

## **BREVE STORIA DELLA CARDIOCHIRURGIA**

### *La sutura delle ferite del cuore*

Nel pomeriggio di lunedì 7 settembre 1896 a Francoforte sul Meno, Wilhelm Justus, un giardiniere ventiduenne fu coinvolto in una rissa e fu colpito da una coltellata al torace. Portato immediatamente all'Ospedale Municipale fu ricoverato nel reparto di Chirurgia del Professor Ludwig Rehn. I medici diagnosticarono una ferita del cuore basandosi esclusivamente sull'esame clinico: non esistevano allora altri mezzi diagnostici. Le sue condizioni con passare delle ore cominciarono ad aggravarsi e nell'estremo tentativo di salvargli la vita, due giorni più tardi Rehn decise di operarlo. Aperto il torace apparve il cuore, sulla cui superficie era ben visibile una lacerazione della lunghezza di circa un centimetro e mezzo dalla quale, a ogni battito cardiaco, spruzzava un getto di sangue. Rehn applicò tre punti di seta sulla ferita e il sanguinamento fu controllato. L'incisione del torace fu chiusa e il paziente si avviò verso una completa guarigione.

Con l'introduzione dell'anestesia e dell'antisepsi, nella seconda metà dell'Ottocento si erano realizzati grandi progressi in tutti i campi della chirurgia. In quel fecondo periodo furono inventati nuovi strumenti e furono introdotte procedure innovative, molte delle quali sono utilizzate ancora oggi. Tuttavia vi era una diffusa convinzione, sostenuta anche da James Paget di Londra e da Theodor Billroth di Vienna, le massime autorità accademiche della chirurgia dell'epoca, che la natura avesse posto il cuore oltre i limiti della chirurgia. Fu il successo dell'intervento di Ludwig Rehn il 9 settembre 1896 che pose fine a questa credenza e l'inizio della cardiocirurgia è fatto risalire proprio a quel giorno.

### **LE BASI DELLA CARDIOCHIRURGIA**

In realtà, dovettero trascorrere molti decenni prima che si sviluppassero tecniche che consentissero di operare all'interno delle cavità cardiache e che la cardiocirurgia diventasse una realtà consolidata e riproducibile.

Tra i problemi più importanti e immediati, oltre alla mancanza di metodi diagnostici attendibili, all'epoca i chirurghi non avevano ancora padroneggiato la tecnica per suturare i vasi; ancora non esisteva la trasfusione di sangue e non era stato risolto il quesito di come assicurare la ventilazione dei polmoni a torace aperto.

Questi problemi furono superati negli anni seguenti con la graduale acquisizione di contributi derivati dal progresso che, nel frattempo, si andava realizzando in molteplici campi scientifici

e tecnici.

#### *Alexis Carrel e la sutura dei vasi*

La sutura dei vasi fu realizzata da Alexis Carrel, che iniziò i suoi esperimenti nel 1894, dopo essere rimasto impressionato dalla incapacità dei chirurghi della natia Lione di riparare la lacerazione delle vene epatiche che Presidente francese Sadi Carnot aveva subito a causa di una pugnolata infertagli dall'anarchico Sante Caserio.

Nel corso degli anni successivi, Alexis Carrel, elaborò la tecnica della sutura dei vasi e, quando la ebbe padroneggiata, la utilizzò per compiere una serie di esperimenti di trapianto d'organo e di interventi chirurgici sul cuore e sul sistema vascolare che anticiparono di oltre mezzo secolo la loro applicazione clinica.

L'importanza del suo lavoro fu riconosciuta con l'assegnazione del premio Nobel del 1912.

#### *La trasfusione di sangue*

Nei primi anni del '900 il patologo viennese Karl Landsteiner, identificò i gruppi sanguigni A, B, AB e 0, accertò che fossero trasmessi geneticamente e risolse il mistero che aveva assillato intere generazioni di medici che si domandavano perché i tentativi di trasfondere il sangue di un essere umano in un altro provocavano, nella grande maggioranza dei casi, ematuria, ittero, stato di shock e, addirittura, il decesso.

La scoperta di Landsteiner chiarì il meccanismo immunologico alla base di queste reazioni e consentì la pratica della trasfusione di sangue.

In seguito, fu chiarito che il sangue degli individui appartenenti al gruppo 0 poteva essere trasfuso senza danni agli individui appartenenti a tutti i gruppi sanguigni. Questa scoperta si dimostrò di grande importanza negli anni seguenti, quando furono istituite le prime banche del sangue.

Per questi fondamentali studi nel 1930 a Karl Landsteiner fu assegnato il premio Nobel per la Medicina.

Nel 1923 Karl Landsteiner emigrò negli Stati Uniti avendo accettato, come Alexis Carrel, l'offerta di lavorare al Rockefeller Institute di New York, dove nel 1937 completò la sua opera con la scoperta del fattore Rh.

#### *L'anestesia toracica*

Nonostante i grandi progressi che erano stati compiuti in molti campi della chirurgia, rimaneva ancora un'area del corpo alla quale i chirurghi non potevano accedere: quella del torace, poiché l'apertura delle pleure provoca il collasso dei polmoni con conseguente ipossia

e morte del paziente.

Nel 1904 Ferdinand Sauerbruch introdusse una tecnica per superare questo problema, che denominò il metodo della ventilazione “a pressione negativa”. Con questa tecnica i polmoni erano mantenuti espansi ponendo il corpo del paziente all’interno di una camera nella quale la pressione era inferiore a quella atmosferica, mentre la sua testa rimaneva all’esterno, consentendo al paziente di respirare aria in ambiente a normale pressione atmosferica. Sauerbruch fece costruire intere camere operatorie sufficientemente capienti da poter contenere l’équipe chirurgica che erano basate su questo principio.

Nel frattempo, altri metodi per assicurare la ventilazione polmonare a torace aperto venivano esplorati. In particolare, al Rockefeller Institute di New York, ricerche in questo campo erano state intraprese da Samuel Meltzer e dal suo genero John Auer, i quali nel 1909 pubblicarono i risultati della tecnica della insufflazione intra-tracheale a pressione positiva. La loro tecnica fu utilizzata clinicamente già l’anno successivo e, in breve tempo, l’anestesia con intubazione endotracheale ebbe una vasta diffusione.

#### *La diagnostica cardiologica e il cateterismo cardiaco*

Nella narrazione dello sviluppo della cardiocirurgia non possono essere ignorate le conquiste che, a mano a mano, andavano compendosi in altri campi e che la resero possibile.

Nel periodo tra le due guerre si assistette alla introduzione, al perfezionamento e alla diffusione di tecniche diagnostiche di grande importanza, quali l’elettrocardiografia e la radiologia. Tra queste ultime, fondamentale rilievo ebbe la introduzione del cateterismo cardiaco.

Nel 1929 Werner Forssmann, un giovane assistente di chirurgia del piccolo ospedale di Eberswalde, nei pressi di Berlino, si infilò un sottile catetere in una vena del braccio e la spinse fino a raggiungere il cuore. Scese quindi nello scantinato dove era allestito il laboratorio di radiologia e si fece eseguire una lastra del torace che dimostrò che l’estremità del catetere era situato all’interno delle cavità cardiache.

Gli studi più importanti derivati dalle sue esperienze furono quelli compiuti da André Cournand e Dickinson Richards i quali, dall’inizio degli anni ’40 alla metà degli anni ’60 al Bellevue Hospital, di New York, condussero fondamentali ricerche sulla fisiopatologia del cuore e della circolazione polmonare. Per questi studi nel 1956 fu loro assegnato il premio Nobel per la Medicina.

Quando André Cournand seppe della assegnazione del premio, telefonò immediatamente a Stoccolma e informò i commissari che, quando nel 1940 aveva iniziato a utilizzare il cateterismo cardiaco, aveva semplicemente adattato per i suoi esperimenti la procedura descritta in letteratura da un medico tedesco, un certo Werner Forssmann. Invitò i commissari a verificare se questa persona fosse sopravvissuta alla guerra e dichiarò che, nel caso l'avessero trovato, avrebbe accettato il premio Nobel a patto che fosse assegnato anche a lui. I commissari trovarono Werner Forssmann, nell'ospedale della piccola città di Bad Kreuznach, nella Renania-Palatinato dove lavorava come urologo.

Dopo l'assegnazione del Premio Nobel, Werner Forssmann, che era stato per molti anni completamente dimenticato, fu nominato Primario di Chirurgia dell'Evangelical Hospital di Dusseldorf e Professore onorario di numerose Università in Germania e in altri Paesi; divenne componente del Comitato Direttivo della Società Tedesca di Chirurgia oltre che socio onorario di molte società professionali internazionali.

#### *La nascita della cardiologia pediatrica*

Un ruolo importantissimo ebbero in questa fase gli studi di anatomia-patologica che, correlati con la fisiopatologia e con la clinica, chiarirono molti aspetti delle cardiopatie congenite, fornendo le basi per la loro correzione chirurgica. In questa evoluzione della cardiologia ebbero fondamentale importanza le ricerche di due grandi studiose alle quali si può attribuire la nascita della cardiologia delle cardiopatie congenite, o cardiologia pediatrica. Queste erano la canadese Maude Abbott e la statunitense Helen Taussig i cui studi, correlando la morfologia delle malformazioni, gli aspetti fisiopatologici e il quadro clinico delle cardiopatie congenite avrebbero fornito la base per il trattamento chirurgico delle più gravi e frequenti forme di cardiopatie congenite.

#### LA CHIRURGIA A CUORE CHIUSO

Nei primi decenni del Novecento i chirurghi si erano impadroniti della tecnica della sutura dei vasi, con i progressi che si erano realizzati nella anestesia con intubazione oro-tracheale, erano in grado di operare a torace aperto e, con la scoperta dei gruppi sanguigni, avevano a disposizione la possibilità di eseguire la trasfusione di sangue. Tutto ciò consentì di affrontare con crescente sicurezza vari aspetti della patologia toracica e, in quegli anni, si assistette a un notevole sviluppo di questa chirurgia, con la realizzazione di interventi sempre più complessi sul polmone, sul mediastino e sull'esofago.

I progressi che si erano compiuti indussero alcuni medici lungimiranti a intravedere la

possibilità di affrontare chirurgicamente alcuni tipi di patologia del cuore. L'interesse per verificare la potenzialità della terapia chirurgica delle cardiopatie interessò, all'inizio del secolo, principalmente due entità patologiche: l'embolia polmonare e la stenosi mitralica.

#### *L'embolectomia polmonare*

L'asportazione dei trombi dall'arteria polmonare era stata originariamente proposta nel 1908 da Friedrich Trendelenburg, ma fu soltanto il 18 marzo 1924 che il suo allievo Martin Kirschner eseguì con successo per la prima volta al mondo un intervento di embolectomia polmonare.

I risultati degli interventi di embolectomia polmonare continuarono tuttavia a essere insoddisfacenti: soltanto pochi pazienti sopravvivevano all'intervento. Uno studio eseguito nel 1937 stabiliva che soltanto nove dei 142 pazienti operati fino allora, erano sopravvissuti: nessuno negli Stati Uniti. Tra i casi operati con successo, sono da segnalare i due pazienti consecutivi operati dal giovanissimo Clarence Crafoord a Stoccolma nel 1927 che, fin da allora, stabilirono la sua reputazione e il paziente operato da Pietro Valdoni e Paride Stefanini a Roma nel 1935.

#### *La commissurotomia mitralica*

La seconda forma di patologia cardiaca che, fin dall'inizio, fece ritenere che esistevano delle potenzialità di correzione chirurgica fu la stenosi mitralica. La possibilità di correggere la stenosi mitralica con un intervento chirurgico era stata avanzata già all'inizio del secolo e, nel corso degli anni '20, in Inghilterra e negli Stati Uniti furono eseguiti alcuni interventi di dilatazione della valvola mitrale stenotica. Pur essendo stati coronati da successo, tali interventi non ebbero seguito: i tempi non erano sufficientemente maturi perché un intervento tanto innovativo fosse accettato dalla comunità scientifica. Si dovettero attendere oltre quaranta anni perché la validità terapia chirurgica della stenosi mitralica fosse riconosciuta e l'intervento si diffondesse.

Durante il ventennio intercorso tra la fine degli anni '30 e la seconda metà degli anni '50, la legatura del dotto di Botallo, attuata da Robert Gross a Boston nel 1938, la correzione della coartazione aortica e la palliazione delle cardiopatie cianogene, realizzate rispettivamente dello svedese Clarence Crafoord e da Alfred Blalock, entrambe nel 1944, rappresentarono la massima espressione della cardiocirurgia assieme alla commissurotomia mitralica, che fu introdotta nel 1948 quasi simultaneamente da Charles Bailey, da Dwight Harken e da Russell Brock.

## LA CHIRURGIA A CUORE APERTO

Dopo lunghi anni di preparazione, lo scenario era ormai pronto per la fase successiva dello sviluppo della cardiocirurgia: la chirurgia a cuore aperto.

Questa fase iniziò il 16 maggio 1953 a Filadelfia quando John Gibbon, dopo 25 anni di studi ed esperimenti in laboratorio, eseguì il primo intervento a cuore aperto in circolazione extra-corporea. Questo successo fu seguito da una serie ininterrotta di risultati negativi, al punto di far ritenere a molti che la chirurgia a cuore aperto non fosse possibile.

A far superare queste preoccupazioni furono, innanzitutto, i successi ottenuti dall'intrepido chirurgo C. Walton Lillehei di Minneapolis nel correggere svariati tipi di cardiopatie congenite nei bambini applicando la 'circolazione crociata'; questa tecnica consisteva nell'utilizzare il cuore e i polmoni di un individuo adulto per pompare il sangue ossigenato nel sistema arterioso del bambino sul cui cuore, temporaneamente escluso dalla circolazione, poteva essere eseguita la procedura chirurgica. Ben presto, il perfezionamento delle apparecchiature realizzato con caratteristica scrupolosa attenzione ai dettagli e con particolare tenacia da John Kirklin della Mayo Clinic consentì, operando a cuore aperto in circolazione extra-corporea, di correggere le malformazioni cardiache con risultati accettabili.

In realtà, l'apparecchiatura che John Kirklin aveva costruito e utilizzato era molto complessa e la folta équipe multidisciplinare che aveva organizzato alla Mayo Clinic era difficilmente proponibile in altre realtà ospedaliere.

Intanto, nel laboratorio di Walton Lillehei, un giovane ricercatore, di nome Robert DeWall, aveva realizzato un ossigenatore molto più semplice e che era fabbricabile con materiali facilmente reperibili e poco costosi. Ciò semplificava molto l'esecuzione degli interventi in circolazione extra-corporea, tanto che questa invenzione fu definita la chiave che aprì la porta della cardiocirurgia.

Dal momento in cui, nella seconda metà degli anni '50, la circolazione extra-corporea divenne progressivamente più semplice, affidabile, maggiormente riproducibile e meno gravata da rischi, la cardiocirurgia ebbe un impetuoso sviluppo al punto che, entro la fine degli anni '60, quindi nell'arco di un solo decennio, ha consentito di realizzare la maggior parte delle procedure oggi adottate.

Le prime procedure nelle quali fu adottata la circolazione extra-corporea furono gli interventi di correzione delle malformazioni cardiache congenite. Questo, innanzitutto, fu reso possibile dalle conoscenze della anatomia e dalla fisiopatologia delle cardiopatie congenite che erano andate maturando grazie agli studi eseguiti negli anni precedenti da Maude Abbott, Helen Taussig e da altri ricercatori.

In secondo luogo, fu indotto dai progressi che si andavano realizzando nella diagnostica cardiologica, in particolare dallo sviluppo delle tecniche diagnostiche invasive, come il cateterismo cardiaco e la cardioangiografia e che si andavano a mano a mano perfezionando.

#### *Le protesi valvolari cardiache*

In seguito, grazie alla possibilità di operare all'interno delle cavità cardiache sotto visione diretta offerta dalla circolazione extra-corporea, fu affrontata la riparazione delle malattie delle valvole cardiache.

L'esperienza dimostrò, tuttavia, che la correzione di molte forme di patologia valvolare sarebbe stata possibile soltanto sostituendo la valvola naturale con una valvola artificiale. Dopo molti infruttuosi tentativi di realizzare una valvola cardiaca artificiale da parte di numerosi ricercatori, Albert Starr, un chirurgo di Portland nello stato dell'Oregon, con la collaborazione di un ingegnere in pensione di nome Lowell Edwards, compirono un passo avanti fondamentale realizzando una efficiente protesi valvolare che il 21 settembre 1960 fu per la prima volta impiantata con successo in un paziente.

Da allora, sono stati prodotti numerosi modelli di protesi valvolari cardiache che sono state progressivamente perfezionate e che sono state impiantate in molti milioni di pazienti.

#### *La chirurgia vascolare*

Nel frattempo, si andava sviluppando la chirurgia vascolare soprattutto per merito della scuola di Houston, dove Michael DeBakey, Denton Cooley e E. Stanley Crawford, in quegli stessi anni, affrontavano con successo le varie forme di patologia dell'aorta e dei grandi vasi, anche adottando le protesi vascolari in tessuto di dacron che essi avevano realizzato e che utilizzavano per la sostituzione dei vasi arteriosi.

#### *La chirurgia delle coronarie*

Dopo che il cardiologo Mason Sones, per primo eseguì la coronarografia selettiva, una procedura radiologica che permette di evidenziare in dettaglio la sede e la gravità delle lesioni delle arterie coronarie, fu compiuto un ulteriore fondamentale passo avanti nella pratica cardiocirurgia quando, nel maggio del 1967 a Cleveland, nello stato dell'Ohio, il chirurgo argentino René Favaloro eseguì il

primo by-pass aorto-coronarico per rivascularizzare il miocardio ischemico. Negli anni seguenti il by-pass aorto-coronarico ebbe una grande diffusione in tutto il mondo.

## LA SOSTITUZIONE DEL CUORE

### *Il trapianto cardiaco*

Alcuni mesi più tardi, nelle prime ore del mattino del 3 dicembre 1967, all'ospedale Groote Schuur a Cape Town, in Sud Africa, vi fu un avvenimento che, oltre a cambiare la storia della chirurgia, ebbe un enorme effetto emotivo sull'opinione pubblica, quando uno sconosciuto chirurgo di nome Christiaan Barnard eseguì il primo trapianto cardiaco su un essere umano.

Nei mesi successivi, sull'onda dell'entusiasmo suscitato da quell'intervento, altre équipes si affrettarono a istituire dei programmi di trapianto cardiaco nei loro ospedali. Non passò molto tempo perché ci si accorgesse che l'entusiasmo era prematuro: tutti i pazienti trapiantati decedevano a distanza di pochi mesi a causa del rigetto. Gli ospedali dovettero chiudere i programmi di trapianto che avevano attivato.

Fu grazie al paziente lavoro di Norman Shumway della Stanford University in California che, negli anni successivi, fu elaborata e standardizzata una efficace terapia che ha consentito di controllare il rigetto e permettere di ottenere gli eccellenti risultati odierni del trapianto cardiaco.

### *Il cuore artificiale*

Soltanto due anni dopo, il 4 aprile 1969 a Houston, Denton Cooley impiantò un cuore artificiale totale in un paziente allo scopo di mantenerlo in vita fino al reperimento di un cuore naturale che potesse essere utilizzato per un trapianto. Il cuore artificiale mantenne in vita il paziente per 64 ore, fino a quando fu effettuato il trapianto cardiaco. Le condizioni del paziente tuttavia si aggravarono fino al decesso avvenuto 32 ore dopo il trapianto.

A questa sperimentazione clinica che, a buon diritto, deve essere considerata una pietra miliare nella storia dell'applicazione tecnologica in campo medico, seguirono una serie di controversie che interessarono aspetti etici, politici, medico-legali che indussero i due grandi maestri della chirurgia, Michael DeBakey e Denton Cooley a entrare in un conflitto personale tanto grave da indurli a non rivolgersi più la parola per quasi quaranta anni. Fu soltanto nell'ottobre del 2007 che i due protagonisti, ormai vegliardi, si riconciliarono in una pubblica cerimonia.

Negli anni recenti, accanto a un perfezionamento tecnologico dei cuori artificiali, si va verificando una sempre maggiore indicazione all'impiego di sistemi meccanici di assistenza alla circolazione, stimolata dal grandissimo incremento dei casi di scompenso cardiaco che si osservano in tutto il



mondo, mentre il numero di trapianti, che si è stabilizzato da circa dieci anni a questa parte, è molto inferiore alle necessità.

Mentre il numero di impianti di cuori artificiali totali è tuttora assai esiguo, grande interesse e ha suscitato l'introduzione della pratica clinica dei dispositivi di assistenza a turbina a flusso continuo. I buoni risultati ottenuti con le pompe a flusso continuo in termini di efficienza, affidabilità, oltre alla ridotta incidenza di complicanze tromboemboliche e infettive hanno condotto recentemente alla sperimentazione clinica per la loro utilizzazione anche come terapia definitiva (destination therapy) in pazienti non candidati al trapianto.

### **L'EVOLUZIONE DELLA CARDIOCHIRURGIA**

Nel corso degli anni successivi, le procedure che furono inizialmente ideate sono state perfezionate e continuano ogni giorno a progredire, facendo sì che i risultati della chirurgia siano sempre migliori, anche a fronte di una popolazione di pazienti sempre più anziani e affetti da forme patologiche sempre più gravi e complesse.

A questo proposito, non devono essere sottovalutati gli importanti progressi che si sono realizzati in campo della anestesia e della terapia intensiva, caratterizzati dalla utilizzazione di sempre più precise metodiche di monitoraggio delle funzioni vitali dei pazienti e dall'impiego di efficaci farmaci di nuova generazione, che hanno profondamente modificato la gestione dei pazienti e hanno consentito di migliorare considerevolmente i risultati clinici.

In tempi recenti, si è assistito a una graduale, ma sempre più rilevante tendenza a sostituire le tecniche chirurgiche tradizionali con procedure meno invasive e traumatiche, definite nel loro insieme come tecniche mininvasive. Questa tendenza ha avuto origine dalla introduzione nella pratica clinica della angioplastica coronarica, alla quale in seguito è stato associato l'impianto di un tubicino a maglie denominato stent e si è in gran parte sostituita alla chirurgia tradizionale del by-pass aorto-coronarico.

Un'altra fonte di ispirazione per l'applicazione delle tecniche mininvasive alla cardiocirurgia fu la introduzione in chirurgia addominale e toracica delle tecniche endoscopiche, consistenti nell'inserimento nell'organismo, attraverso piccole incisioni cutanee, di strumenti ottici muniti di un sistema di illuminazione, o addirittura di piccole telecamere, che permettono di osservare gli organi interni. Utilizzando queste tecniche, sempre attraverso piccole incisioni della cute, vengono inoltre inseriti strumenti chirurgici coi quali eseguire interventi sotto

visione diretta attraverso il sistema ottico, oppure in videoscopia su un monitor, senza ricorrere a tecniche chirurgiche tradizionali.

Nel corso degli anni più recenti sono state sviluppate varie metodologie mininvasive. Alcune di queste tecniche, sono indirizzate a evitare l'uso della circolazione extra-corporea. Le due più importanti applicazioni di questo tipo di procedura sono il by-pass aorto-coronarico "a cuore battente" e l'impianto della valvola aortica "transcatetere" eseguito per via percutanea o attraverso l'apice del ventricolo sinistro.

Altre tecniche, cosiddette "mininvasive", pur mantenendo l'uso della circolazione extra-corporea, sono indirizzate a evitare l'apertura dello sterno e limitare l'estensione delle incisioni cutanee, nell'intento di diminuire il trauma dell'intervento e di ridurre le dimensioni di antiestetiche cicatrici post-operatorie.

La massima evoluzione di questo concetto è la chirurgia robotica, ancora in fase di sperimentazione, nella quale il chirurgo non manipola direttamente gli strumenti, ma comanda indirettamente il movimento degli strumenti con un computer e ne controlla il funzionamento attraverso lo schermo di un monitor.

Una importante evoluzione nelle tecniche di chirurgia vascolare che, negli anni recenti, sta ottenendo una vasta diffusione, è stata la introduzione delle tecniche endovascolari, consistenti nel posizionamento in corrispondenza del vaso malato di tubi protesici che sono inseriti attraverso un'arteria periferica; queste tecniche sono adottate soprattutto per il trattamento degli aneurismi aortici.

Nella costante ricerca del trattamento ottimale per le forme più complesse di questa grave patologia, destano particolare interesse le tecniche ibride nelle quali alle procedure chirurgiche tradizionali sono associate procedure endovascolari.

E' da rilevare che, mentre per le esperienze più antiche il merito dell'introduzione di nuove tecniche può essere attribuito alla intelligenza, determinazione e coraggio dei singoli pionieri, in seguito i progressi sono stati conseguiti per effetto di una collaborazione interdisciplinare sviluppatasi in campi scientifici e tecnici assai diversi, che si estendono dalle scienze di base alla medicina clinica e alla ingegneria, dalla immunologia alla meccanica, dalla scienza dei materiali ai nuovi sensori e trasduttori, dalla anatomia patologica alla elettronica, ai sistemi energetici ecc.

## **CONCLUSIONI**

Nel mio libro *Viaggio nel Cuore: Storia e Storie della Cardiocirurgia*, sono sommariamente descritti i principali progressi avvenuti nei vari campi della medicina che hanno reso possibile l'avvento della cardiocirurgia, gli inizi di questa specialità e la sua evoluzione fino ai giorni nostri.

Indubbiamente, il periodo più interessante della storia della cardiocirurgia è da identificare nel decennio intercorso tra la fine degli anni '50 e la fine degli anni '60, quando con l'introduzione della circolazione extra-corporea, consentendo di operare "a cuore aperto", indusse a concepire, realizzare e diffondere buona parte delle procedure cardiocirurgiche tuttora adottate.

A quel periodo, infatti, sono da far risalire la correzione delle cardiopatie congenite complesse, la riparazione dei vizi valvolari, lo sviluppo e l'impianto delle protesi valvolari cardiache, il by-pass aorto-coronarico, la chirurgia dell'aorta, il trapianto cardiaco, l'impianto del cuore artificiale.

L'oggetto principale del libro è di narrare le affascinanti e talora drammatiche vicende avvenute in quella straordinaria stagione di cui l'autore è stato testimone, avendole vissute a fianco di alcuni tra i più grandi pionieri della cardiocirurgia che di queste vicende furono i protagonisti.