

INTRODUZIONE

Nuove e continue esigenze funzionali ed estetiche hanno portato la medicina ed in particolare la chirurgia ad evolversi sempre più col passare degli anni.

La cardiochirurgia stessa segue a velocità impressionante questa tendenza e con il tempo le tecniche chirurgiche si stanno affinando al fine di determinare una minore invasività per il paziente.

Nel campo della rivascolarizzazione miocardica, la progressiva evoluzione della cardiologia interventistica con l'uso degli stent medicati per angioplastica coronaria percutanea, con risultati sovrapponibili agli interventi di Bypass aortocoronarico, hanno spinto il cardiochirurgo a trovare nuove soluzioni chirurgiche, orientate anche nella ricerca di una minore invasività, che garantiscano e migliorino al tempo stesso i risultati della chirurgia classica.

Da queste motivazioni origina il concetto di cardiochirurgia mini-invasiva.

La chirurgia mini-invasiva si inquadra in varie metodiche operatorie che hanno come comune vantaggio quello di evitare la sternotomia mediana e/o la circolazione extracorporea e le loro complicanze.

La circolazione extracorporea se da un lato permette al chirurgo di operare a cuore fermo e campo operatorio esangue, dall'altro può essere responsabile di complicanze quali: alterazioni della coagulazione, emolisi, deficienza del sistema immunitario, danno multiorgano per alterazione del microcircolo (fegato, rene, polmoni). Queste complicazioni aumentano con l'aumentare dei tempi di circolazione extracorporea.

La sternotomia mediana e' responsabile della dolorabilità e instabilità della parete toracica nell'immediato postoperatorio, alterando di conseguenza la dinamica respiratoria proprio, quando la riserva funzionale respiratoria gioca un ruolo cruciale nell'equilibrio emodinamico. Inoltre eventuali complicanze quali la mancata sintesi sternale, le infezioni superficiali o profonde della ferita sternale,

possono essere notevolmente invalidanti per il paziente, e perfino mortali in caso di medistiniti.

Tra le tecniche mini-invasive, di sicuro la piu' rivoluzionaria e innovativa e' quella che utilizza il sistema Port-Access:

Nasce nell'anno 1996 in California alla Stanford University School of Medicine e nel 1997 approda in Europa. L'accesso viene garantito da un incisione toracotomica destra di circa 6-8 cm, e da 2 forellini di 10 mm (Port), attraverso i quali vengono introdotti (Access) gli strumenti. La circolazione extracorporea viene stabilita mediante la cannulazione femorale, attraverso un incisione inguinale di 3-4 cm, con cannule arteriose e venose disegnate specificamente. Il clampaggio aortico e la somministrazione della cardioplegia vengono assicurati da un catetere, chiamato Endoclamp che, introdotto nella cannula arteriosa femorale, viene fatto avanzare fino all'aorta ascendente, a livello della giunzione seno-tubulare.

E' ormai considerata una tecnica di routine nei centri ospedalieri d'eccellenza, per determinati tipi di intervento cardiocirurgico ed in particolare per la chirurgia della valvola mitrale.

Nel 1997 il Dr. Chitwood ha apportato delle variazioni alla tecnica Port-Access sia nella modalita' di clampaggio aortico che della somministrazione della soluzione cardioplegica. In effetti con tale tecnica non si utilizza piu' il catetere Endoclamp, introdotto per via femorale, bensì un clamp Transtoracico di nuova generazione, introdotto attraverso un incisione al II spazio intercostale (o direttamente attraverso la minitoracotomia), mentre la cardioplegia viene somministrata attraverso una cannula posizionata direttamente in aorta ascendente, attraverso la minitoracotomia. Con questa tecnica, teoricamente, si eviterebbero le complicanze legate all'introduzione dell'Endoclamp.

Numerosi studi hanno messo a confronto la tecnica Port-Access con la chirurgia convenzionale per il trattamento delle patologie valvolari mitraliche, dimostrando simili risultati in termini di mortalita' e morbidita'. Ancora poco si sa, invece, sui

risultati delle diverse tecniche di clampaggio aortico del comune sistema Port-Access: Endoclamp versus Clamp Trans-toracico.

PORT-ACCESS

Preparazione operatoria e minitoracotomia anteriore

L'intervento viene eseguito in anestesia generale, con intubazione oro-tracheale selettiva, utilizzando il tubo oro-tracheale di Carlenz, per permettere, durante l'intervento, di escludere selettivamente il polmone destro.

Un catetere Swan-Ganz viene introdotto in vena giugulare interna di destra, o sinistra al fine di monitorizzare la pressione in atrio destro, in arteria polmonare, e la gittata cardiaca; si utilizza un accesso venoso centrale per la somministrazione di liquidi (soluzione salina o soluzione Ringer); si monitorizza la pressione arteriosa sistemica, mediante un catetere in arteria radiale; infine si posiziona un catetere vescicale, per monitorare la diuresi.

Sul torace vengono applicate gli elettrodi per il monitoraggio elettrocardiografico e due placche toraciche esterne collegate ad un defibrillatore (Zoll).

Il paziente viene posizionato supino con una elevazione dell'emitorace destro di circa 30°.

L'approccio alla cavità pleurica è ottenuto attraverso una minitoracotomia anteriore destra di appena 5-7cm che viene operata al quarto o terzo spazio intercostale.

Nell'incisione viene applicato l'Heartport Soft Tissue Retractor (retrattore per tessuti molli); questo strumento è costituito da un anello metallico (che può essere di diverso diametro: piccolo 6 cm, medio 7.5 cm, grande 9 cm) e da quattro linguette fornite di adesivo anallergico applicabile sulla pelle. L'anello viene appoggiato sotto le costole (figura 1),

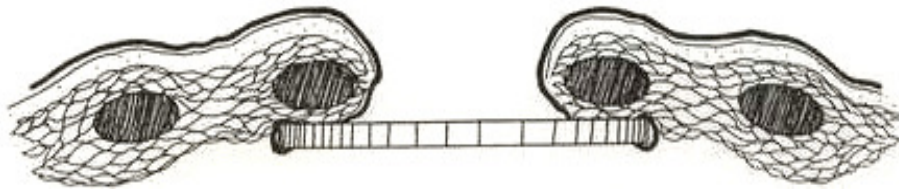


Figura 1

e le linguette vengono stirate a due a due in senso opposto al fine di separare il tessuto dell'incisione e creare la Working port (figura 2).

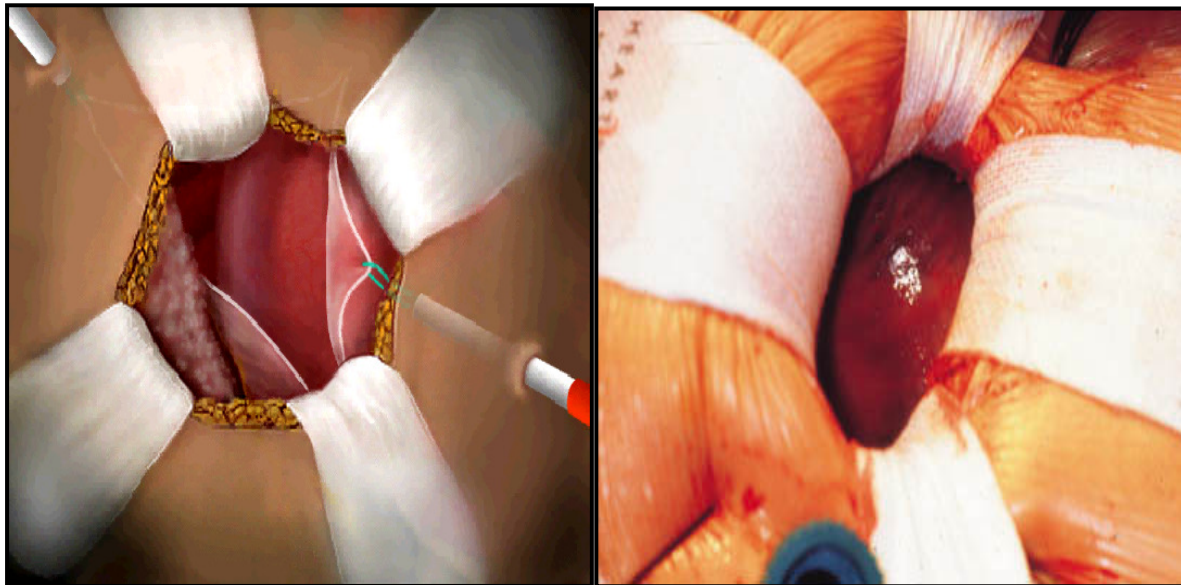


Figura 2

Due accessi delle dimensioni di 10 mm vengono creati al quarto e al sesto spazio intercostale lungo la linea ascellare anteriore. Attraverso il primo viene inserito un Videotoracoscopio, nel secondo un catetere che eroga un flusso di 2 l/min di CO₂ per saturare la cavità pleurica per il de-airing, e un Vent per drenare il sangue e l'aria dall'atrio sinistro una volta aperto (figura 3).

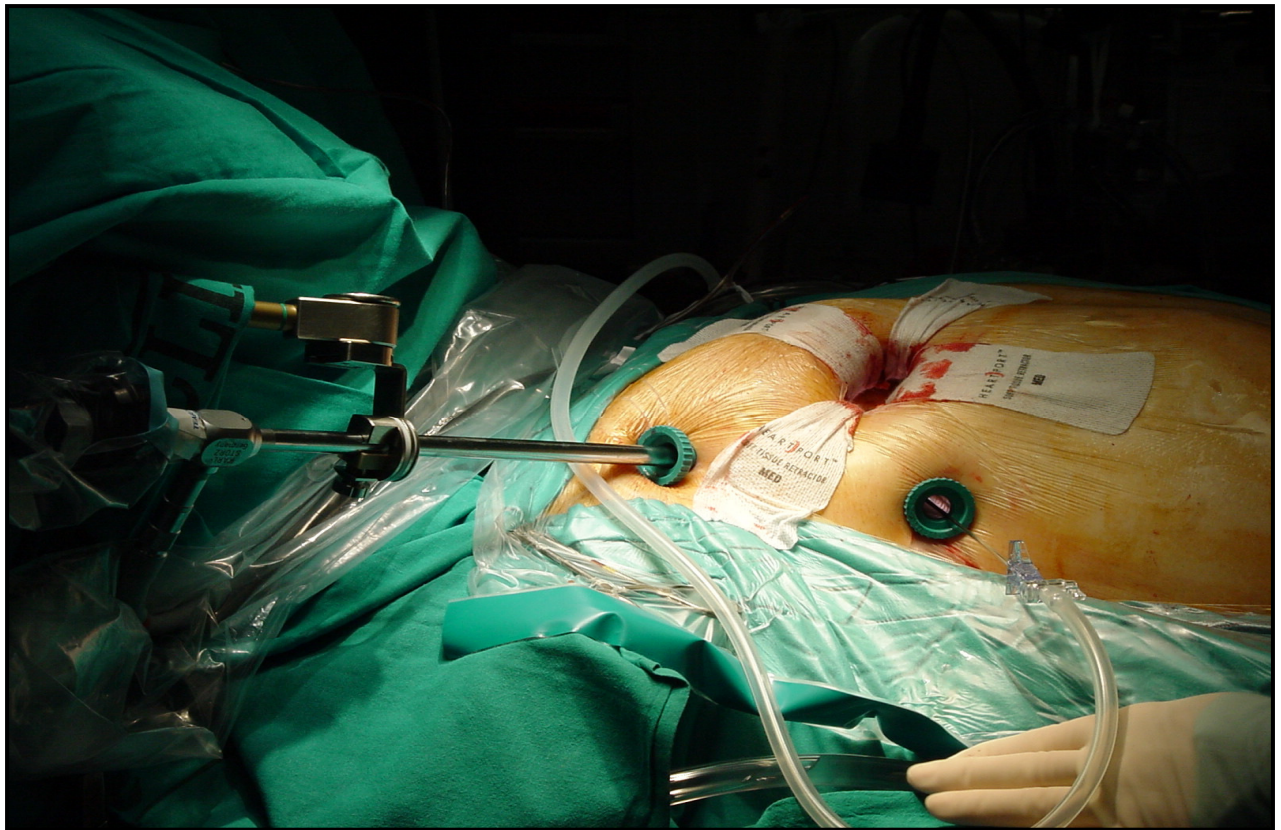


Figura 3

Un'incisione inguinale di 3 cm, viene eseguita per isolare i vasi femorali, per la cannulazione periferica.

Video-Assistenza

Il Videotorascopio inserito all'interno del torace è collegato ad un monitor posto di fronte all'operatore che consente un approccio video assistito a tutte le procedure chirurgiche. Questo strumento permette di effettuare uno zoom ad alta definizione sul sacco pericardico, sulla cavità atriale e sulla valvola mitrale; in questo modo il chirurgo può esplorare l'anatomia chirurgica in modo più dettagliato, utilizzando sia la visione diretta, attraverso la Working port, sia quella indiretta, ad alto ingrandimento, tramite il videotorascopio.

Il videotorascopio può essere collegato ad un videoregistratore, ad una videostampante e alla rete telematica (figura 4).

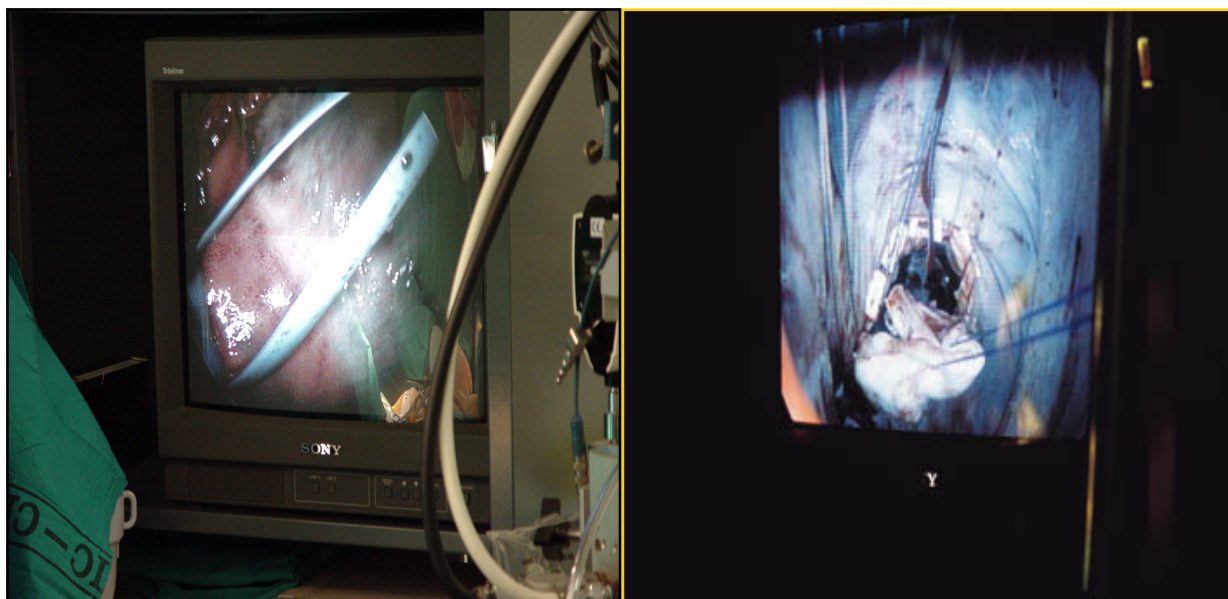


Figura 4

Sistema Endovascolare di Bypass Cardiopolmonare

La chirurgia della valvola mitrale richiede, che il cuore e i polmoni vengano arrestati e che le loro funzioni vengano vicariate dalla macchina cuore-polmone tramite l'ausilio della circolazione extracorporea.

Il sistema Endovascolare di bypass cardiopolmonare è un sistema di cannule e cateteri che permette di mantenere il paziente in circolazione extracorporea e di arrestare il cuore tramite una soluzione cardioplegica, evitando la sternotomia mediana. Tutte le cannule e i cateteri sono posizionati tramite la guida dell'ecocardiografia Transesofagea, previa somministrazione di eparina.

Sia nella tecnica con Endoclamp (Heart-Port) che con il clampaggio Transaortico, i componenti fondamentali del sistema possono, schematicamente essere ricondotti a tre momenti fondamentali:

- 1) Cannulazione Venosa
- 2) Cannulazione Arteriosa
- 3) Clampaggio Aortico

Le due tecniche si distinguono soprattutto per la diversa cannulazione arteriosa e clampaggio aortico, per cui tali steps verranno trattati separatamente. La cannulazione venosa e' invece comune alle due tecniche.

Cannulazione Venosa

Il ritorno venoso puo essere assicurato o da due cannule, una posta in cava inferiore, attraverso la vena femorale, e un'altra in cava superiore, attraverso la vena giugulare interna per via percutanea o attraverso la minitoracotomia, o da una singola cannula che drena sia dalla cava inferiore che superiore, introdotta attraverso la vena femorale.

-Endovenous Drainage Inferior Cannula

La cannula viene posta nella vena femorale tramite una guida e un introduttore che vengono inseriti al suo interno e poi sfilati una volta che questa è in situ.

E' una cannula da circolazione extracorporea per il drenaggio del sangue venoso attraverso la vena femorale, drena il sangue dalla parte inferiore del corpo. La punta di questa cannula viene infatti posizionata nella giunzione tra atrio destro e vena cava inferiore.

La cannula ha una punta morbida che facilita l'avanzamento nella vena femorale ed è dotata di marker che mostrano la profondità di inserimento. La punta presenta dei fori laterali per l'aspirazione del sangue. La porzione di tubo morbida e trasparente presso l'estremità permette la visualizzazione del sangue e dell'aria, fornendo anche un sito di clampaggio non rinforzato (figura 6).



Figura 6

-Endovenous Drainage Superior Cannula

La cannula viene posta nella vena giugulare interna di destra dall'anestesista durante la preparazione operatoria previa introduzione di una guida e un introduttore che poi vengono sfilati. E' una cannula da circolazione extracorporea per il drenaggio del sangue venoso della vena cava superiore attraverso la vena giugulare interna, drena il sangue dal distretto superiore del corpo. La punta di questa cannula viene posta alla giunzione tra atrio destro e vena cava superiore e presenta dei fori laterali per il drenaggio del sangue (figura 7).



Figura 7

Entrambe le cannule Endovenose vengono poi collegate tramite un connettore ad Y alla linea venosa che arriva alla macchina cuore-polmone al fine di ossigenare il sangue.

-Endovenous Drainage Two Stage Cannula

La cannula viene introdotta attraverso la vena femorale, tramite una guida e un introduttore, che vengono poi sfilati una volta che la cannula e' in situ. La cannula consiste di due canestrelli di drenaggio, uno posto sulla punta per il drenaggio della vena cava superiore e l'altro piu' prossimale per quello della vena cava inferiore (Fig 8-A)

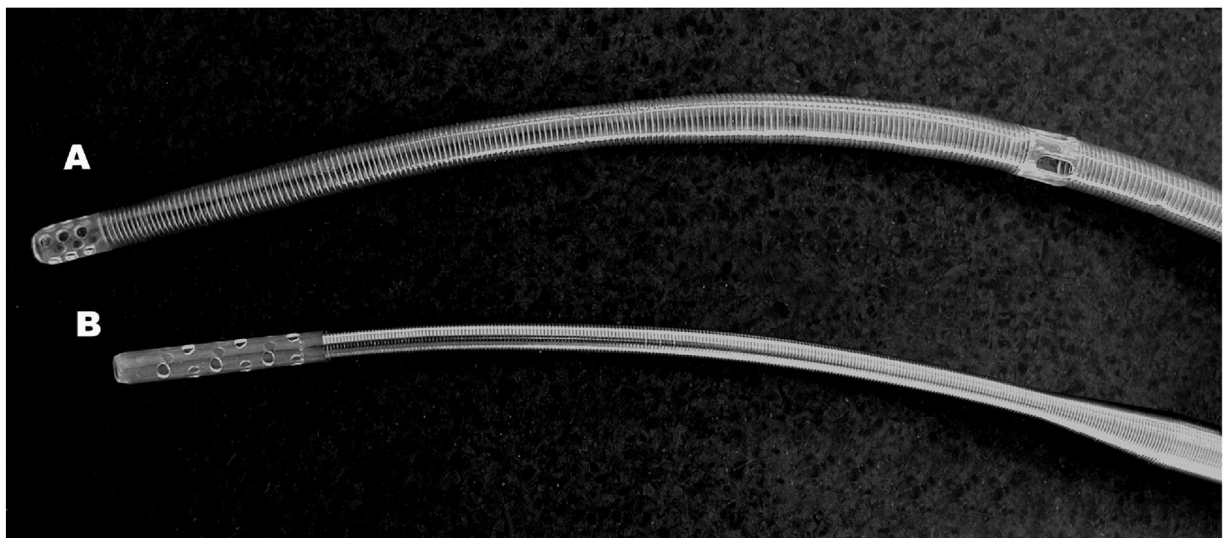


Figura 8

Per tutti tipi di sistemi di drenaggio venoso e possibile applicare una pressione negativa attraverso la macchina da CEC, al fine di ottimizzare il ritorno venoso.

Clampaggio Endo-Aortico

-Cannulazione Arteriosa

La cannula, detta cannula Endoarteriosa, viene posta nell'arteria femorale tramite una guida e un introduttore che vengono inseriti al suo interno e poi sfilati una volta che questa è in situ.

La cannula Endoarteriosa è una cannula da circolazione extracorporea che viene inserita nell'arteria femorale e deve essere usata assieme all'Endo-Clamp.

La cannula ha una punta rastremata per evitare traumi e un rivestimento idrofilo rinforzato per facilitare l'introduzione nell'arteria femorale. La porzione di tubo morbida e trasparente presso l'estremità posteriore della cannula permette la visualizzazione del sangue e dell'aria, fornendo nel contempo un sito di morsettamento non rinforzato. La fine della cannula è fissata ad un connettore ad Y. Una delle braccia del connettore a Y viene connessa alla linea arteriosa che parte dalla macchina cuore-polmone per il rilascio di sangue ossigenato al sistema vascolare. L'altro braccio del connettore è attaccato ad una valvola emostatica che consente l'introduzione dell'Endoclamp (figura 5).

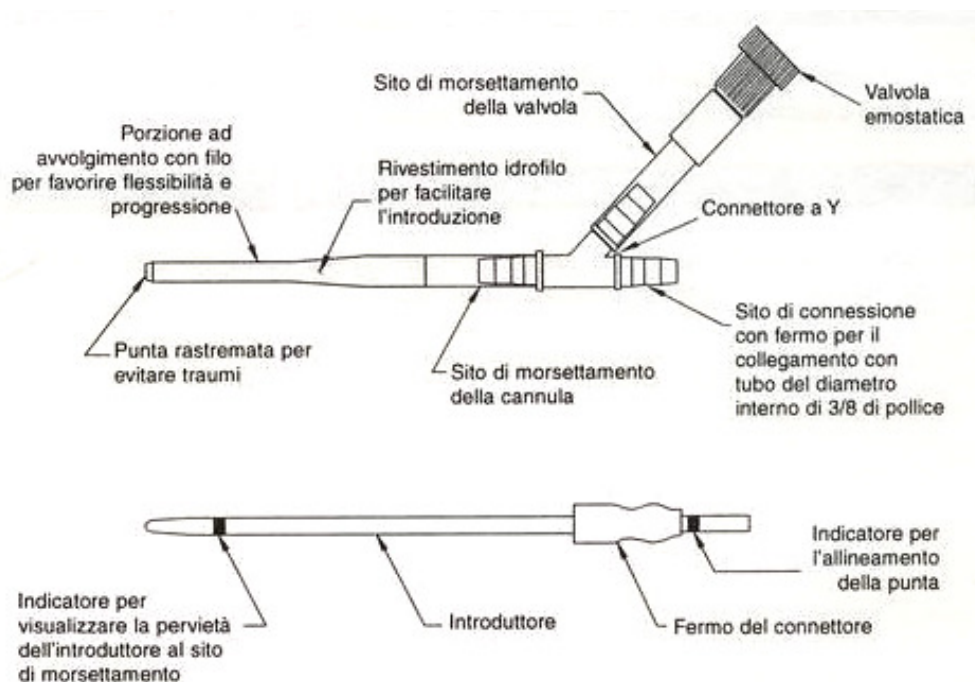


Figura 5

-Endoclamp Aortic Catheter

Endoclamp aortic catheter è usato per occludere il flusso sanguigno attraverso l'aorta ascendente durante la circolazione extracorporea. Tramite l'inflazione di un palloncino presente sulla sua punta questo strumento separa la radice aortica e le arterie coronarie dalla restante circolazione arteriosa. La sua funzione è analoga a quella del clamp aortico usato nella chirurgia cardiaca convenzionale. Esso però, oltre ad occludere l'aorta ascendente è disegnato per somministrare la soluzione cardioplegica, per il venting e per la misurazione della pressione nel bulbo aortico. Questo strumento viene inserito attraverso la valvola emostatica della cannula endoaerteriosa, e viene fatto avanzare in aorta ascendente fino a raggiungere la giunzione seno-tubulare (figura 8).

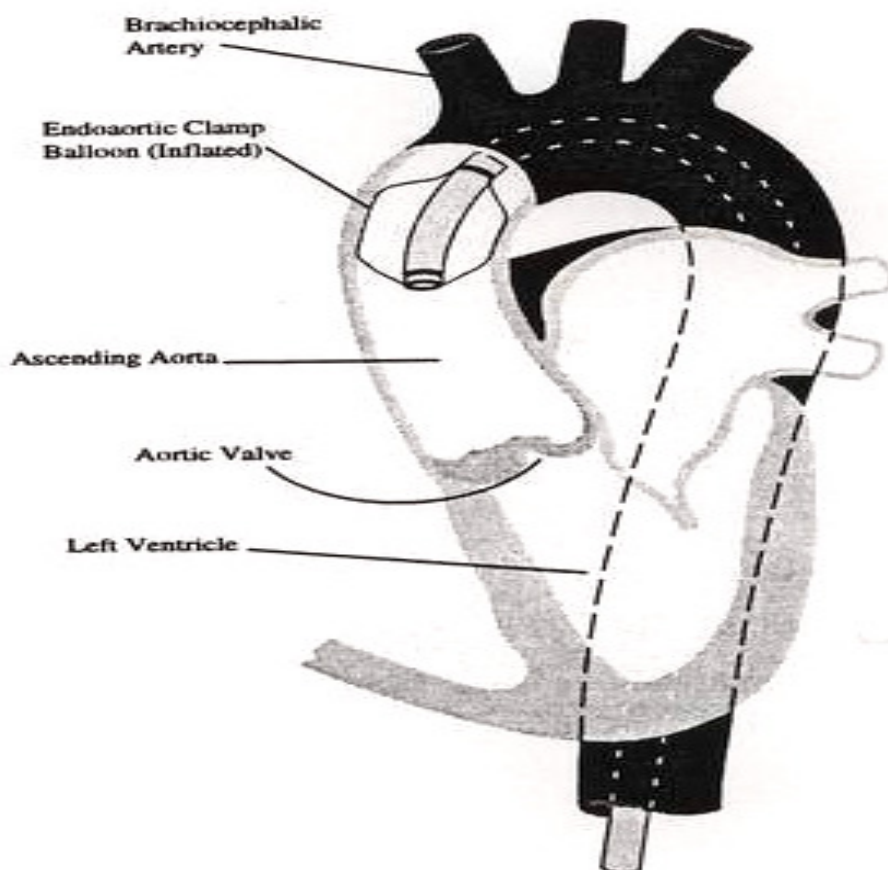


Figura 8

Il catetere è dotato di tre lumi: il lume grande centrale del catetere ha due funzioni: la somministrazione di soluzione cardioplegica nel bulbo aortico e lo sfogo di fluido e aria dallo stesso (venting); gli altri due lumi servono per il gonfiamento del palloncino e per il monitoraggio della pressione aortica a livello della radice (figura 9).

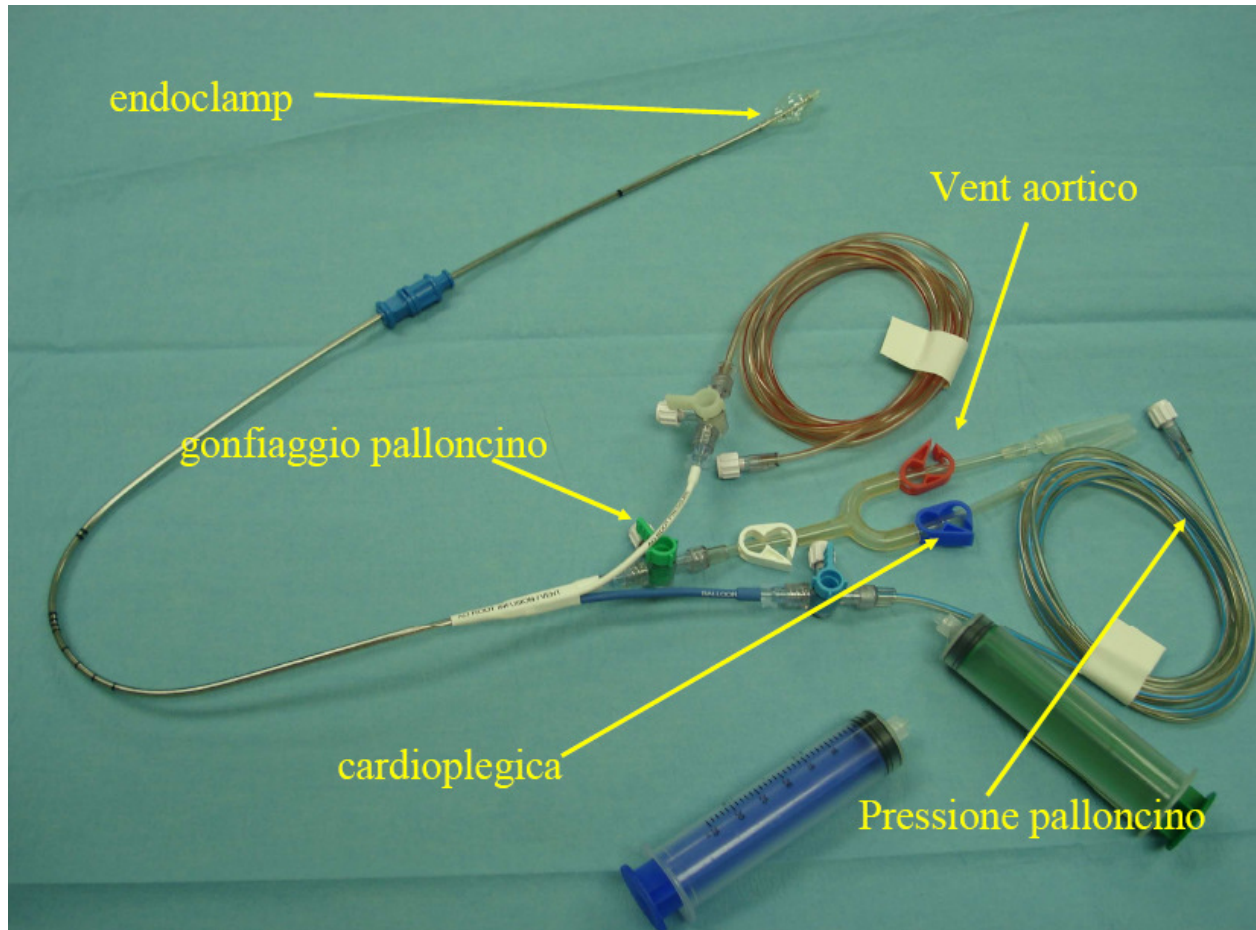


Figura 9

Il corpo del catetere è munito di marker per indicare la profondità di introduzione. Il dispositivo Clamp-Lock, situato a livello del corpo del catetere ne consente il bloccaggio in posizione. A ciascun lume è collegato un rubinetto a tre vie con colori e funzioni diversi: iniezione del fluido, gonfiamento del palloncino e monitoraggio della pressione del bulbo aortico. Una valvola emostatica rotante (RHV) connessa al lume grande centrale serve all'introduzione della guida sul catetere. Il connettore a Y con tre morsetti per tubo, che consente l'avvicendamento tra l'immissione della soluzione cardioplegica e l'evacuazione di fluido dalla radice

aortica è montato sul lume centrale. Le linee di monitoraggio della pressione sono collegate al lume di gonfiamento del palloncino e al lume di monitoraggio della pressione del bulbo aortico (figura 10).

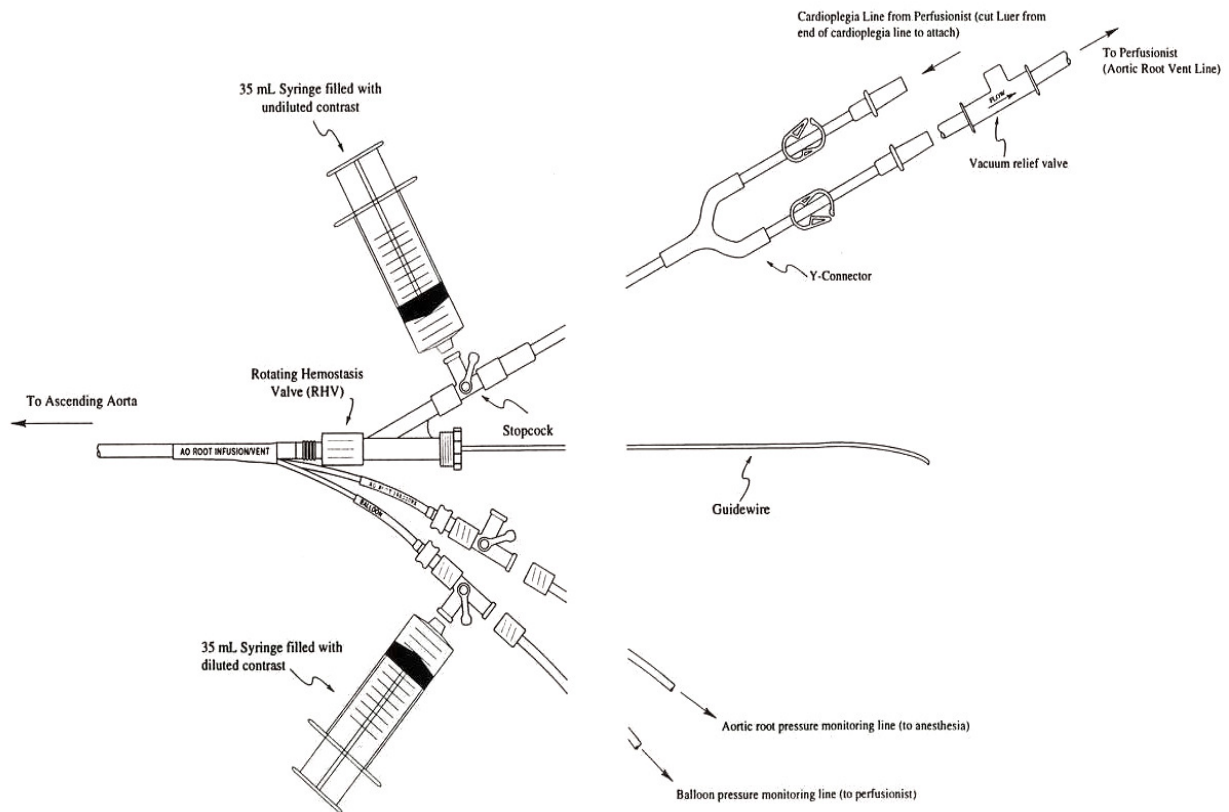


Figura 10

A questo punto il sangue venoso del paziente viene completamente drenato a livello dell'atrio destro attraverso le due cannule endovenose suddette. Il sangue venoso viene ossigenato attraverso la macchina cuore-polmone e reinserito nella circolazione sistemica attraverso l'arteria femorale:

Il sistema Endovascolare di bypass cardiopolmonare è attivo. Il bulbo aortico è escluso dalla circolazione sistemica tramite l'insufflazione del pallone e il cuore paralizzato dalla soluzione cardioplegica somministrata direttamente nella radice aortica è accessibile per l'intervento sulla valvola mitrale (figura 11).

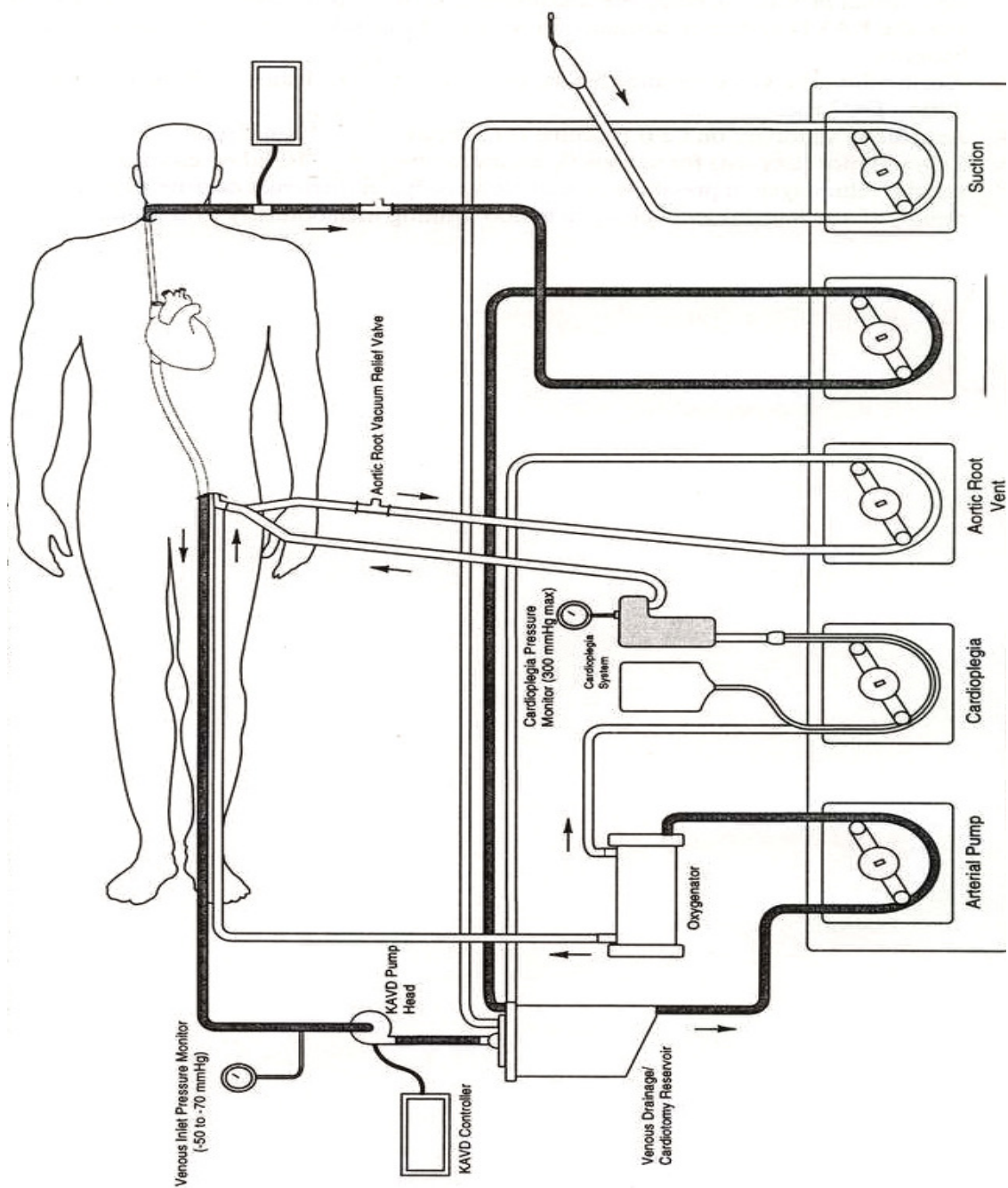


Figura 11

Clampaggio Trans-Aortico

-Cannulazione arteriosa

La cannula arteriosa viene posta o in arteria femorale, tramite una guida e un introduttore che vengono inseriti al suo interno e poi sfilati una volta che questa è in situ, o in aorta ascendente. La cannula in aorta ascendente viene posizionata tramite la minitoracotomia; si tratta di una cannula arteriosa particolare, Straight-shot Cannula, che dispone di un introduttore con lama da bisturi all'estremità, il quale agendo da punch, agevola le manovre d'introduzione della cannula stessa in aorta ascendente; una volta penetrata, la cannula viene fissata su i tourniquet, e l'introduttore viene rimosso (Figura 12).

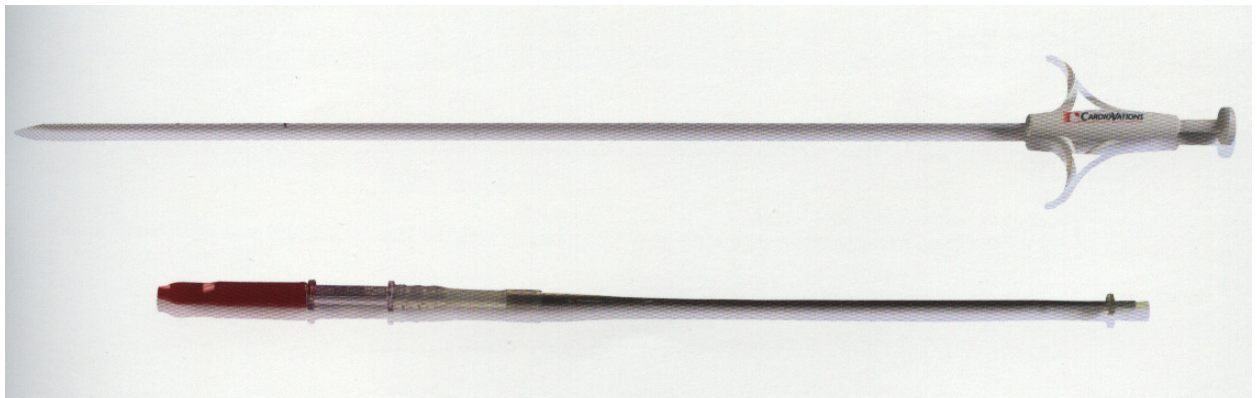


Figura 12

-Clampaggio Aortico

Il cross-clamp trans-toracico, disegnato da Chitwood nel 1997, viene fatto passare attraverso una piccola incisione di 4 mm nel III spazio intercostale a livello della linea ascellare media (Figura 13).

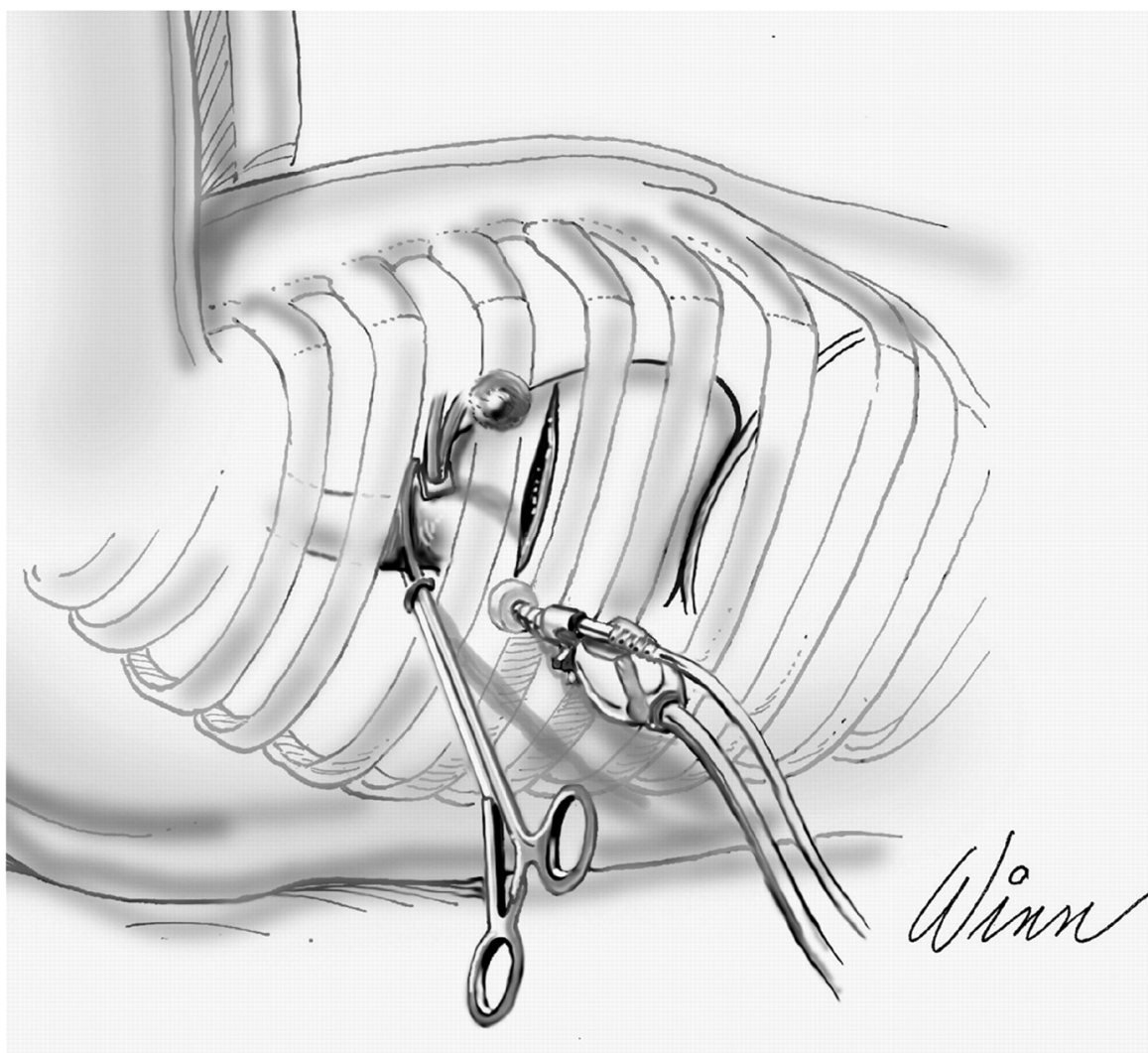


Figura 13

Il labbro posteriore e immobile del clamp viene posizionato, attraverso il seno trasverso, dorsalmente all'aorta, avendo cura di non ledere, al di là dell'aorta, l'arteria polmonare destra, l'auricola sinistra e il tronco comune della coronaria sinistra (Figura 14)

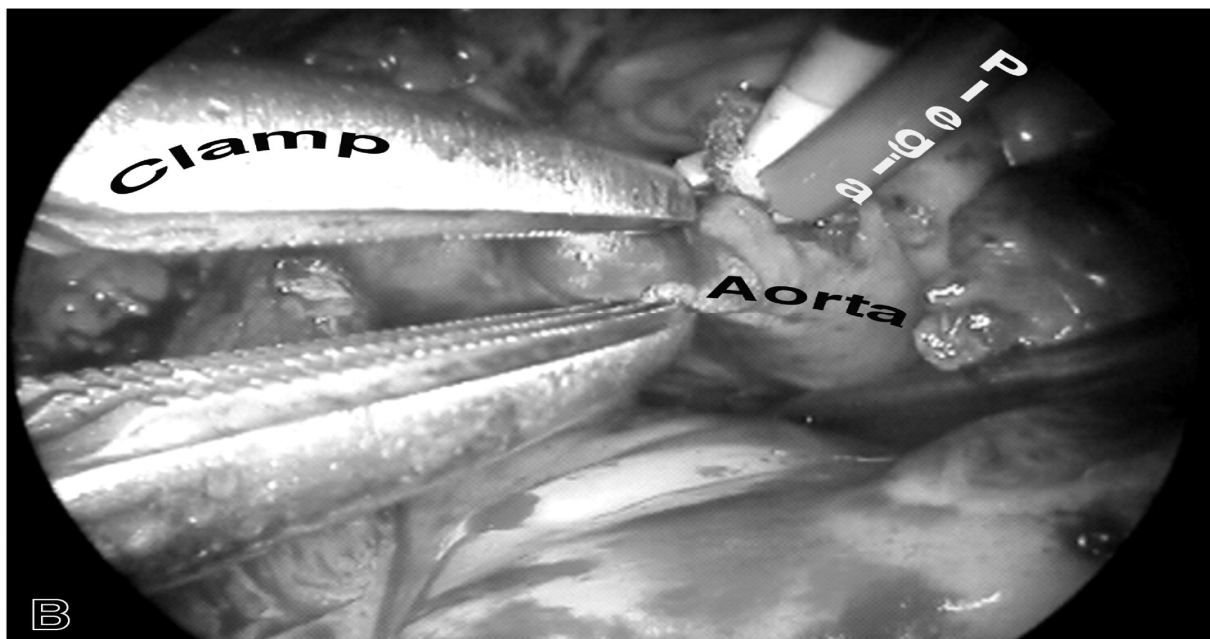
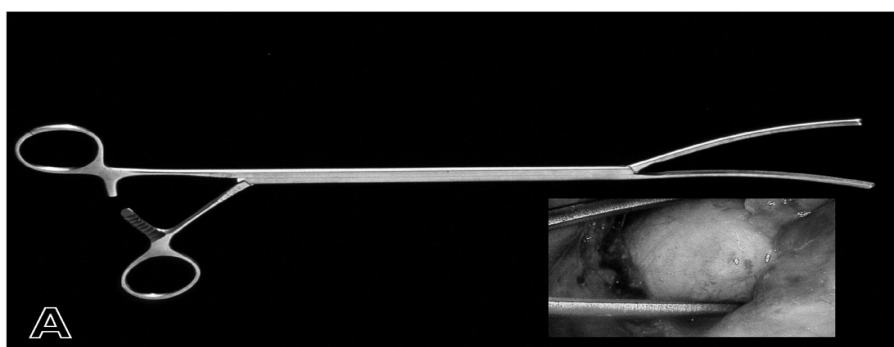


Figura 14

In alternativa, si può utilizzare un cross-clamp aortico con braccio flessibile di nuova generazione, CyGnet Clamp (Novare Inc.), che viene fatto passare direttamente attraverso la minitoracotomia sull'aorta ascendente (Figura 15).

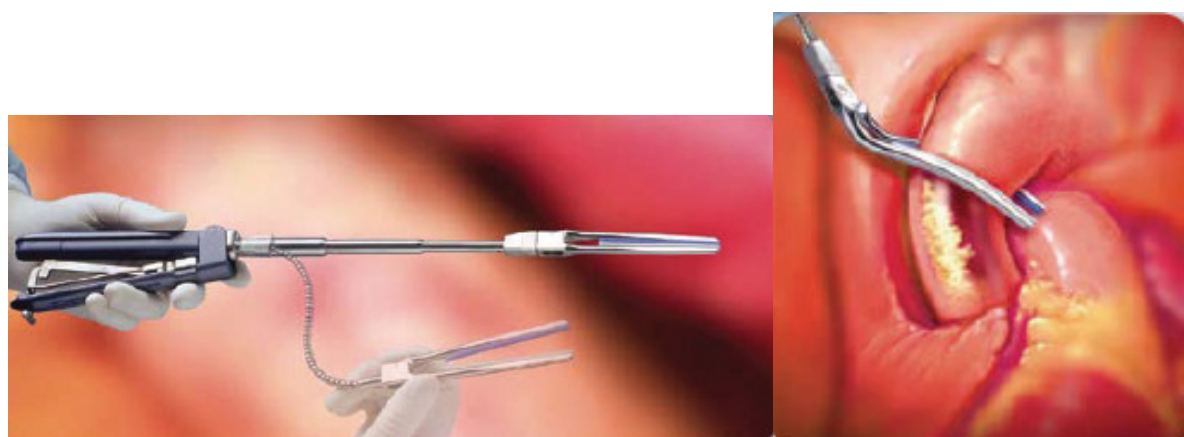


Figura 15

Ecocardiografia Trans-Esofagea

E' indispensabile per questo tipo di chirurgia la presenza di un anestesista e/o di un cardiologo che effettui l'ecocardiografia Trans-esofagea. Tale metodica risulta di grandissimo ausilio per il chirurgo, soprattutto in 3 momenti fondamentali:

1) Valutazione preoperatoria del paziente

Prima del posizionamento dei cateteri viene valutata la reale idoneità del paziente ad un approccio di Endo-CPB. Se si ritrovano patologie quali: grave malattia aterosclerotica dell'aorta ascendente o discendente, insufficienza aortica con diametro eccessivo dell'aorta ascendente, il sistema endovascolare di bypass cardiopolmonare è sconsigliato per possibili complicanze come difficoltà nell'occludere aorta ascendente ed embolie arteriose.

2) Inserzione del sistema Endo-CPB e suo monitoraggio

L'anestesista segue il corretto posizionamento delle due cannule endovenose e può controllare il giusto drenaggio, attraverso la riduzione del diametro del ventricolo destro e la caduta della pressione venosa centrale.

Può confermare inoltre che la cannula Endoarteriosa è ben posizionata nel lume dell'arteria femorale e seguire il posizionamento dell' Endoclamp aortico monitorizzando il suo passaggio per via retrograda dall'arteria femorale lungo l'aorta discendente, ascendente fino al bulbo aortico, diminuendo così il rischio di dissezione aortica. In più' controlla il corretto gonfiaggio e posizionamento del palloncino e tramite l'ausilio del color Doppler, può escludere eventuali occlusioni incomplete della radice aortica, e monitorare la somministrazione di soluzione cardioplegica e il venting aortico. La posizione del catetere endoaortico va, in ogni caso, continuamente verificata durante l'intervento (figura 16).

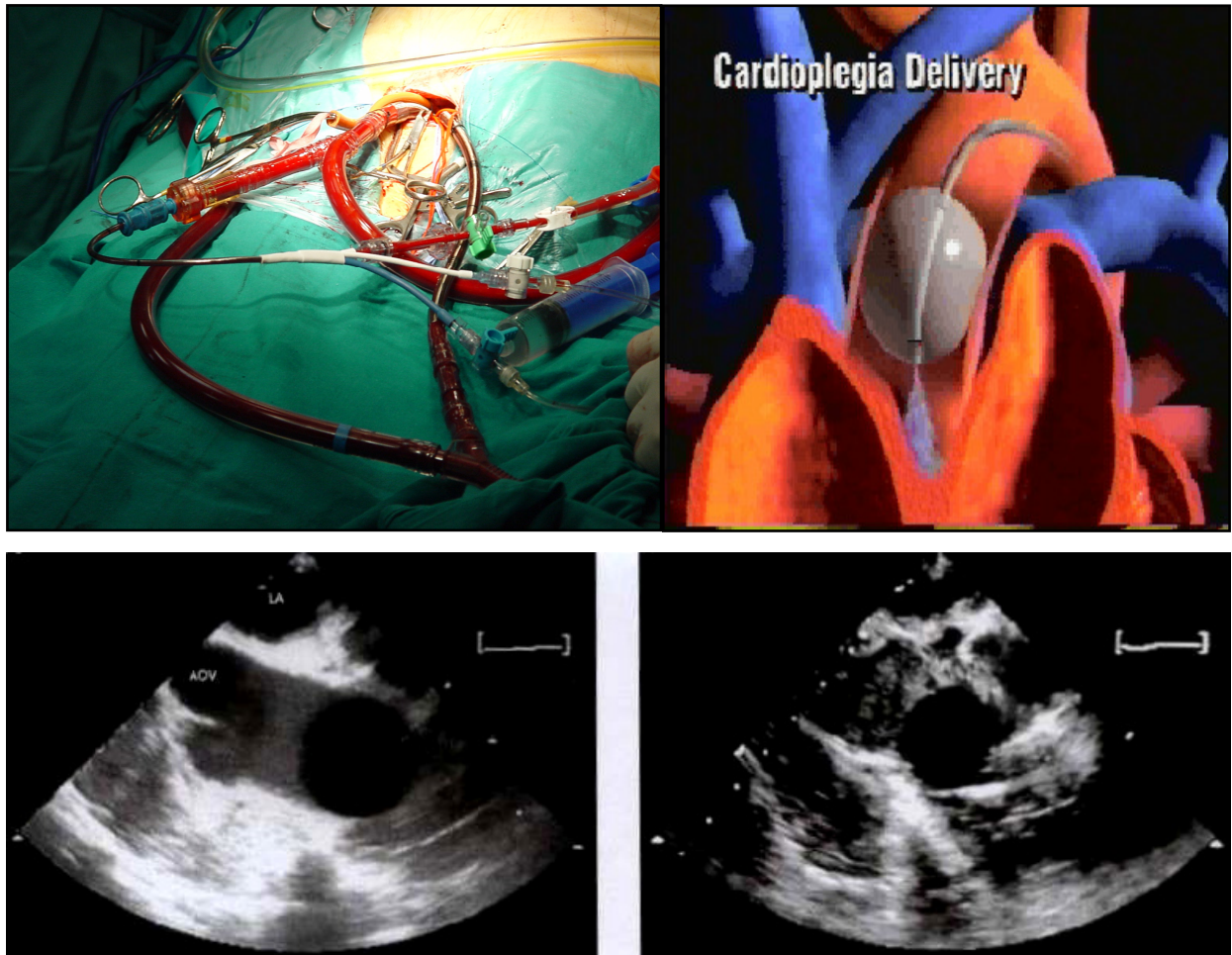


Figura 16

3) Svezamento dall' endo-CPB e condizioni postoperatorie

Dopo lo sgonfiaggio del palloncino endoaortico si monitorizza l'aspirazione di bolle di aria tramite il vent del catetere endoaortico.

Si esaminano attentamente la valvola mitrale per valutarne la correzione chirurgica, la valvola aortica e l'aorta ascendente e si stila una valutazione globale della funzione cardiaca postoperatoria.

Le proiezioni maggiormente usate per la visualizzazione di queste strutture sono:

a) Proiezione trasversa dei grossi vasi

Permette di visualizzare l'arteria polmonare con i suoi rami, la vena cava superiore e l'aorta (figura 17).

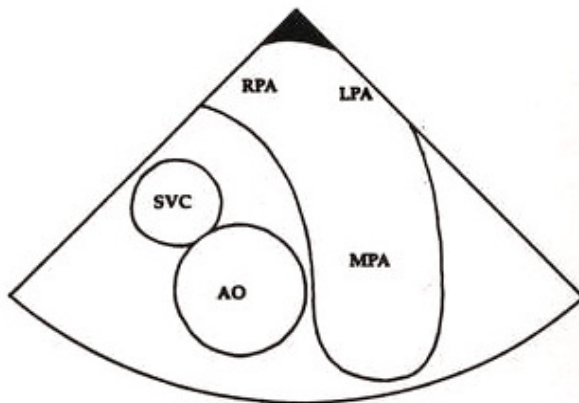


Figura 17

Avanzando in profondità nell'esofago con questa proiezione si notano l'atrio destro, ventricolo destro, l'atrio sinistro, le cuspidi della valvola aortica che a questo livello può essere ben valutata con il color Doppler (figura 18).

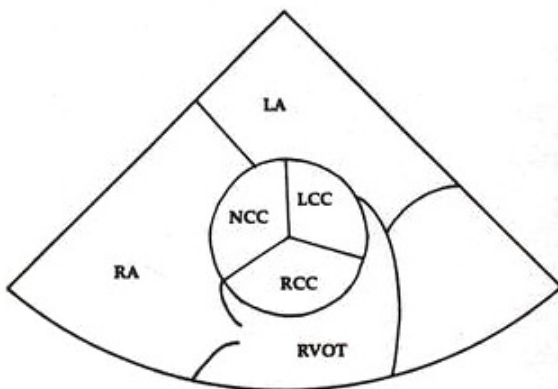


Figura 18

2) *Proiezione trasversa a metà esofago*

Mostra l'atrio sinistro, camera di afflusso e di deflusso del ventricolo sinistro, bulbo aortico e ventricolo destro (figura 19).

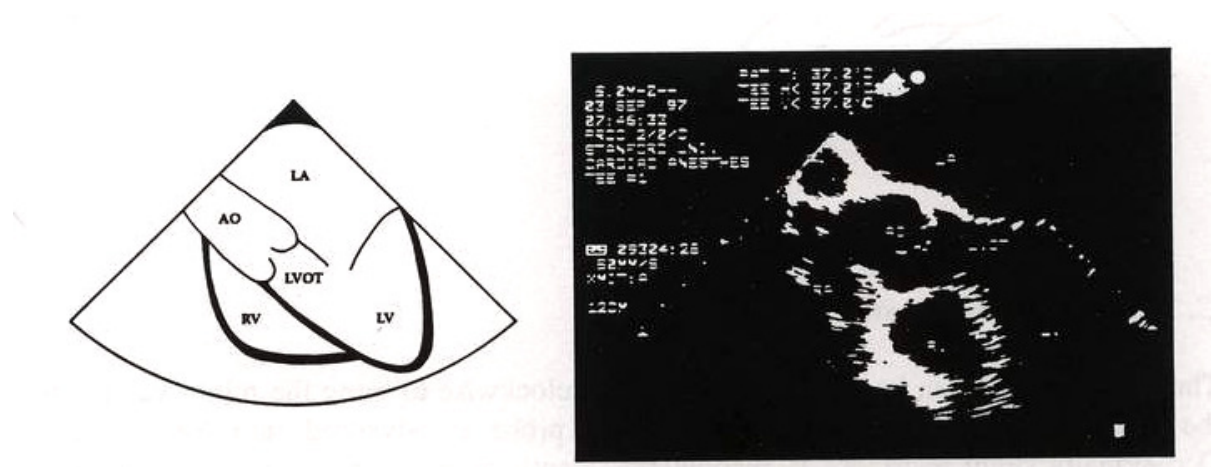


Figura 19

Avanzando in profondità e ruotando la sonda in senso antiorario si visualizzano le quattro camere cardiache con le valvole mitrale e tricuspide che possono essere valutate con il color Doppler (figura 20).

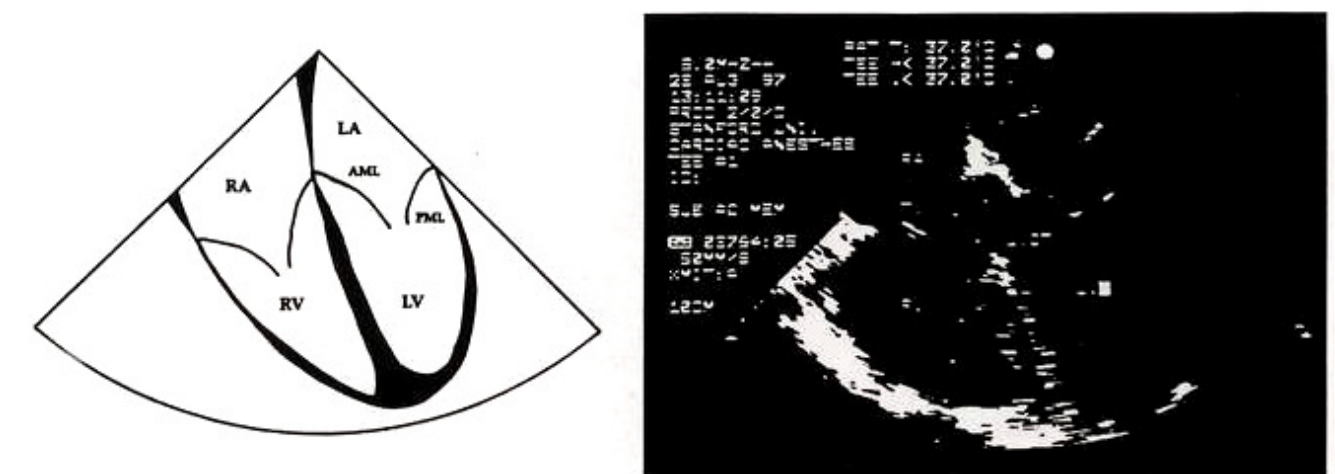


Figura 20

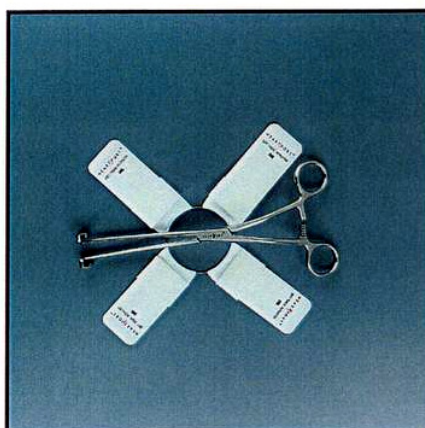
3) *Proiezioni longitudinali*

Visualizzano le due vene cave con l'atrio destro e tutta l'aorta: bulbo, arco e parte discendente.

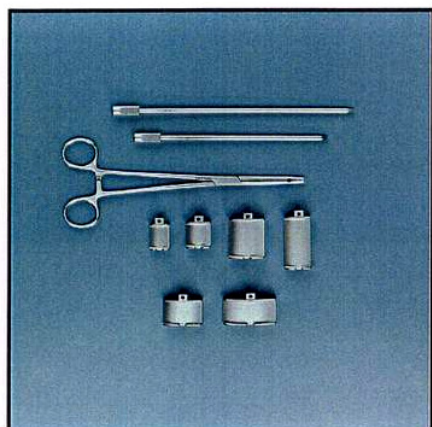
Strumentario

La chirurgia mini-invasiva Port- Access utilizza le tecniche chirurgiche classiche, però si avvale di tutta una serie di strumenti da chirurgia più lunghi rispetto a quelli normali che permettono di lavorare perfettamente attraverso la minitoracotomia destra che è di soli 5-7cm (figure 21-22).

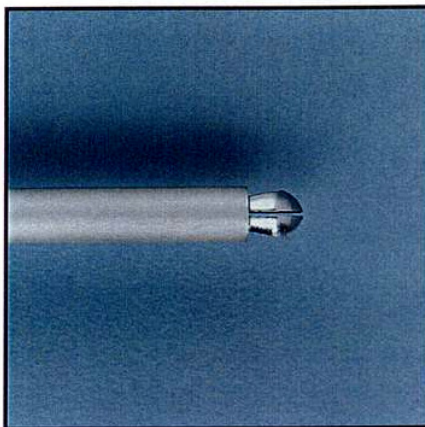
HEARTPORT®
Port-Access™ MVR
Instruments



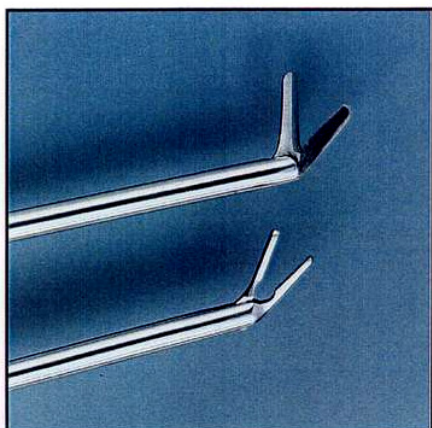
Soft Tissue Retractor and Applier



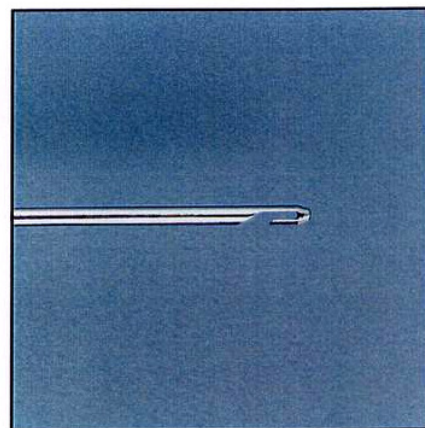
Atrial Retractor Set



Knife Handle

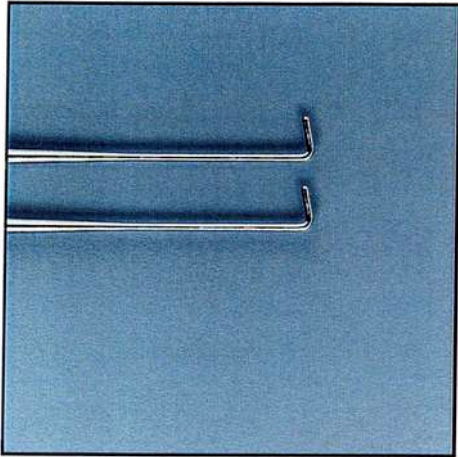


30° Scissors
25° Forceps

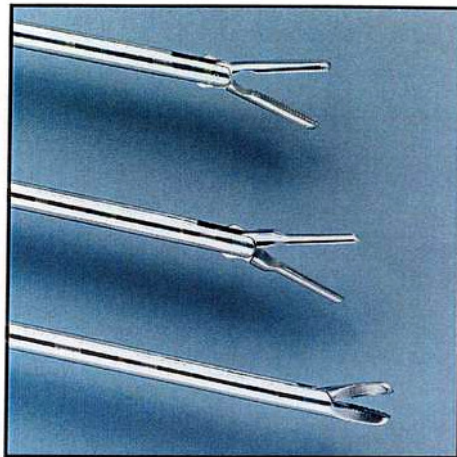


Suture Snare

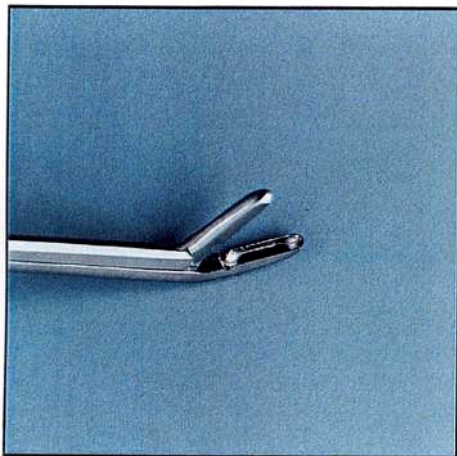
Figura 21



Hooks



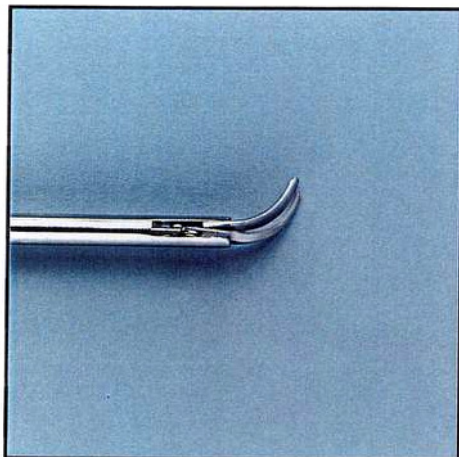
Straight Forceps and Curved Needle Driver



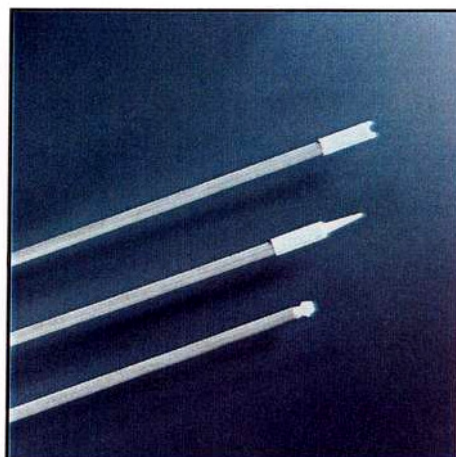
Rongeurs



Delivery Handle and Valve Sizer



90° Curved Scissors



Valve Seater, Valve Probe, Knot Pusher

Figura 22

Atriotomia

L'approccio chirurgico per la chirurgia della valvola mitrale è simile a quello classico.

Il sacco pericardico viene aperto 2 cm avanti al nervo frenico con una incisione a T rovesciata e i lembi di pericardio vengono ribattuti con suture in seta all'esterno del torace.

L'atriotomia sinistra viene effettuata dietro il setto interatriale, dietro lo sbocco delle vene cave in atrio destro, al fine di facilitare l'esposizione della valvola (figura 23).

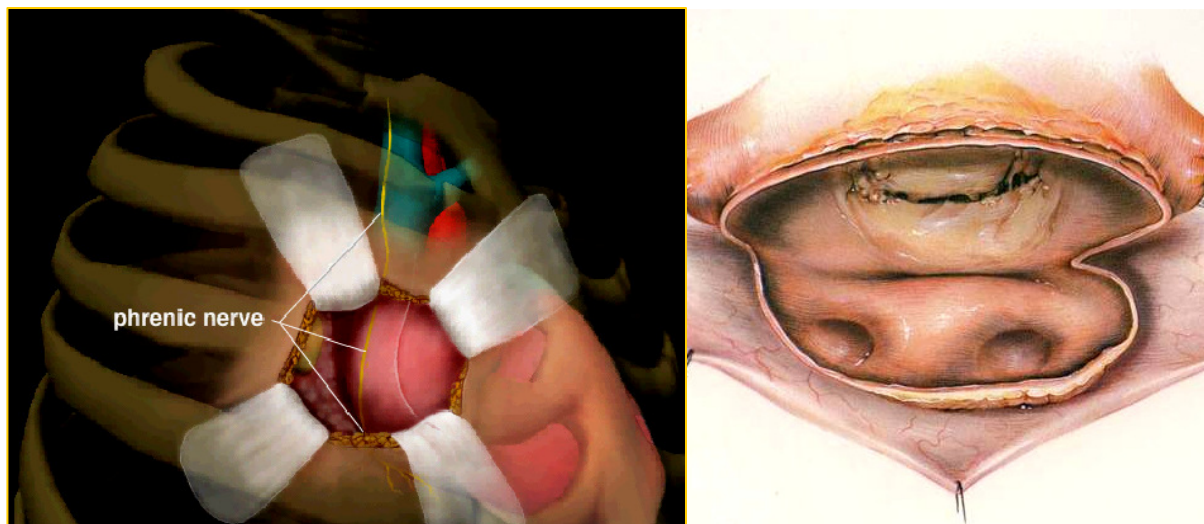


Figura 23

Sulle pareti dell'atrio sinistro viene posto l' Heartport Atrial Retractor Sets (retrattore atriale). Questo strumento è disegnato per la retrazione dei lembi atriali durante le procedure chirurgiche sulla valvola mitrale; è costituito da due manici e da due lamine metalliche.

Le lamine vengono inserite attraverso l'incisione toracica nella direzione nella quale si desidera ottenere la retrazione. I manici vengono fissati all'esterno attraverso due porte di 3 mm, create al quinto e al sesto spazio intercostale sulla

linea parasternale destra, al fine di ottenere la migliore visuale della valvola mitrale attraverso la working port(figure 24-25).

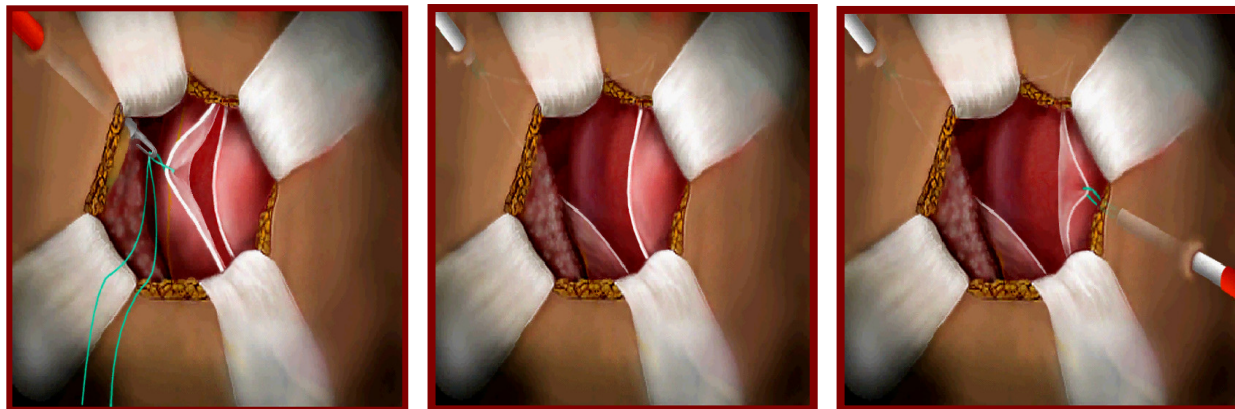


Figura 24

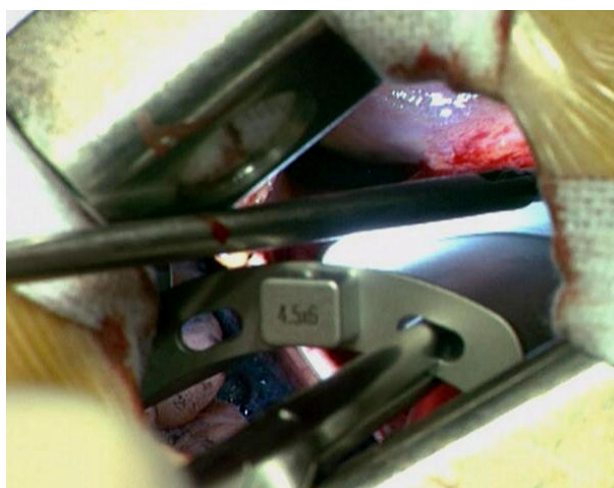
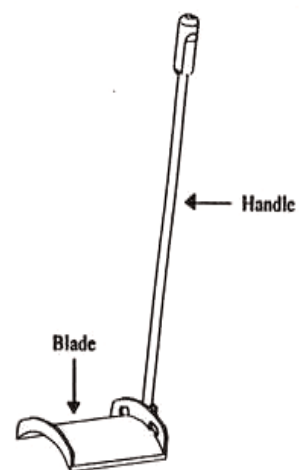


Figura 25



Chiusura dell'atriotomia

Terminata la riparazione valvolare il paziente viene posto in posizione di Trendelenburg in decubito laterale sinistro di 45° per visualizzare meglio l'atrio e la valvola mitrale. Il ventricolo sinistro viene riempito con soluzione fisiologica per testare la competenza della valvola. Successivamente un catetere soffice viene posto attraverso la valvola mitrale per renderla incompetente e il ventricolo sinistro viene riempito con soluzione salina fisiologica che serve da precarico. L'atrio sinistro viene chiuso con sutura continua e prima che la sua chiusura venga completata vengono ventilati e quindi espansi con pressioni leggermente positive entrambi i polmoni per rimuovere i residui di aria presenti nelle vene polmonari. Il torace viene scosso dolcemente per far uscire l'aria attraverso il catetere posto dentro la valvola incompetente (figura 26).

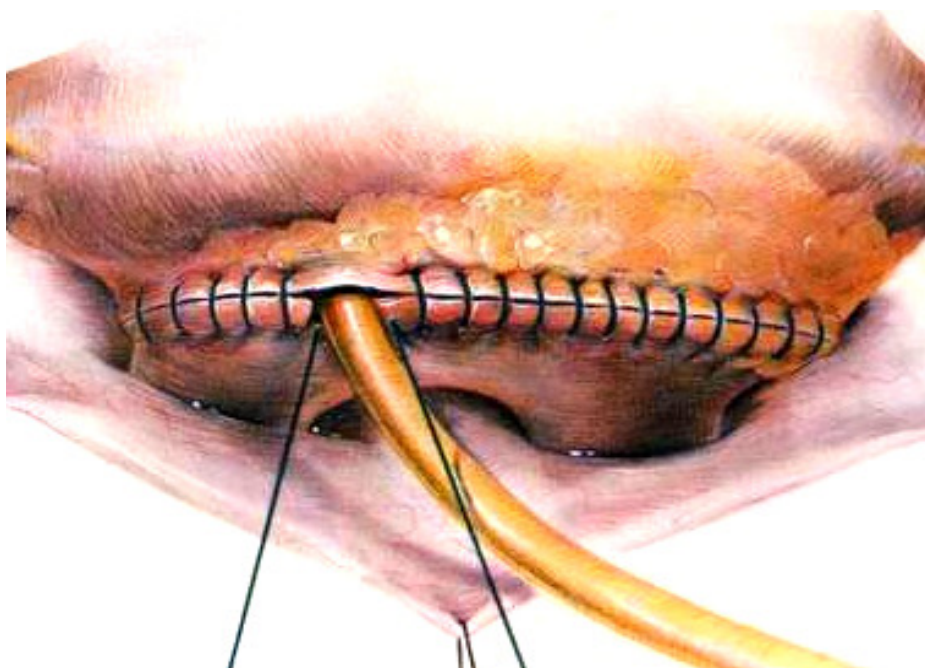


Figura 26

Quando tramite l'ecocardiografia transesofagea si monitorizza l'assenza di aria nelle cavità cardiache, viene sfilato il catetere che rendeva la valvola incompetente e si completa la chiusura dell'atrio sinistro. A questo punto una volta spurgata la

soluzione cardioplegica dal bulbo aortico il cuore riprende a battere normalmente da solo o con l'ausilio del defibrillatore.

Svezzamento dalla circolazione extracorporea

Delicatamente si inizia il venting del bulbo aortico tramite l'Endoclamp aortic catheter o tramite la cannula in aorta ascendente e si declampa l'aorta, sgonfiando lentamente il palloncino endoaortico o rimuovendo il clamp transaortico. Dopo un periodo variabile di riperfusione cardiaca, si inizia un graduale svezzamento dalla circolazione extracorporea. Dopo aver controllato la riuscita dell'intervento, tramite l'ecocardiografia transesofagea, si rimuove l'Endoclamp e le cannule venose e arteriosa e si somministra protamina per la neutralizzazione dell'eparina. L'arteria e la vena femorale vengono riparate e l'accesso inguinale viene suturato.

Chiusura della minitoracotomia

Vengono posti due drenaggi uno nel cavo pericardico e uno in quello pleurico che vengono fatti passare attraverso le piccole porte create in precedenza sulla linea ascellare anteriore per il vent e il videotorascopio. Si applica inoltre un elettrodo che viene portato all'esterno del torace per stimolare il cuore in caso di bisogno con un pace-maker. La minitoracotomia viene quindi chiusa per strati: prima il piano muscolare poi il tessuto adiposo sottocutaneo ed infine la cute con una sutura intradermica (figura 27-28).



Figura 27



Figura 28

ENDOCLAMP VERSUS CLAMP

TRANSTORACICO

Materiali e metodi

Da Gennaio 2004 a Febbraio 2008, 196 pazienti sono stati sottoposti a intervento chirurgico di riparazione o sostituzione della valvola mitrale, mediante minitoracotomia destra con il sistema Port-Access; in 133 pazienti (Gruppo A) l'intervento veniva eseguito presso la Poliklinika Policlinica Guipuzkoa, San Sebastian, Spagna, da Gennaio 2004 a Dicembre 2007, utilizzando la tecnica dell'occlusione endoaortica mediante L'Aortic Endoclamp (Cardiovation, Heart-Port, Edwards Inc.) e in 63 pazienti (Gruppo B), sottoposti ad intervento presso la Clinica Montevergine di Mercogliano, Avellino, da Marzo 2007 a Febbraio 2008, è stato utilizzato il clampaggio aortico transtoracico con l'uso del clamp flessibile Transaortico CyGnet (Novare Inc). Sono stati esclusi dallo studio, pazienti con altre patologie cardiache associate, come coronaropatia ostruttiva, valvulopatia aortica e arteriopatia ostruttiva periferica.

Le caratteristiche preoperatorie dei pazienti non differivano nei due gruppi (*Tabella 1*). Pur non raggiungendo differenze statisticamente significative, il gruppo A rispetto al gruppo B aveva un'età media leggermente superiore (66.1 ± 12.1 anni, verso 62.5 ± 15.0 anni) con una leggera prevalenza del sesso maschile (45.1% verso 36.5%). La frazione d'eiezione, la classe funzionale NYHA III-IV e la mortalità attesa (euroscore logistico) del gruppo A ($64.4\% \pm 9.9$, 60.1%, $6.9\% \pm 5.5$) erano del tutto sovrapponibili a quelle del gruppo B ($63.3\% \pm 6.6$, 58.7%, $5.7\% \pm 3.4$) ($p=ns$). L'incidenza dell'eziologia reumatica era di poco superiore nel gruppo A (57 pazienti, 42.9%) rispetto al gruppo B (21 pazienti, 33.3%) ($p=ns$). L'ipertensione arteriosa sistemica (33.1% nel gruppo A, 47.6% nel gruppo B, $p=ns$), la fibrillazione atriale (54.1% nel gruppo A, 47.6% nel gruppo B, $p=ns$) e

precedenti accidenti cerebrovascolari (6.1% nel gruppo A, 9.5% nel gruppo B, p=ns) erano equamente distribuiti tra i due gruppi. Unica differenza statisticamente significativa si riscontrava sul grado di calcificazione della valvola mitrale. Infatti un numero maggiore di pazienti del gruppo A aveva la valvola mitrale severamente calcifica, rispetto al gruppo B (30.1% contro 9.5%, p=0.002).

Tabella 1. Caratteristiche preoperatorie

	Group A (133 paz.)	Group B (63 paz.)	p
Età (anni)	66.1 ± 12.1	62.5 ± 15.0	n.s.
Sesso maschile	60 (45.1 %)	23 (36.5 %)	n.s.
Insufficienza mitralica isolata	112 (84.2 %)	48 (76.1 %)	n.s.
Steno-insufficienza mitralica	21 (15.8 %)	15 (23.9 %)	n.s.
Reintervento	16 (12.0 %)	4 (6.3 %)	n.s.
Patologia: <i>reumatica</i>	57 (42.9 %)	21 (33.3 %)	n.s.
<i>degenerativa</i>	76 (57.1 %)	42 (66.7 %)	n.s.
Frazione d'Eiezione (%)	64.4 ± 9.9	63.3 ± 6.6	n.s.
classe NYHA III- IV	80 (60.1%)	37 (58.7 %)	n.s.
classe NYHA	2.6 ± 0.3	2.7 ± 0.7	n.s.
Euroscore	6.0 ± 2.5	5.4 ± 2.3	n.s.
Euroscore logistico	6.9 ± 5.5	5.7 ± 3.4	n.s.
Ipertensione polmonare	88 (66.2 %)	34 (53.9 %)	n.s.
Ipertensione arteriosa sistemica	44 (33.1%)	30 (47.6 %)	n.s.
Fibrillazione atriale	72 (54.1 %)	30 (47.6 %)	n.s.
Pregressi accidenti cerebrovascolari	8 (6.1 %)	6 (9.5 %)	n.s.
Calcificazioni valvolari	40 (30.1 %)	6 (9.5 %)	0.002

Valutazioni fisiche e strumentali sono state eseguite prima dell'intervento per escludere eventuali controindicazioni alla cannulazione femorale e alla minitoracotomia destra. L'esame ecocardiografico Transesofageo intraoperatorio, veniva eseguito di routine, prima dell'inizio dell'intervento per valutare le condizioni e il diametro dell'aorta ascendente, nonché la morfologia e continenza della valvola aortica. Un aorta severamente aterosclerotica o con un diametro superiore a 4 cm, così come un'insufficienza aortica di grado moderato o severo, erano considerati ulteriori criteri di esclusione dallo studio.

Tutti i pazienti sono stati informati in dettaglio circa le caratteristiche della tecnica, i vantaggi potenziali rispetto all'approccio tradizionale, e i possibili rischi e complicanze.

Risultati

La procedura mini-invasiva per via toracotomica è stata eseguita in tutti i pazienti, senza che sia stata resa necessaria alcuna conversione a sternotomia mediana. Le caratteristiche operatorie dei 2 gruppi sono elencate nella **Tabella 2**. Ottantadue pazienti (61.7%) del gruppo A e 20 pazienti del gruppo B (31.7%), $p=0.0001$, erano sottoposti a sostituzione valvolari, per contro, la valvola mitrale veniva riparata nel 38.3% dei pazienti del gruppo A (51 pazienti) rispetto al 68.2% dei pazienti del gruppo B (43 pazienti), $p=0.0001$. La durata totale dell'intervento nel gruppo A era mediamente più lunga (324.9 ± 42.9 minuti) rispetto a quella del gruppo B (288.5 ± 65.7 minuti) ($p<0.0001$); mentre la durata della CEC (119 ± 21.6 minuti) e del cross-clamp (81.7 ± 16.7 minuti) nel gruppo A erano solo lievemente superiori a quelle del gruppo B (106 ± 33.7 minuti, 78.1 ± 21 minuti), pur non raggiungendo la significatività statistica ($p=ns$).

Tabella 2. Caratteristiche Operatorie

	Group A (133 paz.)	Group B (63 paz.)	P
Sostituzione valvolare	82 (61.7 %)	20 (31.7 %)	0.0001
Riparazione mitralica	51 (38.3 %)	43 (68.2 %)	0.0001
Riparazione valvolare tricuspide	14 (10.5 %)	8 (12.7 %)	n.s.
Tempo operatorio	324.9 ± 42.9	288.5 ± 65.7	<0.0001
Tempo di CEC	119 ± 21.6	106 ± 33.7	n.s.
Tempo di clampaggio aortico	81.7 ± 16.7	78.1 ± 21.	n.s.

Le caratteristiche post-operatorie sono elencate nella **tabella 3**. La mortalità ospedaliera era sovrapponibile nei due gruppi (A 4.5%; B 3.1%, p=ns). Il sanguinamento postoperatorio era lievemente superiore nel gruppo A (553.9 ± 464.3 ml), rispetto al gruppo B (460.4 ± 253.0 ml), pur non raggiungendo la significatività statistica; Cinquantanove pazienti (44.4%) del gruppo A, e 15 pazienti del gruppo B (23.8%) (p=0.008), avevano avuto necessità di emotrasfusioni. Il tempo medio di intubazione in terapia intensiva era di 6.8 ± 9.3 ore nel gruppo A, mentre nel gruppo B era di 8.2 ± 13.8 ore (p=ns). La comparsa di fibrillazione atriale nel decorso postoperatorio, era simile nei due gruppi (36.1% nel gruppo A, 31.7% nel gruppo B). L'utilizzo di farmaci inotropi era lievemente superiore nel gruppo B (11%) rispetto al gruppo A (7.1%), pur non raggiungendo la significatività statistica. La degenza media in terapia intensiva era di 33.0 ± 30.1 ore nel gruppo A, e di 31.6 ± 20.4 ore nel gruppo B (p=ns). Infine la degenza

postoperatoria complessiva era significativamente piu breve nel gruppo B (5.7 ± 1.7 giorni) rispetto al gruppo A (8.7 ± 5.5 giorni) ($p=0.0001$).

Tabella 3. Caratteristiche Post-operatorie.

	Group A (133 paz.)	Group B (63 paz.)	P
Mortalità ospedaliera	6 (4.5 %)	2 (3.1 %)	n.s.
Sanguinamento	553.9 ± 464.3	460.4 ± 253.0	n.s.
Trasfusioni	59 (44.4 %)	15 (23.8 %)	0.008
Tempo di intubazione	6.8 ± 9.3	8.2 ± 13.8	n.s.
Fibrillazione atriale postop	48 (36.1 %)	20 (31.7 %)	n.s.
Inotropi	10 (7.1 %)	7 (11.0 %)	n.s.
Degenza in UTI (ore)	33.0 ± 30.1	31.6 ± 20.4	n.s.
Degenza Ospedaliera (giorni)	8.7 ± 5.5	5.7 ± 1.7	0.0001

Le complicanze postoperatorie sono elencate nella ***tabella 4***.

Benche' ci fosse una tendenza globale, nel gruppo B, ad avere minore complicanze rispetto al gruppo A, nessuna raggiungeva pero' la significativita' statistica, tranne le complicanze cerebro-vascolari di tipo embolico, che erano superiori nel gruppo A (4.5%), rispetto al gruppo B (0%), $p=0.09$.

Tabella 4. Complicanze intra e post-operatorie

	Group A (133 paz.)	Group B (63 paz.)	P
Insufficienza renale acuta	4 (3.0 %)	1 (1.5 %)	n.s.
Complicanze respiratorie	8 (6.0 %)	3 (4.7 %)	n.s.
<i>Pneumotorace</i>	4 (3.0 %)	2 (3.2 %)	n.s.
<i>Intubazione prolungata</i>	3 (2.2 %)	1 (1.5 %)	n.s.
<i>Infezione</i>	1 (0.7 %)	0 (0%)	n.s.
Riapertura per sanguinamento	7 (5.2 %)	2 (3.2 %)	n.s.
Complicanze ferita inguinale	2 (1.5 %)	2 (3.2 %)	n.s.
Complicanze gastroenteriche	3 (2.2 %)	1 (1.5 %)	n.s.
<i>Ischemia intestinale</i>	2 (1.5 %)	0 (0 %)	n.s.
<i>Emorragia gastrica</i>	1 (0.7 %)	1(1.5 %)	n.s.
Complicanze neurologiche	6 (4.5 %)	1 (1.5 %)	n.s.
<i>TIA</i>	6 (4.5 %)	0 (0 %)	0.09
<i>Stroke emorragico</i>	0 (0 %)	1(1.5 %)	n.s.
Dissecazione aortica	0 (0%)	0 (0%)	n.s.
Complicanze totali	30 (22.5 %)	10 (15.8 %)	n.s.

In entrambi i gruppi non si sono verificate complicanze vascolari maggiori, come la dissecazione aortica. In 9 pazienti (6.7%) del gruppo A, sono state riscontrate difficoltà tecniche nel posizionare l'Endoclamp in aorta ascendente: in 8 casi si è utilizzato il clamp transtoracico e in un singolo caso l'intervento è stato condotto

in fibrillazione ventricolare, senza clampaggio aortico, in ipotermia moderata. In 2 pazienti (1.5%) il clampaggio endoaortico era insufficiente; e in uno (0.7%) l'Endoclamp veniva perforato, durante il passaggio dei punti sull' anulus mitralico. Infine in 4 pazienti (3%) si è reso necessario ricostruire l'arteria femorale con un patch in dacron.

Discussione

La minitoracotomia antero-laterale destra e' un ottimo approccio per la chirurgia mitralica, in quanto permette un accesso diretto verso l'atrio sinistro, con un impatto estetico decisamente superiore rispetto alla sternotomia mediana. Spesso è necessario l'uso di un video-toracoscopio, che permetta l'illuminazione e la corretta visione del campo operatorio, per cui il chirurgo deve avere confidenza sia con la visione diretta, attraverso la minitoracotomia, che con la visione indiretta, attraverso il video-toracoscopio. Le minitoracotomie, differiscono rispetto agli interventi tradizionali nella conduzione della circolazione extra-corporea. Generalmente le minitoracotomie richiedono una cannulazione arteriosa e venosa femorale: mentre per il clampaggio aortico, si può utilizzare sia la tecnica del clampaggio endoaortico con l'endoClamp, come parte del sistema Heart-Port, sia un clampaggio aortico transtoracico, il clamp flessibile CyGnet, disegnato specificamente per le minitoracotomie. Entrambi i metodi, sono risultati essere sicuri, affidabili e riproducibili, per cui le minitoracotomie con entrambe le tecniche di clampaggio aortico possono essere considerate una valida alternativa alla chirurgia convenzionale. Walther e colleghi, hanno riportato con le minitoracotomie una piu' precoce mobilizzazione postoperatoria dovuta a una maggiore stabilita' della cavità toracica, con minore dolorabilità della ferita. Schroeyers e colleghi, hanno invece dimostrato ottimi risultati precoci della tecnica Port-Access con gli stessi standard di qualita' della sternotomia convenzionale, con in piu', una maggiore soddisfazione del paziente per l'esito chirurgico ed estetico. Inoltre sia il gruppo del Dr. Grossi, che del Dr. Glower hanno dimostrato simili e

brillanti risultati per la chirurgia Port-Access, riportando, una più bassa incidenza di infezioni e di complicanze della ferita, un minor uso di trasfusioni di emoderivati, e una più breve degenza ospedaliera nei confronti della chirurgia convenzionale con un più rapido ritorno alla normale attività'. In un recente studio prospettico randomizzato di confronto tra la chirurgia mitralica port-access e convenzionale, Il Dr. Dogan e il suo gruppo tedesco concludono che la tecnica mini-invasiva può essere riprodotta con le stesse garanzie della sternotomia mediana; inoltre nel lavoro, identificano l'unico vero svantaggio della tecnica port-access, nelle complicanze legate al posizionamento dell'Endoclamp: nella loro serie avevano avuto difficoltà ad arrestare il cuore con la cardioplegia anterograda attraverso l'Endoclamp nel 15% dei casi, dislocamento e rottura dell'Endoclamp nel 20% dei casi, e impossibilità nella fase di avanzamento dell'Endoclamp nel 10% dei casi. A causa delle difficoltà tecniche riscontrate con l'utilizzo dell'Endoclamp e di altre ancor più gravi, descritte in letteratura, come la dissecazione aortica, la migrazione e occlusione del tronco arterioso anonimo, il Dr. Dogan e il suo gruppo, hanno cambiato la strategia chirurgica iniziale, consigliando il più semplice ed economico clamp aortico transtoracico, descritto da Chitwood. Nonostante molto sia stato già scritto sul confronto tra la tecnica Port-Access e la chirurgia convenzionale, ancora poco c'è in letteratura sul confronto tra le due metodiche di clampaggio aortico della tecnica Port-Access, in termini di risultati, di complicanze postoperatorie, di aspetti tecnici e infine di costi.

In questo studio retrospettivo, abbiamo confrontato i risultati della chirurgia per via mini-toracotomica antero-laterale destra per patologia mitralica, utilizzando l'Endo-clamp (A) e il clamp trans-toracico (B). Benché i due gruppi fossero stati operati in tempi diversi, e in luoghi diversi, le caratteristiche preoperatorie erano sovrapponibili, eccezion fatta per la maggiore incidenza di patologia reumatica del gruppo A, che si traduceva anche in maggiore incidenza di calcificazioni valvolari e quindi in un maggior numero di sostituzioni, piuttosto che di riparazioni valvolari.

Per il resto lo studio ha dimostrato che entrambe le metodiche sono valide, riportando risultati sostanzialmente sovrapponibili, con simile mortalità e morbidità ospedaliera. La tecnica con il clamp aortico Transtoracico, semplificando la procedura operatoria, tende ad accorciare i tempi di chirurgia, ridurre il numero di trasfusioni, di giorni di degenza ospedaliera, di complicanze emboliche cerebrali e infine di costi.

La mortalità ospedaliera di entrambe le tecniche (4.5% Gruppo A, 3.1% Gruppo B) è simile a quella riportata dal Port Access International Registry (PAIR) e da altri centri. Il PAIR riportava in 1059 pazienti arruolati una mortalità del 5,5% per le sole sostituzioni valvolari mitraliche e 1.6% per le sole riparazioni mitraliche con una mortalità complessiva del 3.7%.

Non ci sono state complicanze severe legate ad entrambe le tecniche di clampaggio aortico: Benche Mohr, e Aklog nelle loro iniziali esperienze con l'utilizzo dell'Endoclamp, riportano una elevata incidenza di dissezione aortica e di complicanze vascolari maggiori, nella nostra serie, non abbiamo avuto nessuna complicanza maggiore con l'uso dell'Endoclamp. Questo probabilmente perché la curva di apprendimento per l'utilizzo dell'Endoclamp è lunga, e il nostro studio è iniziato in un centro di eccellenza per la chirurgia Port-Access, quando già si usava da tempo l'Endoclamp correntemente. D'altro canto anche il PAIR riporta una bassa incidenza globale di complicanze vascolari maggiori (0.75%) e di dissezione aortica (0.3%). Per quanto riguarda, invece le complicanze minori legate all'uso dell'Endoclamp, come rottura del pallone o dislocamento, insorte durante l'intervento, possono essere trattate senza grosse difficoltà riposizionando l'Endoclamp, dal momento che la cannula arteriosa è completamente indipendente; in alternativa, il clamp aortico transtoracico, a questo punto dell'intervento, può essere una ottima soluzione, anche perché, quando il cuore è fermo e drenato, l'ecocardiogramma Transesofageo non è in grado di rilevare l'esatto riposizionamento dell'Endoclamp.

Senza dubbio la curva di apprendimento per l'uso del clamp aortico transtoracico è più breve ed intuitiva. In più non richiede l'attrezzatura, le risorse e le accortezze necessarie per l'Endoclamp; però, richiede la necessità di utilizzare una cannula a parte per la cardioplegia; la cannula viene posizionata direttamente in aorta ascendente, attraverso la minitoracotomia, anche se tale manovra a volte risulta indaginosa quando l'approccio è stato al IV spazio intercostale piuttosto che al III. In ogni caso il clampaggio transaortico sembra essere una metodica più semplice e meno costosa. Infatti durante il nostro studio, abbiamo riscontrato tempi operatori più brevi con l'uso del clamp transtoracico, mentre i tempi di CEC e di ischemia miocardica erano sovrapponibili a quelli con l'Endoclamp. I tempi operatori più brevi possono essere giustificati dall'eliminazione del tempo necessario per la preparazione e l'esatto posizionamento dell'Endoclamp, di cui non necessita il clampaggio transtoracico. La riduzione del tempo operatorio si riflette sulla tendenza a un minor rischio di infezioni respiratorie e di sanguinamento e quindi sul ridotto utilizzo di emoderivati con una notevole riduzione dei costi.

Inoltre le complicanze totali postoperatorie erano leggermente di meno con il clamp transtoracico rispetto all'Endoclamp, anche se solo le complicanze emboliche cerebrali si avvicinavano alla significatività statistica. Si trattava tuttavia di episodi neurologici transitori e nessuno stroke con deficit permanente. Curiosamente le complicanze emboliche cerebrali erano più frequenti nel gruppo dell'Endoclamp (4.5%), rispetto al gruppo del clamp transtoracico, dove non vi era stata nessuna complicanza embolica. Il teorico rischio potenziale di danno neurologico intrinseco alla tecnica con l'Endoclamp è stato abbondantemente studiato. D'altro canto in letteratura non esiste unanimità a riguardo: il brillante studio di Onnasch dello stesso gruppo di Mohr, riportava le nostre stesse conclusioni; nella loro serie, le complicanze cerebrovascolari legate all'Endoclamp erano del 7,6%, mentre quelle legate all'uso del clamp transtoracico di 1.7% ($p < 0.004$). Tali conclusioni sono supportate dai risultati di un brillante e recente studio istologico eseguito su maiali da Farhat e il gruppo francese di Bron:

venivano messi a confronto gli effetti istologici sull'aorta, dell'Endoclamp e di due tipi diversi di clamp transtoracici per chirurgia Port-Access; gli autori concludono che, mentre i clamps transtoracici non alterano l'intima dell'aorta, provocando solo lesioni infiammatorie a carico dell'avventizia e del terzo esterno della media, l'Endoclamp invece, provoca severe lesioni dell'intima aortica, predisponendo così a eventi embolici. Per contro Schneider non aveva trovato nessun incremento di rischio di microembolismo cerebrale durante interventi di chirurgia mitralica Port-Access con Endoclamp, in confronto con la chirurgia convenzionale. Inoltre Dogan in uno studio prospettico randomizzato di confronto tra chirurgia mitralica Port-Access e convenzionale, non aveva riportato nessuna differenza nei markers bioumorali di danno cerebrale (S100, NSE), né ai test neurocognitivi. Un confronto meticoloso tra l'Endoclamp e clampaggio Transaortico eseguito da Reichensperner, non riportava nessuna differenza in termini di incidenti cerebrovascolari clinicamente evidenti. Infine lo studio eseguito da Maselli di confronto tra l'Endoclamp e clamp transtoracico, durante chirurgia mitrale Port-Access, riguardo l'impatto su microemboli cerebrali, conclude che è la manipolazione aortica nella chirurgia mitralica mini-toracotomica, ad essere associata a un incremento significativo di eventi embolici cerebrali, a prescindere dal tipo di clamp utilizzato; e che, benché entrambi i tipi di clamps sono responsabili di eventi embolici cerebrali, l'Endoclamp determina meno segnali embolici rispetto al clamp transtoracico.

In ultimo, ma non per importanza, c'è il discorso sui minori costi del clamp transtoracico, rispetto all'Endoclamp. Confrontando i costi con la chirurgia mitrale convenzionale per sternotomia mediana, la tecnica Port-Access con l'uso dell'Endoclamp risultava in un extra di costo pari a circa 3.000 Euro per paziente; mentre l'extra di costo risultava essere solo di circa 200 Euro per paziente, utilizzando il clamp transtoracico. In più bisogna considerare anche i minori tempi di sala operatoria e di degenza ospedaliera con l'utilizzo del clamp transaortico, che si traducono in un ulteriore risparmio.

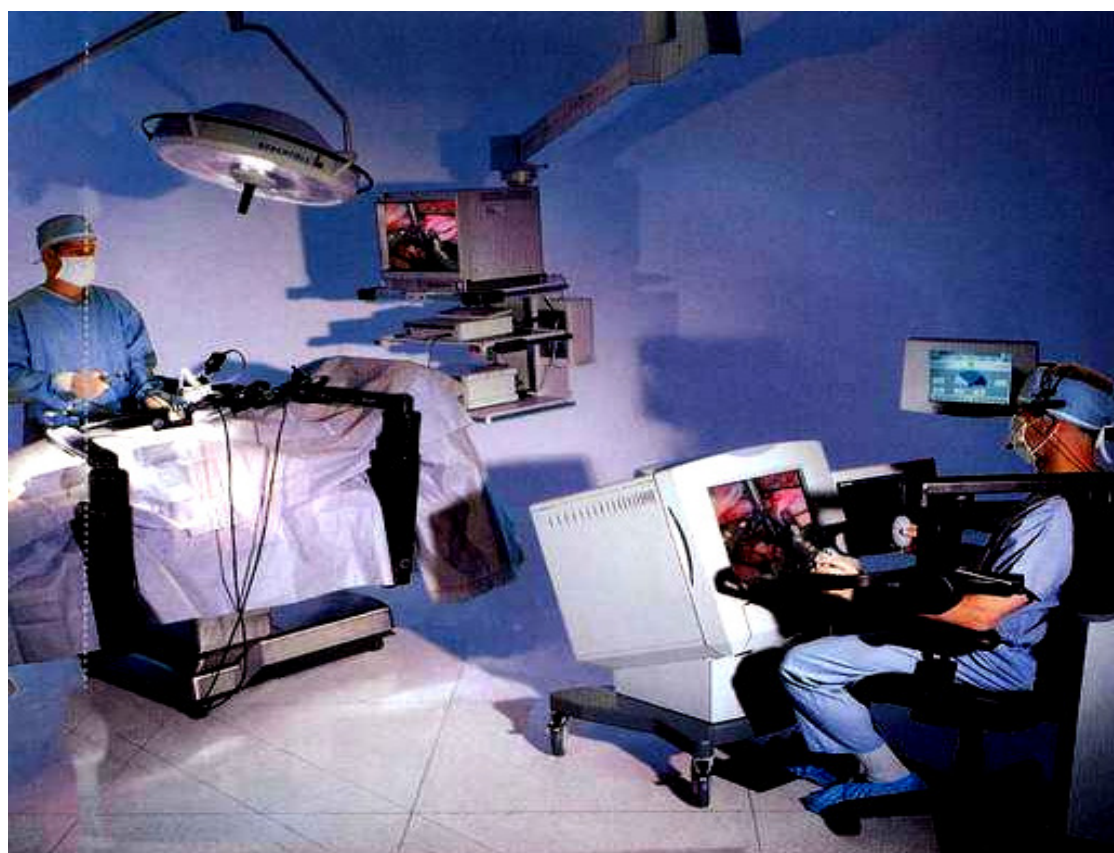
Conclusioni

La chirurgia Port-Access della valvola mitrale con approccio per minitoracotomia antero-laterale destro e' una metodica sicura che puo' essere praticata con eccellenti risultati, senza incremento di mortalita' e morbidita', anche per interventi sofisticati, come la riparazione valvolare mitralica, utilizzando entrambe le tecniche di clampaggio aortico. Attualmente e' diventata l'approccio standard per la chirurgia mitralica isolata, nei centri che la praticano, compreso il nostro. La tecnica con il clamp transtoracico, semplificando la procedura chirurgica, tende ad accorciare i tempi operatori, a ridurre le complicanze peri-operatorie, soprattutto le complicanze emboliche cerebrali, a ridurre il numero di trasfusione di emoderivati, e ad abbreviare la degenza ospedaliera, approssimando così i costi operatori a quelli per la procedura convenzionale. Benché la tecnica di clampaggio endoaortico, risulti un ottimo mezzo purché effettuata in centri di eccellenza, che la praticano correntemente, ci sentiamo di consigliare come primo approccio il clamp transtoracico. In ogni caso, nei re-interventi, l'utilizzo dell'endoclamp rimane preferito al clamp transtoracico.

CHIRURGIA PORT-ACCESS: PREMESSA ALLA CHIRURGIA ROBOTICA

Ultima frontiera della chirurgia che comincia ad essere utilizzata nei maggiori centri mondiali.

Il chirurgo esegue l'intervento comodamente seduto in una console collegata al robot chirurgo che agisce sul campo operatorio. La console è costituita da un monitor che consente una visione tridimensionale del campo operatorio ingrandita di 10 volte (operando tradizionalmente gli occhiali chirurgici ingrandiscono al massimo di tre volte) e da due joystick che consentono alle mani di eseguire qualsiasi movimento. Il robot chirurgo presenta numerose braccia mobili attraverso le quali l'assistente che sta sul campo operatorio inserisce gli strumenti (figura 39).



La macchina robot collegata a cinque computer è in grado di demoltiplicare il movimento di un fattore 5 (il chirurgo sposta la mano di 5mm e il robot sposta lo

strumento di 1mm) bloccando qualsiasi movimento anomalo ed annullando il tremore fisiologico delle mani. Gli strumenti inseriti, oltre ad una piccola telecamera per visualizzare l'interno del campo operatorio, garantiscono una libertà di movimento pari a quella del polso umano (figura 40).



Figura 40

In caso di imprevisti in meno di due minuti si può spostare il robot e completare l'intervento con la tecnica tradizionale. Questo tipo di metodica aumenta specificamente la precisione chirurgica, diminuisce il dolore postoperatorio, la convalescenza (dopo qualche ora di terapia intensiva il paziente può alzarsi e riprendere la normale attività) e il risultato estetico è ottimo, in quanto rimangono solo le piccole cicatrici lasciate dalle braccia del robot (1.5 cm di diametro).

Inoltre questo tipo di chirurgia risulta di facile intuibilità soprattutto per i chirurghi più giovani, che come nuova generazione sono abituati ad utilizzare fin da piccoli i joysticks di computer e videogames.

Bibliografia

Pubblicazioni

1. Donias HW, Karamanoukian HL, D'Ancona G, Hoover El. Minimally invasive mitral valve surgery: from Port Access to fully robotic-assisted surgery. *Angiology*. 2003 Jan;54(1): 93-101.
2. De Mulder W, Vanermen H. Repair of atrial septal defects via limited right anterolateral thoracotomy. *Acta Chir Belg*. 2002 Dec; 102(6): 450-4.
3. Stoica SC, Craig SR, Sinclair CJ, Campanella C. Heartport Endoclamp for complex cardiac repairs with total circulatory arrest. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2002 Dec;10(4): 376-7.
4. Watson DR, Taylor JA. Optimizing revascularization of complex, proximal left anterior descending coronary stenoses: the clinical and financial impacts of catheter-based, median sternotomy, and port-access approaches. *Heart Surg Forum*. 2002; 5(3): 289-93.
5. Schmits C, Ashraf O, Bimmel D, Wels A. Direct aortic cannulation in minimally invasive mitral-valve operations. *Heart Surg Forum*. 2002; 5(4): 370-2.
6. Sepic J, Aranki SF, Cohn LH. Minimally invasive port-access repair of a left ventricular pseudoaneurysm. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2002 Dec; 124(6): 1242-3.
7. Dogan S, Graubitz K, Aybek T, Khan MF, Kessler P, Moritz A, Wimmer-Greinecker G. How safe is the port access technique in minimally invasive coronary artery bypass grafting? *Ann Thorac Surg*. 2002 Nov; 74(5): 1537-43.

8. Deeik RK, Thomas RM, Sakiyalak P, Botkin S, Blakeman B, Bakhos M.
Minimal access closure of patent foramen ovale: is it also recommended for patients with paradoxical emboli? *Ann Thorac Surg.* 2002 Oct; 74(4): S1326-9.
9. Burfeind WR, Glower DD, Davis RD, Landolfo KP, Lowe JE, Wolfe WG.
Mitral surgery after prior cardiac operation port-access versus sternotomy of thoracotomy. *Ann Thorac Surg.* 2002 Oct; 74(4): S1323-5.
10. Shanewise JS, Zaffer R, Martin RP. Intraoperative echocardiography and minimally invasive cardiac surgery. *Echocardiography.* 2002 Oct; 19(7Pt1): 579-82.
11. Grossi EA, Galloway AC, LaPietra A, Ribakove GH, Ursomanno P, Delianides J, Culliford AT, Bizekis C, Esposito RA, Baumann FG, Kanchuger MS, Colvin SB. Minimally invasive mitral valve surgery: a 6-year experience with 714 patients. *Ann Thorac Surg.* 2002 Sep; 74(3): 670-3.
12. Vigano M, Minzioni G, Spreafico P, Rinaldi M, Pasquino S, Locatelli A.
Port Access Cardiac Surgery. *Surg Technol Int.* 2000; IX: 231-236.
13. Mishra Y, Sharma M, Batna R, Malhotra R, Mehta Y, Sharma KK, Shrivastava S, Trehan N. Minimally invasive mitral valve surgery. *Indian Heart J.* 2002 May-Jun; 54(3):279-83.
14. Trehan N, Mishra YK, Mathew SG, Sharma KK, Shrivastava S, Mehta Y.
Redo mitral valve surgery using the port access system. *Asian Cardiovasc Thorac Ann.* 2002 Sep; 10(3): 215-8.

15. Mierdl S, Meininger D, Byhahn C, Aybek T, Kesler P, Westphal K. Esophageal echocardiography or fluoroscopy during port-access surgery? *Ann Acad Med Singapore*. 2002 Jul; 31(4): 520-4.
16. D'Attellis N, Loulmet D, Carpentier A, Berrebi A, Cardon C, Severac-Bastide R, Fabiani JN, Safran D. Robotic assisted cardiac surgery: anesthetic and postoperative considerations. *Y Cardiothorac Vasc Anesth*. 2002 Aug; 16(4): 397-400.
17. Tripp HF, Glower DD, Lowe JE, Wolfe WJ. Comparison of port access to sternotomy in tricuspid or mitral/tricuspid operations. *Heart Surg Forum*. 2002; 5(2): 136-40.
18. Onnasch JF, Schneider F, Falk F, Nierzwa M, Bucerius J, Mohr FV. Five years of less invasive mitral valve surgery: from experimental to routine approach. *Heart Surg Forum*. 2002; 5(2): 132-5.
19. Kypson AP, Glower DD. Minimally invasive tricuspid operation using port access. *Ann Thorac Surg*. 2002 Jul; 74(1): 43-5.
20. Greco E, Barriuso C, Castro MA, Fita G, Pomar JL. Port- Access cardiac surgery: from a learning process to the standard. *Heart Surg Forum*. 2002; 5(2): 145-9.
21. Trehan N, Mishra YK, Sharma M, Bazaz S, Mehta Y, Sharma KK, Shrivastava S. Robotically controlled video assisted port-access mitral valve surgery. *Asian Cardiovasc Thorac Ann*. 2002 Jun; 10(2): 133-6.

22. Schroeyers P, Vermeulen Y, Wellens F, De Geest R, Degrieck I, Van Praet F, Vanermen H. Video-assisted Port-Access surgery for radical myxoma resection. *Acta Chir Belg.* 2002 Apr; 102(2): 131-3.
23. Onnasch JF, Schneider F, Falk V, Walther T, gummert J Mohr FW. Minimally invasive approach for redo mitral valve surgery: a true benefit for the patient. *J Card Surg.* 2002 Jan-feb; 17(1): 14-9.
24. Kypson AP, Glower DD. Port-Access approach for combined aortic and mitral valve surgery. *Ann Thorac Surg.* 2002 May; 73(5):1657-8.
25. Yozu R, Shin H, Maehara T. Minimally invasive cardiac surgery by the port-access method. *Artif Organs.* 2002 May; 26(5):430-7.
26. Schroeyers P, Wellens F, De Geest R, Degrieck I, Van Praet F, Vermeulen Y, Vanermen H. Minimally invasive video-assisted mitral valve surgery: our lesson after a 4-year experience. *Ann Thorac Surg.* 2001 Sep; 72(3):S1050-4.
27. Glower DD, Siegel LC, Galloway AC, Ribakove G, Grossi E, Robinson N, Ryan WH, Colvin S, Shemin r. Predictors of operative time in multicenter port-access valve registry: institutional differences in learning. *Heart Surg Forum.* 2001; 4(1):40-6.
28. Grossi EA, Galloway AC, Ribakove GH, Bittenheim PM, Esposito R, Baumann FG, Colvin SB. Minimally invasive port-access surgery reduces operative morbidity for valve replacement in the elderly. *Heart Surg Forum.* 1999; 2(3):212-5.

29. Schultze CJ, Wildhirt SM, Boehm DH, Weigand C, Kornberg A, Reichenspurner H, Reichart B. Continuous Esophageal echocardiographic (TEE) monitoring during port-access cardiac surgery. *Heart Surg Forum*. 1999;2(1):54-59.
30. Reichenspurner H, Boehm DH, Welz A, Schultze C, Zwissler B, Reichart B. 3D-video-and robot-assisted minimally invasive ASD closure using the Port-Access techniques. *Heart Surg forum*. 1998;1(2):104-6.
31. Grossi EA, Galloway AC, Ribakove GH, Zakow Pk, Derivaux CC, Baumann FG, Scwesinger D, Colvin SB. Impact of minimally invasive valvular heart surgery: a case control study. *Ann Thorac Surg*. 2001 Mar;71 (3):807-10.
32. Grossi EA, La Pietra A, Galloway AC, Colvin SB. Videoscopic mitral valve repair and replacement using the port-access technique. *Adv Card Surg*. 2001;13:77-88.
33. Tabry I, Costantini E, Reyes E. Leftsided heartport approach for combined mitral valve and coronary bypass surgery. *Heart Surg Forum*. 2000;3(4):334-6.
34. Glower DD, Siegel LC, Frischmeyer KJ, Galloway AC, Ribakove GH, Grossi EA, robinson NB, Ryan WH, colvin SB. Predictor of outcome in a multicenter port-access valve registry. *Ann Thorac Surg*. 2000 Sep;70(3):1054-9.
35. Wimmer-Greinecker G, Matheis G, Dogan S, Aybek T, kessler P, Westphal K, Moritz A. Cs of port-access cardiac surgery. *J Card surg*. 1999 Jul-Aug; 14(4):240-5.

36. El-Fiky MM, El-Sayegh T, El-Beishry AS, Abdul aziz M, Aboul Enein H, Waheid S, Sallam IA. Limited right anterolateral thoracotomy for mitral valve surgery. *Eur J Cardiothorac surg.* 2000 jun ;17(6).710-3.
37. Schwartz DS, Ribakove GH. Grossi EA. Stevens JH. Siegel LC. St. Goar FG. Peters WS. McLaughlin P. Baumann FG, Colvin SB, Galloway AC: Minimally Invasive Cardiopulmonary Bypass and Cardioplegic Arrest: a Closed Chest Technique with Equivalent Myocardial Protection. *Journal Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 111:556-66.
38. Stevens JH. Burdon TA, Peters WS, Siegel LC. Pompili MF. Vierra MA. St. Goar FG. Ribakove GH. Mitchell RS. Reitz BA: Port-Access Coronary Artery Bypass Grafting: A Proposed Surgical Method. *Journal Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 111:567-573.
39. Stevens JH, Burdon TA, Siegel LC, Peters WS, Pompili ME St. Goar FG, Berry GJ. Ribakove OH, Vierra MA. Mitchell RS, Toomasian JM, Reitz BA: Port-Access Coronary Artery Bypass with Cardioplegic Arrest: Acute and Chronic Canine Studies. *Annals of Thoracic Surgery* 1996;62:435-441.
40. Pompili MF, Stevens JH, Burdon TA, Siegel LC, Peters WS, Ribakove OH, Reitz BA: Port Access Mitral Valve Replacement in Dogs. *Journal Thorac Cardiovasc Surgery* 1996;112:1268-74.
41. Falk V, Waither J, Diegeler A, Wendler R, Autschbach R, van Son JM, Siegel LC, Pompili MF, Mohr FW: Echocardiographic Monitoring of Minimally Invasive Mitral Valve Surgery Using an Aortic Clamp. *J Heart Valve Dis* 1996;5:650-637.

42. Reichenspurner H, Guliemos V, Daniel WG, Schuler S: Minimally Invasive Coronary-Artery Bypass Surgery. New England J of Medicine 1997;336:67-68.(Letter)
43. Fann JJ, Pompili MF, Stevens JH, Siegel LC, St. Goar FG, Burdon TA, Reitz BA: Port-Access Cardiac Operations With Cardioplegic Arrest. Ann Thorac Surg 1997;63:S35-9.
44. Peters WS, Siegel LC, Stevens JH, St. Goar FG, Pompili MF, Burdon TA: Closed Chest Cardiopulmonary Bypass Cardioplegia for Less Invasive Cardiac Surgery. Ann Thorac Surg 1997; 63:1748-54
45. Peters WS, Burdon TA, Siegel LC, Pompili MF, Stevens JH, St. Goar FG, Reichenspurner H, Frischmeyer K, Cohen R, Reitz BA: Port-Access Bilateral Internal Mammary Artery Grafting for Left Main Coronary Artery Disease: Canine Feasibility Study. J Card Surg 1997;12:1-7.
46. Toomasian JM, Peters WS, Siegel LC, Stevens JH: Extracorporeal Circulation for Port-Access Cardiac Surgery. Perfusion 1997;12:83-91.
47. Schwartz DS, Ribakove OH, Grossi EA, Buttenheim PA, Schwartz JD, Applebaum RM, Kronzon IK, Baumann FG, Colvin SB, Galioway AC: Minimally Invasive Mitral Valve Replacement: Port-Access Technique, Feasibility, and Myocardial Functional Preservation. J Thorac Cardiovasc Surg 1997; 113:1022-31.

48. Fann JJ, Pompili MF, Burdon TA, Stevens JH, St. Goar FG, Reitz BA: Minimally Invasive Mitral Valve Surgery. Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery, October 1997. (in Press)
49. Siegel LC, St. Goar FG, Stevens JH, Pompili MF, Burdon TA, Reitz BA, Peters WS: Monitoring Considerations for Port-Access Cardiac Surgery. Circulation 1997 ;96:562-568.
50. Schwartz DS, Ribakove DS, Grossi EA, Schwartz JD, Buttenheim PM, Baumann FG, Colvin SB, Galloway AC: Single And Multivessel Port-Access Coronary Artery Bypass Grafting With Cardioplegic Arrest: Technique And Reproducibility. J Thorac Cardiovasc Surg 1997; 114:46-52.
51. Toomasian JM, Williams DL, Colvin SB, Reitz BA: Perfusion During Coronary and Mitral Valve Surgery Utilizing Minimally Invasive Port-Access Technology. J Extra-Corpor Technol 1997;29:2:67-72.