia.

Literatur

- BARGMANN, W.: (1963): Bau des Herzens. In: Bargmann, W., DOERR, W. (eds.), Das Herz des Menschen, Bd. 1, S. 88—161. Stuttgart: G. Thieme.
- BENNINGHOFF, A. (1933): Herz. In: BOLK-GÖPPERT-KALLIUS-LUBOSCH (eds), Handbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, Bd. 6, 467—566. Wien: Urban & Schwarzenberg.
- BERG, R. (1964): Beitrag zur Phylogenese des Verhaltens der Coronararterien zum Myokard beim Hausschwein (*Sus scrofa f. domesticus*). Anat. Anz. 115, 184—192.
- (1964): Über den Entwicklungsgrad des Koronargefäßmusters beim Hausschwein (*Sus scrofa domesticus*). Anat. Anz. 115, 193—204.
- COLBERT, E. H. (1965): Die Evolution der Wirbeltiere. Übersetzt von G. HEBERER. Stuttgart: Fischer.
- FRICK, H. (1965): Morphologie des Herzens. In: KÜKENTHAL-KRUMBACH-HELMKE-LENGERKEN (eds.), Handbuch der Zoologie, Bd. 8, S. 1—48. Berlin: De Gruyter.
- FUCHS, F. (1924): Zur Entwicklung des Kiebitzherzens. Z. Anat. Entw.-Gesch. 108, 1—35.
- GOERTTLER, Kl. (1963): Entwicklungsgeschichte des Herzens. In: BARGMANN, W., DOERR, W. (eds.), Das Herz des Menschen, Bd. 1, S. 21—87. Stuttgart: G. Thieme.
- HEINE, H. (1970 a): Zur Morphologie des Insektivorenherzens. (Eine vergleichend topographische und vergleichend anatomische Studie). Morph. Jb. 115, 520—569.
- (1970 b): Die Coronargefäße der Insectivora. Mit einem Beitrag zum Lymphgefäßsystem des Säugetierherzens, untersucht an *Erinaceus europaeus* L. Z. Anat. Entw.-Gesch. 131, 193—211.
- (1971 b): Die großen herznahen Gefäße der Insectivora. Mit einem Beitrag zur Stammes- und Entwicklungsgeschichte des Aortenbogens und seiner Äste. Z. Anat. Entw.-Gesch. (im Druck).
- (1971 c): Zur Stammes- und Entwicklungsgeschichte der Papilarmuskeln des Placentaliaherzens. Z. zool. Syst. Evolut.-forsch. (im Druck).
- JÄRVI, O. (1943): Über einen seltenen Ursprung des Ramus circumflexus am Herzen. Z. Anat. Entw.-Gesch. 112, 382—388.
- ROMEIS, B. (1968): Mikroskopische Technik. München: R. Oldenbourg.
- PREUSS, F. (1955): Zur Nomenklatur am Herzen. Z. exp. Vet. med. 2, 802—805.
- (1956): Zur Nomenklatur am Herzen. Anat. Anz. 106, 20—37.
- ROMER, A. S. (1966): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Übers. und bearb. von H. FRICK, 2. Aufl. Hamburg u. Berlin: Paul Parey.
- SANDERSON, I. T. (1956): Living Mammals of the World. Deutsche Bearbeitung von F. BOLLE. München u. Zürich: Droemer-Knauer.
- SCHUMMER, A. (1951): Vereinfachtes Plastoid-Korrosionsverfahren. Anat. Anz. 98, 288—290.
- SIMIČ, V.: Persönliche Mitteilung.
- SPALTEHOLZ, W. (1908): Zur vergleichenden Anatomie der Aa. coronariae cordis. Anat. Anz. 32, Erg.-H., 169—180.
- (1924): Die Arterien der Herzwand. Leipzig: S. Hirzel.
- STARCK, D. (1965): Embryologie. Ein Lehrbuch auf allgemein biologischer Grundlage. Stuttgart: G. Thieme.
- THENIUS, E., und HOFER, H. (1960): Stammesgeschichte der Säugetiere. Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer.

Anschrift des Verfassers: Dr. rer. nat. HARTMUT HEINE, Anatomie I, Medizinische Hochschule, 3000 Hannover, Roderbruch