

## Un flashback di 50 anni

Giorn. It. Card. 1, 229-243, 1971

### LA CORONARIOGRAFIA; SINTESI DI 20 ANNI DI ESPERIENZA PERSONALE (\*)

L. DI GUGLIELMO - P. BOBBA - C. MONTEMARTINI

*The authors present their personal experience based on 1125 coronary arteriographies performed by both the thoracic aortography and the selective technique. Advantages and disadvantages of both techniques are fully explained, the personal believing being that best results are obtained by the combined and rationale use of both of them.*

*A short description is given of the normal x-ray anatomy of coronary arteries together with the main anatomic variations and congenital abnormalities.*

*The aging changes of coronary arteries include cylindric ectasia, lengthening with tortuosity, and small contour irregularities, stiffnes of walls with limited or absent response to pharmacological stimuli.*

*The coronarographic semeiology is based on changes of lenght, of contour, of diameter of vessels, of filling and functional status of coronary arteries. Various types of anastomoses and collateral circulations can also be shown.*

*The arteriographic characteristics of coronary atherosclerosis includes: reduction of the arterial diameter (from localized stenosis up to wide involvement of one or more branches and their multiple occlusion); changes of contours, signs of hypertonia and spasm, unhomogeneous filling, development of collateral anastomotic homo- and inter-coronary circulation.*

*The present-time indications of coronary arteriography are the following: disagreement between clinical and ECG findings; angina pectoris resistant to medical treatment; the suspect of congenital abnormalities of coronary arteries; the choice of the surgical technique for myocardial revascularization and the evaluations of its results; preoperative diagnosis of ventricular aneurism and infarct.*

La coronariografia, cioè l'esame radiologico che permette di visualizzare nel vivente

*Istituto di Radiologia Medica e Terapia Fisica dell'Università di Pavia.*

*Istituto di Patologia Speciale Medica dell'Università di Pavia.*

(\*) Relazione al XIX Congress of European Society of Cardiovascular Surgery (Varsavia, 4 luglio 1970).

le arterie coronarie, si è diffusa nel mondo e va assumendo una importanza sempre maggiore influenzando sui moderni indirizzi di terapia medica e chirurgica. Studi di anatomia, di fisiologia, di farmacodinamica oggi si basano molto frequentemente sulla dimostrazione radiologica delle arterie coronarie. Scopo della presente pubblicazione è di indicare quali sono allo stato attuale le pos-



sibilità e gli utili impieghi della coronariografia.

## Rassegna della letteratura

La storia della coronariografia si può dire che cominci con la prima osservazione di Jönsson<sup>1</sup> del 1948, il quale segnalò che in 5 pazienti nel corso di una aortografia toracica si erano opacizzate anche le arterie coronarie. Il primo studio a carattere sistematico spetta a Di Guglielmo e Guttadauro<sup>2</sup> che nel 1952 hanno pubblicato una monografia nella quale vennero definiti l'anatomia radiologica normale e alcuni aspetti di fisiologia delle coronarie nell'uomo vivente.

Precedenti tentativi che hanno condotto a risultati assai scarsi o nulli erano stati pubblicati da Radner<sup>3</sup> (1945), da Hojos e Del Campo<sup>4</sup> (1948) e da Bustamante e coll.<sup>5</sup> (1950).

A queste prime osservazioni segue un periodo dedicato soprattutto alle ricerche a carattere sperimentale, durante il quale vengono compiuti notevoli progressi nel perfezionamento della tecnica di esame e nello studio della fisiologia e della patologia sperimentale coronarica (Pearl e coll.<sup>6</sup>, 1950; Helmsworth e coll.<sup>7</sup>, 1950-1951; Coelho e coll.<sup>8</sup>, 1953; Di Guglielmo e coll.<sup>9-14</sup>, 1954-1960; Arnulf<sup>15</sup>, 1958; Boerema e Blickman<sup>16</sup>, 1955-57).

Le prime osservazioni sulla patologia coronarica nell'uomo vivente sono dovute a Thal<sup>17</sup> e coll. (1957-59), i quali hanno potuto documentare stenosi e occlusioni dei rami coronarici con formazioni di circoli collaterali e a Di Guglielmo<sup>10</sup> (1958-59) che ha descritto il quadro della sclerosi coronarica.

Nel 1959 in America Sones<sup>18</sup> elabora la tecnica selettiva per la visualizzazione delle arterie coronarie e ne pubblica i primi risultati. Questo autore ha il merito non solo di aver determinato con la sua tecnica un innegabile progresso negli studi dell'angiografia coronarica ma anche di aver contribuito con il suo personale entusiasmo alla diffusione di questi studi nel mondo.

Infatti si può dire che nel decennio fra il 1960 e il 1970 la coronariografia entra definitivamente nella pratica, si impone come un metodo di esame utile e necessario e si diffonde in tutto il mondo.

Durante questo decennio si sono andati delineando soprattutto in Europa e in America alcuni centri di studio la cui attività particolarmente intensa merita di essere ricordata.

Per quanto riguarda l'Europa segnaliamo gli studi condotti in Svezia da Paulin<sup>19</sup>, da Nordenström<sup>20</sup>, da Björk<sup>21</sup>, in Germania da Dux<sup>22</sup>, da Portsmann<sup>23</sup>; in Italia da Di Guglielmo, Baldrighi e Montemartini<sup>11-13</sup>; in Francia da Lavaurs<sup>24</sup> e da Ecoiffier<sup>25</sup>.

Nel Nord America, oltre agli studi di Sones e coll.<sup>18</sup>, si devono ricordare le importanti pubblicazioni di Gensini<sup>26</sup>, di Abrahms<sup>27</sup>, di Judkins<sup>28</sup>, di Amplatz<sup>29</sup>, di Bourassa<sup>30</sup>.

Si può dunque dire che nel decennio 1950-60 sono state poste le basi della coronariografia, sono state condotte ricerche sperimentali e sono state messe a punto le tecniche di esame; questo cioè può essere considerato il decennio di preparazione, mentre nel decennio 1960-70 il metodo è stato applicato nella pratica e si è diffuso nel mondo. Questo cioè può essere indicato come il decennio dell'attuazione e della diffusione della coronariografia.

In questa sede non è possibile riferire dettagliatamente sui contributi delle diverse Scuole e dei singoli autori. Pertanto ci limitiamo all'esperienza personale formata in circa 20 anni di studi e ci proponiamo di esporre la nostra tecnica personale e i risultati finora raccolti.

## Materiale e tecnica di esame personali

Allo stato attuale la nostra esperienza è costituita da 1.125 esami coronariografici, dei quali 956 eseguiti con la tecnica dell'aortografia toracica e 169 con la tecnica selettiva. In 81 dei nostri pazienti è stata eseguita anche la ventricolografia sinistra.

Si tratta di pazienti di entrambi i sessi con netta prevalenza tuttavia per il sesso maschile. L'età varia da un minimo di 8 a un massimo di 74 anni; il maggior numero di pazienti è compreso nel 5° e nel 6° decennio con valori più elevati per il 6° decennio.

Come si è detto il maggior numero dei nostri pazienti è stato esaminato con la tecnica dell'aortografia toracica e fino a qualche anno fa noi siamo stati restii ad accettare la tecnica selettiva in quanto convinti che l'aortografia toracica sia da sola sufficiente per la diagnosi corretta e assai meno pericolosa. Da qualche anno tuttavia, spinti dai brillanti risultati degli Autori Americani, abbiamo adottato la tecnica selettiva, inizialmente soprattutto allo scopo di poter stabilire un raffronto fra i due tipi di esame. Allo stato attuale ci siamo convinti che le due tecniche non si escludono ma che anzi sono tra loro complementari e che proprio con l'impiego razionale dei due metodi si ottengono i migliori risultati.

In linea di massima possiamo dire che l'aortografia toracica riveste le seguenti caratteristiche:

a) visibilità simultanea di tutto il circolo coronarico nel suo insieme, che può fornire un orientamento generico assai utile;

b) l'opacizzazione non forzata delle arterie coronarie ne permette la dimostrazione nelle condizioni più vicine possibile al reale stato funzionale. E' possibile in tal modo dimostrare inoltre



## LA CORONAROGRAFIA

stati di contrattura, di ipertonia, di spasmo, di rilasciamento ipotónico; nonché l'esclusione funzionale di una arteria che anatomicamente è soltanto stenotica; le sinuosità, le tortuosità e i movimenti dei rami coronarici, vengono documentati in maniera precisa mentre tendono ad essere annullati dal riempimento forzato della tecnica selettiva;

c) alcune anomalie delle coronarie possono essere documentate solo con l'aortografia e precisamente le variazioni di numero (arterie soprannumerarie) e alcune anomalie di origine come l'origine dall'aorta ascendente;

d) nello studio dello sviluppo dei circoli collaterali la dimostrazione delle anastomosi extracoronariche (arteria mammaria interna sinistra, arterie bronchiali) è possibile solo con questo metodo;

e) possibilità di inquadrare le condizioni del circolo coronarico nello stato generale dei vasi toracici in quanto con questo metodo si ottiene la visualizzazione non solo di tutta l'aorta toracica ma anche dei vasi sopra-aortici e delle arterie intercostali;

f) rilievo delle condizioni dell'apparato valvolare aortico, di eventuali malformazioni dei seni di Valsalva o di tutto il bulbo aortico e dell'aorta ascendente;

g) il metodo è molto ben tollerato; è di attuazione assai rapida e espone a una percentuale di rischi e inconvenienti del tutto insignificante;

h) le limitazioni del metodo sono costituite dal fatto che la opacizzazione «ottima» delle arterie coronarie si ottiene con frequenza minore che con la tecnica selettiva. Pertanto anche con una opacizzazione discreta alcune piccole lesioni organiche possono sfuggire; sebbene in una percentuale molto modesta di casi, l'esame può non essere perciò sufficiente da solo a rispondere a tutti i quesiti diagnostici. Si deve ricordare infine che in presenza di una grave insufficienza valvolare aortica, il mezzo di contrasto, che refluisce in gran parte nel ventricolo sinistro, raggiunge solo in piccola quantità le arterie coronarie delle quali si ottiene una visualizzazione insufficiente.

Per quanto riguarda l'*arteriografia selettiva* le caratteristiche principali possono essere schematizzate nel modo seguente:

a) visualizzazione completa di una arteria coronaria fino alle più piccole ramificazioni periferiche con possibilità di rilievi assai precisi sulle modalità di divisione e di distribuzione;

b) dimostrazione delle alterazioni organiche fin dalle fasi iniziali e possibilità della descrizione più precisa dei caratteri semeiologici delle alterazioni (sede, entità, estensione, sviluppo di circoli collaterali intercoronarici); tale descrizione riveste la massima importanza nella preparazione per un eventuale intervento chirurgico;

c) possibilità della dimostrazione con notevole frequenza del circolo venoso coronarico;

d) possibilità di impiego di quantità di mezzo di contrasto relativamente piccole nei confronti della grande quantità necessaria per l'aortografia toracica. Va precisato tuttavia che in senso assoluto la quantità di mezzo di contrasto che raggiunge le coronarie e il cuore è assai maggiore con la tecnica selettiva che con l'aortografia;

e) le alterazioni elettrocardiografiche sono costanti e di varia entità e di varia durata. La possibilità di incidenti gravi (fibrillazione ventricolare, infarto del miocardio, arresto cardiaco, morte) è indubbiamente maggiore che con la tecnica dell'aortografia toracica; pertanto l'arteriografia selettiva deve essere eseguita soltanto presso centri altamente specializzati e dotati delle opportune attrezzature di monitoraggio e di rianimazione;

f) il cateterismo delle singole arterie coronarie non è sempre tecnicamente semplice e si richiede una notevole esperienza da parte dell'operatore. Inoltre in alcuni casi vi sono difficoltà tecniche tali da rendere difficoltoso l'esame (anomalie di origine e di numero delle coronarie).

Nel complesso dal raffronto critico dei due metodi risulta che l'aortografia toracica fornisce una immagine più vicina allo stato funzionale delle arterie coronarie, permette di dimostrare alcune variazioni di numero e di origine, fornisce la dimostrazione di circoli collaterali extracoronarici, permette di inquadrare lo stato delle coronarie nella visione più complessa di tutta la circolazione toracica; è quasi del tutto priva di inconvenienti; d'altro canto la tecnica selettiva fornisce una dimostrazione più brillante e completa delle arterie coronarie, permette lo studio più preciso della morfologia anatomica, ma comporta una percentuale di inconvenienti più elevata.

In base a queste considerazioni il comportamento che ormai da due anni noi seguiamo nella pratica coronariografica è il seguente:

1) l'esame viene iniziato con l'aortografia toracica: cateterismo preferibilmente per via transradiale destra e solo in caso di necessità per via transfemorale con la tecnica di Seldinger; iniezione nel tempo di 2" nel bulbo aortico di 1 cc pro Kg di mezzo di contrasto, previa somministrazione endovenosa di Venitrin e durante prolungata manovra di Valsalva; come mezzo di contrasto abbiamo sempre usato l'Urografin 76 %; ripresa di radiogrammi con serigrafio rapido bipiano nelle proiezioni A-P e laterale, al ritmo di 3 radiogrammi per secondo;

2) rapida visione dei radiogrammi così ottenuti (sviluppatrice automatica a ciclo rapido di 90"); qualora l'opacizzazione delle arterie coronarie sia ottima e tale da rispondere a tutti i quesiti diagnostici, l'indagine può essere sospesa e considerata conclusa.

Qualora l'opacizzazione non sia del tutto soddisfacente o comunque sussistano dei dubbi soprattutto nella eventualità di un intervento chi-



urgico, si procede al cateterismo selettivo di una o di entrambe le coronarie (introduzione attraverso la stessa via di accesso di un catetere di Sones o di cateteri a punta premodellata; unica iniezione manuale di 7-8 cc di mezzo di contrasto; ripresa di radiogrammi con serigrafia bipiano al ritmo di 3 per secondo);

3) nei pazienti nei quali si può prevedere la possibilità di alterazioni gravi anatomo-funzionali del ventricolo sinistro (aneurismi parietali o del setto, zone dissinergiche, stenosi sottovalvolari) la aortografia viene sostituita con la ventricolografia sinistra (impiego di catetere Lehman e iniezione endoventricolare di 1 cc pro Kg di mezzo di contrasto).

In questo caso tuttavia è bene eseguire prima l'arteriografia selettiva di entrambe le coronarie e solo quando si sia sicuri della perfetta riuscita di quest'ultima, si procede alla ventricolografia, perchè qualora il cateterismo selettivo di una coronaria non fosse tecnicamente possibile, sarebbe indispensabile procedere all'aortografia toracica anzichè alla ventricolografia. Infatti quest'ultima, pur dando utili informazioni sul circolo coronarico, ne fornisce una visibilità indubbiamente inferiore e meno ricca di dettagli rispetto all'aortografia.

Abbiamo avuto occasione di esaminare pazienti nelle più varie condizioni morbose del circolo coronarico e nelle varie fasi della malattia coronarica. Abbiamo cioè praticato la coronariografia anche in fase di ischemia acuta (2-3 giorni dopo l'infarto), nelle varie turbe del ritmo e della conduzione, nell'immediato periodo postoperatorio per intervento di rivascolarizzazione miocardica, nella fase dello scompenso cardiaco, in gravi stati di ipertensione o in condizioni di ipotensione. Attualmente abbiamo l'impressione che non esista una reale controindicazione alla coronariografia.

D'altro canto nella nostra casistica gli incidenti non sono stati numerosi. Fra i pazienti esaminati con l'aortografia toracica possiamo ricordare un solo caso in cui si è avuto un arresto cardiaco che si è risolto con il massaggio cardiaco esterno. Gli inconvenienti legati a questo metodo si sono dimostrati assai scarsi e poco significativi; si può ricordare che l'iniezione di mezzo di contrasto è abitualmente seguita da una ipotensione (10-20 % dei valori di partenza) di assai breve durata (40-60"); le alterazioni elettrocardiografiche sono scarsissime o del tutto assenti.

Con l'impiego della tecnica selettiva invece abbiamo osservato 3 volte un arresto cardiaco risolto solo con manovre strumentali di rianimazione; assistole transitorie in 3 casi risoltesi spontaneamente; immagine di ischemia lesione acuta di durata superiore a un'ora in 2 casi; dolore insorto durante l'iniezione o immediatamente dopo, di solito uguale a quello spontaneo, in 8 casi.

Abitualmente evitiamo di procedere a ripetute

iniezioni di mezzo di contrasto e questo può spiegare, almeno in parte, perchè gli inconvenienti, rispetto a quanto riferito nella letteratura, figurino nella nostra casistica in proporzione relativamente modesta.

## Anatomia radiologica

L'anatomia radiologica delle arterie coronarie nel vivente è stata messa a punto negli studi di Di Guglielmo e Guttadauro<sup>2</sup>, di Paulin<sup>19</sup>, di Dux<sup>22</sup> e di Wilson e coll.<sup>31</sup>. Sebbene alcuni elementi di dettaglio debbano essere ancora approfonditi e completamente chiarificati, si può dire che le caratteristiche radiologiche delle coronarie sono ormai ben conosciute e che i singoli elementi arteriosi e le loro modalità di distribuzione si presentano con caratteri notevolmente costanti e definiti e che quindi sono agevolmente riconducibili entro uno schema unico di classificazione.

Per quanto riguarda la terminologia abbiamo più volte sottolineato l'importanza di seguire il criterio topografico, denominando i singoli rami a seconda del territorio cui essi si distribuiscono.

### a) Arteria coronaria destra

Prende origine dal 3° superiore del seno di Valsalva destro e si dirige in basso, passando sotto l'auricola destra; penetra nel solco atrio-ventricolare destro dove scorre portandosi verso la superficie posteriore del cuore. Qui raggiunge la regione della crux che abitualmente supera di qualche centimetro.

A livello della crux l'arteria descrive una caratteristica immagine ad U capovolta determinata dall'incrocio con la vena inter-ventricolare posteriore (vena cardiaca media degli anatomici).

Lungo il suo decorso, l'arteria coronaria destra dà origine alle seguenti ramificazioni:

#### *Rami anteriori del ventricolo destro.*

Sono 2-4 o più ramificazioni che si dirigono in avanti distribuendosi alla superficie anteriore del ventricolo destro. La prima di esse è lievemente obliqua in alto e irrorata



quella parte del ventricolo che forma il cono della polmonare e pertanto può essere definita *ramo destro del cono*.

*Ramo anteriore dell'atrio destro o ramo del nodo del seno.* E' una esile ramificazione la cui sede di origine dalla coronaria destra è variabile in quanto in alcuni casi può nascere in stretta prossimità dell'ostio coronarico ma più spesso essa si origina dopo il ramo del cono; in alcuni casi può nascere più distalmente, a livello del 3° medio della coronaria destra.

Il suo decorso è caratteristico: essa si porta in alto e in dietro, scorrendo sulla superficie superiore dell'atrio destro, dietro l'aorta, fino a raggiungere il solco interatriale anteriore. Procede in quest'ultimo e raggiunge la base della vena cava superiore circondandola in senso antiorario o più raramente in senso orario e terminando nella regione del nodo del seno. Lungo il suo percorso può dare origine a sottili ramificazioni destinate all'atrio destro e all'atrio sinistro.

*Ramo del margine acuto.* E' una importante ramificazione che si distribuisce al margine destro del cuore e che pertanto il più delle volte scorre sulla parete diaframmatica, diretta obliquamente in basso e a sinistra.

*Rami posteriori del ventricolo destro.* Sono rami non costanti e di lunghezza variabile, disposti sulla parete diaframmatica e diretti verso la punta del cuore.

*Ramo interventricolare posteriore.* Nasce dalla coronaria destra a livello della crux; talvolta è di calibro così ampio da costituire la diretta continuazione della coronaria destra. Scorre nel solco interventricolare posteriore verso la punta del cuore che però nella maggior parte dei casi non raggiunge. Solo nei casi con preponderanza destra essa raggiunge la punta del cuore, la supera e si porta verso la superficie anteriore del cuore.

Nel suo percorso, il ramo interventricolare posteriore da origine a 3 gruppi di ramificazioni: i *rami destri* destinati al ventricolo destro, i *rami sinistri* destinati al ventricolo sinistro e i *rami posteriori del setto*

che si distribuiscono alla porzione posteriore del setto interventricolare.

*Ramo del setto fibroso o del nodo A-V.* Nasce all'apice dell'immagine ad U capovolta e si dirige in alto con decorso rettilineo verso la parte centrale del cuore, approfondendosi nel setto interventricolare fino a raggiungere il nodo A-V. Talvolta è possibile riconoscere la sua biforcazione terminale ad angolo retto considerata caratteristica (James e Burch)<sup>32, 33</sup>.

*Rami posteriori del ventricolo sinistro.* Sono in numero variabile a seconda della lunghezza della coronaria destra oltre la crux.

#### b) Arteria coronaria sinistra

Prende origine dal 3° superiore del seno di Valsalva sinistro; il suo tronco comune è della lunghezza di 2-3 cm. Successivamente si divide in 2 importanti ramificazioni che hanno calibro pressochè uguale; nessuna delle due pertanto può essere considerata come la diretta continuazione della coronaria sinistra, per cui si deve concludere che quest'ultima, nel dividersi, perde la sua individualità. Le due importanti ramificazioni sono il ramo interventricolare anteriore e il ramo circonflesso.

1) *Ramo interventricolare anteriore* (discendente anteriore). Si dirige in avanti e in basso e scorre nel solco interventricolare anteriore fino a raggiungere la punta del cuore che spesso oltrepassa, penetrando nel solco interventricolare posteriore. Nel suo decorso esso dà origine a 3 gruppi di ramificazioni:

*Rami destri:* destinati alla parte del ventricolo destro contigua al solco interventricolare. La prima di queste ramificazioni si distribuisce al cono della polmonare e pertanto viene denominata *ramo sinistro del cono*.

*Rami sinistri:* destinati alla parte del ventricolo sinistro contigua al solco interventricolare anteriore. La prima di queste ramificazioni abitualmente è molto sviluppata e lunga, essa si dirige verso la punta del cuore che tuttavia non raggiunge mai.



*Rami anteriori del setto interventricolare.* Sono esili lunghe ramificazioni che si distaccano ad angolo retto dal ramo interventricolare anteriore e si distribuiscono alla porzione anteriore del setto interventricolare.

2) *Ramo circonflesso.* Si dirige obliquamente in basso e posteriormente raggiungendo il solco atrio-ventricolare sinistro, nel quale scorre fino a portarsi sulla superficie posteriore del cuore, verso la regione della crux.

Nel suo decorso il ramo circonflesso emette le seguenti ramificazioni:

*Ramo atriale sinistro.* E' una lunga sottile ramificazione che nasce in prossimità dell'origine del ramo circonflesso o più raramente del tronco comune; si dirige in basso e posteriormente, scorre sulla superficie posteriore dell'atrio sinistro per risalire nel solco interatriale posteriore. Talvolta essa si prolunga ancora verso destra fino a raggiungere e a circondare la base della vena cava superiore, distribuendosi al nodo del seno. In questi casi essa assume il significato di un vero e proprio ramo del nodo del seno. In altri termini, mentre nella maggior parte dei casi (60-65 %) il nodo del seno è irrorato dal ramo atriale proveniente dalla coronaria destra già descritto, nei rimanenti casi (35-40 %) esso è irrorato dal ramo atriale proveniente dalla coronaria sinistra.

*Ramo del margine ottuso.* E' una importante ramificazione che si distribuisce al margine sinistro del cuore.

*Rami posteriori del ventricolo sinistro:* sono in numero variabile da 1 a 3 e si dirigono obliquamente verso la punta del cuore.

Da questa descrizione risulta che nei casi con sviluppo equilibrato delle due arterie coronarie la irrorazione del cuore è così ripartita:

— L'arteria coronaria destra irrori quasi tutto il ventricolo destro, la parte del ventricolo sinistro contigua al solco interventricolare posteriore, quasi tutto l'atrio destro e la porzione posteriore del setto interventricolare.

— L'arteria coronaria sinistra nutre quasi tutto il ventricolo sinistro, la parte del ventricolo destro contigua al solco interventri-

colare anteriore, quasi tutto l'atrio sinistro e la parte anteriore del setto interventricolare.

Per quanto riguarda il tessuto specifico del cuore si può dire che:

— Il nodo del seno è irrorato dall'arteria dal nodo del seno, che nel 60-65 % dei casi nasce dalla coronaria destra e nel 35-40 % dei casi dalla coronaria sinistra; il nodo A-V è irrorato dall'arteria del setto fibroso che nasce a livello della crux dalla coronaria destra e meno frequentemente dalla coronaria sinistra (nei casi con preponderanza di quest'ultima).

— Il fascio di Hiss nel tronco comune è irrorato dai rami settali anteriori della coronaria sinistra e in piccola parte dall'arteria del setto fibroso della coronaria destra.

— La branca destra è irrorata quasi esclusivamente dai rami settali anteriori; nella parte posteriore dai rami settali posteriori.

### **Varianti anatomiche e anomalie congenite**

Accanto al quadro descritto come normale in quanto è quello che si osserva più frequentemente, si possono descrivere, numerose variazioni anatomiche. Non è possibile in questa sede analizzare singolarmente i diversi tipi di variazioni anatomiche, per i quali rimandiamo alle nostre precedenti pubblicazioni.

Abbiamo raggruppato tali variazioni in: variazioni di numero, variazioni di origine e variazione nel modo di divisione e di distribuzione.

Nella figura 1 è illustrato un esempio di variazioni di numero con duplicità completa della coronaria destra e quindi con una vera e propria arteria soprannumeraria.

La variazione di origine più frequente è costituita dalla possibilità che una o che entrambe le coronarie nascano direttamente dall'aorta anziché dai seni di Valsalva (fig. 2). La variazione di origine più importante è costituita dalla possibilità che l'arteria coronaria sinistra nasca dall'arteria polmonare.



LA CORONARIOGRAFIA

Fra le variazioni nelle modalità di divisione quella che abbiamo riscontrato più frequentemente è la divisione della coronaria sinistra in 3 rami anziché in 2 (fig. 3).

Fra le varianti anatomiche si deve infine

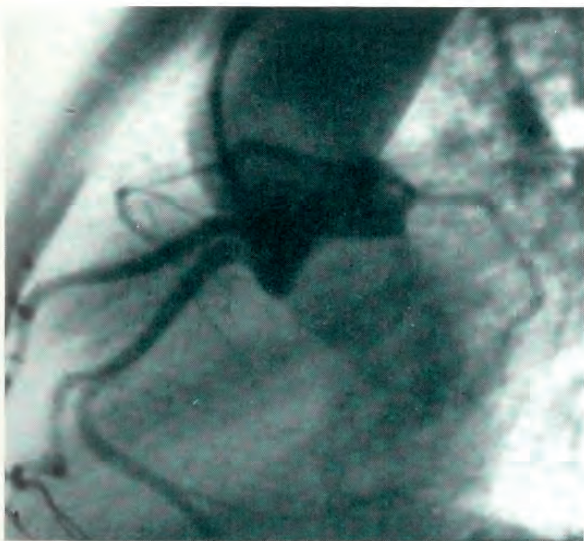


FIG. 1. — Variazione anatomica di numero: doppia arteria coronaria destra in un giovane paziente con stenosi valvolare aortica.

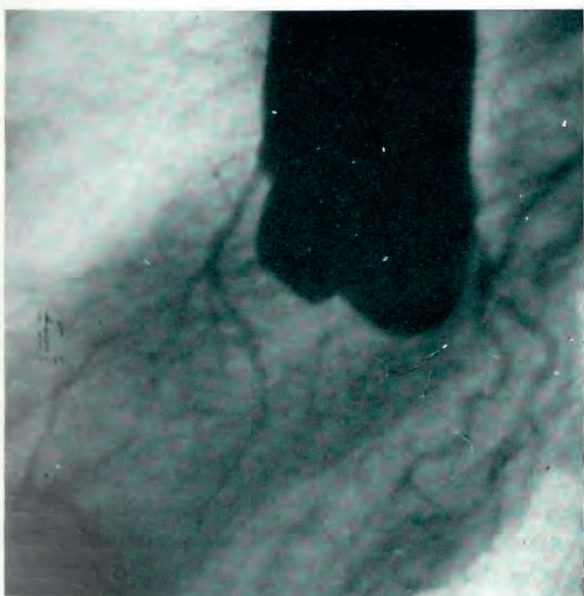


FIG. 2. — Variazione anatomica di origine: l'arteria coronaria destra, che è fortemente ipoplasica, nasce dall'aorta ascendente anziché dal corrispondente seno di Valsalva.

ricordare l'importante concetto della preponderanza di una coronaria. In alcuni casi il ramo circonflesso della coronaria sinistra è assai corto e ipoplasico mentre la coronaria destra appare molto sviluppata; essa, dopo aver dato origine al ramo interventricolare normale irrorava un territorio più ampio del normale ed emette ramificazioni che abitualmente provengono dalla coronaria sinistra; in queste condizioni si parla di *preponderanza della coronaria destra*.

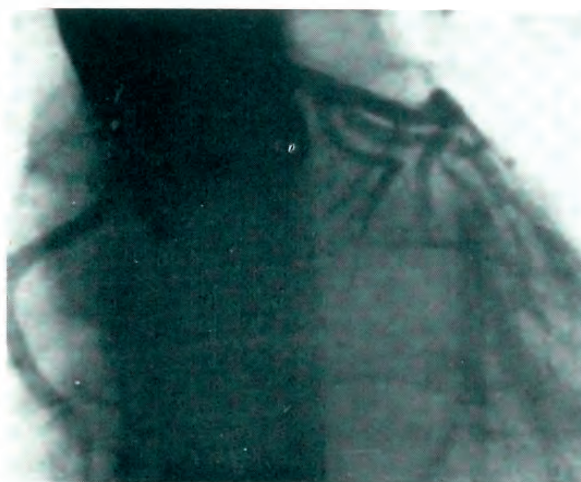


FIG. 3. — Variazione anatomica di divisione: l'arteria coronaria sinistra si divide in 3 rami anziché in 2.

La stessa situazione si può verificare per la coronaria sinistra; in alcuni casi cioè la coronaria destra è assai corta e ipoplasica mentre il ramo circonflesso della coronaria sinistra è molto sviluppato; esso raggiunge la regione della crux dove emette il ramo interventricolare posteriore e successivamente procede nel solco atrio-ventricolare destro dove dà origine a rami destinati al ventricolo destro e all'atrio destro. In questi casi la coronaria sinistra è più sviluppata del normale, irrorava un territorio più ampio del normale e emette ramificazioni che abitualmente provengono dalla coronaria destra; in queste condizioni si parla di *preponderanza della coronaria sinistra*.

Fra le vere anomalie congenite quella più frequentemente ricordata nella letteratura è



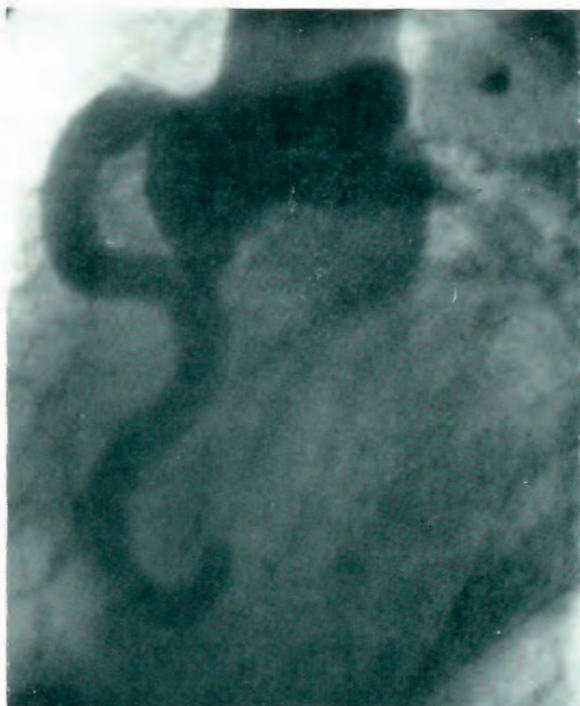


FIG. 4. — Anomalia congenita: forte dilatazione e allungamento di entrambe le coronarie per comunicazione anomala con le cavità cardiache.

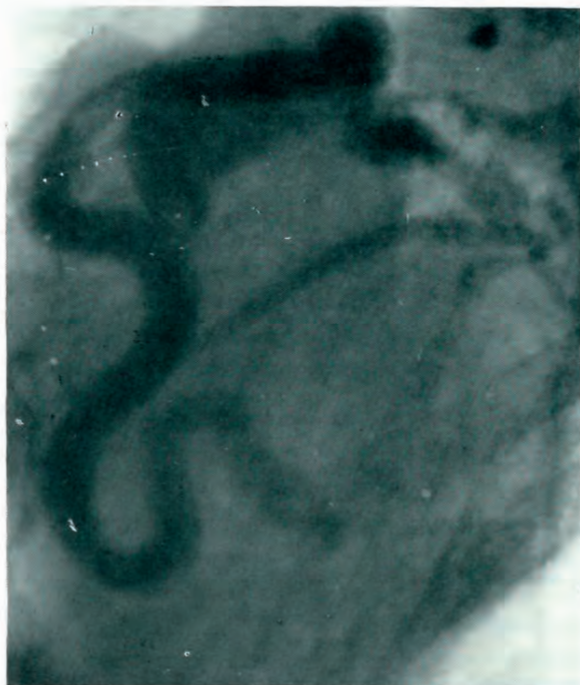


FIG. 5. — Lo stesso caso della figura precedente: La dilatazione si estende fino alla parte periferica delle arterie coronarie.

l'abnorme comunicazione di una o di entrambe le coronarie con le cavità cardiache (figg. 4, 5); in questi casi, con un meccanismo simile a quelli di una fistola atero-venosa, si instaurano delle fortissime dilatazioni dei rami coronarici interessati.

### Modificazioni con l'età

Con il passare degli anni la morfologia delle arterie coronarie presenta modificazioni molto notevoli. In precedenti pubblicazioni<sup>34</sup> abbiamo studiato il quadro coronariografico nei singoli decenni. Il risultato di tali studi può essere così schematizzato.

Nel 1°, nel 2° e nel 3° decennio le arterie coronarie presentano contorni estremamente netti, lisci e regolari.

Nel 4° decennio i rami periferici delle arterie coronarie presentano lungo il loro decorso sinuosità, che si accentuano nella fase di sistole ventricolare e tendono a scomparire nella fase di diastole ventricolare.

Nel 5° e nel 6° decennio le sinuosità aumentano e i rami coronarici assumono un decorso tortuoso. Tali tortuosità si accentuano nella fase di sistole ventricolare ma non scompaiono nella fase di diastole ventricolare. Ciò esprime un reale *allungamento* dei rami arteriosi.

Nel 7° e nell'8° decennio le modificazioni sono ancora più evidenti: il lume delle arterie coronarie è sensibilmente aumentato e non si restringe dal centro verso la periferia, in modo che l'arteria assume un aspetto cilindrico. I contorni sono sfumati, con piccoli difetti di riempimento marginale.

Nei primi decenni di vita le arterie coronarie reagiscono in maniera evidente agli stimoli farmacodinamici; ad esempio le sostanze trinitrinosimili determinano un evidente aumento di calibro delle arterie coronarie. Nell'età più avanzata invece, la reazione agli stimoli farmacodinamici è assai scarsa o nulla. Anche le modificazioni funzionali del tipo dell'ipertonia e dello spasmo nell'età avanzata costituiscono un rilievo assai raro.

Questo quadro, costituito dunque da arterie grosse e rigide ma ben canalizzate,



## LA CORONAROGRAFIA

espressione del fisiologico invecchiamento e quindi dell'*arteriosclerosi senile*, è profondamente diverso da quello che si osserva nell'*aterosclerosi*, che deve essere considerata una vera e propria malattia delle coronarie e che è caratterizzata da sintomi opposti e soprattutto da riduzione del calibro arterioso senza un necessario allungamento.

### Semeiotica coronariografica in condizioni patologiche

Si possono osservare modificazioni del calibro, della lunghezza, dei contorni, del riempimento e dello stato funzionale delle arterie coronarie.

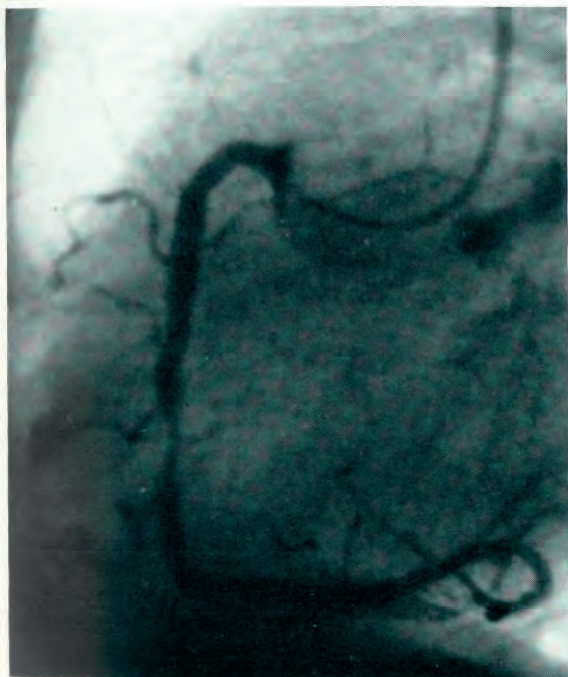


FIG. 6. — Marcata stenosi circoscritta al terzo medio dell'arteria coronaria destra.

Le modificazioni di calibro possono essere nel senso dell'aumento, ma nella enorme maggioranza dei casi sono nel senso della riduzione e conducono alla stenosi e alle occlusioni.

Le stenosi possono essere diffuse o circoscritte. Nel primo caso interessano una intera arteria coronaria o un segmento più

o meno esteso. Le stenosi circoscritte sono invece ben localizzate e possono essere uniche (fig. 6) o multiple. In quest'ultimo caso esse possono riguardare un solo ramo coronarico, oppure più rami di una stessa coronaria o infine entrambe le coronarie.

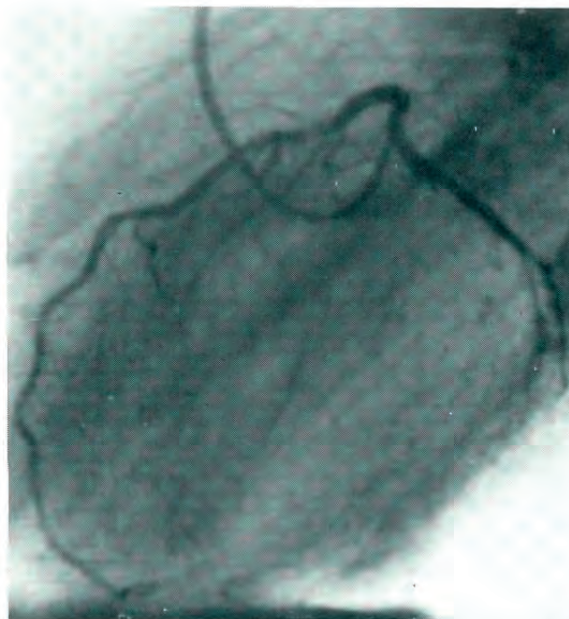


FIG. 7. — Lieve ma costante restringimento del ramo interventricolare anteriore poco dopo l'origine.

Nella descrizione delle stenosi coronariche si deve tener conto dell'entità e della morfologia. Per quanto riguarda l'entità esse possono essere minime (fig. 7), cioè appena apprezzabili (si ricordi tuttavia che perché si possa parlare di stenosi è necessario che il reperto sia chiaramente riconoscibile su numerosi radiogrammi e in entrambe le proiezioni). Le stenosi poi possono essere di media entità quando riducono il lume arterioso di circa il 50%. Infine possono essere gravi (fig. 8) quando la riduzione del lume è superiore al 50%.

Per quanto riguarda la morfologia, le stenosi possono essere concentriche oppure eccentriche, e in questo caso sono determinate da grossi difetti di riempimento marginali che sporgono all'interno del lume arterioso (fig. 9).

Le occlusioni coronariche possono essere





FIG. 8. — Grave stenosi del ramo interventricolare anteriore alla sua origine.

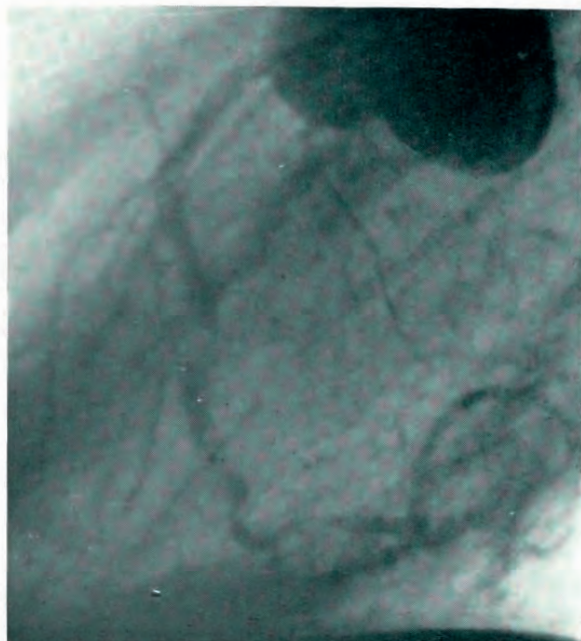


FIG. 9. — L'arteria coronaria destra presenta numerose immagini di difetto di riempimento centrali o marginali determinate da placche aterosclerotiche.

uniche (fig. 10) o multiple (fig. 11). Esse possono essere precedute da un restringimento dell'arteria coronaria oppure possono presentarsi come una brusca ostruzione a contorni netti di una arteria di calibro normale. Infine può avvenire che il tratto di arteria a monte dell'occlusione sia dilatato; non è raro in questi casi osservare sulla parete dell'arteria dilatata uno o più difetti di riempimento marginali o centrali.



FIG. 10. — Occlusione dell'arteria coronaria destra alla distanza di alcuni centimetri dall'origine. Spiccata irregolarità del lume e dei contorni a monte dell'occlusione.

Restringimenti di ordine funzionale si possono osservare soprattutto con la tecnica dell'aortografia toracica, sotto forma di ipertonia o di spasmo arterioso.

Si possono ancora descrivere degli spasmi anulari circoscritti, generalmente localizzati all'origine delle coronarie o in corrispondenza dell'origine delle ramificazioni secondarie. Abbiamo già ricordato in precedenza le modificazioni del calibro indotte da stimoli farmacodinamici.



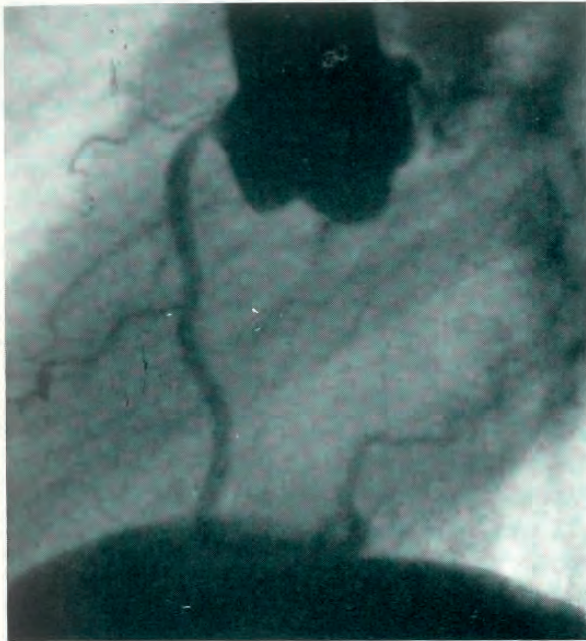


FIG. 11. — Occlusione del ramo circonflesso e del ramo interventricolare anteriore della coronaria sinistra. L'arteria coronaria destra presenta una evidente stenosi all'origine.

#### *Circolazione collaterale anastomotica*

In presenza di lesioni ostruttive di notevole entità è possibile dimostrare l'esistenza di anastomosi e di circoli collaterali. Si possono descrivere 3 tipi di anastomosi:

a) *Anastomosi omocoronariche o intracoronariche*: le ramificazioni di una stessa coronaria stabiliscono un ponte in modo da condurre il sangue da monte a valle dell'occlusione (figg. 12 e 13). Questo tipo di anastomosi non è molto frequente e si osserva più spesso per la coronaria destra che per la coronaria sinistra.

b) *Anastomosi intercoronariche*: sono le più frequenti e sono quelle che si stabiliscono fra le ramificazioni delle due coronarie. Ad esempio nel caso di occlusione della coronaria destra, la sostanza opaca può raggiungere l'arteria occlusa a valle della occlusione attraverso il ramo circonflesso della coronaria sinistra. Oppure nel caso della occlusione del ramo interventricolare anteriore della coronaria sinistra, il mezzo di contrasto può raggiungere l'arteria occlusa attraverso i rami anteriori della coronaria de-

stra e attraverso il ramo interventricolare posteriore proveniente ancora dalla coronaria destra.



FIG. 12. — Anastomosi omocoronarica. Occlusione dell'arteria coronaria destra subito dopo l'origine del ramo del nodo del seno. Le anastomosi fra il primo e il secondo ramo anteriore permettono di opacizzare la parte periferica dell'arteria occlusa.

c) *Anastomosi extracoronariche*: si stabiliscono con elementi arteriosi del tutto esterni al cuore e al sistema coronarico. Nella nostra esperienza abbiamo potuto documentare anastomosi tra l'arteria mammaria sinistra e il ramo interventricolare anteriore della coronaria sinistra, nonché anastomosi tra le arterie del circolo bronchiale e il ramo circonflesso della coronaria sinistra. Queste anastomosi extracoronariche si possono mettere in evidenza soltanto con la tecnica dell'aortografia toracica.



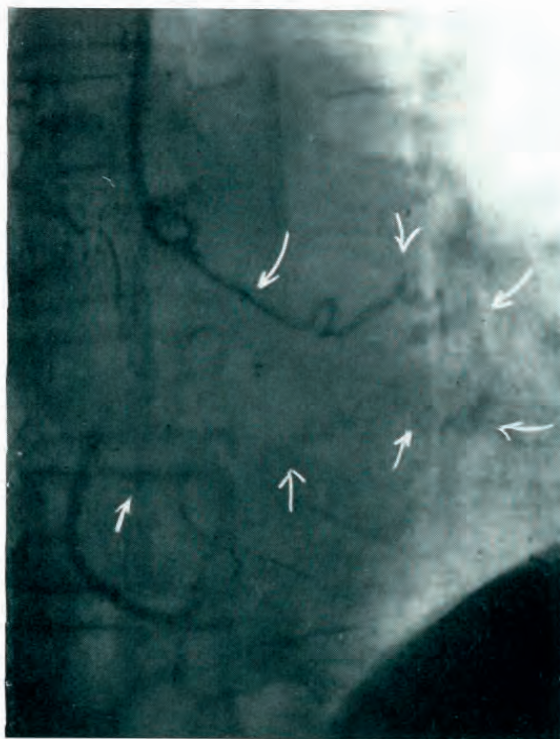


FIG. 13. — Lo stesso caso della figura precedente nella proiezione frontale. E' chiaramente visibile il lungo ponte che si è stabilito tra le ramificazioni anteriori e che porta il sangue da monte a valle dell'occlusione.

### Aterosclerosi coronarica

L'aterosclerosi è la malattia che colpisce più frequentemente le arterie coronarie e data la sua frequenza e la sua importanza è stato l'oggetto del maggior numero di pubblicazioni e di studi. Noi stessi abbiamo avuto più volte occasione di descrivere il quadro coronariografico dell'aterosclerosi nei suoi vari aspetti. Tale quadro può essere schematizzato nel modo seguente:

a) *Riduzione del calibro arterioso*: nelle fasi iniziali si tratta di lievi stenosi circoscritte oppure di modesti restringimenti uniformi estesi a un tratto considerevole dell'arteria. Questo tratto è rigido, non si distende come le restanti porzioni arteriose e il mezzo di contrasto tende a ristagnarvi.

Nelle fasi più avanzate si possono riscontrare stenosi uniche o multiple e occlusioni arteriose con i caratteri già descritti. Queste

lesioni ostruttive si possono riscontrare lungo tutto il decorso delle due arterie coronarie; tuttavia è assai raro osservare una grave stenosi o una occlusione del tronco comune della coronaria sinistra. Per quanto riguarda la coronaria destra le stenosi sono piuttosto frequenti in prossimità dell'origine; tuttavia la sede di maggior frequenza delle alterazioni aterosclerotiche è indubbiamente il terzo medio e più precisamente il punto in cui l'arteria penetra nel solco atrio-ventricolare; è verosimile che in questo punto, sottoposta al continuo movimento di va e vieni provocato dalle contrazioni asincrone dell'atrio e del ventricolo, essa sia più facilmente sottoposta al danno aterosclerotico.

I rami arteriosi della coronaria destra partecipano assai spesso al quadro aterosclerotico con restringimenti e occlusioni. In alcuni casi ci è stato possibile documentare una occlusione del ramo del nodo del seno.

Entrambi i due grossi rami della coronaria sinistra sono assai frequentemente sede di lesioni ostruttive. Per quanto riguarda il ramo interventricolare anteriore esse si localizzano con la massima frequenza al 3° prossimale. L'occlusione o la grave stenosi del ramo circonflesso è meno drammatica; infatti si tratta per lo più di una arteria relativamente corta e quando la coronaria destra è ben sviluppata e in condizioni normali, le possibilità di compenso sono molto buone. Pertanto in alcuni casi l'ostruzione del ramo circonflesso può passare inosservata o determinare una sintomatologia clinica di breve durata e atipica, con quadro elettrocardiografico caratterizzato da ischemia transitoria della parete posteriore. Ci siamo abituati a chiamare questa condizione con il nome di *sindrome del ramo circonflesso*.

b) *Modificazioni dei contorni*: sono per lo più caratterizzate da irregolarità e da sfumature; talvolta si possono dimostrare chiaramente difetti di riempimento marginali che sono la vera espressione delle placche ateromasiche. In alcuni casi questi difetti sono molto numerosi e l'arteria risulta come tappezzata di placche ateromasiche.

c) *Fenomeni funzionali di ipertonia e di spasmo*: riducono ulteriormente il cali-



## LA CORONARIOGRAFIA

bro arterioso e generalmente sono più marcati dove l'arteria è più gravemente ammalata.

d) *Inomogeneo riempimento*: è dovuto alle irregolarità del lume e delle pareti arteriose, nonché alla sovrapposizione dei fenomeni funzionali; l'immagine arteriografica che ne deriva non è uniforme, nel senso che alcuni segmenti si opacizzano in ritardo rispetto agli altri e si ha l'impressione di false discontinuità e interruzioni del lume arterioso. Spesso si ha nell'insieme la sensazione di un esame tecnicamente mal riuscito.

e) *Sviluppo di circoli collaterali anastomotici*: tutti i tipi di anastomosi precedentemente descritti si possono riscontrare nel decorso della malattia aterosclerotica coronarica. Nei soggetti in età avanzata e nelle forme ad andamento clinico cronico è possibile assistere allo sviluppo di circoli anastomotici particolarmente ricchi che permettono di spiegare la sopravvivenza in condizioni relativamente buone del paziente anche in presenza di alterazioni molto gravi e diffuse della rete coronarica.

### Rapporti tra aterosclerosi coronarica e aterosclerosi delle altre arterie

In 956 dei nostri pazienti la coronariografia è stata eseguita con la tecnica dell'aortografia toracica. In tal modo, oltre alle arterie coronarie, si sono opacizzati anche l'aorta, i vasi sopra-aortici e le arterie intercostali. È stato possibile così rilevare le eventuali alterazioni aterosclerotiche di questi vasi e fare un raffronto quantitativo tra queste alterazioni e quelle delle arterie coronarie.

Inoltre in 89 di questi pazienti è stato eseguito un prelievo biptico dall'arteria radiale al momento del cateterismo. Tenendo conto dell'aspetto macroscopico e dei reperti istologici così ottenuti è stato possibile rilevare l'eventuale presenza di lesioni aterosclerotiche e di definirne l'entità. Anche in questo caso è stato fatto un raffronto quantitativo con i reperti coronariografici.

L'analisi minuziosa di tutto il materiale così raccolto costituisce l'oggetto di un la-

voro in corso di pubblicazione. I risultati essenziali tuttavia possono essere riassunti nel modo seguente.

Nella maggior parte dei casi le lesioni aterosclerotiche delle coronarie si associano ad alterazioni aterosclerotiche dell'aorta e delle arterie periferiche. In queste condizioni abitualmente l'entità delle lesioni coronariche è notevolmente maggiore di quella dell'aorta e delle altre arterie. Solo raramente abbiamo osservato lesioni aterosclerotiche periferiche più gravi di quelle coronariche e in un gruppo molto limitato di pazienti abbiamo documentato lesioni aterosclerotiche dei vasi periferici in assenza di alterazioni significative delle coronarie.

È più frequente invece il rilievo di una aterosclerosi coronarica, di entità anche rilevante, con reperti sostanzialmente normali per l'aorta e per le altre arterie. Abbiamo avuto cioè l'impressione che in alcuni pazienti l'aterosclerosi insorga come malattia propria delle arterie coronarie ed evolva fino a forme anche gravi rimanendo limitata essenzialmente a questo distretto vascolare.

### Indicazioni della coronariografia

Allo stato attuale, dopo molti anni di esperienza, le condizioni nelle quali la coronariografia trova un impiego realmente utile sono diventate veramente numerose. Mentre all'inizio sembrava che le indicazioni della coronariografia fossero di indole essenzialmente chirurgica, attualmente esse si sono estese largamente al campo della diagnostica clinica. In base alla nostra esperienza pratica tali indicazioni possono essere schematizzate nel modo seguente:

a) *Discordanza fra quadro clinico e quadro elettrocardiografico*. Tale discordanza può esprimersi nelle seguenti condizioni:

1) pazienti senza sintomatologia clinica e con alterazioni elettrocardiografiche di tipo ischemico;

2) pazienti con disturbi soggettivi marcati in contrasto con un quadro elettrocardiografico negativo o poco significativo anche dopo sforzo e dopo prove funzionali;



3) pazienti con pregresse lesioni ritenute coronariche che allo stato attuale risultano di interpretazione incerta.

b) *Angina pectoris*. Rappresenta in tutti i casi una indicazione alla coronariografia in quanto con la definizione dell'entità e dell'estensione delle lesioni coronariche può essere presa in considerazione la eventuale sostituzione della terapia medica con la terapia chirurgica.

c) *Sospetto di anomalie congenite delle coronarie*: fistole artero-venose, comunicazioni abnormi, anomalie di origine e soprattutto origine della coronaria sinistra dall'arteria polmonare.

d) *Preparazione e scelta dell'intervento chirurgico di rivascularizzazione miocardica*. È evidente che il tipo di intervento chirurgico viene stabilito in base alla effettiva situazione delle arterie coronarie dimostrata con la coronariografia.

e) *Controllo e valutazione dei risultati di pregressi interventi chirurgici di rivascularizzazione miocardica*.

f) *Preparazione all'intervento di aneurismectomia o di infartectomia*. La documentazione dello stato delle arterie coronarie può consigliare l'eventuale associazione di interventi di rivascularizzazione.

g) *Pazienti che devono essere sottoposti a intervento chirurgico per cardiopatie di varia natura* e che presentano sintomatologia clinica e elettrocardiografica di sofferenza coronarica.

## Riassunto

Gli AA. espongono l'esperienza personale costituita da 1125 coronariografie eseguite con la tecnica dell'arteriografia toracica o con la tecnica selettiva. Vengono esposti i vantaggi e gli inconvenienti di entrambe le tecniche: l'opinione personale è che i migliori risultati si ottengano dall'impiego combinato e razionale delle due tecniche.

Viene descritta l'anatomia radiologica normale delle arterie coronarie e vengono ricordate le più importanti variazioni anatomiche e anomalie congenite.

Vengono ancora sottolineate le modifica-

zioni che le arterie coronarie subiscono con il passare degli anni, consistenti essenzialmente in una ectasia cilindrica ed in un allungamento con tortuosità dei vasi, nonché nella presenza di sfumature e piccole irregolarità dei contorni, rigidità delle pareti con scarsa od assente risposta agli stimoli farmacodinamici.

La semeiotica coronariografica in condizioni patologiche è basata su modificazioni della lunghezza, dei contorni, del calibro, del riempimento e dello stato funzionale dei vasi coronarici. È possibile documentare vari tipi di anastomosi e di circoli collaterali. Viene descritto in particolare il quadro dell'aterosclerosi coronarica, le cui caratteristiche coronariografiche più comuni sono costituite dalla presenza di: riduzione del calibro arterioso (da stenosi circoscritte sino a diffuso interessamento di una o più branche che può arrivare ad occlusioni multiple delle stesse), modificazioni dei contorni, fenomeni di ipertonia e di spasmo, aspetti di riempimento inhomogeneo, sviluppo di circoli collaterali anastomotici (rispettivamente omo ed intercoronarici).

Infine vengono indicate le condizioni che allo stato attuale possono essere considerate come le vere indicazioni alla coronariografia, vale a dire: discordanza tra quadro clinico ed elettrocardiografico, sindrome anginoso ribelle alla terapia medica, sospetto di anomalie congenite delle coronarie, scelta dell'intervento chirurgico di rivascularizzazione miocardica e valutazione dei risultati degli stessi, preparazione all'intervento di aneurismectomia od infartectomia.

## Bibliografia

1. JÖNSSON G.: Visualization of the coronary arteries, preliminary report. Acta Radiol., 29, 536, 1948.
2. DI GUGLIELMO L., GUTTADAURO M.: A roentgenologic study of the coronary arteries in the living. Acta Radiol., Suppl., 97, 1952.
3. RADNER S.: An attempt at the roentgenologic visualization of the coronary blood vessels in man. Acta Radiol., 26, 497, 1945.
4. HOYOS J. M., DEL CAMPO C. G.: Angiography of the thoracic aorta and coronary vessels. Radiology, 50, 211, 1948.



## LA CORONAROGRAFIA

5. BUSTAMANTE R., MARACAYDA R., ESTRADA R., FUSTE F.: *Topografía radiológica de las arterias coronarias*. Arch. Hosp. Univ. Garcia Habana, 2, 709, 1950.
6. PEARL F., FRIEDMAN M., GRAY N., FRIEDMAN B.: *Coronary arteriography in the intact dog*. Circulation, 1, 1188, 1950.
7. HELMSWORTH J. A., GUJRE MC., FELSON B.: *Arteriography of the aorta and its branches by means of the polyethylene catheter*. Am. J. Roentgenol., 64, 196, 1950.
8. COELHO E., FONSECA J. M., NUMES A., ROCHA PINTO: *L'artériographie des coronaires chez l'homme vivant*. Cardiologia, 22, 45, 1953.
9. DI GUGLIELMO L., GUTTADAURO M.: *Anatomic variations in the coronary arteries*. Acta Radiol., 41, 393, 1954.
10. DI GUGLIELMO L.: *Arteriographic findings in coronary sclerosis*. Acta Radiol., 52, 369, 1959.
11. DI GUGLIELMO L., MONTEMARTINI C., SCHIFINO A., BALDRIGHI V., COUCOURDE A., MARCHESI A.: *Studio angiografico delle modificazioni indotte dal nitrato di amile sulla circolazione coronarica*. Min. Med., 51, 2131, 1960.
12. DI GUGLIELMO L., MONTEMARTINI C., BALDRIGHI V., COUCOURDE F., MARCHESI A., SCHIFINO A.: *Studio angiografico delle modificazioni morfologiche e funzionali indotte dall'acetilcolina sulla circolazione coronarica*. Rad. Med., 46, 551, 1960.
13. DI GUGLIELMO L., BALDRIGHI V., MONTEMARTINI C., SCHIFINO A.: *Roentgen investigation of the coronary veins in the dog*. Acta Radiol., 53, 191, 1960.
14. DI GUGLIELMO L.: *Coronary arteriography in man* In: *Angiography*, hsg. von Abrams H. L., Vol. I., Little, Brown Comp., Boston, 1961.
15. ARNULF G., CHACORNAC R.: *L'artériographie méthodique des artères coronaires grâce à l'utilisation de l'acétylcholine. Données expérimentales et cliniques*. Lyon Chir., 212, 54, 1958.
16. BOEREMA I., BLICKMAN J. R.: *Reduced intrathoracic circulation as an aid in angiocardiology. An experimental study*. J. Thorac. Surg., 30, 129, 1955.
17. THAL A. P., LESTER R. G., RICHARDS L. S., MURRAY M. J.: *Coronary arteriosclerotic disease of the heart*. Surg. Gynec. and Obst., 105, 457, 1957.
18. SONES F. M., SHIREY E. K., PROUDFIT L. W., WESCOTT N. R.: *Cine coronary angiography. Proceedings of the 32 Scientific Session of the Amer. Heart Ass.*, 1959.
19. PAULIN S.: *Coronary angiography. A technical, anatomic and clinical study*. Acta Radiologica, Suppl. 233, Stockholm, 1964.
20. NORDENSTRÖM B., OVENFORS C. O., TÖRNELL G.: *Coronary angiography in 100 cases of ischemic heart disease*. Radiology, 78, 714, 1962.
21. BJÖRK L., HALLEN A.: *Experience of coronary angiography in angina pectoris*. Acta Chir. Scand., 122, 268, 1961.
22. DÜX A.: *Koronarographie*. Ed. Thieme, Stuttgart, 1967.
23. PORSTMANN W., KOKKALIS P.: *Zur problematik der koronarographie. Untersuchungen an hunden mit mamma-koronaria-anastomosen*. Fortschr. Röntgenstr., 91, 690, 1959.
24. LAVAURS G., RIJANO F.: *La ciné-angiographie sélective des artères coronaires*. Ed. L'expansion, Paris, 1968.
25. ECOIFFIER J., BONNEMAZOU A., CARPENTIER A., CHERMET J.: *Techniques d'artériographies coronaires utilisées à l'hôpital Broussais*. J. Radiol. Electrol., 52, 1, 1971.
26. GENSINI G. G., DI GIORGI S., COSKUN O., PALACIO A., KELLY A. E.: *Anatomy of the coronary circulation in living man. Coronary venography*. Circulation, 31, 778, 1965.
27. ABRAMS H. L., RICKETTS H. J.: *Perkutane, selektive koronar-cino-arteriographie*. X. Internat. Kongr. Radiol., Montreal, 1962.
28. JUDKINS M. P.: *Selective coronary arteriography. I. A percutaneous transfemoral technique*. Radiology, 89, 815, 1967.
29. AMPLATZ K., FORMANEK G., STANGER P., WILSON W.: *Mechanics of selective coronary artery catheterization via femoral approach*. Radiology, 89, 1040, 1967.
30. BOURASSA M. G., LESPÉRANCE J., CAMPEAU L.: *Selective coronary arteriography by the percutaneous femoral artery approach*. Am. J. Roentgenol., 107, 377, 1969.
31. WILSON W. J., LEE G. B., AMPLATZ K.: *Biplane selective coronary arteriography via percutaneous transfemoral approach*. Am. J. Roentgenol., 100, 332, 1967.
32. JAMES T. N., BURCH G. E.: *The atrial coronary arteries in man*. Circulation, 17, 90, 1958.
33. JAMES T. N., BURCH G. E.: *Blood supply of the human interventricular septum*. Circulation, 17, 391, 1958.
34. DI GUGLIELMO L., BOBBA P., MONTEMARTINI C.: *L'angiografia coronarica nell'età avanzata*. Giorn. Geront., 19, 19, 1971.

Per la corrispondenza  
rivolgersi a  
Prof. L. DI GUGLIELMO  
Istituto di Radiologia Medica  
Policlinico

27100 Pavia