

LAPORAN PROJEK

MESIN HEART LUNG

SYAMSUL BAKHTIAR BIN DESA

NORLIDA BINTI KAMARUIN

JABATAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK

POLITEKNIK SULTAN SALAHUDDIN ABDUL AZIZ SHAH

SESI PERTAMA 2002



Abdul Aziz Shah  
Politeknik Sultan Salahuddin  
Jabatan Kejuruteraan Elektrik  
Pengkalan  
ZUNUWANAS B MOHAMAD

# HEART-LUNG MACHINE

Sebagai Memenuhi Sebahagian Daripada Syarat  
Kursus Diploma Kejuruteraan Elektronik Perubatan

SEMESTER 1



# **LAPORAN**

## **HEART LUNG MACHINE**

**SYAMSUL BAKHTIAR BIN ESA (508 DEU 99)**

**NORLIDA BINTI KAMARUDIN (021 DEU 00)**

**Laporan ini dikemukakan kepada :**

**JABATAN KEJURUTERAAN ELEKTRIK**

**POLITEKNIK SULTAN SALAHUDDIN ABDUL AZIZ SHAH**

**Sebagai Memenuhi Sebahagian Daripada Syarat  
Kursus Diploma Kejuruteraan Elektronik Perubatan**

**SESI PERTAMA 2002**



## Isi Kandungan

## Muka Surat

### Bab 1

### Pengenalan

|     |                   |   |
|-----|-------------------|---|
| 1.1 | Objektif Projek   | 1 |
| 1.2 | Pengenalan Projek | 2 |

### Bab 2

### Jantung

|      |                                    |    |
|------|------------------------------------|----|
| 2.1  | Komposisi Darah                    | 4  |
| 2.2  | Jantung                            | 9  |
| 2.3  | Arteri Koronari                    | 12 |
| 2.4  | Struktur Jantung                   | 13 |
| 2.5  | Sistem                             | 17 |
| 2.6  | Peredaran Pulmonari                | 17 |
| 2.7  | Sistem Peredaran                   | 18 |
| 2.8  | Peredaran Sistemik                 | 19 |
| 2.9  | Peredaran Koronari                 | 20 |
| 2.10 | Saluran Darah Tubuh Manusia        | 20 |
| 2.11 | Pembawakan Arteri                  | 22 |
| 2.12 | Vena                               | 23 |
| 2.13 | Penyambungan Kapilari              | 24 |
| 2.14 | Darah Membawa Kehidupan Pada Badan | 25 |
| 2.15 | Kepentingan Plasma                 | 27 |
| 2.16 | Respirasi                          | 27 |
| 2.17 | Cadaveric Lung Transplant          | 28 |
| 2.18 | Apakah 'Open-Heart'?               | 30 |

### Bab 3

### Penyakit Jantung

|      |                                         |    |
|------|-----------------------------------------|----|
| 3.1  | Penyakit Jantung & Pembuluh Darah       | 32 |
| 3.2  | Penyebab Penyakit Jantung               | 33 |
| 3.3  | Penyakit Jantung Koroner                | 35 |
| 3.4  | Kegagalan Pengaliran                    | 40 |
| 3.5  | Kegagalan Peredaran Akut                | 40 |
| 3.6  | Kegagalan Jantung                       | 42 |
| 3.7  | Akibat Kegagalan Jantung                | 44 |
| 3.8  | Kegagalan Ventrikanal Kiri              | 47 |
| 3.9  | Kegagalan Ventrikanal Kanan & Kongestif | 49 |
| 3.10 | Rawatan Kegagalan Jantung               | 51 |
| 3.11 | Kegagalan Jantung Kiri Akut             | 51 |
| 3.12 | Kegagalan Ventrikanal Kanan & Kongestif | 53 |
| 3.13 | Tindakan Digitalis Pada Jantung         | 54 |



|      |                               |    |
|------|-------------------------------|----|
| 3.14 | Keabnormalan Irama            | 55 |
| 3.15 | Takirkadia                    | 57 |
| 3.16 | Fluter Atrium                 | 59 |
| 3.17 | Fibirlasi Atrium              | 61 |
| 3.18 | Halangan Jantung              | 64 |
| 3.19 | Halangan Separa               | 65 |
| 3.20 | Halangan Jantung Lengkap      | 66 |
| 3.21 | Serangan Strok Es-Adams       | 67 |
| 3.22 | Halangan Cabang Berkas        | 68 |
| 3.23 | Sindrom Wolff-Parkinson-White | 69 |
| 3.24 | Hipertensi                    | 70 |
| 3.25 | Hipertensi Asas               | 73 |
| 3.26 | Hipertensi Malignan t         | 74 |
| 3.27 | Renin & Hipertensi            | 74 |

#### Bab 4 Heart-Lung Machine

|     |                         |    |
|-----|-------------------------|----|
| 4.1 | Pengenalan              | 76 |
| 4.2 | Bypass Cardio Pulmonari | 81 |

#### Bab 5 Teori Litar

|     |                           |    |
|-----|---------------------------|----|
| 5.1 | Litar Bekalan Kuasa       | 86 |
| 5.2 | Komponen Elektronik       | 90 |
| 5.3 | Bekalan Kuasa (Bateri-DC) | 93 |
| 5.4 | Sistem Keselamatan        | 95 |

#### Bab 6 Cadangan / Saranan & Masalah

97

#### Bab 7 Kesimpulan

99

#### Bab 8 Rujukan

101

#### Bab 9 Lampiran

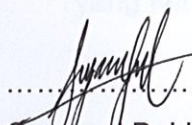
|    |            |  |
|----|------------|--|
| 1  | Muka Surat |  |
| 2  |            |  |
| 3  |            |  |
| 4  |            |  |
| 5  |            |  |
| 6  |            |  |
| 7  |            |  |
| 8  |            |  |
| 9  |            |  |
| 10 |            |  |
| 11 |            |  |
| 12 |            |  |
| 13 |            |  |
| 14 |            |  |
| 15 |            |  |
| 16 |            |  |
| 17 |            |  |
| 18 |            |  |
| 19 |            |  |
| 20 |            |  |
| 21 |            |  |
| 22 |            |  |
| 23 |            |  |
| 24 |            |  |
| 25 |            |  |
| 26 |            |  |
| 27 |            |  |
| 28 |            |  |
| 29 |            |  |
| 30 |            |  |
| 31 |            |  |
| 32 |            |  |
| 33 |            |  |
| 34 |            |  |
| 35 |            |  |
| 36 |            |  |
| 37 |            |  |
| 38 |            |  |
| 39 |            |  |
| 40 |            |  |
| 41 |            |  |
| 42 |            |  |
| 43 |            |  |
| 44 |            |  |
| 45 |            |  |
| 46 |            |  |
| 47 |            |  |
| 48 |            |  |
| 49 |            |  |
| 50 |            |  |
| 51 |            |  |
| 52 |            |  |
| 53 |            |  |
| 54 |            |  |

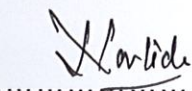


## PERAKUAN

Dengan ini saya membuat perakuan bahawa laporan ini adalah hasil usaha saya sendiri kecuali bahagian – bahagian yang dilampirkan dari sumber – sumber yang dinyatakan.

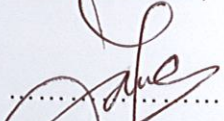
Di sediakan oleh ;

  
Syamsul Bakhtiar Bin Esa (508 Deu 99).

  
Norlida Binti Kamarudin (021 Deu 00).

12 Ogos 2002.

Disemak oleh ;

  
(En Zuhwanas Bin Mohammad).  
Pensyarah Jabatan Kejuruteraan Elektrik  
Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Azizi Shah.

12 Ogos 2002.



## PENDAHULUAN

Dengan ini saya menaruh perhatian kepada laporan ini dalam hasil usaha saya sendiri. Keseluruhan laporan ini merupakan hasil dari pengalaman dan sumber-sumber yang dimilikinya.

Di sini saya akan membahas:

Syahrul Bakhtiar Bin Ezz (2003: 80)

Norlida Binti Kamarudin (2003: 100)

Di sini saya akan membahas:

En. Zuhairi bin Mohd. (2003: 100)  
Pengantar Laporan Kejuruteraan Elektronik  
Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah

## DEDIKASI

### PENDAHULUAN

Kami ingin menunjukan dedikasi ini khas buat ibu bapa kami yang banyak memberi sokongan dan dorongan untuk kami jadikan sebagai semangat. Tanpa semua itu kami mungkin tidak dapat menghasilkan satu projek yang bagus dan sempurna.

Selain itu, tidak lupa juga kepada pensyarah yang banyak memberi tunjuk ajar dan bimbingan yang dapat memantapkan lagi segala hasil kerja projek ini. Terutamanya En. Zuhairi bin Mohd., En. Safari dan juga En. Abu Bakar Hafiz. Semoga apa yang kami lakukan ini berjaya.

Tidak lupa juga kepada semua pihak yang banyak memberi sokongan dan dorongan kepada kami dalam menyiapkan projek ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang banyak memberi sokongan dan dorongan kepada kami dalam menyiapkan projek ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang banyak memberi sokongan dan dorongan kepada kami dalam menyiapkan projek ini.



## PENGHARGAAN

Assalamualaikum dan Salam Sejahtera.

Alhamdulillah bersyukur saya kehadiran illahi kerana dengan limpah kurnianya dapatlah saya dan rakan saya menjalani subjek Projek ini dengan jayanya. Selain itu, saya dan rakan saya telah mencapai matlamat seperti mana yang telah disyaratkan oleh pensyarah bagi subjek Projek E 519 iaitu En Zunuwanas Bin Mohammad.

Pertama sekali saya dan rakan saya ingin merakamkan ucapan setinggi – tinggi penghargaan khas buat pensyarah - pensyarah di Politeknik Sultan Salahuddin Abdul Aziz Shah, khususnya kepada En. Zunuwanas Bin Mohammad, selaku Pensyarah di Jabatan Kejuruteraan Elektrik. Turut dibantu oleh pensyarah lain iaitu En. Abu Bakar Hafiz Bin Kahar dan En. Safari Bin Jaafar. Pensyarah tersebut mempunyai kepakaran dalam bidang berkaitan seperti En. Zunuwanas dan En. Abu Bakar Hafiz mempunyai kepakaran dalam bidang perubatan. Manakala En. Safari pula mempunyai kepakaran dalam bidang Auto – Cad dan litar – litar elektronik. Dan pernah bertugas sebagai seorang jurutera di sebuah syarikat sebelum menjadi pensyarah di Politeknik ini.

Tidak lupa juga kepada keluarga tersayang kerana telah banyak memberi sokongan dan dorongan sepanjang hidup saya. Terima kasih semua yang terlibat secara langsung dan juga tidak langsung semasa saya dan rakan saya menyudahkan kerja – kerja dalam menghasilkan satu peralatan perubatan. Segala maklumat yang diperolehi adalah ketika saya dan rakan saya jalani Latihan Industri di Jabatan Kejuruteraan Hospital Universiti Kebangsaan Malaysia (HUKM).



## ABSTRAK

Dalam semester 5, setiap pelajar diwajibkan membuat satu kerja kursus atau projek mengenai mesin dan peralatan yang berkaitan dalam bidang perubatan. Subjek ini dilakukan dalam satu jangka masa yang disediakan iaitu 1 tahun atau 2 semester dan harus disiapkan dalam jangka masa yang telah ditetapkan. Sebanyak 2 semester telah diperuntukan iaitu semester 5 dan 6 bagi menyiapkan satu projek yang dipilih sebagai satu kerja kursus khas. Ia terbahagi kepada 2 bahagian kerja iaitu pelajar boleh memilih untuk menghasilkan projek (model) atau mesin dan juga pelajar dibenarkan menjalankan satu kajian tentang mesin yang dipilih sebagai kajian mereka. Kajian yang dilakukan mestilah merangkumi pelbagai aspek seperti penyelidikan, penyelesaian, pembaharuan dan sebagainya yang telah ditetapkan sebagai elemen-elemen penting dalam menghasilkan sesebuah projek itu.

Pada semester 5, pelajar dikehendaki menjalankan satu kajian berkaitan dengan mesin dan peralatan yang ingin mereka hasilkan pada semester 6 ini, dan apabila tamat sahaja semester 5, mereka dikehendaki menghasilkan satu kertas kerja kursus atau proposal sebagai anjakan daripada berikutan kajian semester 5. Pemeriksaan dan juga pemantauan mingguan juga diwajibkan oleh setiap kumpulan dan pelajar bagi mengetahui tahap pencapaian dan juga perkembangan projek. Ini dilakukan oleh penyelia iaitu para pensyarah dan setiap jadual kerja akan ditandatangani dan diberi ulasan. Selain daripada itu juga, penyelia yang bertanggungjawab memeriksa akan memberi serba sedikit ulasan, komen dan juga garis panduan yang harus diikuti oleh pelajar dan tindakbalas yang positif akan memberikan kerja yang berkesan dan baik. Cara kerja ini dilakukan untuk memastikan bahawa setiap pelajar menjalankan setiap kerja dan aktiviti mereka dengan betul, mengikut jadual dan mematuhi setiap garis panduan yang ditetapkan.



## BAB 1

# Pengenalan Proyek



## BAB 1 PENGENALAN.

### 1.1 OBJEKTIF PROJEK.

Objektif utama Projek ini dilaksanakan pada semester 5 dan semester 6 adalah beberapa sebab, iaitu :

- i. Memberi satu kemahiran kepada para pelajar dalam menghasilkan sesuatu hasil kerja (produk).
- ii. Menambahkan dan meluaskan pengetahuan para pelajar dalam bidang teknikal.
- iii. Membolehkan para pelajar mengaitkan segala ilmu pengetahuan yang di pelajari dengan keadaan sebenar dalam menghasilkan sesuatu hasil kerja (produk).
- iv. Mempelajari sesuatu teknik dalam menghasilkan sesuatu litar . Contohnya seperti litar bekalan kuasa dan sebagainya.
- v. Menanamkan sifat bekerjasama dalam satu kumpulan bagi menghasilkan sesuatu hasil kerja (produk) yang berkualiti.
- vi. Memberi peluang kepada para pelajar menghasilkan sesuatu hasil kerja dalam mengatasi masalah yang dihadapi oleh peralatan perubatan yang sedia ada.
- vii. Menyediakan satu laporan berkaitan dengan hasil kerja yang telah dijalankan selama dua semester iaitu semester 5 dan semester 6.
- viii. Membuat persediaan untuk menghasilkan satu 'presentation' yang bakal dibuat setelah semua kerja – kerja selesai di akhir semester.



Di samping itu, para pelajar juga diseliakan oleh pesyarah pada setiap waktu subjek tersebut pada setiap minggu. Ini bagi mengetahui tahap pencapaian pelajar dalam menyudahkan kerja tersebut.

Dan melalui kaedah ini, pensyarah juga akan dapat mengetahui ahli – ahli kumpulan yang tidak melakukan kerja mereka dengan sempurna. Dan pensyarah dapat memberi peratus markah keputusan yang akan diterima oleh pelajar tersebut. Setiap pelajar akan diberi markah yang berbeza dan diseliakan dengan adil bergantung kepada hasil kerja yang diberikan pada setiap minggu.

Selain itu, satu 'Presentation' akan dilakukan bagi selepas selesai kerja membuat segala penyelidikan dan membuat hasil kerja. Tarikh akan diberikan oleh pensyarah dan pelajar perlu membuat persediaan. Setiap pelajar wajib membuat 'Presentation' dan melalui cara ini pensyarah dapat memberi markah yang sesuai untuk pelajar tersebut.



Di samping itu, para pelajar juga diberikan oleh pensyarah untuk setiap minggu. In brief mengenai setiap persembahan pelajar dalam menyudahkan kerja tersebut.

Dan melalui kaedah ini, pensyarah juga akan dapat mengetahui ahli – ahli kumpulan yang tidak melakukan kerja mereka dengan sempurna. Dan pensyarah dapat memberi peratus markah kepantasan yang akan diberikan oleh pelajar tersebut. Setiap pelajar akan diberi markah yang berbeza dan diberikan dengan adil bergantung kepada hasil kerja yang diberikan pada setiap minggu.

Ujian ini, iaitu 'Presentation', akan dilakukan bagi setiap kelas kerja melalui segala persembahan dan membuat hasil kerja. Taktik akan diberikan oleh pensyarah dan pelajar perlu membuat persembahan. Setiap pelajar wajib membuat 'Presentation' dan melalui cara ini pensyarah dapat memberi markah yang sesuai untuk pelajar tersebut.

## BAB 2

# JANTUNG



## BAB 2 DARAH.

### 2.1 KOMPOSISI DARAH.

Darah adalah gubahan dua komponen penting iaitu :

- Sel.
- Plasma.

Sel darah mengandungi kira – kira 40 % jumlah nilai darah dan 60 % plasma. Kira – kira 99 % bagi sel adalah sel darah merah. Sel darah putih hanya sedikit dalam menentukan sifat fizikal dan kandungan darah.

Jika darah mengalir (disukat dalam volume per masa) dalam salur darah adalah dinyatakan dengan 2 faktor iaitu :

- Tekanan berbeza melalui salur.
- Penentangan berlaku dengan salur darah (fungsi bagi kawasan 'Cross - sectional).

Sistem peredaran darah merupakan sistem pengangkutan bagi bahan yang terlarut dan gas – gas dalam badan manusia. Sistem terdiri daripada darah yang dipam ke seluruh badan kita melalui salur – salur darah.

Pertukaran bahan – bahan di antara sistem darah dan persekitarannya dilakukan khasnya di :

- Usus (iaitu air dan makanan);
- Ginjal (iaitu bahan perkumuhan);
- Peparu (iaitu pertukaran gas oksigen dan karbon dioksida).



Terdapat tiga jenis darah iaitu :

- Eristrosit.
- Leukosit.
- Platelet.

Ia sebab sama faktor pengaliran dalam litar pengawal elektrik mengawal kuasa. Dalam litar elektronik, kita menggunakan hokum Ohm untuk menyatakan hubungan antara potensi yang berbeza (analog ke tekanan) dan kuasa (analog ke nilai aliran darah). Berikut adalah persamaan hubungan dinyatakan dalam pengaliran darah :

$$R = \frac{P}{F}$$

Di mana ;

P – adalah tekanan berbeza dalam millimeter merkuri (mm Hg).

F – adalah aliran nilai dalam millimeter per saat (ml / s) atau  $\text{cm}^3 / \text{s}$ .

R– adalah resisten bagi salur dalam PRU atau 'Peripheral Resistance unit'

(1 PRU adalah salur resisten membenarkan aliran bagi 1 ml / s di bawah tekanan bagi 1 mm Hg).

Contoh:

Dapatkan resisten bagi salur darah, di mana nilai aliran adalah 1.7 ml / s pada tekanan darah 6.8 mm Hg.



Penyelesaian :

$$R = \frac{P}{F}$$

$$= \frac{6.8 \text{ mm Hg}}{1.7 \text{ ml / s}}$$

$$= 4 \text{ PRU.}$$

### JENIS DARAH

Ada dua jenis sistem darah utama iaitu sistem ABO dan sistem Rhesus. Jenis darah seseorang individu bergantung kepada 'allele'. Setiap orang mempunyai dua allele - satu diambil dari bapa dan satu dari ibu. Sepasang allele ini dipanggil 'genotype'.

'Allele' ialah satu bentuk informasi genetik yang berada di dalam DNA kita dan terletak di lokasi yang telah ditetapkan pada kromosom yang telah ditetapkan.

Dalam sistem ABO ada tiga jenis allele iaitu A, B dan O. Oleh kerana dalam setiap individu ada dua allele (satu dari bapa, satu dari ibu), kombinasi yang ada ialah AA, BB, AB, Ao, Bo dan oo.

Allele A dan allele B adalah allele yang **dominant** (berkuasa) manakala allele O adalah allele yang **recessive** (tidak berkuasa). Oleh kerana allele O tidak kuat, ia selalunya di tulis dengan huruf kecil.



Jenis darah setiap individu adalah seperti yang dinyatakan pada rajah di bawah.

| Genotype | Jenis darah | Catatan                                                                              |
|----------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| AA       | A           |                                                                                      |
| Ao       | A           | Oleh kerana "A" dominant dan "o" recessive, jenis darah mengikut jenis yang dominant |
| AB       | AB          | "A" dan "B" kedua-duanya dominant. Oleh itu jenis darah ialah AB                     |
| BB       | B           |                                                                                      |
| Bo       | B           | Oleh kerana "B" dominant dan "o" recessive, jenis darah mengikut jenis yang dominant |
| oo       | O           |                                                                                      |

Contohnya, sekiranya darah anda jenis A, ini bererti ada dua kemungkinan, iaitu genotype darah anda ialah AA atau Ao. Anda boleh menentukan secara pasti sama ada anda AA atau Ao dengan melakukan ujian DNA.

Selepas sistem ABO, sistem yang terpenting ialah sistem Rhesus. Ada dua kemungkinan - seseorang itu berdarah Rhesus positive atau Rhesus negative sahaja. Ada dua jenis allele iaitu Rh<sup>+</sup> dan Rh<sup>-</sup> dan ia tidak bergantung kepada jenis darah ABO seseorang itu. Seseorang yang Rh positive mempunyai genotype :

- dua allele Rh<sup>+</sup>. Ia juga ditulis sebagai Rh<sup>+</sup>/Rh<sup>+</sup> , ataupun satu lagi kemungkinan
- satu allele Rh<sup>+</sup> dan satu Rh<sup>-</sup>. Ia ditulis sebagai Rh<sup>+</sup>/Rh<sup>-</sup>



Seseorang yang Rh negative mempunyai genotype dari dua Rh- iaitu Rh-/Rh-

| Rhesus      | Genotypes                                                            |
|-------------|----------------------------------------------------------------------|
| Rh positive | Rh <sup>+</sup> /Rh <sup>+</sup><br>Rh <sup>+</sup> /Rh <sup>-</sup> |
| Rh negative | Rh <sup>-</sup> /Rh <sup>-</sup>                                     |

Seperti juga sistem ABO, setiap bapa akan memberikan satu allele Rh dan ibu memberikan satu allele Rh kepada anak mereka.

### Tekanan darah

Tekanan darah adalah tekanan yang dikenakan oleh darah ke atas dinding-dinding saluran darah arteri utama.

- Tekanan adalah paling tinggi semasa jantung mengepam darah (contraction). Proses ini dikenali sebagai **systolic**.
- Tekanan darah paling rendah berlaku semasa darah memasuki semula jantung (relaxation). Proses ini dikenali sebagai **diastolic**.

Tekanan darah diukur dalam unit mm Hg (Hg mewakili merkuri) dan bacaannya adalah bergantung kepada umur. Bacaan ini dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti keadaan emosi (rasa tension, takut, gementar dsb). Tekanan darah yang tinggi dikenali sebagai hypertension, manakala yang rendah dikenali sebagai hypotension.

Carta di bawah menunjukkan bacaan bagi orang yang normal mengikut saranan WHO.



Contohnya seorang lelaki berusia 23 tahun sepatutnya :

- mempunyai tekanan darah systolic antara 114 hingga 142 mm Hg, dan
- mempunyai tekanan darah diastolic antara 62 hingga 88 mm Hg.

Bacaan tekanan darah dibaca dalam bentuk systolic/diastolic. Oleh itu sekiranya bacaan systolic ialah 120 dan diastolic 80, ianya ditulis sebagai 120/80.

| Umur      |   | 20-24   | 25-29   | 30-34   | 35-39   | 40-44   | 45-49   | 50-54   | 55-59   | 60-64   | 65-69   | 70-     |
|-----------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Lelaki    | S | 114-142 | 114-142 | 113-145 | 112-148 | 113-151 | 114-158 | 118-170 | 123-177 | 128-184 | 128-188 | 133-197 |
|           | D | 62-88   | 63-87   | 63-91   | 64-94   | 67-95   | 69-97   | 71-103  | 72-104  | 75-107  | 72-106  | 72-106  |
| Perempuan | S | 108-134 | 107-137 | 109-139 | 110-144 | 112-152 | 114-166 | 119-175 | 122-178 | 128-188 | 136-196 | 140-202 |
|           | D | 60-84   | 61-85   | 63-87   | 65-91   | 67-93   | 68-100  | 71-101  | 72-104  | 74-106  | 76-106  | 75-107  |

## 2.2 JANTUNG.

Jantung manusia adalah antara saiz gengaman tangan manusia itu sendiri. Pembinaan badan, jantung membesar pada sama nilai gengaman, jadi jantung bayi dan gengaman adalah sama saiz pada kelahiran. Dalam rahim, walaupun ia ada persamaan juga tidak benar. Semasa minggu pertama selepas konsep, jantung fetal kedudukan bagi bahagian tengah fetus. Saiz jantung pada saiz badan adalah 9 kali baik dalam fetus bagi bayi. Semasa minggu pertam, jantung fetal tinggi dalam dada kemudian ia bergerak ke bawah untuk kedudukan dalam caviiti dada.



Ini ada beberapa fasa bagi jantung fetal di binakan. Pertama jantung seperti tiub. Ia membesar dengan cepat seperti yang dikehendaki ruang lebih, jadi ia membengkok dan melilit kembali satu bentuk sama. Semasa fasa seterusnya, dua arteri adalah bahagian pemisahannya.

Semasa jantung fetal membesar, jantung sebenarnya mengambil beberapa kemunculan yang jelas. Struktur jantung menyerupai jantung haiwan yang lain. Semasa fasa pertama, tiub jantung seperti jantung ikan. Fasa kedua dengan dua ruang menyerupai jantung katak. Tiga ruang fasa adalah sama dengan ular atau jantungf penyu. Akhirnya, 4 ruang. Struktur jantung tanda jantung manusia.

Jantung seperti bahagian badan yang lain, memerlukan oksigen dalam arahan untuk membesar dan pembinaan yang sesuai. Semasa kanak – kanak, membesar, memerlukan oksigen adalah terbaik. Nilai jantung mengepam darah yang kaya oksigen adalah laju / pantas pada permulaan bayi, antara 120 beat per minit. Semasa kanak – kanak membesar, jantung berdenyut berlaku. Kanak – kanak berumur 7

tahun, denyutan jantung antara 90 kali per minit. Dengan umur 18 tahun, denyutan jantung adalah stabil antara 70 beat per minit.

Apabila dewasa, jantung penuh dengan kemajuan. Seluruh kehidupan, jantung memerlukan hanya kestabilan dan penjagaan kesihatan dalam arahan fungsinya. Jika anda menjaga jantung anda dengan mengikut arahan doctor atau arahan yang ditentukan untuk kestabilan jantung anda boleh dijaga dan mendapat kebaikan pada kehidupan anda.

Jantung adalah satu organ tertentu pada kiri tulang dada (sternum). Ia antaara saiz gengaman anda dan ia otot yang mengepam 4300 galen darah setiap hari. Myocardium merupakan dinding berotot pada jantung. Ia berfungsi mengepam darah



keluar dari jantung dan berehat apabila darah memenuhi jantung. Ia permukaan luar di panggil Epicardium dan di dalam melapisi endokardium.

Jantung mempunyai beberapa ruang iaitu :

- Atria
  - merupakan bahagian atas dengan 2 ruang yang mana menerima darah dari badan atau paru – paru.
- Ventrikel
  - kedudukan bawah dua ruang. Ventrikel kanan mengepam darah ke paru – paru dan mengambil oksigen, ventrikel kiri mengepam darah ke semua bahagian badan dan ruang.
- Injap.
  - terdapat 4 ruang injap dalam jantung yang membantu pengaliran darah. Ia terbuka dan tertutup, menghasilkan bunyi

injap yang boleh didengari dengan stetoskop. Bunyi jantung boleh disoal pada doktor dan keadaan jantung anda.

Fungsi jantung adalah setiap sel dalam badan memerlukan oksigen dalam arahan untuk hidup dan berfungsi. Tugas jantung adalah menghantarkan darah yang kaya dengan oksigen ke setiap sel dalam badan. Arteri adalah jalan untuk dilalui di mana darah di hantar. Arteri yang besar adalah aorta, yang mana jantung bercabang dan pemisah antara banyak arteri yang kecil.

Vena membawa darah yang dinyahoksigen kembali ke paru – paru untuk mengambil lebih banyak oksigen dan kemudian kembali ke jantung lagi. Darah



mengalir adalah berterusan melalui sistem peredaran, dan otot jantung adalah pam yang mana ia membuat semua boleh berlaku !!!.

Jantung dapat mengepam kira – kira 3 hingga 5 liter darah per minit (3 – 5 l / min). ini juga kita sebut sebagai cardiac output (co). ia juga boleh didefinisikan sebagai nilai bagi jantung dalam beat per minit (BPM) dan jumlah bagi darah yang dipam keluar dari ventrikel semasa sistolik.

$$CO = \text{heart rate} \times \text{stroke volume (liter per beat)}$$

Contoh :

Seorang pesakit mempunyai kadar jantungnya ialah 60 BPM, jika nilai stroke adalah 50 ml per beat. dapatkan cardiac output?

$$CO = 60 \text{ beat / min} \times 50 \text{ ml / beat} \times 1 / 1000 \text{ ml.}$$

$$= 3 \text{ l / min.}$$

### 2.3 ARTERI KORONARI.

Jantung anda, seperti semua otot yang lain dalam badan memerlukan pembekalan oksigen dalam arahan untuk berfungsi dengan baik. Ruang yang mempunyai darah, jantung menerima tidak menerima penyubur dari darah di dalam ruang (chamber). Jantung mempunyai bekalan darah dari arteri koronari. Dua arteri koronari yang major (kanan arteri koronari dan arteri koronari kiri yang utama) cabang akhir bagi aorta, dan membahagi di dalam banyak arteri kecil yang ada di dalam otot jantung dan memelihara jantung.

Dari ketika ia bermula berdegup sehingga ketika ia berhenti, jantung manusia bekerja dengan tidak letih dan berhenti. Dari purata jangka hayat, jantung berdegup



lebih daripada dua dan  $\frac{1}{2}$  juta masa, tanpa berhenti seketika untuk rehat. Seperti mesin pa, jantung melengkapkan kuasanya diperlukan untuk hidup.

'Life – Sustaining' ini mempunyai kuasa pada seluruh masa menyebabkan rahsia udara yang melingkari jantung. Teknologi moden boleh membuang lebih daripada rahsia tetapi ia masih ada udara bagi tarikan dan pelik atau perasaan ingin tahu.

Belajar bagaimana untuk mempunyai jantung yang sihat dan bagaimana untuk mengetahui kesihatan jantung. Kemudian tarikan anda dan perasaan ingin tahu untuk membolehkan kefahaman dan pemerhatian lebih.

## 2.4 STRUKTUR JANTUNG.

Jantung manusia adalah rangka luar terutamanya mempunyai empat rongga dalam benda padu atau ruang membuka, di dalam jantung dipenuhi dengan darah dua dari rongga dalam benda padu yang disebut atria. Dua lagi yang lain disebut ventrikel, dua atria bentuk keluk pada atas jantung.

Ventrikel ditemui pada bawah jantung untuk membentuk titik bawah yang mana titik menghala pada bahagian kiri pada dada. Ventrikel kiri mengecut dengan bertenaga, jadi anda boleh berasa selesa dengan jantung anda mengepam pada bahagian kiri pada dada anda.

Bahagian kiri pada jantung satu atrium dan satu ventrikel, bahagian kanan pada jantung dan lain – lain lagi. Dinding disebut septrum, membahagikan bahagian kanan dan kiri bagi jantung. Injap disambung setiap atrium pada ventrikel di bawahnya. Injap 'mitral' disambung pada atrium kiri dengan ventrikel kiri. Injap tricuspid disambungkan pada atrium kanan dengan ventrikel kanan.



Bahagian atas jantung disambung kepada sedikit salur darah yang besar. Salur yang terbesar adalah aorta atau arteri yang utama, di mana membawa darah yang kaya dengan nutrien jauh dari jantung. Lain – lain salur yang penting adalah arteri pulmonary yang mana disambung pada jantung dengan paru – paru adalah bahagian bagi sistem peredaran pulmonary, vena yang besar membawa darah ke dalam jantung adalah superior vena kava dan inferior vena kava. Ia disebut vena kava kerana ia berada vena pada jantung superior berada berdekatan dengan atas jantung. Interior pula berada bawah superior.

Struktur jantung membuat ia lebih berkesan, pam yang tidak berhenti. Dari ketika pembinaan sehingga melalui ketika kematian, jantung mengepam. Jantung menjadi kuat. Purata otot jantung, disebut otot cardiac, mengecut dan rehat antara 70 hingga 80 masa per minit tanpa anda rasa untuk memikirkannya. Otot cardiac mengecut menghantar dan menolak darah melalui ruang dan di dalam salur. Saraf yang disambung pada jantung bergerak dengan pengecutan otot.

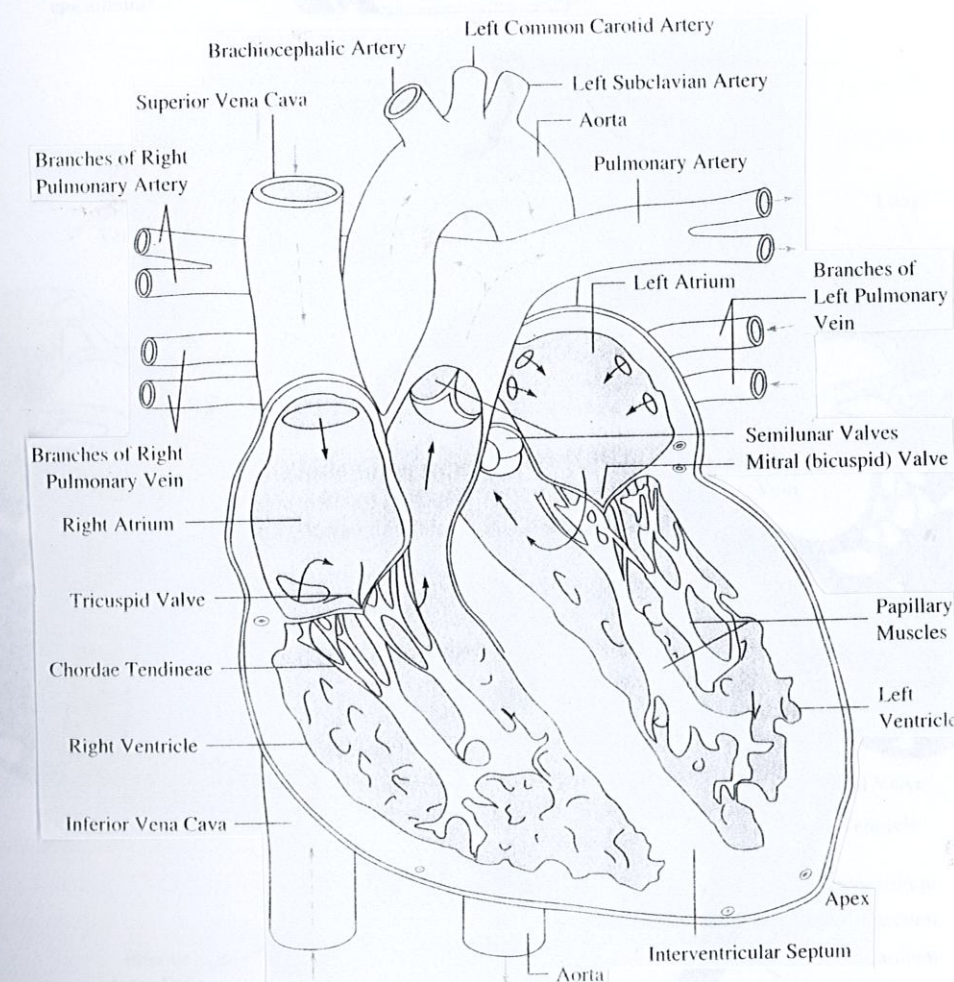
Apabila anda berlari, jantung anda mengepam dengan kuat / pantas. Apabila anda tidur, jantung anda mengepam sangat perlahan. Bergantung kepada berapa banyak ia bekerja untuk ia boleh lakukan. Jantung adalah satu kejutan yang sedikit. Purata jantung dewasa adalah antara saiz bagi gengaman tangan dan beratnya antara 11 auns (310 gram). Terletak di antara paru – paru, jantung berehat dalam ruang lembap yang dipanggil 'rongga Pericardial' yang mana berada di bawah. Keputusannya jantung berada dalam keadaan selamat.

Untuk memonitor jantung, saintis menggunakan x – ray atau teknologi scan untuk mendapatkan gambar. Untuk menerokai jantung, saintis mempunyai alat untuk membedah. Pembedahan jantung sangat berisiko tinggi sebab jantung



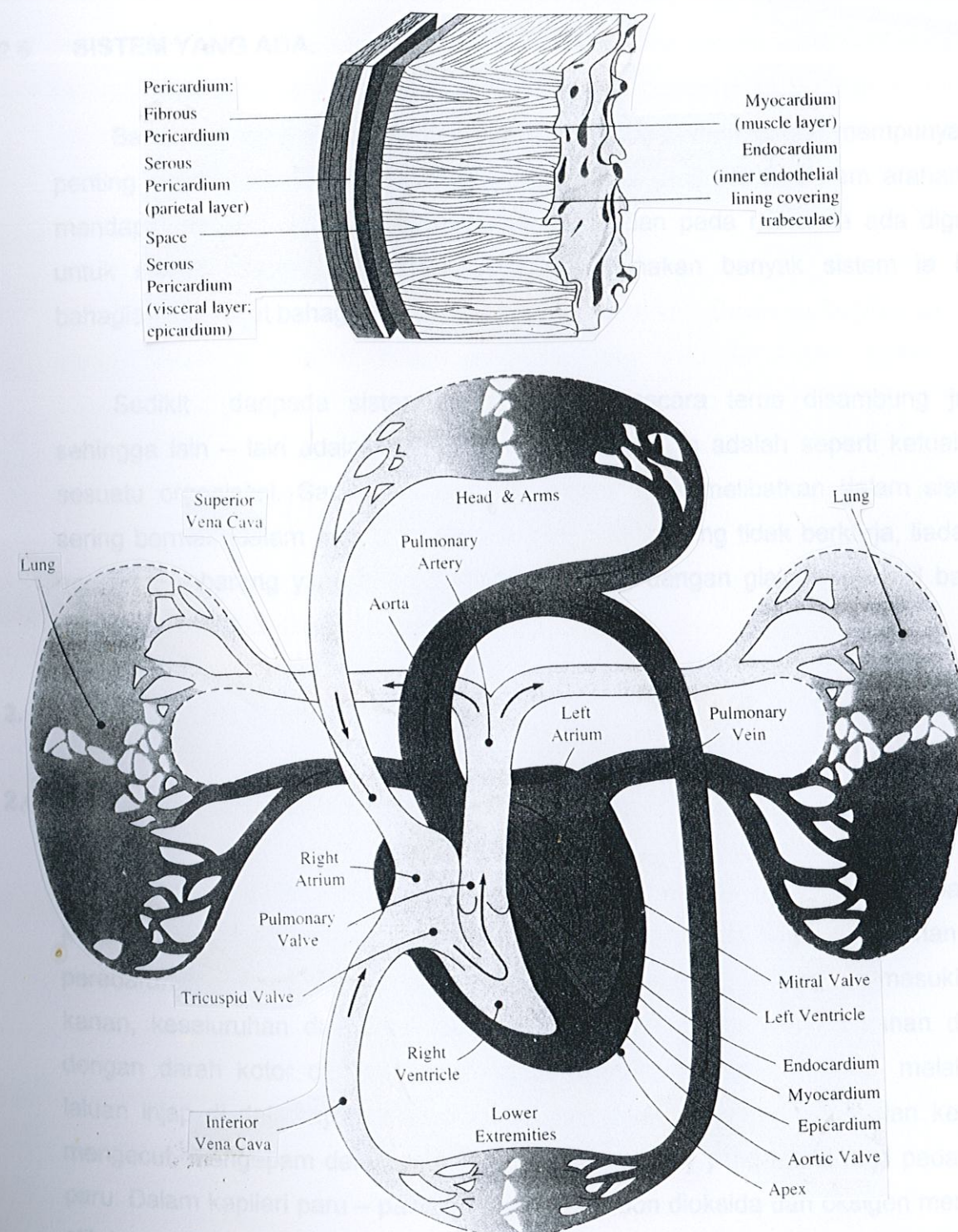
melakukan pengepaman. Dan ia sangat kritikal untuk terus hidup. Jika jantung berhenti mengepam badan tidak boleh berfungsi atau hidup.

Sebelum keadaan ini, jantung akan dibedah, doktor akan menyambung kepada pesakit dengan mesin yang akan mengepam darah untuk ke jantung. Hanya selamat untuk pembedahan.



Gambarajah 2.1 : Menunjukkan jantung manusia.





Gambarajah 2.2 : Menunjukkan sistem peredaran manusia.



## 2.5 SISTEM YANG ADA.

Badan manusia adalah seperti organisasi yang kompleks dan mempunyai tugas penting untuk selesaikan dalam pada had waktu yang rapat. Dalam arahan untuk mendapat segala – galanya dengan sempurna dan pada masa, ia ada digunakan untuk sistem. Sebenarnya, badan manusia gunakan banyak sistem ia bekerja bahagian mengikut bahagian.

Sedikit daripada sistem badan adalah secara terus disambung jantung, sehingga lain – lain adalah tidak. Sudah tentu jantung adalah seperti ketua dalam sesuatu organisasi. Sama jika ia tidak secara terus melibatkan dalam sistem, ia sering bermain dalam bahagian. Secara jelas, jika jantung tidak berkerja, tiada apa – apa atau sebarang yang akan berkerja. Jantung dengan giat mengambil bahagian dalam :

## 2.6 PEREDARAN PULMONARI.

### 2.6.1 ADALAH SEMUA DALAM PARU – PARU.

Peredaran pulmonari adalah pergerakan darah dari jantung, ke paru – paru, dan kembali ke jantung kembali ke jantung. Ia hanya satu fasa bagi keseluruhan sistem peredaran. Vena membawa darah yang kotor kembali ke jantung, memasuki atrium kanan, keseluruhan dua vena yang disebut 'vena cavae'. Atrium kanan dipenuhi dengan darah kotor dan kemudian kecut kembali, mengepam darah melalui satu laluan injap di dalamnya ventrikel kanan. Ventrikel kanan memenuhi dan kemudian mengecut, mengepam darah di dalam arteri pulmonary yang mana lead pada paru – paru. Dalam kapilari paru – paru, ia menukar karbon dioksida dan oksigen mengambil alih tempatnya.



Darah baru yang kaya dengan oksigen memasuki vena pulmonary dan kemudian kembali ke jantung, melalui atrium kiri. Darah yang kaya dengan oksigen kemudian melalui satu injap di dalam ventrikel kiri, di mana ia boleh keluar dari jantung melalui arteri utama, ia dipanggil aorta. Pengecutan ventrikel kiri bersatu dengan darah di dalam aorta dan darah, ia melalui badan.

Satu jalan injap adalah penting untuk mengelakkan sebarang kembali pengaliran darah. Sistem peredaran adalah rangkaian bagi satu jalan. Jika darah bermula mengalir jalan yang salah, gas darah (oksigen dan karbon dioksida) boleh bercampur, menyebabkan satu ancaman serius pada badan anda. Anda boleh menggunakan stetoskop untuk mendengar peredaran pulmonary dua bunyi yang anda dengar 'lub' dan 'dub' pada pengecutan ventrikel dan injap menutup.

## 2.7 SISTEM PEREDARAN.

### 2.7.1 SISTEMATIK PEREDARAN.

Pada purata, badan anda mempunyai antara 5 liter darah yang beredar melaluinya pada sistem peredaran. Jantung, paru – paru dan salur darah bekerjasama untuk membentuk bahagian bulatan pada sistem peredaran. Pada jantung mengepam darah pada perjalanannya. Sistem peredaran badan betul mempunyai tiga bahagian yang berlainan jenis iaitu

- Paru – paru (pulmonari).
- Jantung (koronari).
- Rehat bagi sistem (sistemik).

Peredaran pulmonari :

- Peredaran koronari.
- Peredaran sistemik.



Setiap bahagian mesti bekerja bebas dalam arahan untuk semua pada semua kerja yang dilakukan bersama.

## 2.8 PEREDARAN SISTEMIK.

### 2.8.1 PADA KESELURUHAN BADAN.

Peredaran sistemik membekalkan berkenaan penyubur pada semua tisu yang berada diseluruh badan anda, dengan pengecualian pada jantung dan paru – paru sebab ia mempunyai sistem itu sendiri. Peredaran sistemik adalah bahagian major bagi kesemua sistem peredaran. Salur darah termasuk arteri, vena dan kapilari adalah bertanggungjawab untuk menghantar oksigen dan nutrien ke semua tisu. Darah yang kaya dengan oksigen memasuki salur darah melalui arteri jantung yang utama yang dipanggil aorta.

Pengecutan jantung bagi ventrikel kiri, darah ke dalam aorta yang manakemudian bercabang dalam banyak arteri yang kecil berlaku melalui badan. Di dalam lapisan bagi arteri adalah sangat licin membenarkan darah untuk mengalir cepat. Di lapisan luar bagi arteri adalah sangat kuat, membenarkan darah untuk mengalir dengan bertenaga. Darah yang kaya dengan oksigen memasuki kapilari di mana oksigen dan nutrien akan dibebaskan.

Bahan kotor akan dikutip dan darah yang kotormengalir ke dalam vena dalam arahan ke mudian diedarkan kembali ke jantung. Di mana, peredaran pulmonary boelh mengalir, penukar bagi gas dalam paru – paru. Semasa peredaran sistemik, darah melalui terus ke buah pinggang. Fasa bagi peredaran sistemik diketahui sebagai peredaran renal. Semasa fasa ini, penapis buah pinggang akan menapis kotoran dari darah.



Darah juga melalui terus ke bahagian usus kecil semasa peredaran sistemik. Fasa ini diketahui sebagai peredaran 'portal'. Semasa fasa ini, darah dari bahagian usus kecil mengutip atau mengumpul dalam 'vena portal' yang mana melalui hati. Hati menapis gula dalam darah dan menyimpan untuk kemudiannya.

## 2.9 PEREDARAN KORONARI.

### 2.9.1 DI DALAM JANTUNG.

Waktu sistem peredaran adalah sibuk menyediakan oksigen dan makanan penyubur untuk setiap sel dalam badan, tidak lupa juga pada jantung. Di mana bekerja keras pada semua, memerlukan makanan penyubur dan lain – lain.

Peredaran koronari merujuk pada pengenalan bagi darah melalui tisu bagi jantung. Peredaran bagi darah melalui jantung adalah hanya satu bahagian pada keseluruhan sistem peredaran.

Kerosakan teruk pada jantung boleh berlaku jika tisu jantung tidak menerima bekalan makanan dan oksigen dengan normal. Tisu jantung menerima makanan penyubur melalui kapilari yang terletak di dalam jantung.

### 2.10 SALURAN DARAH BAGI BADAN MANUSIA.

Umumnya makna saluran darah adalah diterjemahkan sebagai alat berongga untuk membawa sesuatu ; seperti cawan, tong dan tiub. Saluran darah kemudian adalah alat berongga untuk membawa darah. Di letakkan di dalam badan anda, salur darah anda adalah tiub berongga bagi peredaran darah anda.



Tiga variasi bagi salur darah :

- Arteri
- Vena
- Kapilari

Semasa peredaran darah, arteri membawa darah dari jantung. Kapilari sambung arteri dan vena. Akhirnya, vena membawa darah kembali ke jantung. Jika anda mengambil semua bagi salur darah keluar dari purata kanak – kanak dan susun untuk kegunaan semua dalam satu baris, baris ini boleh mencapai 60 000 batu panjang. Saluran darah dewasa boleh mencapai antara 100 000 batu panjang.

Di samping peredaran darah, salur darah melengkapkan dua maksud penting bagi pengukuran statistik kesihatan vital : denyut dan tekanan darah. Kita mengukur kadar jantung atau denyutan dengan bit bagi jantung. Semenjak arteri berdekatan dengan permukaan luar bagi kulit, sehingga jantung dalam keadaan selamat. Kita boleh memegang arteri dengan senang dan mendapat sukatan tepat bagi denyutan jantung.

Apabila kita mengukur tekanan darah, kita menggunakan pengaliran darah melalui arteri sebab ia adalah tekanan yang tinggi berbanding darah dalam vena. Tekanan darah anda diukur dengan menggunakan dua nombor iaitu, pertama adalah nombor yang mana tinggi, ia diambil apabila jantung berdegup sehingga fasa sistolik. Nombor yang kedua adalah diambil apabila jantung berehat sehingga fasa diastolic.

Kedua nombor berad dalam ukuran millimeter. Kolum bagi merkuri naik dan mencapai dengan beat bagi jantung. Ketinggian kolum adalah diukur di dalam millimeter. Tekanan darah yang normal berada di dalam suktan antara 110 hingga 150 milimeter (beat jantung), sepanjang 60 hingga 80 milimeter (jantung berehat). Ia



adalah normal untuk tekanan darah anda untuk naik apabila anda bersenam dan untuk menurunkannya apabila anda tidur. Jika tekanan darah berada dalam keadaan yang tinggi atau yang rendah. Walaubagaimanapun anda boleh berada dalam risiko sakit jantung.

## 2.11 PEMBAWAKAN ARTERI.

Jantung mengepam darah keluar daripada satu arteri utama yang dipanggil 'dorsal aorta'. Arteri utama kemudiannya membahagikan dan memulakan satu kegiatan baru di dalam banyak arteri yang kecil jadi setiap bahagian badan anda mempunyai sistem sendiri bagi pembekalan arteri adalah dengan baru, darah yang kaya dengan oksigen. Arteri adalah memegang pada bahagian luar dan licin pada bahagian dalam arteri.

Sebenarnya mempunyai tiga lapisan, iaitu lapisan luar bagi tisu, bahagian tengah muscular dan lapisan dalam bagi sel epithelial. Otot dalam bahagian tengah adalah elastik dan sangat kuat. Lapisan bahagian dalam sangat licin jadi darah boleh mengalir dengan mudah dengan tiada sebarang rintangan atau halangan dalam ruang yang kecil.

Dinding muscular bagi arteri membantu jantung mengepam darah. Apabila degupan jantung, arteri mengembang dan ia dipenuhi dengan darah. Apabila jantung berehat, arteri mengecut, berusaha untuk bergabung menjadi lebih kuat, cukup untuk menolak darah berlalu. Rentak ini antara keputusan jantung dan arteri dalam sistem peredaran yang cekap.

Anda sebenarnya boleh merasakan arteri mengembang dan mengecut. Semasa arteri berjalan ulang alik dengan jantung, kita boleh mengukur kadar rentak jantung



dengan mengambil kira pengecutan bagi arteri. Ini bagaimana kita mengambil kadar degupannya.

Arteri menghantar darah yang kaya dengan oksigen ke kapilari di mana betul – betul mengubah bagi oksigen dan karbon dioksida yang berlaku. Kapilari kemudian menghantar darah yang kaya dengan kotoran ke vena untuk mengangkut kembali kepada paru – paru dan jantung.

## 2.12 VENA.

Vena adalah serupa dengan arteri tetapi sebab ia mengangkut darah pada pertukaran yang rendah, ia adalah tidak sekuat arteri seperti arteri, vena mempunyai tiga lapisan, iaitu

- Lapisan luar bagi tisu.
- Bahagian tengah otot dalam.
- Lapisan licin bagi sel epithelial.

### 2.12.1 KAPILARI SAMSUNG ARTERI KE VENA.

Walaubagaimanapun, lapisan adalah nipis. Kandungannya kurang dari tisu. Vena menghantar darah dari kapilari selepas perubahan oksigen dan karbon doiksoda dapat mengambil alih tempatnya. Kemudian, vena mengangkut darah yang kotor kembali ke paru – paru dan jantung. Ia piring darah yang kotor dapat bergerak dalam keadaan baik terus dan tidak boleh dialirkan ke pengaliran kembali. Ini adalah yang cekap dengan injap yang diletakkan di dalam vena. Injap adalah bergerak seperti pintu yang hanya membenarkan isyarat untuk bergerak dalam satu arah.

Injap vena adalah mesti untuk menjaga pengaliran darah mengikut terus ke jantung, tetapi ia mesti juga perlu untuk membenarkan darah untuk mengalir kembali dalam kuasa bagi gravity. Contohnya darah adalah kembali ke jantung dari berjalan



yang boleh dipilih ke mengalir ke atas pada kaki. Umumnya, kuasa bagi gravity boleh menukarkan ini dari berlaku. Injap vena. Walaubagaimanapun meeprlengkapkan tempat tanjakan (kaki) untuk darah memanjat jalan atas. Darah ini mengalir ke otak pada masalah yang sama. Jika darah adalah mempunyai masa yang lama untuk memanjatkan ke atas, anda akan merasai sakit kepala yang biasa dan boleh jadi lemah. Kelemahan adalah biasa dialami oleh otak anda adalah lebih darah beroksigen.

Apabila anda lemah, kepala anda berada sama tahap dengan jantung anda, membuatkan ia mudah untuk darah cepat sampai ke otak. Sebab ia kekurangan oksigen, darah yang kotor akan mengalir melalui vena dalam warna 'purplish'. Sebab dinding bagi vena adalah agak nipis, darah yang kotor adalah sedikit masa dapat dilihat dengan jelas vena anda yang membawa darah kembali pada jantung.

#### 2.14 DARAH MEMBAWA KEMUDUPAN PADA BADAN.

### 2.13 PENYAMBUNGAN KAPILARI.

#### 2.13.1 KAPILARI SAMBUNG ARTERI KE VENA.

Tidak seperti arteri dan vena, kapilari sangat nipis dan mudah pecah. Kapilari sebenarnya hanya satu sel apithelial tebal. Ia nipis dari sel darah boleh hanya melaluinya dalam satu barisan. Penukar bagi oksigen dan karbon dioksida mengambil alih tempat melalui dinding kapilari yang nipis. Sel darah merah di dalam kapilari akan melepaskan bahan kotoran, seperti karbon dioksida yang mana melalui dinding dan ke dalam sel darah merah.

Arteri dan vena berlalu ke 'parallel' keseluruhan badan dengan seperti rangkaian bagi kapilari, ditanam dalam tisu, penyambungan semua. Arteri membekalkan darah yang kaya dengan oksigen ke kapilari di mana membenarkan perubahan gas di



dalam tisu. Kapilari membenarkan darah kotor ke vena untuk pengangkutan kembali ke jantung.

Kapilari juga melibatkan dalam badan membebaskan lebihan haba. Semasa bersenam, contohnya badan anda dan suhu darah naik. Untuk membantu membebaskan lebihan ini, darah menghantar haba ke kapilari yang mana kemudian diulangi membuangnya ke tisu. Keputusan adalah kulit anda seperti warna merah yang muncul jika anda memegang tangan anda contohnya, di dalam air panas, tangan anda boleh menjadi cepat merah untuk alasan yang sama. Lengan anda adalah tidak seperti untuk berubah warna sebab ia tidak sebenarnya merasai dalam kenaikan dalam suhu.

## 2.14 DARAH MEMBAWA KEHIDUPAN PADA BADAN.

Purata dewasa mempunyai kira – kira 5 liter darah yang ada di dalam badan. Pengaliran terus ke saluran, menghantar elemen yang perlu atau pun mustahak. Serta ia menggerakkan kotoran bahaya. Tanpa darah, badan manusia akan berhenti bekerja.

Darah adalah cecair yang memberi kehidupan kepada manusia. Perjalanan oksigen dari paru – paru. Darah adalah cecair bagi pembesaran, pengangkutan makanan penyubur dari pencernaan dan hormon dari kelenjar pada keseluruhan badan. Darah juga adalah cecair untuk kesihatan, penghantaran melalui penyakit yang tertentu atau pejal ke tisu dan kotoran ke buah pinggang. Ia disebabkan mengandungi sel dan darah adalah hidup.

Sel darah merah dan sel darah putih adalah bertanggungjawab untuk menyuburkan dan membersihkan badan. Semasa sel ini hidup, ia memerlukan



makanan penyubuh. Vitamin dan mineral menjaga kesihatan darah. Sel darah mempunyai kitarn hidup tetap, hanya semua benda hidup dapat lakukan.

Kira – kira 55 % daripada darah adalah plasma, cecair yang terang seperti warna 'Straw – Colored'. Cecair plasma membawa sel yang keras dan platelet di mana membantu gumpalan darah. Tanpa platelet darah, anda akan mati.

Apabila badan manusia kehilangan sedikit darah melalui 'minor wound', platelet akan menyebabkan darah mengumpul menjadikan ia kepada keadaan darah yang berhenti. Sebabnya darah baru adalah sentiasa di buat di dalam tulang manusia, badan anda boleh menggantikan darah yang hilang. Apabila badan manusia hilang sedikit darah melalui 'major wound' darah akan di dapati digantikan melalui pemindahan darah daripada manusia lain.

Tetapi setiap darah adalah tidak sama. Ada empat jenis darah yang berbeza. Badan anda mempunyai faktor Rh yang mana ia membuat setiapitu lebih unik. Darah diterima akan melalui pemindahan darah. Ia mesti disesuaikan dengan darah anda. Pesakit boleh mendapatkan satu pembedahan 'major' dengan membuat 'autologous' pemindahan darah (penderma bagi darah yang sama) jadi ia mendapat satu gabungan yang sesuai.



## 2.15 KEPENTINGAN PLASMA.

ia adalah berwarna 'Straw – colored', cecair jernih adalah 90 % air dan ia bahan yang perlu untuk perjalanan di dalam badan. Ia seperti plasma di mana lebih penting tiada sel darah membawanya. Tetapi ia seperti yang dikatakan di aliran yang penting seperti ikan berenang dalam air. Anda tidak boleh ada satu sama yang lain.

Lain daripada air, plasma juga mengandungi garam dan mineral seperti kalsium, sodium, magnesium dan potassium. Antibody 'microbe – fighting' melalui ke 'battle fields' bagi penyakit dengan perjalanan yang sangkut dalam plasma.

## 2.16 RESPIRASI. LUNG TRANSPLANT.

### 2.16.1 SISTEM PENGHANTARAN OKSIGEN.

Fungsi utama bagi sistem respirasi adalah membekalkan darah dengan oksigen di dalam arahan untuk darah ke penghantaran oksigen ke dalam darah.

Respirasi adalah dicapai melalui mulut, hidung, trakea, paru – paru dan diafragma. oksigen memasuki sistem respiratori melalui mulut dan hidung. Oksigen kemudian melalui larynx (di mana bunyi percakapan dilakukan) dan trakea adalah tiub yang memasuki cavi di dada. Dalam cavi di dada, trakea 'split' di dalam tiub yang memasuki cavi di dada. Setiap bronkus kemudian membahagi kembali tiub bronchial;

Tiub bronchial menunjukkan terus ke dalam paru – paru di mana ia dibahagikan ke dalam tiub kecil di mana, disambungkan ke 'tiny sacs' yang dipanggil alveoli. Purata dewasa paru – paru mengandungi kira – kira 600 juta bagi 'spongy', 'air – filled



sacs' dilingkari dengan kapilari. Oksigen yang disedut melalui dalam alveoli dan kemudian menumpu melalui kapilari di dalam arteri darah.

Sementara itu, darah yang kotor dari vena membebaskan karbon dioksida di dalam alveoli. Karbon dioksida mengalir pada bahagian sama ada luar paru – paru. Kemudian anda menghembus. Tugas diafragma adalah membantu mengepam karbon dioksida keluar dari paru – paru dan memasuki oksigen di dalam paru – paru. Difragma adalah kepingan dari otot yang baring melintasi bawah bagi caviiti dada. Difragma mengecut, oksigen dan rehat, menarik nafas mengambil alih tempatnya. Apabila difragma mengecut, oksigen memenuhi di dalam paru – paru. Apabila difragma rehat, karbon dioksida dipam keluar dari paru – paru.

## 2.17 CADAVERIC LUNG TRANSPLANT.

### 2.17.1 TRANSPLANT SINGLE BAGI PARU – PARU.

Penurisan atau pembedahan dibuat pada bahagian dada. Jika tekanan darah pesakit dan kepekatan oksigen melalui pada saluran darah ke paru – paru pada bahagian adalah diapit tidak berapa lama, tiub boleh dimasukkan untuk menyambungkan ke mesin 'Heart Lung'. Ia boleh menyokongedaran pesakit sehingga paru – paru baru bersedia untuk mengambil alih. Paru – paru lama pesakit kemudiannya dipindahkan dan paru – paru baru di jahitkan, penyambungan saluran darah dan dari paru – paru (arteri pulmonary dan vena pulmonary) dan ke arah utama (bronkus). Pada akhir pembedahan, tulang rusuk di bawa kembali bersama dan penurisan atau pembedahan adalah ditutup dengan lapisan jahitan.



### 2.17.2 TRANSPLANT DOUBLE BAGI PARU – PARU.

Transplant paru – paru dua kali adalah sama seperti Transplant paru – paru. Sekali siap pada kedua – dua bahagian. Penurisan dibuat melintasi bahagian tengah bagi dada. Tulang dada adalah dipisahkan dan kedua – dua bahagian rongga dada akan dimasukkan antara tulang rusuk. Mesin 'Heart Lung' digunakan untuk menyokong peredaran semasa pembedahan. Paru – paru pada satu bahagian akan digerakan dan paru – paru baru akan dijahit di tempat tersebut. Kemudian diakhirnya, pembedahan tulang dadadiikat bersama; tulang rusuk di bawa bersama dan pemotongan dengan satu lapisan jahitan.

### 2.17.3 TRANSPLANT JANTUNG DAN PARU – PARU.

Penurisan dibuat di bawah dada tengah pesakit. Tiub diletakkan untuk menyambung padapesakit ke mesin 'Heart Lung'. Di mana ia boleh menyokong peredaran pesakit sehingga jantung baru bersedia untuk mengambil alih.

Apabila peredaran jantung atau paru – paru diterima, doctor atau pakar bedah akan menggantikan jantung dan paru – paru pesakit lama meninggalkan cuff bagi atrium (atas ruang pada jantung) dan akhir bagi laluan utama, di mana jantung baru akan dijahit. Aorta (saluran darah utama) juga dijahit pada aorta pada jantung yang diderma. Pada akhir bagi pembedahan tulang dadayang disambung bersama – sama dan penurisan atau pemotongan adalah dituutpi dengan lapisan jahitan.



## 2.18 APAKAH DIA 'OPEN - HEART'?

Semua pembedahan jantung tidak boleh dilakukan semasa jantung masih berdenyut atau berdegup, di mana ia penuh dengan darah. Maka pakar bedah akan menghentikan denyutan jantung tersebut.

Apabila pakar bedah melakukan ini dengan cermat, mereka perlu melihat dua perkara penting terlebih dahulu. Pertama badan perlu mendapatkan bekalan darah semasa atau tempoh tersebut. Dan lain lagi, jantung mesti mendapatkan sedikit perlindungan. Jadi ini boleh membuat ia kembali berdegup atau berdenyut normal selepas tempoh ii bagi memberhentikannya.

Ini selesai dengan menggunakan mesin 'Heart Lung'. Jantung tiruan pada mesin ini adalah pada pam pengolek metalik yang digunakan semula dan mengumpulkan darah dari badan dan mengepamnya kembali ke badan. Jantung tiruan pada bahagian ini digunakan satu sahaja unit yang boleh dibuang yang mana 'oxygenates' (purifies) mengumpul darah dengan pam.

Sebarang pembedahan jantung dilakukan dengan menggunakan mesin 'Heart Lung' yang dipanggil pembedahan 'Open Heart'. Semua pembedahan dilakukan dengan 'Sternomy'. Ia adalah pemotongan tegak di antara bahagian dada. Tulang dada juga dipotong dengan menggunakan gergaji elektrik. Pembedahan pertama dilakukan pada tahun 1953 oleh John Gibson apabila beliau berjaya menutup dengan ASD.

Dalam tahun 1954, Lillehei dan Colleagues berkerja di Universiti Minnesota berfikir mesin manusia Heart Lung. Pesakit kanak – kanak disambung pada salah



satu peredaran membuat mesin 'Heart Lung'. Bahagian paru – paru boleh mengoksidakan darah kanak – kanak dan ia kembali kepada kanak – kanak dengan menggunakan mesin ini. Ini disebut pengawalan perjalanan edaran. Banyak kes yang rumit berjaya dengan menggunakan teknik ini.

Semua pembedahan jantung dilakukan sekarang adalah pembedahan 'Open Heart'. Pakar bedah boleh menjaga pesakit dengan menggunakan 'Mesin Heart Lung'. Hanya untuk tempoh terhad. Contohnya, 6 – 8 jam, (kadang – kadang lebih). Pada pembedahan ia mesti dilakukan dalam masa yang tepat atau khusus. Ia perlu tinggal di hospital selepas pembedahan ini antara 5 – 10 hari.

Pembedahan pembukaan atau penutupan jantung adalah petak yang munasabah kedap air sampai ke hadnya baru – baru ini. Sedikit pembedahan 'Open Heart' adalah sekarang dilakukan tanpa memberhentikan jantung dan ia tidak boleh disebut seumpamanya. Ia dirujuk pada perberhentian pam pembedahan atau pembedahan degupan jantung.







### BAB 3 PENYAKIT JANTUNG

#### 3.1 PENYAKIT JANTUNG DAN PEMBULUH DARAH

Bila Anda berusia 20-an atau 30-an, penyakit jantung mungkin bukan merupakan sesuatu yang Anda pikirkan saat ini - Anda sedang sibuk merencanakan masa depan, tentunya. Tetapi justru masa depan merupakan alasan yang tepat bagi Anda untuk mulai memikirkan kesehatan jantung Anda. Penyakit jantung tidak terjadi dengan begitu saja. Faktor-faktor resiko terjadinya penyakit ini sudah dimulai sejak masa kecil dan remaja Anda. Kebiasaan-kebiasaan yang Anda lakukan sejak kanak-kanak dan terus Anda lakukan hingga Anda dewasa dapat menjadi faktor penentu resiko Anda untuk mengalami penyakit jantung.

Menurut Institut Jantung, Paru-paru dan Darah Nasional Amerika Serikat (*National Heart, Lung and Blood Institute*), penyakit jantung koroner merupakan penyebab kematian nomor satu baik bagi pria maupun wanita di Amerika Serikat, dimana jumlah kematian akibat penyakit ini mencapai lebih dari 500,000 jiwa tiap tahunnya. Penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar kematian ini sebenarnya dapat dihindari dengan cara merubah gaya hidup guna mengontrol faktor resiko seperti merokok, kegemukan, kurang bergerak/berolah raga dan tingginya kadar kolesterol atau tekanan darah.

Jangan biarkan diri Anda diam-diam mengidap penyakit jantung - segera ambil langkah untuk mengurangi risiko Anda. Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini guna melihat apa yang Anda dapat lakukan untuk menolong jantung Anda.

Anda merokok? Bila Anda berhenti merokok, maka di tahun pertama saja resiko Anda untuk terkena penyakit jantung langsung turun hingga 50 persen. Meninggalkan



## APORAN PROJEK 2 (E 519).

rokok bukanlah hal yang mudah, dan semakin lama Anda merokok, akan semakin susah. Jadi lakukan yang terbaik bagi jantung Anda dan berhentilah merokok sekarang.

Apakah Anda kegemukan? Kelebihan berat badan membuat jantung Anda bekerja lebih keras dan menaikkan tekanan darah serta kadar kolesterol Anda. Menjaga berat badan yang sehat di masa dewasa Anda akan membantu menurunkan resiko terkena penyakit jantung.

Anda bersenam? Senaman secara teratur menguatkan jantung Anda dan dapat membantu menurunkan kolesterol serta tekanan darah. Selain itu, juga membantu Anda mempertahankan berat badan. Jadikanlah sebahagian dari hidup Anda untuk bersenam sedikitnya tiga kali seminggu selama 30 minit.

Sihatkah makan Anda? Apa yang Anda makan dapat mempengaruhi kesihatan jantung Anda. Pola makan rendah kalori dengan biji-bijian, buah serta sayuran dapat membantu Anda menurunkan kadar kolesterol dan mempertahankan berat badan.

Jangan tunggu lagi, peliharalah jantung Anda mulai sekarang. Bersukallah untuk masa depan Anda dengan berkebiasaan sihat mulai hari ini. Adalah penyebab kematian terbesar dibanyak negara. Semua orang mempunyai kemungkinan mendapatkan penyakit ini. Tetapi kita dapat memperkecil kemungkinan ini dengan melakukan beberapa langkah yang sederhana.

### 3.2 APA PENYEBAB PENYAKIT JANTUNG?

Anda mempunyai risiko lebih tinggi jika:

- Merokok
- Kolesterol tinggi
- Tekanan darah tinggi



## APORAN PROJEK 2 (E 519).

- Tidak olahraga (Exercise)
- Kelebihan berat badan (Overweight)

**Risiko Anda Lebih Tinggi Terkena Penyakit ini jika Anda Adalah Pewaris**

Orang tua Anda adalah penderita penyakit jantung pada usia enam puluhan, maka usaha untuk mengurangi risiko ini perlu lebih diperhatikan.

**Beberapa Langkah Menuju Kesehatan**

- Jangan merokok
- Kurangilah makanan yang mengandung lemak/minyak
- Perbanyak makan buah, sayuran, roti dan cereal
- Jadikanlah olahraga bagian dari kehidupan Anda sehari-hari (Jalan baik untuk kesihatan)
- Jagalah berat tubuh Anda
- Pergilah ke dokter untuk memeriksa tekanan darah dan kolesterol Anda

**IKUTILAH LANGKAH-LANGKAH DI ATAS, ANDA PASTI AKAN MENIKMATI KEHIDUPAN YANG LEBIH SIHAT**

Catatan Penting: resikonya meningkat (sesudah menopause).

Konsultasikan kesihatan anda dengan doktor jika Anda merasa ada kelainan pada kesihatan tubuh Anda.

- Merokok
- Tekanan darah tinggi
- Kadar lemak yang tinggi dalam darah
- Kurang olah raga
- Diabetes yang tidak terkontrol



### 3.3 PENYAKIT JANTUNG KORONER

Penyakit jantung koroner merupakan penyakit yang banyak diderita masyarakat

Penyakit ini menyerang pembuluh darah yang mengalirkan darah ke jantung. Timbunan lemak, kolesterol dan jaringan ikat pada dinding pembuluh darah secara perlahan-lahan pada akhirnya akan mengakibatkan menyempitnya pembuluh darah. Pada waktu pembuluh darah menyempit, jantung harus bekerja lebih keras dan ini menyebabkan nyeri dada. Kalau pembuluh darah tersumbat sama sekali, pemasokan darah ke jantung akan terhenti. Inilah yang disebut serangan jantung.

Faktor risiko untuk penyakit jantung koroner bisa dibagi menjadi dua:

#### 1. Faktor yang tidak bisa kita kendalikan

- Keturunan
- Umur, makin tua resiko makin besar
- Jenis kelamin, pria mempunyai resiko lebih tinggi dari pada wanita (wanita resikonya meningkat sesudah menopause).

#### 2. Faktor yang biasa kita kendalikan

- Merokok
- Tekanan darah tinggi
- Kadar lemak yang tinggi dalam darah
- Kurang olah raga
- Diabetes yang tidak terkendali



## APORAN PROJEK 2 (E 519).

- Stres
- Kegemukan

3. Untuk memperbaiki kadar lemak, perlu diperhatikan hal-hal berikut:

- Kurangi makanan berlemak, termasuk segala jenis lemak.
- Kurangi makanan yang mengandung lemak hewani.
- Gantikan dengan lemak poliunsaturated (minyak jagung, minyak bunga matahari) dan lemak monosaturated (minyak kanola, zaitun).
- Makan ikan 3 - 4 kali seminggu.
- Tingkatkan jumlah serat terutama dengan buah segar, sayuran, kacang-kacangan kering, barley oats (sejenis gandum).
- Pertahankan berat badan ideal.
- Kurangi makan gula dan makanan manis.
- Kurangi alkohol (maksimum 1 atau 2 gelas sehari).
- *Olah raga secara teratur.*
- *Jangan merokok.*

### Catatan:

Jika anda mengidap tekanan darah tinggi, jangan gunakan garam dalam masakan dan jangan pula tambahkan kecap asin dalam makanan anda.

Jenis makan berikut harus dihindari karena mengandung banyak garam:

- garam, garam bawang, garam sayur
- ikan asap, daging asap, ikan asin
- kicap (bisa diganti dengan kecap yang kurang asin)
- terasi
- sos tomat, sos Barbecue, sos maggi



# APORAN PROJEK 2 (E 519).

- acar
- ham, sosis, corned beef
- sup, kaldu sup atau mie instant

| jenis makanan        | BOLEH                                                                                                                             | HARUS DIHINDARI                                                                                |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Makanan pokok        | Roti tawar, gandum, tepung jagung, nasi, sagu, tapioka, pasta, mee, soun                                                          | Croissant, mie telur pastri, pie pastel, biskuit yang mengandungi banyak mentega (Danish, dll) |
| Kuih/biskuit         | Kuih buatan sendiri, biskuit kering yang tidak bergaram dan dibuat dari bahan yang <u>dibenarkan</u> .                            | Kuih dari toko/pasar dounut, pancakes, martabak, biskuit asin dan manis.                       |
| Sayuran              | Semua jenis, baik daun maupun akarnya; baik mentah maupun dimasak. Minimal 1 (satu) sayuran kuning/merah sehari (misalnya wortel) | Hindari lemak dan minyak dalam memasak sayuran.                                                |
| Kacang-kacangan      | Semua jenis kacang                                                                                                                | -----                                                                                          |
| Makan secara teratur |                                                                                                                                   | -----                                                                                          |
| Buah-buahan          | Semua jenis dianjurkan, 4 buah sehari<br>Alpukat/Avokat jangan makan terlalu sering, batasi buah kering (karena kalori tinggi)    | -----                                                                                          |



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

|                                                                               |                                                                          |                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Makan pencuci mulut (manis-manisan)                                           | Salad buah-buahan, agar-agar, sagu, tapioka                              | Kue yang dibuat dengan susu murni, telur, santan, dan mentega                                                         |
| Alkohol                                                                       | Maksimum 1 – 2 gelas sehari                                              | Liqueurs harus dihindari                                                                                              |
| Daging sapi, kambing, rusa, babi mengandung lebih banyak lemak dari pada ikan | Maksimum 120 gram sekali makan 3 – 4 kali seminggu (yang tidak berlemak) | Daging berlemak misalnya sosis, bacon, hamburger, daging dalam kaleng, daging cacah                                   |
| Jerohan mengandung banyak kolesterol                                          | -----                                                                    | Otak, hati, ginjal, jantung, lidah, usus, babat                                                                       |
| Unggas dada mengandung sedikit lemak (makan tanpa kulit)                      | Ayam, kalkun puyuh                                                       | Bebek, entok, sayap ayam, kulit ayam                                                                                  |
| Ikan makan lebih sering 3 – 4 kali seminggu (lamak dan kolesterol rendah)     | semua jenis ikan                                                         | telur ikan, ikan goreng dengan mentega atau dengan panir, ikan dalam kaleng kecuali yang dikemas dengan minyak zaitun |
| Seafood (makan laut) tingkat kolesterol menengah, kadar lemak                 | Lobster, tiram, kerang, kepiting remis/scallop (jangan terlalu banyak)   | udang goreng, panggang, udang kering, cumi-cumi                                                                       |



## AN PROJEK 2 (E 519).

|                                                                            |                                                                  |                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                            |                                                                  | abalone                                                                                            |
| terdapat kuning telur saja                                                 | 2 –3 seminggu kalau mau bisa ditambah putih telur                | makanan yang banyak menggunakan telur<br>Chips, biskuit kelapa, gula-gula, kelapa, goreng-gorengan |
|                                                                            | Susu berkadar lemak rendah (skim milk)                           | Susu murni, coffe-mate, susu kental manis, krim, susu kaleng, santan                               |
|                                                                            | Keju berkadar lemak rendah (low-fat)                             | Keju biasa                                                                                         |
|                                                                            | Yoghurt berkadar lemak rendah (low-fat)                          | Yoghurt biasa                                                                                      |
|                                                                            | ais krim berkadar lemak rendah (low-fat), gelati                 | ais krim biasa<br>ais krim kelapa                                                                  |
|                                                                            | Batasi penggunaan margarin poli unsaturated dan monounsaturated  | mentega<br>lemak babi                                                                              |
| minyak<br>akai sedikit saja sebab berkalori tinggi                         | Canola, jagung, bunga matahari, kedelai, zaitun, wijen, kacang   | Kelapa, kelapa sawit, minyak sayur                                                                 |
| Kacang & biji-bijian<br>jumlahnya<br>(sebab berkalori tinggi dan berlemak) | Kacang tanah, kenari, kuaci, wijen, mente, kemiri, kacang Brazil | Kelapa, semua makanan yang memakai kelapa, kacang goreng, panggang                                 |
| Gula & makanan                                                             | Gula, selai, madu,                                               | Coklat, health food bar,                                                                           |



## APORAN PROJEK 2 (E 519).

|           |                                                                        |                                                           |
|-----------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| manis     | marmalade (makanan tak bergula jika anda gemuk atau mengidap diabetes) | gula-gula, toffee, semua makan yang memakai coklat.       |
| lain-lain | Cuka, rempah-rempah, cabai, merica, esens panili                       | Chips, biskuit kelapa, gula-gula, kelapa, goreng-gorengan |

## 3.4 KEGAGALAN PENGALIRAN.

Kegagalan pengaliran jantung akan berlaku apabila jantung tidak berupaya untuk mengekalkan keluaran jantung yang mencukupi. Ia boleh berlaku secara akut atau kronik yang menghasilkan gambaran klinikal yang berbeza.

## 3.5 KEGAGALAN PEREDARAN AKUT.

Dalam keadaan ini, penurunan keluaran jantung dan tekanan darah berlaku dengan serta merta disebabkan oleh dua sebab iaitu:

## ➤ Hipovolemia

Merupakan satu keadaan yang mana berlaku apabila pulangan vena ke jantung yang tidak mencukupi dan mengakibatkan kegagalan keluaran. Keadaan ini selalunya sekunder kepada hemoraj, kekurangan natrium dan trauma.

## ➤ Kegagalan paru – paru.

Berlaku apabila miokardium tidak berupaya mengekalkan keluaran darah. Ia selalu berlaku selepas infarksi jantung atau embolisme pulmonary.



# APORAN PROJEK 2 (E 519).

Septisemia, kegagalan peredaran juga mungkin dapat menyulitkan lagi septisemia terutamanya oleh organisme Gram negatif. Mekanismenya adalah amat sukar.

Perbezaan klinikal di antara kegagalan paru – paru dengan hipovolemia dari segi sejarah tanda fizikal adalah nyata. Dalam kes yang mencurigakan dan untuk mengawasi perkembangan penyakit, pengukuran pelbagai parameter hemodinamik mungkin berguna :

- Tekanan vena pusat. Ini merupakan pengukuran yang paling mudah dan kurang invasive tetapi tidak memberi sebarang maklumat secara langsung tentang fungsi ventrikel kiri.
- Tekanan arteri pulmonary dan tekanan baji arteri pulmonary (yang menunjukkan atrium kiri dan oleh itu tekanan pengisian ventrikel kiri) boleh diukur dengan catether 'Swan Ganz'.
- Tekanan darah arteri.
- Keluaran jantung boleh dianggarkan dengan keadaan perwarna atau pencairan haba.

Di dalam hipovolemia tanpa komplikasi, kedua – dua tekanan vena pusat dan tekanan baji arteri pulmonary adalah rendah, sementara dalam kegagalan paru – paru, kedua – dua akan meningkat. Walau bagaimana pun harus diingat, keadaan hipovolemia dan kegagalan paru – paru boleh berlaku bersama – sama.

Gambaran klinikal adalah gambaran yang didapati termasuk aktiviti lampau adrenergik, pucat, kaki dan tangan yang sejuk akibat vasokonstriksi, berpeluh dan takikardia. Tekanan darahnya rendah. Dalam kes yang teruk, perfusi organ vital akan terganggu menyebabkan kekeliruan, kegagalan renal akut dan asidosis akibat



## APORAN PROJEK 2 (E 519).

penghasilan asid laktik yang berlebihan. Renjatan paru – paru dengan mana peningkatan dispnea dengan hipoksia dan bayangan bilateral di dalam sinar - x, boleh berlaku dan memerlukan bantuan ventilasi tiruan.

Rawatan adalah bergantung kepada puncanya. Jika kekurangan pengaliran disebabkan oleh kegagalan pam, rawatannya adalah sukar dan pelbagai agen telah digunakan untuk menggalakkan miokardium yang gagal. Dopamine infusi intravena berterusan dapat meningkatkan keluaran jantung melalui kesannya pada miokardium dan juga menyebabkan pengenduran saluran darah renal, oleh itu ia dapat mengelakkan berlakunya kegagalan renal akut. Dos permulaan 2 –5 µg / kg / minit dan tingkatkan jika perlu. Dobutamin yang bertindak terutamanya di jantung juga digunakan. Walaubagaimanapun, prognosis secara amnya adalah lemah. Dalam hipovolemia, isipadu pengaliran hendaklah dipulihkan dengan infusi pengembangan plasma seperti dekstran (atau darah jika disebabkan oleh hemoraj) , dengan menggunakan tekanan vena pusat atau tekanan baji arteri pulmonary sebagai indeks penggantian yang mencukupi. Faktor – faktor penyebab seperti jangkitan mestilah dirawat dengan segera menggunakan antibiotik yang mungkin dicampurkan dengan intravena hidrokortison 500 mg setiap enam jam.

### 3.6 KEGAGALAN JANTUNG.

#### 3.6.1 FUNGSI KARDIUM DALAM KEGAGALAN JANTUNG.

Kecatatan utama semasa kegagalan jantung adalah ketidakupayaan jantung untuk mengekalkan keluaran darah yang mencukupi bagi keperluan tubuh. Dalam kesihatan, isis padu strok dan keluaran jantung dipengaruhi oleh tiga faktor iaitu:



### ➤ Pramuatan.

Adalah bergantung kepada isi padu darah di dalam ventrikel pada akhir diastole yang menentukan tekanan pengisian akhir diastolic ventrikel dan seterusnya regangan yang dikenakan kepada gentian otot ventrikel. Pada jantung yang sihat, peningkatan tekanan akhir diastolic akan meningkatkan isi padu strok dan keluaran jantung mengikut keluk Frank – Starling. Dalam kegagalan jantung, perhubungan biasa diantara tekanan pengisian akhir diastolik dengan keluaran jantung akan terganggu, oleh itu peningkatan tekanan vena tidak diikuti oleh peningkatan isi padu strok dan keluaran. Keadaan ini disebabkan sebahagiannya oleh perubahan di miokardium yang dihasilkan oleh hipertropi dan sebahagiannya disebabkan oleh miokardium yang bekerja pada tahap yang merugikan.

### ➤ Tahap miokardium.

Telah terbukti bahawa miokardium yang sihat adalah penting untuk memenuhi permintaan terhadap jantung yang sentiasa berubah – ubah. Miokardium mungkin menjadi kurang berkesan disebabkan oleh penyakit terutamanya penyakit arteri koronari dan kardiomiopati. Hipertropi akibat gerak balas daripada muatan susul mungkin akan mengganggu fungsi miokardium kerana otot lebih kaku dan mengganggu keseimbangan di antara aliran koronari dengan otot.



### ➤ Muatan susul.

Ia adalah halangan terhadap pengeluaran darah dari ventrikel dan ia ditentukan oleh tekanan darah sistemik dan pulmonary. Semasa kehadiran penyakit ini, muatan susul mungkin meningkat seperti padahipertensi atau stenosis aorta atau pulmonary. Sebagai tambahan kegagalan jantung dapat mengakibatkan penguncupan salur darah. Oleh itu, boleh meningkatkan lagi rintangan periferi dan muatan susul. Gerak balas terhadap peningkatan muatan susul ini ialah hipertropi otot ventrikel dan keadaan ini dapat menampung peningkatan beban kerja buat sementara tetapi akhirnya ini tidak mencukupi dan kegagalan jantung akan berlaku.

Secara praktiknya, faktor – faktor yang terlibat dalam kegagalan jantung selalunya lebih daripada yang diterangkan di atas, walaupun salah satu mungkin lebih dominan namun ketiga – tiganya sering berkaitan antara satu dengan lain.

### 3.7 AKIBAT KEGAGALAN JANTUNG.

#### ➤ Retensi Air dan Garam.

Dalam kegagalan jantung, aliran darah ke ginjal akan menurun menghasilkan retensi natrium dan air. Walaubagaimanapun alasan sebenarnya belum diketahui, ia mungkin disebabkan gangguan keseimbangan di antara penurasan glomerulus dengan penyerapan kembali tubular. Oleh itu, lebih banyak natrium yang dituras diserap kembali. Peningkatan lelehan aldosteron mungkin memainkan peranan dalam



kegagalan jantung yang teruk tetapi pada peringkat awal, ia selalunya bukan berperanan sebagai faktor.

Dalam kegagalan jantung yang telah lama, terutamanya selepas rawatan yang bersungguh – sungguh dengan diuretic, gangguan ketidakseimbangan elektrolit dan air yang seterusnya mungkin berlaku. Ginjal akan membendung lebih kadar daripada natrium menghasilkan hiponatremia pencairan. Ini sering dikaitkan dengan deplesi kalium, sebahagiannya disebabkan oleh tindakan diuretic dan mungkin aldosteron dan sebahagiannya lagi akibat kebocoran kalium dari sel yang mengalami hipoksia kronik ( sindrom sel sakit ).

Edema adalah retensi air dan garam akan menyebabkan peningkatan isi padu darah dan bendalir di dalam ruang tisu akan kelihatan berlebihan. b penyerapan bendalir ini dipengaruhi oleh graviti. Oleh itu, ia akan terkumpul di bahagian kaki sebelah bawah, kaki dan pergelangan kaki jika pesakit berjalan atau dikerandut zakar pada pesakit yang terbaring. Ia dikenali sebagai edema dependen atau jantung dan dicirikan dengan pit pada tapak tekanan. Dalam kegagalan jantung yang teruk, asidosis atau efusi pleura mungkin boleh berlaku.

Faktor – faktor lain dalam penghasilan edema ialah peningkatan tekanan pada hujung vena kapilari yang dapat meningkatkan lagi jumlah bendalir tisu.

#### ➤ Peningkatan tekanan vena.

Ia dapat diperhatikan dengan lebih mudah pada vena jugular luaran, dan hati mungkin membesar akibat kongesti. Peningkatan tekanan vena diakibatkan oleh :



- a) Retensi garam dan air yang menyebabkan peningkatan isi padu aliran darah.
- b) Kegagalan jantung untuk meningkatkan keluaran jantung sebagai gerak balas kepada peningkatan tekanan vena akhir diatolik (pramuatan).

➤ Kadar cepat jantung.

Satu peningkatan dalam kadar cepat jantung akan meningkatkan keluaran jantung. Takikardia akibat peningkatan aktiviti adrenergik merupakan mekanisme imbuhan dalam kegagalan jantung. Jika dorongan adrenergik dihapuskan dengan agen penghalang adrenergik  $\beta$ , kegagalan jantung akan bertambah teruk.

➤ Dispnea.

Ini merupakan kesan kegagalan jantung kepada paru – paru. Peningkatan tekanan atrium kiri akan menyebabkan kongesi paru – paru dan apabila tekanan di atrium kiri dan vena pulmonary mencapai 30 mm Hg bendalir daripada kapilari pulmonary akan melebar keluar ke alveolus. Jika keadaan ini berlaku secara akut, edema pulmonary akan berlaku, jika ia berlaku dengan lebih perlahan, ia akan mengakibatkan dinding alveolus menebal dengan fibrosis. Dispnea disebabkan oleh :

- a) Edema dan fibrosis yang mengganggu penukargantian gas.
- b) Peningkatan 'kekejangan' paru – paru akibat pengurangan komplians.
- c) Peningkatan kesensitifan refleks tegangan paru – paru.



Dalam kegagalan jantung, dispnea mula – mula diketahui semasa peningkatan penggunaan tenaga tetapi lama kelamaan ia boleh berlaku pada masa rehat. Apabila ia bertambah teruk, pesakit boleh mengalami dispnea dalam keadaan berbaring (ortopneik). Ia dipercayai berpunca daripada peningkatan kongesi pulmonary yang wujud semasa kedudukan mendatar. Perubahan dalam kedudukan juga boleh merubah keluaran jantung tetapi ia hanya memainkan peranan penting di dalam genesis artopnia.

➤ Sinosis.

Adalah daripada jenis periferai dan ia merupakan hasil perlambatan aliran yang dituruti oleh penangkungan darah di vena dan kapilari.

➤ Letih dan lemah.

Merupakan symptom yang kerap dikaitkan dengan keluaran jantung yang rendah dan disebabkan oleh perfusi periferai yang lemah.

Pada kebiasaannya kegagalan jantung dibahagikan kepada kegagalan kanan dan kiri. Walaupun dalam kebanyakan kes kegagalan jantung kiri didapati jantung kanan juga akan gagal. Ia selalunya bermula dengan kegagalan satu daripada ventrikelnya.

### 3.8 KEGAGALAN VENTRIKEL KIRI.

Sebab – sebab utama kegagalan ventrikel kiri adalah :

- Hipertensi
- Infarksi miokardium
- Penyakit inajp aorta.



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

- Kardiomiopati.
- Mitra tak kompeten.
- Edema pulmonary akut yang mungkin merupakan komplikasi stenosis mitra akibat kegagalan atrium kiri bukan ventrikel kiri.

Ventrikel kiri mungkin diperlukan untuk meningkatkan kerjanya (muatan susul) sama ada disebabkan oleh halangan terhadap keluaran yang menyebabkan peningkatan tekanan atau disebabkan oleh peningkatan isi padu darah yang perlu dikawal (mitra atau aorta tak kompeten). Ventrikel akan menjadi hipertropi dan ia mungkin dapat mengekalkan aliran yang mencukupi buat sementara tetapi akhirnya ia akan mengalami kegagalan. Keadaan yang sama berlaku pada miokardium yang sakit, selalunya disebabkan oleh infraksi miokardium. Dalam kedua – dua kes, peningkatan tekanan di dalam atrium kiri dan vena pulmonary akan menyebabkan peningkatan tekanan vena pulmonary dan akhirnya edema pulmonary.

Punca berlaku serangan ini berlaku pada waktu malam masih belum jelas lagi, tetapi beberapa faktor termasuk kedudukan baring yang meningkatkan lunjuran kongesi pulmonary akan berlaku.

Pemeriksaan semasa serangan mungkin menunjukkan bukti hipertropi ventrikel kiri, walaupun bagaimanapun jika kegagalan jantung kiri menjadi komplikasi infraksi miokardium, keadaan tersebut mungkin tidak berlaku. Takikardia kerap berlaku dan pemeriksaan auskultasi mungkin dapat mendengar bunyi jantung ketiga atau keempat. Ral lembut daripada edema pulmonary akan kedengaran di pangkal paru – paru dan mungkin terdapat wiz daripada bronkospasme atau edema bronkus. Jika serangannya teruk, tekanan darah sistolik mungkin menurun. Denyut alternans mungkin dapat dikesan apabila perbezaan tekana arah sistolik melebihi 15 – 20 mm Hg, terutamanya apabila selang berterusan selepas takikardia berkurangan, ia menunjukkan prognosis. Yang buruk.



Elektrokardiogram kerap menunjukkan bukti perubahan selang S – T atau gelombang T di ventrikel kiri. Radiograf dada akan menunjukkan bayangan kabur edema pulmoanari yang menyerak keluar dari setiap hilum ke medan paru – paru.

Prognosis selepas serangan asma jantung selalunya buruk, kebanyakan pesakitnya akan mati dalam masa setahun atau dua tahun. dengan kemajuan kaedah rawatan, keadaan di atas sudah tidak semestinya batul dan sebahagian pesakit mungkin sihat, terutamanya jika puncanya seperti hipertensi boleh dirawat.

### 3.9 KEGAGALAN VENTRIKEL KANAN DAN KONGESTIF.

Punca utama kegagalan ventrikel kanan ialah :

- Berikutan kegagalan ventrikel kiri.
- Penyakit injap mitra.
- Penyakit injap tricuspid.
- Penyakit pulmonary jantung.
- Jenis tertentu penyakit jantung congenital.
- Tirotoksikosis.
- Kardiomiopati.

Stenosis tricuspid dan perikarditis konstriktif juga boleh menyebabkan kongesi vena sistemik yang teruk.

Kegagalan ventrikel kanan selalunya didapati pada pesakit yang mengalami dispnea dan ortopnea daripada kongesi pulmonary akibat kegagalan jantung kiri atau penyakit injap mitra dan keadaan ini disebut kegagalan jantung kongestif. Apabila kegagalan ventrikel kanan berlaku tanpa kongesi pulmonary atau penyakit pulmonary atau apabila paru – paru menalami kongesi terserak seperti di dalam stenosis



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

tricuspid, dispnea atau ortopnea teruk selalunya bukannya merupakan gambaran utama walaupun ia selalunya terdapat serba sedikit. Symptom – symptom lain termasuk letih lesu, lemah dan hilang selera makan.

Tanda utama kegagalan ventrikel kanan didapati pada sistem vena sistemik. Pada subjek normal yang mencondong 30°, vena leher di atas klavikel selalunya tidak kelihatan. Dalam kegagalan ventrikel kanan, peningkatan tekanan vena akan menyebabkan pengembangan vena di atas paras tersebut. Denyutan pada vena yang terkembang boleh dibezakan dengan mudah daripada denyutan karotid oleh bentuk denyut venn yang terserak, yang mungkin dibezakan sekurang – kurangnya dengan dua unsure dan mudah dihapuskan dengan jari.

Kegagalan ventrikel kanan yang teruk, gelang tricuspid akan merenggang mengakibatkan tricuspid tidak kompeten berfungsi dan satu turutan gelombang vena sistolik yang boleh diperhatikan pada leher dan mungkin boleh dirasakan di hati. Ia mungkin hilang dengan rawatan. Pengembangan hati dengan darah, yang menuruti kegagalan ventrikel kanan, mungkin menghasilkan sakit di hipokondrium kanan. Kepalpatan menunjukkan hati membesar dan lembut jika kongesi berpanjangan, hati mungkin akan tercedera dan menghasilkan jaundis sedikit.

Hilang selera makan juga kerap berlaku akibat kongesi perut. Edema dependen dengan alas an yang telah diberikan berlaku di dalam kegagalan ventrikel kanan. Jika edemanya teruk ia mungkin diikuti dengan asitis dan efusi pleura. Kehilangan berat biasa berlaku tetapi mungkin dikaburi oleh kurangpengoksigenan darah yang melalui paru – paru edema dan sebahagian lagi akibat penakunagan periferai. Dalam kegagalan jantung, isi padu air kencing selalunya berkurangan, mempunyai gravity khusus yang tinggi dan mungkin mengandungi protein.



### 3.10 RAWATAN KEGAGALAN JANTUNG.

Rawatan kegagalan jantung mempunyai dua tujuan iaitu :

- Untuk meningkatkan fungsi kardium.
- Untuk memulihkan kecacatan asas yang ada.

Satu pertimbangan faktor – faktor yang terlibat dalam kegagalan jantung mencadangkan bahawa fungsi jantung mungkin boleh dibaiki dengan tiga cara.

- Dengan membaiki aktiviti inotropik miokardium. Ini mungkin dicapai dengan digitalis atau agen – agen lain seperti dopamine dan dobutamin.
- Dengan menurunkan pramuatan (iaitu menurunkan tekanan vena). Ini mungkin dicapai dengan memberikan diuretic atau drug vasodilator yang mengumpulkan darah di dalam pembuluh periferai.
- Dengan menurunkan muatan susul. Ini mungkin diberikan oleh drug vasodilator yang menurunkan rintangan periferai atau dengan meredakan stenosis injap jika ada.

Kesan pelbagai cara rawatan yang berbeza ini ditunjukkan dan diperhatikan bahawa campuran kaedah mungkin menghasilkan keputusan yang lebih baik daripada sejenis rawatan sahaja. Perincian rawatan yang bergantung kepada bentuk kegagalan jantung dan keadaan klinikal akan dibincangkan.

### 3.11 KEGAGALAN JANTUNG KIRI AKUT.

Pesakit lebih baik ditegakkan dengan beberapa biji bantal. Jika keadaan mengizinkan, kaki pesakit hendaklah digantung (direndahkan) di tepi katil untuk



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

mbolehkan cecair edema dialirkan keluar dari paru – paru sebanyak yang mungkin.

Jumlah morfin 15 – 20 mg mestilah diberikan secara intraotot. Tindakanya dalam keadaan ini masih belum diketahui, tetapi sebahagian besar kesan baiknya mungkin disebabkan oleh tindakan sedatifnya yang menurunkan kegelisahan dan mengurangkan hiperventilasi. Ia juga merupakan kegelisahan dan mengurangkan hiperventilasi. Ia merupakan satu vasodilator dan merendahkan tekanan vena dan juga pramuatan.

Penurunan isipadu darah akan merendahkan tekanan vena, meredakan lebih pengisian jantung dan menghilangkan edema. Ia juga selalunya dicapai dengan pemberian diuretik dan frusemid 20 mg I.V adalah berkesan.

Aminofilin 250 mg secara intravena perlahan – lahan amat berguna terutamanya jika berlaku bronkospasma. Oksigen tulen mestilah diberikan jika diperolehi. Pengdigitalisan selalunya tidak diperlukan melainkan fibrilasi atrium tercepatdisyaki sebagai punca yang menyebabkan kegagalan ventrikel.

Langkah – langkah tersebut biasanya dapat melegakan pesakit yang mendapat serangan akut. Selepas itu, dia hendaklah dirawat seperti kegagalan jantung kongestif dengan rehat dan diuretik. Jika punca penyebabnya dapat diubah dengan rawatan, ia hendaklah dirawat terlebih dahulu. Untuk beberapa malam selanjutnya, ramai pesakit mengalami kesukaran untuk tidur dan satu agen hipnotik (nitrazepam 5.0 mg), biasanya dapat digunakan.



### 3.12 KEGAGALAN VENTRIKEL KANAN DAN KONGESIF.

Melalui rehat adalah penting dalam rawatan kegagalan jantung. Pesakit dijaga di katil dan dia mungkin bernafas dengan lebih mudah jika membongkok ke hadapan dengan tangan diletakkan di meja katil. Keadaan menegak ini dapat mengalirkan keluar cecair edema dari paru – paru dan meredakan dispnea. Jika katil yang dapat dilaraskan boleh didapati, pesakit boleh duduk dengan kaki direndahkan, dengan mana mengurangkan pulangan vena ke jantung, dapat melegakan lagi kongesi pulmonary. Pilihan lain adalah kerusi rehat yang berpenyandar tinggi, ramai pesakit mendapati ia amat menyelesaikan dan dapat berehat dan tidur dengan lebih mudah. Jika keadaan mengizinkan dia hendaklah dibenarkan berdiri untuk menggunakan kerusi. Rehat sepenuhnya tidak patut diteruskan melebihi beberapa hari melainkan untuk yang sakit teruk kerana ia mungkin menyebabkan komplikasi trombosis vena. Selanjutnya, pemulihan ke aktiviti sederhana secara perlahan – lahan mestilah dimulakan.

Diet yang diambil hendaklah daripada jenis makanan yang tidak berat dan mudah dihadamkan. Pengurangan garam yang banyak tidak dimestikan tetapi pada peringkat awal rawatan makanan yang tidak mengandungi garam hendaklah diberikan pada setiap kali makan. Pengambilan bendalir tidak perlu dikurangkan melainkan hiponatremia pencairan wujud.

Manakala rawatan profilaksis antikoagulan dengan heparin 5000 unit dua kali sehari secara suntikan subkutaneus mungkin digunakan untuk pesakit yang perlu rehat yang panjang.

Selain itu, adalah digitalis. Ia merupakan rawatan piawai untuk kegagalan jantung walaupun penggunaan diuretic yang berkesan telah mengurangkan



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

kepentingan digitalis. Ia amat berkesan dalam mengawal kegagalan jantung yang disebabkan oleh fibrilasi atrium tercepat. Penggunaannya dalam rawatan kegagalan jantung dengan irama sinus adalah kurang nyata walaupun ia boleh menghasilkan kesan inotropik pada awal rawatan, tetapi tiada bukti yang menunjukkan kesan ini berterusan selepas peringkat tersebut. Walaubagaimanapun bukti yang baik didapati pada pesakit irama sinus yang menerima rawatan drug ini untuk tempoh yang panjang, drug ini boleh diberhentikan tanpa memburukkan lagi keadaan pesakit. Terdapat beberapa persediaan digitalis yang digunakan. Kesemuanya mempunyai kesantindakan farmakologi yang sama, tetapi berbeza dalam kadar cepat masa mula, tempoh kesan dan nisbah dos oral yang terserap. Selepas penyerapan, digitoksin akan terikat kepada protein dengan banyak dan dimetabolismekan oleh hati. Oleh itu, pengumpulan tidak berlaku dalam kegagalan renal. Digoksin dikumuhkan dengan agak cepat oleh ginjal, dan retensi akan berlaku dengan gangguan fungsi renal.

| Persediaan | Cara pemberian | Kesan maksimum | Tempo separuh hayat | Peratus diserap dengan cara oral. |
|------------|----------------|----------------|---------------------|-----------------------------------|
| Digoksin   | IV oral        | 2 jam, 6 jam   | 40 jam              | 70 %                              |
| Digitoksin | IV oral        | 6 jam, 12 jam  | 5 hari              | 95 %                              |

Jadual 3.1 Persediaan yang sering digunakan.

## 3.13 TINDAKAN DIGITALIS PADA JANTUNG.

Dalam dos terapeutik, digitalis tidak mempunyai kesan pada jantung normal tetapi semasa kegagalan jantung ia akan memberikan kesan berikut :

- Penekanan pengaliran terhadap berkas His. Oleh itu, di dalam fibrilasi atrium ia dapat mengurangkan pengaliran impuls dari atrium ke



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

ventrikel dan kadar cepat ventrikel akan dilambatkan. Ini merupakan kesan terapeutik yang paling penting.

- Peningkatan daya pengucupan otot ventrikel.
- Melambatkan kadar cepat jantung melalui kesannya pada nodus sinoatrium. Sebahagiannya diberikan oleh saraf vagus dan sebahagian lagi tindakan langsung.
- Sebagai tambahan, digitalis menghasilkan depresi segmen S – T di dalam ECG.

Keadaan ini akan menghasilkan peningkatan keluaran jantung dan penurunan tekanan vena. Peningkatan aliran darah renal menyebabkan diuresis. Walaupun digitalis telah digunakan untuk semua jenis kegagalan jantung, kegunaan utamanya adalah untuk mengawal fibrilasi atrium tercepatkan dan kurang berguna dalam kegagalan jantung akibat anemia, miokarditis akut atau beri – beri.

Terdapat banyak skema dos digitalis. Kesemuanya bertujuan bagi memberikan dos muatan untuk menepukan otot jantung dengan drug diikuti dengan dos pengendalian untuk menggantikan kehilangan drug harian.

## 3.14 KEABNORMALAN IRAMA.

## 3.14.1 EKSTRASISTOL (DENYUT EKTROPIK).

Ekstrasistol atau lebih dikenali sebagai sistol pramatang adalah disebabkan oleh impuls kardium yang wujud pada satu tapak ektopik. Mungkin di atrium, nodus atrio – ventrikel atau d ventrikel. Disebabkan penguncupan yang berlaku adalah pramatang, ventrikel tidak terisi sepenuhnya dan mengakibatkan pengecilan gelombang denyut atau mungkin tidak boleh dipalpatkan pada pergelangan tangan. Denyut normal seterusnya akan jatuh pada tempoh refaktori. Oleh itu, penguncupan tidak berlaku. Semasa jeda, darah yang berlaku dengan memasuki ventrikel lebih banyak daripada normal dan denyut berikutnya berlaku dengan sangat kuat.



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

Ekstrasistol lazim berlaku dan kebanyakan orang mengalaminya pada satu ketika di sepanjang hidupnya. Kejadiannya meningkat dengan peningkatan umur; ia mungkin berlaku sekali – sekala atau mungkin sekerap setiap selang denyut. Irama ini dikenali sebagai denyutbigeminus atau denyut pasangan. Ia kerap diperhatikan apabila pesakit baring di katil pada waktu malam, walaupun hilang semasa senaman. Ia mungkin kelihatan selepas itu. Ia lebih kerap berlaku pada pesakit keletihan, ketakutan atau semasa demam. Pada sebahagian pesakit ia mungkin dikaitkan dengan penggunaan tembakau, kopi atau alkohol yang berlebihan. Ekstrasistol juga mungkin berlaku pada penyakit jantung.

Ramai pesakit yang gagal merasai ekstrasistolnya sendiri. Pesakit – pesakit lain mungkin bersungut seperti kehadiran satu tumbukan di dalam dadanya akibat pengucupan keras selepas jeda penggantian. Kadang – kadang kala pesakit dapat mengetahui jeda penggantian mengadu satu ‘denyut mengurang’ berlaku.

Ekstrasistol selalunya boleh didiagnoskan melalui denyut, iaitu apabila satu denyutpramatang diikuti oleh jeda boleh dirasai. Ekstrasistol berganda boleh disalah fahamkan dengan fibrilasi atrium. Walaubagaimanapun ekstrasistol akan hilang dengan senaman, sementara fibrilasi atrium menjadi lebih nyata. Kekeliruan juga boleh berlaku apabila ekstrasistol tidak boleh dikesan pada pergelangan tangan. Walau bagaimanapun ia selalunya boleh didengari pada askultasi jantung yang cermat.

Ekstrasistol itu tidak begitu penting. Kehadirannya memerlukan pemeriksaan yang cermat dan jika tiada keabnormalan yang didapati jaminan hendaklah diberikan dengan cepat. Jika ekstrasistol didapati semasa pemeriksaan lazim pada pesakit yang mempunyai jantung yang normal, pesakit selalunya tidak diberitahu.

Kadang kala ekstrasistol berganda pada pesakit jantung mungkin menandakan masa mula aritma yang lebih teruk. Contohnya, kejadian ekstrasistol ventrikular



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

selepas trombosis koronari. Kadang kala diikuti oleh fibrilasi ventrikel. Ekstrasistol ventrikel pada pesakit yang memakan digitalis dengan berlebihan akan menyebabkan denyut pasangan dan menandakan bahawa drug perlu diberhentikan untuk sehari dua.

Rawatan drug jarang diperlukan dalam ekstrasistol. Jaminan dan pencegahan faktor – faktor pencenderungan yang nyata biasanya mencukupi. Dan jika ekstrasistol sangat kerap dan menyusahkan, kuinidin dengan dos 200 mg tiga kali sehari atau propranolol 20 mg tiga kali sehari kadang kala dapat menghapuskannya untuk beberapa hari.

## 3.15 TAKIKARDIA.

Takikardia paroksismal dapat dikelaskan sebagai :

- Supraventrikular
- Ventrikular.

Takikardia Supraventrikular merupakan takikardia yang disebabkan oleh tapak oektopik di atrium atau nodus A – V tetapi lebih kerap disebabkan oleh fenomena kemasukan semula. Di sini nodus A – V diuja semula melalui pintasan tambahan. Oleh itu, pergerakan pusingan yang cepat akan dimulakan. Pintasan tambahan ini mungkin betul – betul berfungsi atau mungkin mempunyai asas anatomi seperti dalam sindrom Wolff Parkinson – White dan disebabkan oleh prapengujaan ventrikel dan sela P – R yang pendek di elektrokardiogram.

Serangan takikardia atrium selalunya tidak berkaitan dengan penyakit kardiak. Tetapi mungkin merupakan komplikasi tirotoksikosis dan kelebihan digitalis, alkohol atau kafeina. Ia selalunya bermula pada peringkat umur muda dan cenderung untuk berulang.



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

Takikardia Ventrikular adalah jenis yang selalu berlaku pada pesakit dengan penyakit miokardium dan merupakan gambaran infraksi miokardium yang kerap berlaku dan merbahaya. Serangan ulangan mungkin merumitkan penyakit iskemia jantung, kardiopati, tirotoksikosis dan kelebihan dos digitalis dan lebih cenderung berlaku dalam keadaan hipokalemia,

Ia timbul dari tapak ektopik pada ventrikel dan mungkin didahului oleh ekstrasistol ventrikular. Serangan takikardia proksimal bermula serta merta. Pesakit mungkin mengingati masa apabila jantungnya mula berdenyut dengan cepat. Takikardia mungkin ditunjukkan sebagai palpitasi atau sebagai flutter di dalam dada. Ia selalunya sekata. Kadang kala serangan boleh berlaku tanpa amaran dan pada ketika – ketika lainnya ia mungkin disebabkan oleh pergerakan serta – merta atau emosi. Serangan berekhir bila – bila masa dari beberapa saat ke satu atau dua hari dan kemudian berhenti dengan serta merta. Irama kembali kepada normal. Kadang kala ia diikuti oleh ekstrasistol. Ia mungkin berulang setiap beberapa jam atau hanya sekali atau dua kali seumur hidup.

Bentuk gangguan berbeza – beza. Sebahagian pesakit tidak terganggu oleh serangan, sementara yang lain merasa seperti hendak pitam atau mungkin mengadu tidak selesa atau mungkin rasa sakit angina pada dada. Pesakit jarang memberikan tanda kegagalan jantung semasa serangan, ia berlaku terutamanya jika serangan melebihi daripada sehari atau berpunca daripada penyakit jantung.

Prognosis takikardia paroksimal sama ada akut atau serangan berikutnya bergantung kepada adanya atau tidak punca penyakit jantung. Jika jantungnya sihat, prognosisnya amat baik walaupun paroksisme mungkin menyebabkan sedikit ketakutan atau distres.



Dalam merawat serangan takikardia paroksimal, tapak takikardia sama ada supraventrikular atau daripada ventrikular perlu diketahui. Ini dapat ditentukan dengan baiknya menggunakan elektrokardiogram. Gelombang vena yang cepat 'gelombang cannon' disebabkan oleh penguncupan atrium melawan injap atrioventrikular yang tertutup, ia menunjukkan takikardia supraventrikular. Perlambatan serta – merta yang dihasilkan oleh perangsang sinus karotid menunjukkan ia berpunca daripada supraventrikular.

Cara rawatan Takikardia Supraventrikular adalah bertujuan untuk menghentikan serangan dengan mengganggu aliran pusingan jika takikardia berpunca daripada memasukkan semula, atau dengan merencatkan tapak ektopik yang terdapat.

### 3.16 FLUTER ATRIUM.

Fluter Atrium kurang kerap berlaku. Ia selalunya berkaitan dengan penyakit jantung, reumatik, hipertensi atau penyakit koronari. Mekanisme flutter tidak diketahui kesemuanya. Selama ini ia dianggap sebagai akibat gelombang penguncupan yang berpusing di sekitar atrium, tetapi teori terbaharu mencadangkan bahawa ia akibat tapak mudah uja di atrium, menghasilkan denyutan dengan kadar cepat yang tinggi. Selalunya di antara 210 – 300 per minit. Ventrikel tidak berupaya untuk bergerak balas setiap dua, tiga atau mungkin empat kali penguncupan atrium.

Simptom fluter atrium berbeza – beza. Pesakit mungkin hanya mengadu simptom akibat asas penyakit jantung dan fluter hanya ditemui semasa pemeriksaan. Kadang – kala terdapat sungutan tentang palpitasi secara tiba – tiba. Pemeriksaan mungkin hanya menunjukkan sedikit penemuan, terutamanya apabila terdapat halangan jantung dan kadar cepat jantung hanya 80 seminit.

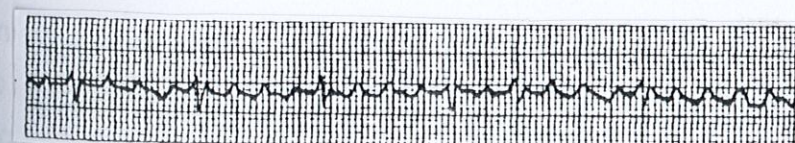


Perubahan tahap halangan jantung menghasilkan penggandaan atau pengurangan kadar cepat jantung menjadi setengah dengan cepat merupakan sifat – sifat fluter. Penurunan kadar cepat jantung menjadi separuh kadang kala boleh diaruhkan dengan menekan sinus karotid. Perbezaan berterusan dalam tahap halangan A – V sebahagian pesakit akan menyebabkan ketidakseragaman denyutan yang boleh dirasakan seperti dengan fibrilasi atrium. Irama yang kurang stabil di dalam fluter mungkin menyusahkan pesakit dan usaha hendaklah dijalankan dalam kebanyakan kes untuk menghasilkan irama yang lebih stabil.

ECG menunjukkan satu contoh fluter gelombang mata gergaji yang lazim (F) pada lebih kurang 300 seminit yang dapat diperhatikan dengan nyata pada dedawai II dan IV. Selalunya terdapat halangan A – V 2 : 1 atau 3 : 1.

Rawatan fluter bergantung sebahagian besarnya kepada asas penyakit jantung. Oleh itu, prognosisnya berbeza – beza. Flutter dirawat dengan menggunakan digitalis dos penuh. Ia selalunya menukarkan fluter kepada fibrilasi atrium. Jika digitalis diberhentikan, lebih kurang 40 % pesakit akan kembali ke irama sinus.

Selebihnya sama ada akan terus berfibrilasi atau kembali ke fluter. Keputusannya sama ada untuk meneruskan digitalis untuk selama – lamanya atau memulihkan irama sinus bergantung kepada penyakit jantung asasnya.



RAJAH 3.1 Elektrokardiogram menunjukkan fluter atrium dengan berbagai – bagi halangan.



### 3.17 FIBRILASI ATRIUM.

Fibrilasi atrium adalah aritmia jantung yang paling penting dan kerap berlaku. Kumpulan fiber otot di atrium menguncup secara sendiri pada kadar cepat di antara 400 – 500 seminit. Penguncupan ini dapat dilihat sebagai gelombang 'f' di dalam elektrokardiogram. Ia akan menyebabkan kehilangan keseragaman penguncupan atrium dan ventrikel dan kadarnya selalunya cepat. Ini akan memberikan tegangan yang lebih besar pada miokardium ventrikel dan mungkin menyebabkan kegagalan pada jantung yang telah cedera.

Fibrilasi atrium klasik dengan stenosis mitra atau tirotoksikosis selalunya berkaitan dengan penyakit jantung. walau bagaimanapun ia juga kerap berlaku pada pesakit arteri koronari, kardiomiopati, hipertensi dan kadang kala ia berlaku semasa demam akut. Ia juga boleh diperhatikan pada perikarditis konstriktif dan karsinoma bronkus yang melibatkan miokardium.

Kadang kala ia berlaku berikutan daripada kelebihan alkohol atau merokok dan selepas toraktomi. Kadang kala juga ia boleh berlaku tanpa sebab yang nyata. Ia mungkin paroksismal atau tetap. Fibrilasi atrium jarang berlaku dalam penyakit injap aortik dan dalam kebanyakn bentuk penyakit jantung kongenital.

Masa mula fibrilasi atrium mungkin berlaku tanpa disedari oleh pesakit. Pesakit lebih kerap mengadu palpitasi dan ketidak seragaman denyut. Kadang kala ia boleh berlaku secara mengejut. Ditandai oleh pitam dan kegagalan pengsan dan mungkin diikuti oleh kegagalan jantung akut. Diagnosis boleh disahkan dengan merasai denyut yang bersifat tidak seragam dari segi daya dan iramanya. Senaman akan membuat aritmia lebih nyat. Pemeriksaan selanjutnya selalunya akan menunjukkan tanda – tanda penyakit jantung asas.



Fibrilasi atrium poroksimal dan fibrilasi atrium tunggal, walaupun fibrilasi atrium selalunya dikaitkan dengan penyakit jantung, ia kadang kala didapati pada jantung yang normal. Pesakit ini mungkin mempunyai fibrilasi atrium poroksimal atau fibrilasi tetap. Kajian susulan pesakit tersebut menunjukkan bahawa prognosisnya adalah amat baik. Melainkan beberapa pesakit yang mendapatkan aritma pada usia lanjut atau mungkin menunjukkan bukti penyakit jantung asas.

ECG dicirikan oleh ketidakseragaman kompleks QRS dan kehilangan gelombang P dengan penggantian oleh gelombang fibrilasi kecil yang cepat. Rawatan bagi kebanyakan pesakit dengan atrium yang telah lama mempunyai penyakit jantung, mungkin berkaitan dengan kegagalan jantung, adalah lebih baik dirawat dengan digitalis. Kadang kala campuran satu penghalang  $\beta$  dengan digitalis dapat mengawal penyakit dengan lebih mudah. Tetapi ia hendaklah digunakan dengan berhati-hati pada pesakit yang mengalami kegagalan jantung.

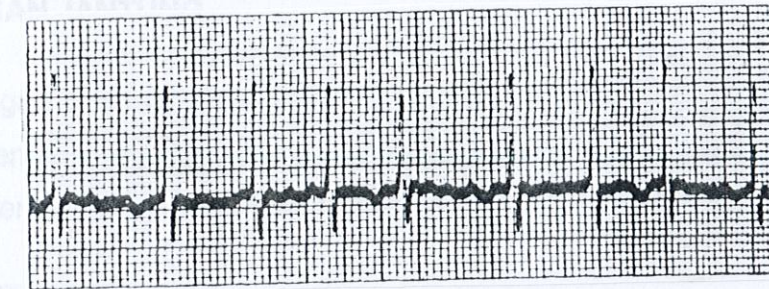
Pesakit dengan stenosis mitra dan fibrilasi atrium hendaklah diberikan antikoagulan untuk meminimumkan risiko embolus sistemik. Pesakit yang hanya mengalami fibrilasi sahaja dan mempunyai kadar cepat ventrikular yang lambat selalunya tidak memerlukan rawatan drug. Di dalam sekumpulan kecil pesakit dengan fibrilasi atrium, langkah – langkah haruslah diambil untuk memulihkan irama sinus. Ini berguna bagi pesakit yang tidak mempunyai penyakit jantung yang asas atau apabila tirotoksikosis telah diletakkan dan berikutan valvotomi mitra. Kegagalan jantung, semua tahap pembesaran jantung atau bukti – bukti lain penyakit jantung yang teruk dikontraindikasikan dengan pemulihan irama jantung.

Kehadiran fibrilasi atrium untuk tempoh melebihi beberapa bulan akan meningkatkan risiko embolisme apabila irama sinus dipulihkan. Kaedah pilihan



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

untuk memulihkan irama sinus adalah kardioversi dengan renjetan aliran terus. Sekarang drug jarang digunakan bagi tujuan ini.



RAJAH 3.2 Elektrokardiogram menunjukkan fibrilasi atrium.

Kardioversi elektrik adalah cara yang berguns dan selamat untuk memulihkan irama sinus pada aritmia supraventrikular dan pada takikardia ventrikular. Kardioversi mungkin perlu ditangguhkan pada pesakit yang diberikan digitalis hingga lebih kurang 48 jam selepas dos terakhir digitalis. Tetapi pemberian digitalis tidak dikontraindikasikan jika kardioversi diperlukan dengan serta merta. Pesakit dengan stenosis mitra atau sejarah tromboembolus mestilah diberikan antikoagulan terlebih dahulu untuk meminimumkan risiko embolus sistemik.

Kardioversi dijalankan di bawah anaestesis tindakan pendek dan renjetan pula diberikan serentak dengan strok ke bawah gelombang R daripada elektrokardiograf. Renjetan permulaan mestilah 100 joule dan jika ia gagal ia hendaklah ditingkatkan ke 200 joule dan jika perlu 400 joule. Renjetan mendepolarisasikan otot kardium membolehkan nodus sinoatrium berfungsi semula sebagai perentak kardium.

Walaupun bagaimanapun kardioversi berjaya digunakan pada 80 % pesakit fibrilasi atrium, lebih kurang 60 % daripadanya akan mengalami relaps dalam tempoh setahun pertama. Rawatan pengendalian dengan kuinidin oral 200 mg empat kal



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

sehari atau disopiramid 150 mg empat kali sehari dicampur dengan digokdin mungkin dapat menolong keadaan tersebut tetapi ia tidak selalu berkesan.

### 3.18 HALANGAN JANTUNG.

Halangan di dalam sistem konduksi mungkin berlaku sama ada di antara nodus S – A dengan atrium (halangan sinoatrium) atau di berkas His. Di antara atrium dengan ventrikel (halangan atrio – ventrikular).

#### 3.18.1 PENYAKIT SINOATRIUM.

Bradikardia sinus didapati pada ahli olahraga yang sihat. Sebagai komplikasi jaundis obstruksi dan peningkatan tekanan intrakardium. Ia mungkin juga berlaku hasil penyakit nodus itu sendiri dan dua sindrom boleh dikenal pasti.

Sinus terhenti dan halangan sinoatrium dan mungkin berlaku akibat fibrosis progresif pada nodus atau mungkin sebagai komplikasi infarksi miokardium. Selain itu, sindrom bradikardia – takikardia (sindrom sakit sinus) adalah bradikardia selang seli dengan takikardia supraventrikular atau fibrilasi atrium.

Serangan pening atau pita berlaku dengan bradikardia. Diagnosis mungkin tidak nyata kerana elektrokardiogram selalunya normal pada kebanyakan masa tetapi pengawasan elektrokardiogram untuk 24 jam mungkin berguna.

Apabila gangguan inimenyulitkan infarksi miokardium, ia dapat dilegakan dengan atropin 0.3 mg secara intravenus. Dalam kes yang kronik, penggunaan perentak mungkin diperlukan. Prognosis dengan perentakan adalah baik.



## 3.19 HALANGAN SEPARA.

Terdapat dua darjah halangan jantung separa :

- Pemanjangan sela P – R (halangan darjah pertama)
- Hilang denyut (halangan darjah kedua : halangan separa).

Gangguan aliran (konduksi) mungkin berlaku di bahagian atas sistem aliran di kawasan nodus A – V, dengan mana sistem berkas Hisnya normal, atau di bawah pembahagian berkas. Pemanjangan Sela P – R melebihi 0.2 saat. Ini merupakan penemuan elektrokardiograf dan tidak menghasilkan sebarang tanda – tanda fizikal. Hilang denyut terdapat dua jenis halangan jantung separa yang dapat menyebabkan hilang denyut iaitu :

- Mobitz jenis I. Halangan yang berada di bahagian atas sistem aliran sela P – R diperpanjangkan pada pusingan berturut – turut sehingga denyut itu hilang. Sela P – R pada denyut selepas itu pulih ke normal dan proses pemanjangan akan berulang – ulang.
- Mobitz jenis II. Halangan berada di bawah pembahagian berkas His. Sela P – R kekal tetap, tetapi terdapat kegagalan aliran A – V yang seragam dengan kehilangan denyut setiap pusingan kedua, ketiga atau banyak pusingan lagi.

Secara klinikal halangan jantung separa dapat didiagnoskan dengan memerhatikan kehilangan denyut yang seragam. Ia memerlukan pengesahan elektrokardiogram. Punca eletrofisiologi mungkin memerlukan kajian elektrokardiograf berkas His.



### 3.20 HALANGAN JANTUNG LENGKAP.

Atrium dan ventrikel menguncup secara tersendiri, rangsangan untuk penguncupan ventrikel timbul pada tapak ektopik yang mungkin ventrikular atau nodus. Jika perentak ventrikular berada di kawasan nodus A – V kadar cepat ventrikular adalah lebih kurang 50 denyut seminit dan kompleks QRSnya normal, menunjukkan penyerakan melalui sistem aliran. Jika ia terjadi di bahagian bawah sistem aliran, ia selalunya lebih lambat (30 – 40 denyut / minit) dan kompleks QRSnya diluaskan. Jantung selalunya agak membesar. Denyut jugular mungkin sekali sekala menunjukkan gelombang 'cannon' apabila penguncupan atrium terpaksa melawan injap trikuspid yang tertutup.

Kadang kala dengan askultori yang cermat, dapat didengari bunyi yang dihasilkan oleh atrium yang menguncup dan bunyi jantung pertama akan berbeza intensitinya bergantung kepada perbezaan sela antara penguncupan atrium dengan ventrikel. Punca halangan jantung mungkin kongenital (10 % daripada jumlah kes) dengan mana kes selalunya pada bahagian atas sistem aliran. Ia selalunya akibat degenerasi sistem aliran tanpa etiologi sebenar yang diketahui tetapi ia berkaitan dengan umur. Ia mungkin mengkomplikasikan demam reumatik, difteria dan kelebihan dos digitalis. Kecacatan aliran akut mungkin berlaku berikutan infarksi miokardium.

Gangguan aliran mungkin menghasilkan pelbagai simptom, selalunya hasil daripada bradikardiak atau jantung terhenti sementara. Ini termasuk serangan pening, pitam atau konvulsi. Ia amat cenderung berlaku pada pesakit tua dengan mana aliran serebrumnya mungkin telah terganggu. Pengawasan ECG untuk tempoh 24 jam amat berguna apabila diagnosis di curigai.



Prognosis halangan jantung bergantung kepada punca penyakitnya. Pada halangan jantung kongenital, masa depannya adalah baik dan ia tidak mempengaruhi umur hayat. Pada pesakit yang mempunyai penyakit jantung dan mengalami halangan A – B prognosisnya mestilah di kawal. Bagi pesakit dengan penyakit halangan jantung kongenital dan mereka yang tidak mempunyai simptom dengan mana halangan adalah di bahagian atas sistem aliran dan kadar cepat idioventrikular lebih kurang 50 denyut per minit selalunya tidak memerlukan rawatan. Mereka yang mempunyai kadar cepat yang lambat terutamanya yang mempunyai simptom yang sama akibat asistol sementara atau keluaran jantung yang rendah akibat bradikardia memerlukan perentakan. Pemilihan perentak adalah di luar bidang buku ini. Walaupun rawatan boleh dicuba dengan isopralin rembesan perlahan ( saventrine ) 30 mg setiap 8 jam, walaupun ia selalu tidak berjaya.

### 3.21 SERANGAN STROK ES-ADAMS

Pesakit akan pingsan semasa serangan Strokes-Adams disebabkan oleh anoksia serebrum akibat perhentian aliran. 50 % daripada kes ini diakibatkan oleh jantung terhenti, 25 % oleh takikardia ventrikular dan 25 % oleh fibrilasi ventrikular, semuanya menyebabkan penurunan keberkesanan pam jantung.

Jika ia diakibatkan oleh jantung terhenti ia selalu disebabkan oleh halangan jantung perolehan terutamanya jika iramanya tidak stabil dan berubah-ubah di antara halangan separa atau lengkap. Aliran terhenti berlaku akibat pelambatan pengecutan ventrikular apabila halangan lengkap terhasil dengan tiba-tiba. Pesakit menjadi biru dan denyutannya akan hilang dan bernafas dengan cepat dan dalam. Jika asistol berakhir lebih dari beberapa saat konvulsi akan berlaku. Jika denyutan jantung pulih dengan cepat pesakit akan merah mukanya dan sedar.



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

kembali. Serangan boleh berlaku dengan frekuensi yang berbeza-beza dan semuanya boleh menyebabkan kematian.

## 3.22 HALANGAN CABANG BERKAS

Selama ini berkas His dianggap terbahagi kepada dua cabang, kiri dan kanan yang membekalkan ventrikel berkenaan. Sekarang disedrai bahawa berkas His terbahagi kepada tiga, bahagian posterior kiri membekalkan bahagian posterior jantung kiri, bahagian anterior kiri membekalkan aspek anterior dan lateral ventrikel kiri dan satu bahagian kanan. Semua bahagian ini boleh tercedera secara terpisah oleh proses penyakit.

Halangan cabang berkas mungkin berlaku secara aktif berikutan infarksi kardium; ia juga mungkin akibat penyakit progresif sistem aliran etiologi yang tidak diketahui dan didapati pada kecacatan septum atrium. Halangan cabang berkas kanan mungkin berlaku pada jantung yang normal.

Halangan cabang berkas itu sendiri tidak menghasilkan sebarang simptom. Pemeriksaan akan menunjukkan punca penyakit jantung jika ada, sebagai tambahan halangan cabang berkas kanan menyebabkan pemisahan bunyi kedua jantung dengan luas dan tetap di kawasan pulmonari. Halangan cabang berkas hanya boleh didiagnosis dengan tepat dengan menggunakan elektrokardium.

Prognosis bergantung kepada penyakit jantung asasnya, selalunya ia tidak memerlukan rawatan. Kepentingan mengenali sistem aliran sebagai satu trifasikular kerana ia mungkin dapat menunjukkan perubahan yang menandakan kecederaan progresif pada sistem dan memberi amaran halangan lengkap menggunakan elektrokardium kerana risiko kehadiran asistol kardium adalah amat merbahaya. Ia amat penting terutamanya berikutan infarksi miokardium kerana asistol mungkin



dapat di cegah dengan menggunakan perentak.

Perubahan elektrokardium yang boleh diperhatikan adalah seperti berikut;

1. Halangan cabang berkas kanan menyebabkan peluasan gelombang S pada dedawai 1 dan pada dedawai permukaan ventrikel kiri dan gelombang R yang luas pada dedawai 3.
2. Halangan lengkap cabang berkas kiri menyebabkan peluasan gelombang R pada dedawai 1, VL dan keseluruhan ventrikel kiri dan gelombang S yang luas pada dedawai 3.
3. Halangan bahagian anterior berkas kiri menyebabkan penghasilan penyimpanan aksi kiri melebihi 60 darjah.
4. Halangan bahagian posterior berkas kiri menyebabkan penghasilan penyimpanan aksis kanan melebihi + 120 darjah.

Gabungan halangan cabang berkas kanan dengan halangan cabang berkas kiri samaada anterior atau posterior selepas infarksi miokardium selalunya memerlukan perentakan. Ia mempunyai prognosis yang buruk walaupun diberikan rawatan yang memuaskan.

Halangan terpencil cabang berkas kanan atau kiri selalunya tidak memerlukan perentakan melainkan terdapat sebab-sebab lain yang berkaitan.

### 3.23 SINDROM WOLFF – PARKINSON – WHITE.

Gangguan kongenital ini adalah akibat laluan tambahan yang menghubungkan atrium dengan ventrikel dan melintasi nodus A – V. gambaran utama sindrom ialah keabnormalan pada ECG dan kecenderungan terhadap aritmia atrium. ECG menunjukkan satu pemendekkan sela P – R (kurang 0.12 saat) dan kompleks QRS yang luas.



Tiga jenis aritmia yang terjadi :

- Takikardia supraventrikular akibat kemasukkan semula melalui laluan tambahan.
- Serangan fibrilasi atrium yang berbahaya kerana aliran menurun laluan tambahan selalunya tidak terhad seperti pada berkas His dan mungkin menghasilkan kadar cepat ventrikular yang cepat. Kejadian kematian meningkat dalam sindrom W – P – W.
- Kadang kala gangguan fungsi nodus sinoatrium boleh berlaku.

Rawatan sebahagian besarnya mengandungi rawatan aritmia yang berlaku. Takikardia supraventrikular akan memberikan gerak balas kepada verapamil intravenus selagikadar cepatnya tidak terlalu tinggi. Walau bagaimana pun, dalam fibrilasi atrium, kadar cepatnya mungkin sangat tinggi dan perencatan laluan tambahan yang perlu bertanggungjawab adalah diperlukan. Ini dapat dicapai dengan kardioversi elektrik atau dengan memberikan infusi disopiramid dengan kadar infusi disopiramid dengan kadar cepat 0.4 mg / kg / jam.

### 3.24 HIPERTENSI.

Boleh ditakrifkan tekanan darah yang normal dan sebutannya di sini tidak memberi sebarang makna. Purata tekaan darah untuk satu kumpulan yang sihat boleh didapati dan purata ini meningkat dengan umur, lebih kurang 120 / 80 pada umur 20 tahun dan meningkat ke lebih kurang 160/ 90 pada umur 60 tahun. Telah terbukti bahawa peningkatan tekanan darah dengan peningkatan umur semakin besar jika tekanan darah semasa mudanya tinggi.



Oleh itu, julat tekanan darah yang luas boleh didapati pada kumpulan orang yang sihat. bagi tujuan insurans nyawa dan pemeriksaan perubatan yang sepertinya, tekanan darah 150 / 90 selalunya digunakan sebagai julat tertinggi tekanan darah normal.

Tekanan darah juga berubah - ubah sepanjang sepanjang hari, paling tinggi ketika bangun pagi dan menurun semasa tidur. Pada subjek normal perbezaan diurnal adalah lebih kurang sistolik 30 mm Hg dan diastolik 10 mm Hg. Tekanan darah juga meningkat dengan emosi, senaman dan sejuk.

Pesakit yang tekanan darahnya berubah - ubah dengan besarnya dengan mana pada satu ketika 'normal' dan pada masa - masa lain meningkat dikenali sebagai mempunyai hipertensi labil. Ia selalunya cenderung untuk mengalami hipertensi berkekalan pada satu ketika nanti walaupun tiada terdapat banyak bukti yang ia benar - benar berlaku.

Untuk rawatan umumnya, pesakit dengan hipertensi labil lebih baik dianggap akan mengalami hipertensi kekal pada suatu hari kelak dan tekanan darahnya mestilah diperiksa pada sela - sela tertentu mungkin setiap tahun.

Hipertensi berpunca apabila tekanan darah melebihi paras normal bagi sesuatu kumpulan umur. Antaranya :

- Hipertensi perlu (80 %)
- Hipertensi berkaitan dengan penyakit renal (20 %).
- Punca - punca lain yang jarang - jarang berlaku.

-hipertensi berkaitan dengan penyakit endokrin, contohnya sindrom cushing, feokromositoma dan aldosteronisme primer (sindrom cohn).



### - Koarktasi aorta.

➤ Sebahagian kecil wanita yang mengambil pil kontraseptif akan mengalami hipertensi yang bebalik apabila pengambilan pil kontraseptif akan mengalami hipertensi yang berbalik apabila pengambilan pil diberhentikan.

➤ Toksemia semasa hamil.

Dengan terjumpanya peningkatan tekanan darah, penelitian sejarah pesakit yang mungkin memberikan maklumat untuk puncanya dan pemeriksaan klinikal yang lengkap adalah perlu. Perhatian teliti hendaklah diberikan terhadap sistem kardiovaskular, termasuk denyut femoral, retina dan air kencing. Adalah penting untuk mengetahui sama ada peningkatan tekanan darah itu kekal atau hanya merupakan hasil kegelisahan akibat berjumpa doktor. Jika tekanan darah didapati meningkat, bacaan hendaklah diulang selepas lima minit berehat dan jika masih meningkat dua bacaan lagi perlu didapati pada waktu yang berlainan. Pesakit hipertensi mestilah menjalani penyelidikan berikut :

- Sinar X – ray.
- Elektrokardiogram.
- Urea darah atau kreatinin
- Elektrolit serum.
- Lipid plasma.

Penyelidikan yang lebih meluas termasuk pielograf, penganggaran VMA air kencing dan ujian fungsi endokrin yang lain hanya diperlukan pada pesakit hipertensi muda yang tidak mempunyai sejarah keluarga atau apabila terdapat tanda klinikal punca – punca hipertensi lain.



## 3.25 HIPERTENSI ASAS.

Punca sebenar hipertensi asas tidak diketahui. Terdapat pelbagai pendapat yang mengatakan hipertensi asas. Ia merupakan kumpulan yang mewakili had teratas di dalam variasi tekanan darah di sekeluruhan populasi. Ia disyaki berkaitan dengan baka dan kerap didapati bukti hipertensi pada ayah atau ibu pesakit.

Faktor – faktor lain yang berkaitan termasuk stres, jumlah garam di dalam makanan dan aktiviti simpatetik yang berlebihan, tetapi perhubungannya masih belum terbukti. Walaupun keabnormalan fisiologi yang paling utama ialah rintangan periferai yang meningkat.

Tekanan darah mungkin berterusan tinggi untuk beberapa tahun tanpa mendatangkan sebarang simptom dan tanda sebenarnya jika paras tekanan melebihi 150 / 90 mm Hg. Ia dianggap abnormal. Sebahagian besar mereka yang berumur di negara ini mempunyai hipertensi perlu dengan mana kebanyakannya tidak mendatangkan sebarang bahaya untuk beberapa tahun. Ramai di antara mereka mati setelah lanjut usia disebabkan penyakit – penyakit lain.

Simptom dan tanda – tanda hipertensi sebenarnya disebabkan oleh kesan peningkatan tekanan darah terhadap sistem kardiovaskular dan jarang sekali terhadap ginjal. Komplikasi tersebut lebih kerap berlaku apabila tekanan darahnya tinggi dan hipertensi bermula semasamuda. Ia kerap berlaku pada lelaki dibandingkan wanita.



### 3.26 HIPERTENSI MALIGNAN (HIPERTENSI DICEPATKAN).

Hipertensi malignan adalah jarang berlaku dan dianggap sebagai gred hipertensi asas yang paling teruk. Walau bagaimanapun pandangan tersebut tidak diterima secara universal. Ia dicirikan oleh tekanan diastolik yang tinggi (selalunya melebihi 140 mm Hg). Perubahan besar pada arteri retina dengan papiloedema dan kegagalan renal progresif. Ia berlaku kebanyakannya kepada pesakit lelaki pada awal umur pertengahan.

### 3.27 RENIN DAN HIPERTENSI.

Renin dirembeskan daripada alat – alat jukstaglomerulus di ginjal. Ia bertindak pada globulin  $a_2$  yang beredaran untuk merembeskan angiotensin I yang seterusnya ditukarkan ke angiotensin II di paru – paru. Bahan tersebut dapat meningkatkan tekanan darah melalui dua cara :

- Vasokonstriksi
- Merangsang perembesan aldosteron oleh korteks adrenal yang dapat menyebabkan retensi natrium oleh ginjal dan oleh itu meningkatkan isi padu aliran.

Dalam hipertensi asas, pesakit dapat dibahagikan kepada kumpulan plasma renin rendah (30 %), plasma renin pertengahan (60 %) dan plasma renin tinggi (10 %). Paras renin dalam hipertensi asas tidak berkaitan dengan jumlah natrium atau kalium yang boleh ditukar ganti di dalam badan badan dan tahap kepentingan secara klinikal kumpulan tersebut masih belum diselesaikan.



Drug mungkin mengubah paras renin, diuretik dapat meningkatkan parasnya dan penghalang  $\beta$  dapat menurunkan parasnya. Walau bagaimana perubahan tersebut kelihatan tidak berkaitan dengan gerak balas terapeutik pesakit.

Dalam hiperaidosteronisme primer akibat adenoma adrenal. Terdapat paras plasma aldosteron yang tinggi dengan paras renin yang rendah disebabkan oleh supresi maklum balas. Jumlah natrium yang boleh ditukar ganti akan meningkat dan menurunkan bagi kalium. Dalam hiperaldosteronisme sekunder yang merumitkan hipertensi dicepatkan dan penyakit ginjal. Kedua – dua paras renin plasma dan aldosteron plasma akan meningkat.



Duga mungkin mengubah paras renin, diuretik dapat meningkatkan paranya dan pengaliran & dapat menurunkan paranya. Walau bagaimana perubahan tersebut kelihatan tidak berkaitan dengan gerak balas terapanik besar.

Dalam hiperaldosteronisme primer akibat adenoma adrenal. Terdapat paras plasma aldosteron yang tinggi dengan paras renin yang rendah disebabkan oleh supresi maklum balas. Jumlah natrium yang boleh dikeluarkan akan meningkat dan menurunkan bagi kalium. Dalam hiperaldosteronisme sekunder yang merumitkan hiperaldosteronisme dan penyakit ginjal. Kedua-dua paras renin plasma dan aldosteron plasma akan meningkat.

## BAB 4

# HEART-LUNG MACHINE



## BAB 4 MESIN HEART LUNG.

### BAB 4.1 PENGENALAN MESIN HEART LUNG.

Salah satu perubahan dalam perubatan adalah direka dan penapisan atau membawa (mutu) bagi edaran yang tidak asli. Juga diketahui bypass 'Heart lung'. Usaha membawa konsep bagi ini ke dalam realiti wujud dekad yang lalu. Salah satu rakyat Amerika yang terkenal, Charles Lindbergh adalah sebahagiannya bertanggungjawab untuk pembinaan yang mungkin bagi edaran yang tidak asli. Tahun selepas membuka jalan penerangan 'trans - atlantic', pasukan Lindbergh dengan Dr. Alexis Carrel, perintis paling utama bagi pembedahan vaskular. Dua antara mereka telah saling berminat dalam memperolehi jalan untuk meletakkan oksigen dalam aliran darah. Oksigen yang asli akan tukar alat dibuat memastikan ia boleh jadi untuk mesin untuk melaksanakan fungsi bagi paru - paru manusia.

Lain - lain saintis yang berani, Dr. John H. Gibbons Jr. (imej pada kanan) meneruskan kejayaan bagi edaran yang tidak asli untuk hampir 3 dekad dalam makmalnya di Kolej Perubatan Jefferson di Philadelphia.

Dr. Gibbons adalah dipercayai dengan pembinaan klinikal pertama yang berjaya bagi 'Heart Lung'. Ia dilaksanakan dengan kejayaan yang pertama digunakan untuk edaran yang tidak asli dalam manusia pada 6 May 1953 di mana beliau menutup liang antara ruang atas jantung pada gadis berumur 18 tahun. Pada mulanya mesin Gibbon ini adalah besar, rumit dan susah untuk diuruskan. Elemen darah akan rosak dengan tindakan mesin ini, menyebabkan masalah peredaran dan merosakkan kegunaan bagi sel darah merah. Walau bagaimana pun dalam pandangan bagi kebolehan untuk membenarkan pembedahan yang dilakukan di dalam jantung manusia untuk pertama kali, bahagian ini kesan bagi bypass 'Heart lung' yang dapat diterima. Perlahan - lahan keselamatan dan



## LAPORAN PROJEK (E 519)

keselesaian menggunakan peralatan heart lung dapat dibaiki. Pada bahagian tertentu trauma minimal darah sehingga kebiasaannya tempoh menyokong 'Heart lung'. Ia membenarkan pakar bedah untuk menggunakan teknologi ini dengan baik. Mendapatkan keseluruhan keputusannya. Ia sekarang lazimnya untuk pakar bedah untuk memberhentikan degupan jantung sama ada untuk beberapa jam sehingga edaran dikekalkan dengan baik, komersial memilih peralatan sokongan bypass 'Heart Lung'.

Kepentingan mesin 'Heart lung' ini (juga diketahui pam – oksigenator atau bypass cardiopulmonari) adalah sebenarnya sama sekali mudah. Darah biru (tiub) keluar dari ruang jantung atas adalah salur keluar (dengan siphon graviti) ke dalam takungan. Dari situ darah dipam melalui paru – paru yang tidak asli. Komponen ini direka untuk mendedahkan darah kepada oksigen. Darah melalui paru – paru yang tidak asli (juga diketahui oksigenator), darah datang dalam sentuhan permukaan luar yang elok pada peralatan itu sendiri. Gas oksigen adalah dihantar ke permukaan sempadan antara darah dan peralatan membenarkan sel darah untuk diserap secara terus-molekul oksigen. Sekarang darah merah dalam warnanya menunjukkan ia kaya dengan kandungan oksigen dikehendaki di hantar ke pelbagai tisu badan. Akhirnya, mesin 'Heart lung' dengan giatnya mengepam darah merah kembali ke pesakit, darah merah pergi ke badan, darah biru (tiub) kembali dari badan dan ditakungan ke dalam paru – paru untuk menyempurnakan peredaran.

Mesin 'Heart lung' yang moden, adalah sebenarnya lebih maju dan serba boleh berbanding dengan penerangan yang diberikan. Dalam keadaan ini, pam – oksigenator boleh melakukan nombor bagi lain – lain tugas perlu untuk kesempurnaan yang selamat untuk pembedahan 'Open – Heart'. Pertama sebarang darah yang mana terlepas dalam edaran dan jatuh ke dalam kawasan pembedahan jantung boleh kembali dan disedut ke pam. Sifat ini boleh jadi sebab darah dibalas tidak mampu untuk gumpal dengan dos yang besar heparin. Kembali darah dibiarkan ke dalam mesin 'Heart lung' sangat memelihara darah



## LAPORAN PROJEK (E 519)

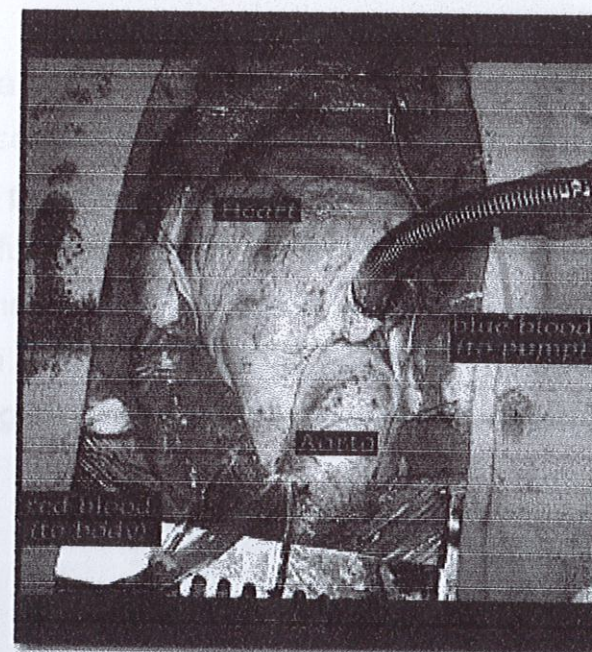
pesakit yang disimpan semasa pembedahan. Kedua, suhu badan pesakit boleh dikawal dengan berhati – hati memilih 'cooling atau heating' darah. Ia bergerak melalui mesin 'Heart lung'. Demikian pakar bedah boleh menggunakan suhu rendah badan pada peralatan yang memelihara fungsi pada jantung dan lain – lain keperluan organ sehingga tempoh bagi edarannya. Dan pam bypass boleh disambung dalam mana – mana ubatan atau perubatan dan anestetik yang boleh diberikan. Dan cara ini, ubatan yang sampai ke pada pesakit hampir serta merta dengan mudah dijumlahkan semua ke dalam darah pada takungan 'Heart lung'.

Untuk memulakan bypass 'Heart lung', pakar bedah mesti pertama melemahkan sistem badan pesakit. Darah pesakit boleh disalurkan segera dengan mendedahkan kepada tiub plastik dan permukaan luar mesin 'Heart lung' itu sendiri. 'Anticoagulation' adalah sesuai dengan pertama yang bertindak dengan kuasa anticoagulant yang dipanggil heparin. Satu gumpalan adalah melemahkan dikeluarkan satu tiub besar yang ditempatkan di atas ruang pada jantung (dipanggil atrium kanan) . Tiub salur keluar darah biru dari pesakit ke dalam mesin 'Heart lung'. Kemudian tiub kecil adalah diletakkan ke dalam sistem arterial jadi darah merah boleh kembali ke pada badan pesakit. Di mana ia diperlukan. Bahagian yang penting untuk tiub ini adalah dalam aorta (hanya di atas tempat di mana vena yang dipindahkan pada anggota lain dapat disambungkan). Gambar di bawah standard tiub 'Heart lung' (juga diketahui Cannulae) selepas ia dimasukkan ke dalam pesakit mengalami CABG, tetapi sebelum edaran tidak asli boleh dikukuhkan.

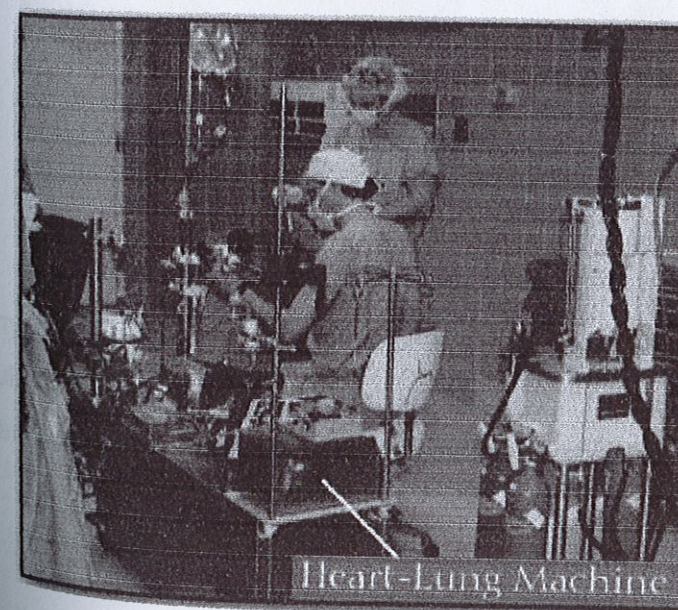


pesakit yang disambung semasa pembedahan. Kedua, suhu badan pesakit boleh dikawal dengan bererti – iaitu memilih 'cooling atau heating' darat. Ia bergerak melalui mesin 'Heart lung'. Demikian pakar bedah boleh menggunakan suhu rendah badan pada peralatan yang memelihara fungsi pada jantung dan lain – lain keperluan organ sehingga tempoh bagi edarannya. Dan pam bypass boleh disambung dalam mana – mana ubatan atau perubatan dan anestetik yang boleh diberikan. Dan cara ini, ubatan yang sampai ke pada pesakit hampir sama mana dengan mudah dijumpaikan semua ke dalam darah pada takungan 'Heart lung'.

Untuk memulakan bypass 'Heart lung', pakar bedah mesti pertama memulakan sistem badan pesakit. Darah pesakit boleh disalurkan segera dengan mendedahkan kepada sub plastik dan permukaan luar mesin 'Heart lung' itu sendiri. 'Anticoagulation' adalah sesuai dengan pertama yang bertindak dengan kuasa anticoagulant yang dipanggil heparin. Satu gumpalan adalah memulakan dikeluarkan satu tiub besar yang ditempatkan di atas ruang pada jantung (dipanggil atrium kanan). Tiub salur keluar darah dari pesakit ke dalam mesin 'Heart lung'. Kemudian tiub kecil adalah diletakkan ke dalam sistem arterial jadi darah merah boleh kembali ke pada badan pesakit. Di mana ia diperlukan. Bahagian yang penting untuk tiub ini adalah dalam corot (hanya di atas tempoh di mana vena yang dipindahkan pada anggota lain dapat disambungkan). Gambar di bawah standard tiub 'Heart lung' juga dikenali Cannulae) selepas ia dimasukkan ke dalam pesakit mengahami CABG, tetapi sebelum edaran tidak asli boleh dikurangkan.

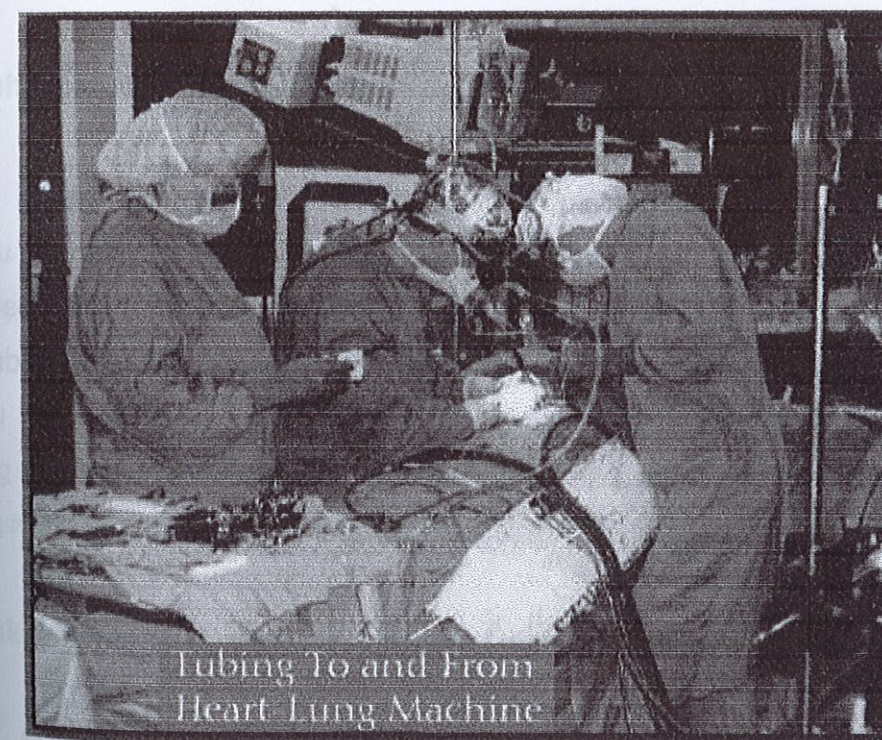


Salah satu 'Cannulae' diletakkan di dalam pesakit dan dibuat penyambungan pada mesin 'Heart lung' (melalui tiub plastik penyambung) mesin boleh sekarang mengambil alih aktiviti pam pada jantung dan oksigen dialihkan aksi pada paru – paru seperti dinyatakan di atas. Gambar betul – betul mesin 'Heart lung' dan ia dipasang peralatan adalah senang dilihat.





Semasa tempoh bagi peredaran yang tidak asli, mesin adalah diperhatikan pada setiap masa dengan jumlah teknik khas yang dipanggil 'perfusionist'. Perseorangan yang tinggi dilatih dalam semua aspek bagi edaran yang tidak asli dan peralatan yang rumit. Setiap pembedahan jantung yang perlu diusahakan dan 'perfusionist' dilatih untuk mengurus semua aspek pada mesin 'Heart lung'. Semasa masa bagi edaran yang tidak asli. 'Perfusionist' memastikan fungsi pada pam dan juga mengetuai penghantaran darah kembali pada pesakit. Kandungan oksigen dalam darah dan lain – lain parameter penting.



Tubing To and From  
Heart Lung Machine

Dalam rajah ini, ia senang untuk dilihat tiub plastik yang digunakan untuk menyambung pada mesin 'Heart lung' pada pesakit semasa pembedahan batul – betul. Pakar bedah membaikpulih jantung, 'perfusionist' memastikan pengaliran darah yang kaya oksigen pada badan yang rehat.



Selepas juruteknik pada pembedahan jantung yang sempurna, jantung berdegup dikembalikan kekuatan jantung itu sendiri. Pengecutan diperolehi kuat dan betenaga. Mesin 'Heart lung' boleh dikeluarkan. Kemudian tiub akan diubahkan atau digerakkan daripada peredaran pesakit dan 'anticoagulation' ubatan adalah dibezakan dengan dadah 'antidole' yang dipanggil 'protamine'.

## 4.2 BYPASS CARDIO PULMONARI.

### 4.2.1 PERFUSIONIST DAN MESIN HEART LUNG.

#### Bahagian mesin Heart lung yang manakah yang berfungsi?

Dalam arahan untuk pakar bedah untuk melakukan pembaikpulihan jantung perlu melakukan kira – kira kosong dalam kes, ia perlu dihentikan untuk sementara . ini bermaksud ia untuk satu tempoh yang pendek. Semasa pembedahan darah yang mana edaran yang normal melalui jantung dan paru – paru tidak boleh lakukan. Ia memberi pakar bedah keadaan yang baik di bawah yang mana untuk membedah. Jadi jantung dan paru – paru adalah tidak berfungsi. Mesin 'Heart lung' akan mengambil alih. Ini disebut bypass 'Cardio – pulmonari'.

#### Apakah yang dilakukan oleh Mesin 'Heart lung'?

Mesin 'Heart lung' adalah sangat sofistikated rekaan mesinnya adalah untuk :

- Mengambil alih tugas jantung – dan jadi ia mengepam darah keseluruhan badan.
- Mengambil alih tugas paru – paru – jadi ia mencampurkan oksigen dalam darah dan membuang karbon dioksida.

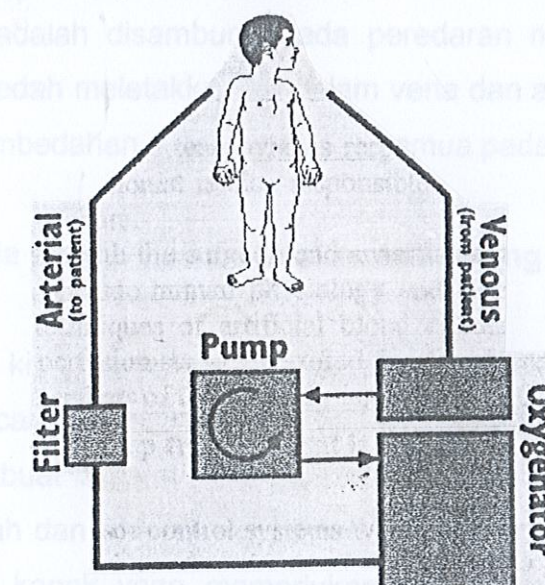


## LAPORAN PROJEK (E 519)

## Apa yang tepat dibuat oleh mesin 'Heart lung'?

Mesin ini sendiri mempunyai 4 pam darah yang tepat. Dalam penambahan, ia mempunyai alat pemanas atau penyejuk untuk kawal suhu dan unit mikropemproses persendirian yang mana mengetahui dan mengawal suhu pesakit. Gas yang dibekalkan dan sistem keselamatan.

Dibawah adalah diagram bagi peredaran yang ditunjukkan pada keadaan pesakit, oksigenator, pam dan filter.



Pam mengambil alih kerja yang dilakukan oleh jantung dan pam darah melalui oksigenator dan kembali ke pesakit.

## Apakah yang terdapat pada mesin (asas)?

Bahagian daripada mesin, kita menggunakan oksigenator yang boleh dibuang dan tiub peredaran yang boleh dibuang dari mesin 'Heart lung'. Fungsi oksigenator adalah sama dengan paru – paru pesakit dan untuk masa semasa pembedahan boleh disesuaikan dengan paru – paru. Darah mengalir melalui



Apa yang tepat dibuat oleh mesin 'Heart lung'?

Mesin ini sendiri mempunyai 4 parti dalam yang tepat. Dalam pembedahan ia mempunyai alat pemamasa atau penyujuk untuk kawal suhu dan untuk proses pengaliran yang mana mengawal dan mengawal suhu pesakit. Gas yang dibekalkan dan sistem keselamatan.

Dibawah adalah diagram bagi peredaran yang ditunjukkan pada keadaan pesakit, oksigenator, pam dan filter.

Pam mengambil alih kerja yang dilakukan oleh jantung dan pam darah melalui oksigenator dan kembali ke pesakit.

Apakah yang terdapat pada mesin (asas)?

Bagian daripada mesin, kita menggunakan oksigenator yang boleh dibuang dan tiub peredaran yang boleh dibuang dari mesin 'Heart lung'. Fungsi oksigenator adalah sama dengan paru – paru pesakit dan untuk masa semasa pembedahan boleh disesuaikan dengan paru – paru. Darah mengalir melalui

oksigenator, oksigen boleh dicampur dengan darah. Dan karbon dioksida boleh dibuang dan tahap yang sesuai untuk setiap gas dapat dikawal.

Oksigenator juga mengawal penukar haba, yang mana membenarkan suhu darah dan suhu pesakit diubah. Peredaran yang dibuat daripada tiub plastik khas dan dibentuk pada mesin 'Heart lung'. Pengaliran darah dari pesakit ke oksigenator dan kemudiannya dipam kembali ke pada peredaran pesakit. Peredaran mengawal filter darah. Kita menjaga peredaran sangat singkat. Dan juga mesin 'Heart lung' adalah kanan pada meja pembedahan.

Pesakit adalah disambung pada peredaran melalui cannulae plastik yang mana pakar bedah meletakkan ke dalam vena dan arteri berdekatan jantung pada permulaan pembedahan dan membuang semua pada akhirnya.

Apakah jenis benda yang berlaku sewaktu disambung pada mesin 'Heart lung'?

Pertama kita memenuhi edaran tiub dengan cecair yang dipanggil cecair 'Primiting'. Cecair ini mengeluarkan semua udara dalam edaran, oksigenator dan filter dan membuat ia bebas dari gelombang (bubble). Cecair ini adalah campuran peredaran darah dan jenis cecair saline. Penderma darah adalah perlu sebab saiz bagi kanak – kanak yang memerlukan bypass 'Cardio – pulmonari' dan juga jumlah yang diperlukan untuk memenuhi peredaran. Hampir semua kanak – kanak yang mana kurang berat daripada 16 kg, memerlukan sedikit pendermaan darah (umumnya 500 ml/s) untuk tiub edaran yang asas.

Semasa bypass 'Cardio – pulmonari' kita perlu untuk memilih mengawal suhu pesakit. Dalam pembedahan jantung, kita menyejukkan pesakit dalam arahan untuk perlahan dan mengawal perjalanan dalam badan yang menggunakan oksigen. Tahap bagi penyejukan boleh di tentukan dengan jenis pembedahan dan suhu badan dikawal dengan mengubah salur darah dalam oksigenator.



Oksigenator, oksigen boleh dicampur dengan darah. Dan karbon dioksida boleh dibuang dan tahap yang sesuai untuk setiap gas dapat dikawal.

Oksigenator juga mengawal penunjuk darah, yang mana membolehkan suhu darah dan suhu pesakit diubah. Peredaran yang dibuat daripada tiub plastik khas dan dibentuk pada mesin 'Heart lung'. Pengaliran darah dari pesakit ke oksigenator dan kembalinya dipam kembali ke pada peredaran pesakit. Peredaran mengawal filter darah. Kita menjaga peredaran sangat singkat. Dan juga mesin 'Heart lung' adalah kerana pada masa pembedahan.

Pesakit adalah disambung pada peredaran melalui cannula plastik yang mana pakar bedah meletakkan ke dalam vena dan arteri berdekatan jantung pada permukaan pembedahan dan membuang semua pada akhirnya.

Apakah jenis benda yang berlaku sewaktu disambung pada mesin 'Heart lung'?

Pertama kita mempunyai edaran tiub dengan cecair yang dipanggil cecair 'Priming'. Cecair ini mengeluarkan semua udara dalam edaran, oksigenator dan filter dan membuat ia bebas dari gelombang (bubble). Cecair ini adalah campuran peredaran darah dan jenis cecair saline. Pertamanya darah adalah penuh dengan saiz bagi kanak-kanak yang memerlukan bypass 'Cardio - pulmonari' dan juga jumlah yang diperlukan untuk memenuhi peredaran. Hampir semua kanak-kanak yang mana kurang berat daripada 18 kg memerlukan sedikit peredaran darah (umumnya 500 ml) untuk tiub edaran yang asas.

Semasa bypass 'Cardio - pulmonari', kita perlu untuk memilih mengawal suhu pesakit. Dalam pembedahan jantung, kita menunjukkan pesakit dalam keadaan untuk bertahan dan mengawal peredaran dalam badan yang menggunakan oksigen. Tahap bagi penyediaan boleh di tentukan dengan jenis pembedahan dan suhu badan dikawal dengan mengubah suhu darah dalam oksigenator.

Semasa mengakhiri bypass 'Cardio - pulmonari' kita memanaskan pesakit untuk menyelamatkannya untuk kembali kepada suhu normal.

Jadi siapa yang menggerakkan mesin 'Heart lung'?

'Perfusionist' adalah kumpulan yang mana bertanggungjawab untuk menggerakkan atau menghidupkan mesin 'Heart lung'. Semasa pembedahan 'cardiac', 'perfusionist' juga bertanggungjawab untuk membuat pilihan dan menentukan komponen edaran untuk sebarang prosedur.

'Perfusionist' bekerja dengan sangat rapat dengan pakar bedah dan anestetik dan adalah saintis yang berkemahiran dengan kelayakan yang ketiga yang mana termasuk psikologi dan kaji hayat dan juga adalah lebih latihan khas dalam teknik bagi edaran darah sementara. Umumnya di ketahui saintis 'Perfusionist'. Semasa 'Perfusionist' adalah disahkan oleh 'Australasian Board of Cardio - vascular Perfusion' dan ahli pada pertubuhan 'Australasian Society of Cardio - Vascular Perfusion'.

Bagaimana 'Perfusionist' menjaga bekas dan apa yang berlaku pada peredaran pesakit?

Kita mengawal sistem mikropemproses yang mana ditunjukkan dan membantu dalam peraturan pada suhu dan tekanan dalam edaran. Ia juga mengetuai yang mana berterusan menunjukkan atau memaparkan tahap oksigen dalam darah. 'Perfusionist' mengambil contoh darah asal untuk ujian kaji hayat dan ujian darah. Penganalisa adalah dibahagikan mesin 'Heart lung'. ECG pesakit dan tekanan darah akan ditunjukkan pada monitor televisyen yang dipasang pada mesin 'Heart lung'. Peralatan itu sama pemasangan pada kokpit kapal terbang.

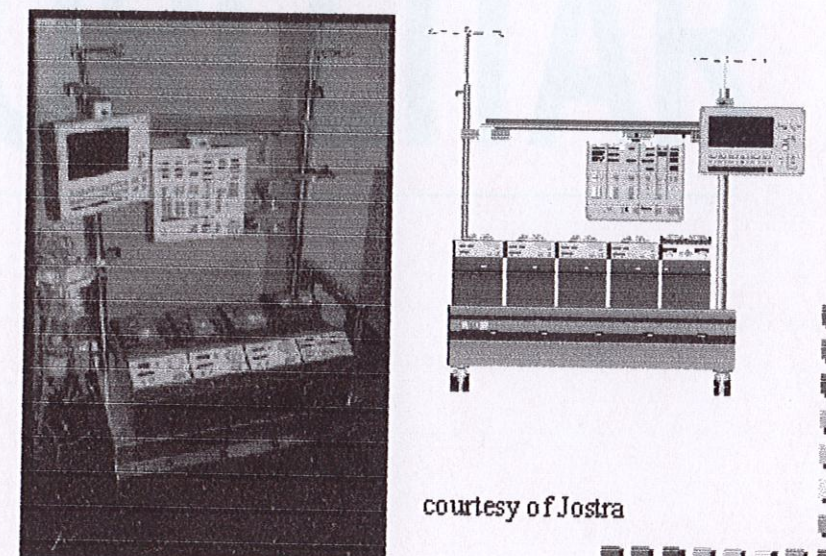


# LAPORAN PROJEK (E 519)

Apabila pakar bedah selesai kerja – kerjanya, pasukan beres jantung dan paru – paru boleh mengambil alih mesin 'Heart lung', 'Perfusionist' akan perlahan – lahan menanggalkan pesakit dan pakar bedah membuang 'Cannulae'.

Sekarang anda ketahui sedikit mengenai bypass 'Cardio – Pulmonary' dan pembedahan anak anda. Kita ketahui antara 400 – 500 pembedahan bypass 'Cardio – Pulmonary' setiap tahun.

## Example of Heart-Lung Machine



courtesy of Jostra

EE 5340, SMU Electrical Engineering Department © 1997

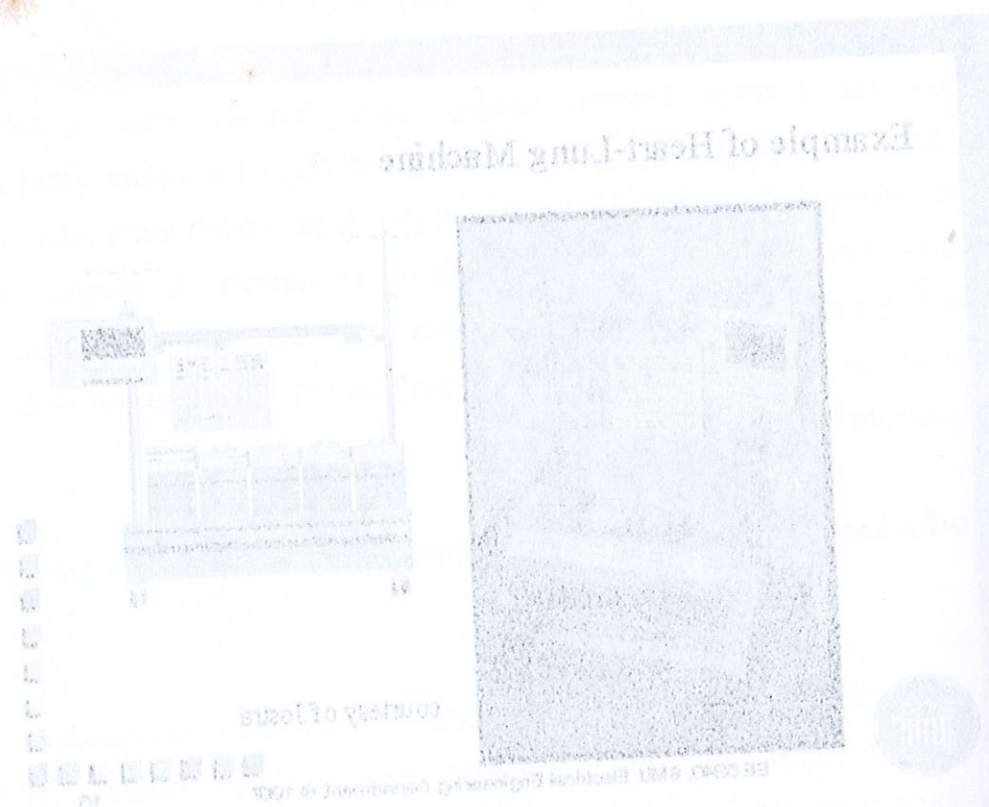
15

Gambarajah 1 menunjukkan contoh Mesin Heart Lung.



Apabila pakar bedah selesai kerja -- kerjanya, pasukan perasa jantung dan paru -- paru boleh mengambil alih mesin 'Heart Lung', 'Perfusionist' akan perhatian -- latihan menanggalkan pesakit dan pakar bedah membuang 'Cannulae'.

Sekarang anda ketahui sedikit mengenai bypass 'Cardio -- Pulmonary' dan pembedahan anak anda. Kita ketahui antara 400 -- 500 pembedahan bypass 'Cardio -- Pulmonary' setiap tahun.



Gambaran 1 menunjukkan contoh Mesin Heart Lung.

## BAB 5

# TEORI LITAR



## BAB 5 TEORI LITAR.

### 5.1 : LITAR BEKALAN KUASA

Litar ini berfungsi sebagai litar yang membekalkan bekalan kuasa elektrik yang berkuasa sebanyak AC/DC 24V output sebanyak (0.6/1.5A) dan Pelaras kuasa sebanyak AC/DC 24V output sebanyak (0.6/1.5A). Litar ini juga bertujuan sebagai pelaras bagi kuasa yang dialirkan keluar melalui motor kawalan atau motor pam yang telah membekalkan sebanyak 12V. Oleh yang demikian, kelajuan motor ini akan dapat dikawalkan dengan mudah dengan melaraskan sahaja kawalan pada kawalan motor dan juga tombol kawalan motor yang telah dipasangkan pada litar kawalan bekalan kuasa.

Litar ini penting bagi mengawal pengaliran kadar darah atau kadar aliran dan juga kadar kelajuan yang hendak dikawal oleh setiap mesin pam yang digunakan oleh pengaliran mesin tersebut. Kaedah untuk memilih kadar kelajuan motor adalah dengan melaras tombol kawalan dari 0 hingga 24V dan ini akan mengawal kelajuan motor yang akan bertanggungjawab mengepam seberapa laju dan kapasiti darah atau sebarang cecair tersebut.

Litar pelaras bekalan kuasa ini akan disambungkan melalui bekalan kuasa sebenar atau 'main power supply converter AV/DC'. Main power supply ini adalah digunakan untuk disambungkan pada regulator power supply ini kerana ia boleh memainkan peranan sebagai pelaras dan pemilihan kadar aliran yang digunakan untuk melaksanakan motor pam ini.



## BAB 2 TEORI LITAR

## 2.1 LITAR BEKALAN KUASA

Litar ini berfungsi sebagai litar yang membekalkan bekalan kuasa elektrik yang berkuasa sebanyak AC/DC 24V output sebanyak (0.6A/2A) dan Pelatas kuasa sebanyak AC/DC 24V output sebanyak (0.6A/2A). Litar ini juga berfungsi sebagai pelatas bagi kuasa yang dialirkan keluar melalui motor kawalan atau motor pam yang telah membekalkan sebanyak 12V Oleh yang demikian, kejayaan motor ini akan dapat dikawalkan dengan mudah dengan melancarkan sahaja kawalan pada kawalan motor dan juga tombol kawalan motor yang telah dipasangkan pada litar kawalan bekalan kuasa.

Litar ini penting bagi mengawal pengaliran kadar darjah atau kadar aliran dan juga kadar kelajuan yang hendak dikawal oleh setiap mesin pam yang digunakan oleh pengaliran mesin tersebut. Keadaannya untuk memilih kadar kelajuan motor adalah dengan melaras tombol kawalan dan 0 hingga 24V dan ini akan mengawal kelajuan motor yang akan berhubungjawab mengedap seberapa laju dan kadar darjah atau seberapa cecair tersebut.

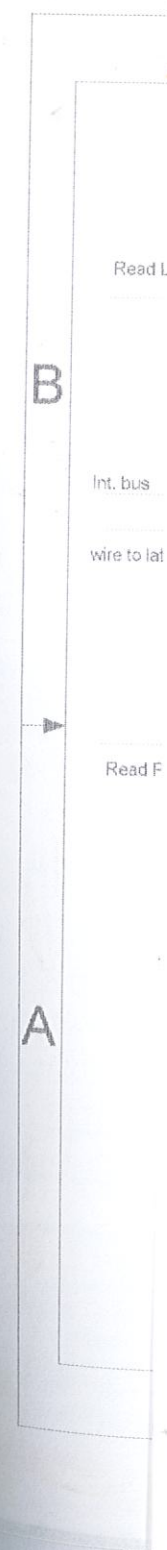
Litar pelatas bekalan kuasa ini akan disambungkan melalui bekalan kuasa seperti atau main power supply converter AVDC. Main power supply ini adalah digunakan untuk disambungkan pada regulator power supply ini kerana ia boleh memberikan peranan sebagai pelatas dan pemilihan kadar aliran yang digunakan untuk melaksanakan motor pam ini.

## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

Dalam melaksanakan litar kawalan kuasa ini, ia menggunakan pelbagai jenis komponen elektronik yang dapat menjadikan litar ini berfungsi sebagai sebuah litar yang dapat menjanakan pelarasan kuasa pada sesebuah motor atau komponen elektrik yang lain. Antara komponen elektronik yang digunakan dalam litar ini adalah seperti berikut yang akan dilampirkan dan dinyatakan pada helaian sebelah.



Dalam melaksanakan litar kawalan kuasa ini, ia menggunakan pelbagai jenis komponen elektronik yang dapat menjadikan litar ini berfungsi sebagai sebuah litar yang dapat menjalankan pelarasan kuasa pada sesebuah motor atau komponen elektrik yang lain. Antara komponen elektronik yang digunakan dalam litar ini adalah seperti berikut yang akan diilustrasikan dan dinyatakan pada helaian setelah.





№ 42729

CASH SALE



**太平洋無線電(馬)有限公司**  
**PACIFIC RADIO (M) SDN BHD**  
(Co. No. 16370-U)

(Co. No. 16370-U)  
No. 80, Jalan Pasar, Pudu, 55100 Kuala Lumpur, W. Malaysia.  
Tel: (03) 9221 8631 (6 lines), 9221 4216, 9222 3867  
Fax: (03) 9221 8630, 9223 4109....E-mail : pacificradio@po.jaring.my

Head Office : **PACIFIC ELECTRONICS (S) PTE LTD**

**E-mail** : [pespl@singnet.com.sg](mailto:pespl@singnet.com.sg)  
**Website** : <http://www.pacific-electronics.com>

**raaco sanwa**




m. Cast

— *Kuala Lumpur.*

20 85

[illegible]

Please check and see if the above is correct as goods sold and delivered are not subject to return.  
貨經出門，概不退換。

SYAMSUL BAKHTIAR BIN ESA ( 508 DEU 00).  
NORLIDA BINTI KAMARUDIN (021 DEU 00).



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

### 5.2 : KOMPONEN-KOMPONEN ELEKTRONIK YANG DIGUNAKAN PADA LITAR REGULATOR / ADJUSTABLE POWER SUPPLY.

#### 1) Resistor (Perintang)

- a) R1, R11  $\rightarrow$  1K $\Omega$
- b) R2  $\rightarrow$  220 $\Omega$
- c) R3  $\rightarrow$  1.8K $\Omega$
- d) R4, R5  $\rightarrow$  4.7K $\Omega$
- e) R6, R7, R8  $\rightarrow$  1 $\Omega$
- f) R9  $\rightarrow$  470 $\Omega$
- g) R10  $\rightarrow$  3.9K $\Omega$

#### 2) Diode (diod)

- a) D1, D2  $\rightarrow$  1N5400/1N5401/1N5402/1N5404/1N5408
- b) D3  $\rightarrow$  1N4001/1N4002/1N4004/1N4007
- c) ZD  $\rightarrow$  Diod Zener 3.6V, 400mW

#### 3) Electrolytic (Pemuat Elektrolitik)

- a) C1  $\rightarrow$  1000  $\mu$ F/2200  $\mu$ F/3300  $\mu$ F dari 35 V atau lebih.
- b) C3  $\rightarrow$  100  $\mu$ F/220  $\mu$ F dari 35V atau lebih.

#### 4) Pemuat Seramik/Mila

- a) C4  $\rightarrow$  223

#### 5) IC

- a) IC  $\rightarrow$  LM 358 dual op-amp
- b) IC Socket  $\rightarrow$  8 pin socket.



LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

8.2 : KOMPONEN-KOMPONEN ELEKTRONIK YANG DIGUNAKAN PADA LITAR REGULATOR / ADJUSTABLE POWER SUPPLY.

1) Resistor (Perintang)

- a) R1, R11 → 1KΩ
- b) R2 → 220Ω
- c) R3 → 1.8KΩ
- d) R4, R5 → 4.7KΩ
- e) R6, R7, R8 → 1Ω
- f) R9 → 470Ω
- g) R10 → 2.8KΩ

2) Diode (Diod)

- a) D1, D2 → 1N4001/1N4002/1N4003/1N4004/1N4005
- b) D3 → 1N4001/1N4002/1N4003/1N4004/1N4005
- c) ZD → Diode Zener 3.0V, 400mW

3) Electrolytic (Pemutai Elektrolitik)

- a) C1 → 1000 µF/25V 10% dan 35V atau lebih
- b) C2 → 100 µF/25V 10% dan 35V atau lebih

4) Pemutai Semikonduktor

- a) C4 → 220

5) IC

- a) IC → LM 358 dual op-amp
- b) IC Socket → 8 pin socket

SYAMSUL BAKHTIAR BIN ESA ( 508 DEU 00 ).  
NORLIDA BINTI KAMARUDIN (021 DEU 00)

LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

## 6) Transistor

- a) Q1 → TIP 31 atau TIP 41 dan NPN Transistor Berkuasa.
- b) Q2, Q3 → C1815 atau 6001, NPN Transistor Berkuasa.
- c) LED → Light Emitting Diode
- d) VR → 5K atau 10K potentiometer 'B' taper
- e) S1 → Single pole

### Huraian Fungsi bagi S1 Dan VR:

VR : Perintang berubah melaras voltan keluaran dari 0 hingga 24V.

S1 : Kegunaan S1 adalah untuk menghadkan arus keluaran dari alator .

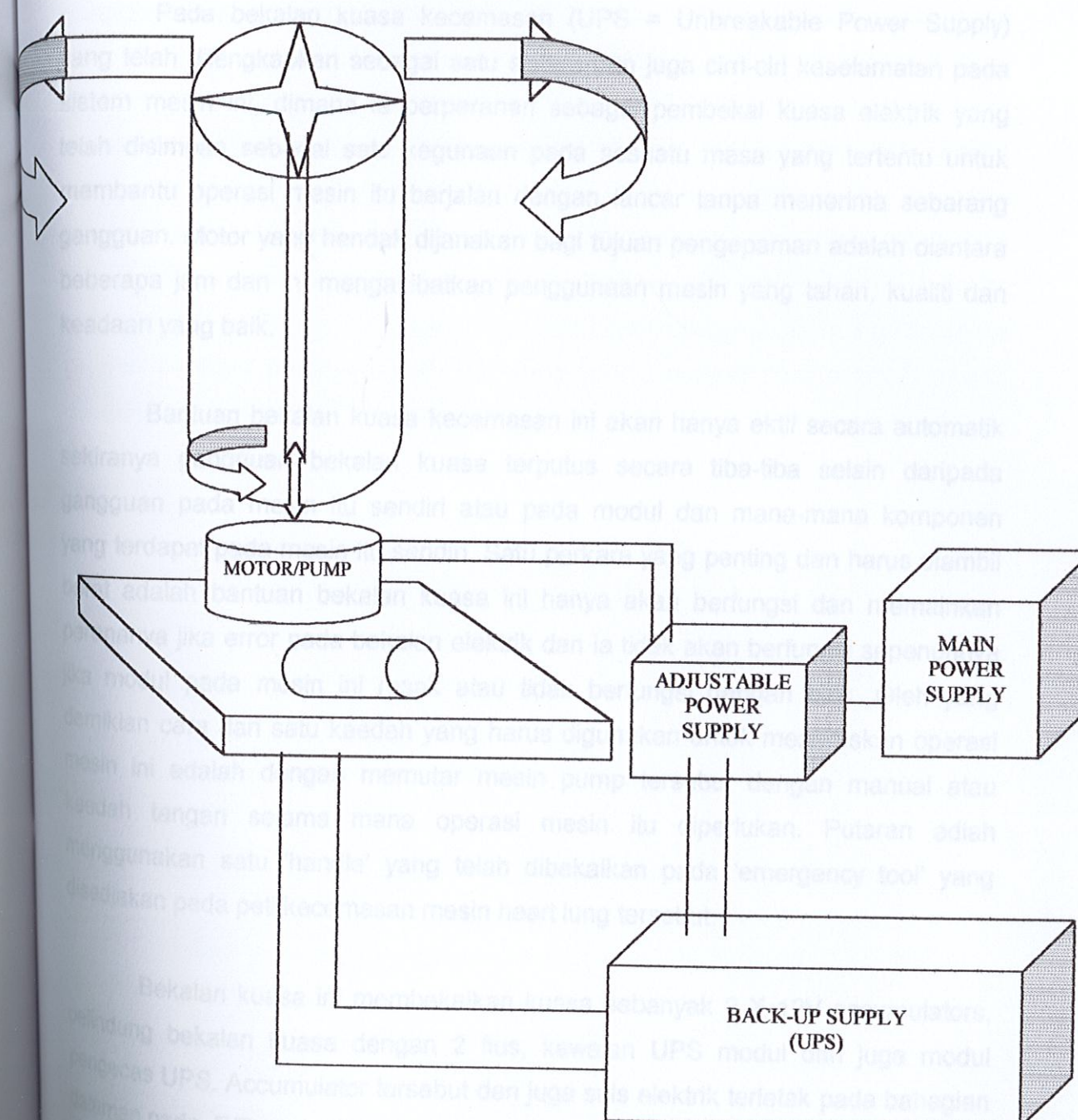


SYAMSUL BAKHTIAR BIN ESA ( 508 DEU 00 ).  
NORLIDA BINTI KAMARUDIN (021 DEU 00).



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

## 5.2.0 : Rajah Komponen Pump dan Motor



SYAMSUL BAKHTIAR BIN ESA ( 508 DEU 00).  
NORLIDA BINTI KAMARUDIN (021 DEU 00).







## 8.3 : BEKALAN KUASA (BATERI - DC)

Pada bekalan kuasa kecemasan (UPS = Uninterruptible Power Supply) yang telah dilengkapi sebagai satu sistem dan juga ciri-ciri keselamatan pada sistem mesin ini, dimana ia beroperasi sebagai pembebas tenaga elektrik yang telah disipen sebagai satu kegunaan pada sesuatu masa yang tertentu untuk membantu operasi mesin itu berjalan dengan lancar tanpa menerima sebarang gangguan. Motor yang hendak dijalankan bagi tujuan pengangkutan adalah diantara beberapa jam dan ini mengakibatkan penggunaan mesin yang tahan, kualiti dan kecekapan yang baik.

Bantuan bekalan kuasa kecemasan ini akan hanya aktif secara automatik sekiranya gangguan bekalan kuasa terdapat secara tiba-tiba selain daripada gangguan pada mesin itu sendiri atau pada modul dan mana-mana komponen yang terdapat pada mesin itu sendiri. Satu perkara yang penting dan harus diambil berat adalah bantuan bekalan kuasa ini hanya akan berfungsi dan membolehkan perannya jika error pada bekalan elektrik dan ia tidak akan berfungsi sepenuhnya jika modul pada mesin ini rosak atau tidak berfungsi dengan baik. Oleh yang demikian cara dan satu kaedah yang harus digunakan untuk meneruskan operasi mesin ini adalah dengan memutar mesin pump tersebut dengan manual atau kaedah tangan selama masa operasi mesin itu dipertukan. Putaran adalah menggunakan satu 'handle' yang telah dibekalkan pada 'emergency tool' yang disediakan pada bekalan kecemasan mesin heat lung tersebut.

Bekalan kuasa ini membekalkan kuasa sebanyak 2 X 12V accumulator, melindungi bekalan kuasa dengan 2 fasa, kawalan UPS modul dan juga modul pengaliran UPS. Accumulator tersebut dan juga suis elektrik terletak pada bahagian dalam pada EIP back dilengkapi dengan pengaliran adaptor.

4.4 : Fungsi kawalan modul UPS adalah bertujuan untuk memonitor dan juga memaparkan bahagian accumulator pada ketika dicas dimana ketika berlakunya gangguan bekalan kuasa. Dalam operasi litar ini, pelbagai langkah telah direka khas dengan bantuan beberapa bantuan bekalan kuasa tambahan dengan memainkan peranan untuk mengaktifkan semula operasi litar apabila sebaik sahaja berlakunya gangguan bekalan kuasa dengan penyelesaian atau kaedah yang sempurna dilakukan tanpa menggunakan bantuan tenaga manusia atau tenaga manual dalam menangani masalah yang dialami oleh mesin ini. 3 jenis litar elektronik telah dilengkapi didalam litar ini iaitu litar elektronik bekalan kuasa penuh, bekalan kuasa boleh ubah dan juga back-up supply yang dilengkapi dengan bantuan bekalan bateri 12V yang boleh mengaktifkan operasi mesin dengan bertahan selama beberapa jam.

- Pemindahan kawalan suhu dengan sistem keselamatan dimana ia akan dimatikan secara automatik jika suhu di dalam mesin mencapai 44°C, kawalan suhu secara automatik ini akan mengaktifkan kipas pendingin untuk mendinginkan mesin yang telah dipanaskan oleh kipas pendingin.
- Amaran bahaya akan diberikan kepada pengguna apabila mesin mencapai suhu yang berbahaya, amaran ini akan diberikan kepada pengguna melalui lampu merah yang akan menyala apabila mesin mencapai suhu yang berbahaya.



**5.4 : SISTEM KESELAMATAN.**

- Peralatan dan segala komponene adalah dilengkapi dengan bateri, dimana ia merangkumi pelbagai sistem dan juga operasi mesin yang akan berjalan dan beroperasi dengan lancar tanpa bekalan tenaga elektrik dengan sepenuhnya seperti normal.
- Suis pematian akan beroperasi secara automatik diantara bateri daripada sumber bekalan kuasa elektrik tanpa sebarang gangguan dan juga kerosakan fungsi pada setiap kawalan pada mesin dan juga pada pam modul itu sendiri. Pembumian yang sempurna dan selamat juga adalah dipasang dengan selamat dan juga teratur bagi tujuan keselamatan dan juga jangka masa yang lama.
- Pemindahan kawalan suhu dengan sistem keselamatan dimana ia akan dimatikan secara automatik tidak kira jika suhu itu melampaui sebanyak 44°C. kawalan suhu secara automatik ini adalah dilaksanakan kerana mengikuti piawaian keselamatan yang telah ditetapkan oleh sistem keselamatan yang harus dipatuhi dengan tujuan keselamatan pengguna mahupun pesakit yang akan menggunakan mesin ini.
- Amaran bacaan bateri dan keupayaan beteri juga adalah sangat penting dalam elemen keselamatan ini. Jika beteri menunjukkan sebarang bacaan pada tahap yang kritikal, paparan pada modul akan berkelip-kelip dengan sendirinya menandakan bateri adalah di dalam keadaan bacaan yang minima dan harus dibuat penukaran dan servis pada bahagian bekalan kuasa atau sebagainya.



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

- Amaran juga akan diberikan jika pam atau motor tidak dapat berfungsi dengan baik, mengalami gangguan atau tidak dapat melakukan operasi dengan lancar. Oleh yang demikian, satu jenis peralatan kayuhan yang telah disediakan pada bahagian 'emergency tool' iaitu paddle atau pengayuh akan digunakan sebagai satu peralatan tambahan yang boleh digunakan untuk menggerakkan motor tersebut dengan kuasa manual



## **BAB 6**

---

# **CADANGAN / SARANAN & MASALAH**

---



## BAB 6 CADANGAN / MASALAH DAN SARANAN.

Dalam jangkamasa melakukan kajian dan juga penyelidikan mengenai mesin Heart Lung ini, pelbagai masalah dihadapi dalam usaha untuk mendapatkan maklumat dan masalah-masalah yang terperinci. Penyelidikan maklumat dilakukan dengan berhadapan pelbagai pihak yang bertanggungjawab dalam memberi sedikit sebanyak pengetahuan dan penerangan mengenai mesin ini. Antara pihak yang terlibat adalah Juruteknik bahagian Kejuruteraan Biomedikal Hospital Universiti Kebangsaan Malaysia (HUKM) iaitu En. Zamri b. Nordin. Beliau merupakan Juruteknik yang terlatih dan berpengalaman selama 4 tahun dalam bidang Elektronik Perubatan ini dan berpengalaman dalam bidang mesin Heart Lung ini. Bantuan Buku servis manual dan juga oner manual juga diberikan sebagai rujukan yang lebih mendalam dan terperinci lagi mengenai mesin ini dan pengoperasiannya.

Selain daripada itu juga, beliau juga ada memberi taklimat dan masalah-masalah yang sering dihadapi oleh mesin ini semasa mesin ini beroperasi. Dengan bantuan yang telah diberikan kami menjalankan pelbagai aspek kajian masalah yang dapat diambil sebagai satu cadangan untuk dilakukan sebagai satu tajuk atau focus khusus bagi projek ini. Setelah melakukan pelbagai kajian masalah, didapati bahawa, motor yang beroperasi sebagai pam darah ke seluruh badan akan mengalami gangguan semasa aktiviti pengoperasiannya berjalan. Keadaan ini berlaku disebabkan oleh modul yang mengalami error atau kerosakan pada litarnya. Apabila masalah ini timbul secara automatik motor tidak akan berfungsi dan sebagai satu langkah keselamatan dan tindakan yang diambil, satu cadangan telah dikemukakan iaitu dengan mengubahsuai bahagian motor dan juga back-up supply pada bahagian bekalan utama pada mesin tersebut.

Berdasarkan kajian dan penelitian yang telah dibuat secara mendalam dan menyeluruh, satu cadangan telah disimpulkan bahawa pihak politeknik dan bahagian



# LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

pendidikan haruslah memberikan pendedahan yang banyak dan begitu mendalam tentang komponen elektronik contohnya seperti IC, Kapasitor, Diod dan sebagainya lagi. Setiap komponen tersebut bukannya daripada komponen biasa yang dilihat, apa yang dimaksudkan adalah komponen micro contohnya seperti tranformer dalam bentuk IC atau Chip, IC yang mempunyai pelbagai fungsi yang mengandungi berpuluh-puluh kaki atau port. Pendedahan ini haruslah diberikan pada setiap pelajar supaya pelajar politeknik tidak terkongkong dengan komponen-komponen elektronik yang boleh dianganp ataupun boleh dinobatkan sebagai komponen 'lapuk'. Keadaan ini telah berlaku apabila setiap pelajar keluar melakukan latihan industri atau di alam pekerjaan sebenar dan pelajar tidak dapat mengenali komponen yang canggih-manggih di pasaran. Zaman telah beredar, setiap peralatan elektronik yang dihasilkan makin lama makin kecil dan simple, maka komponen elektronik didalamnya adalah menggunakan komponen micro.



pendidikan haruslah memberikan penerangan yang banyak dan begini mendalam tentang komponen elektronik contohnya seperti IC, Kapasitor, Diod dan sebagainya lagi. Setiap komponen tersebut bukannya berbeza komponen biasa yang dilistat apa yang dimaksudkan adalah komponen micro contohnya seperti transformer dalam bentuk IC atau Chip, IC yang mempunyai pelbagai fungsi yang mengandungi puluhan-puluhan kaki atau port. Penerangan ini haruslah diberikan pada setiap pelajar supaya pelajar politeknik tidak terkebelakang dengan komponen-komponen elektronik yang boleh dijumpai ataupun boleh dinobatkan sebagai komponen 'lapuk'. Keadaan ini telah berlaku apabila setiap pelajar keluar melakukan latihan industri atau di alam pekerjaan sebenar dan pelajar tidak dapat mengenali komponen yang canggih-manggih di pasaran. Zaman telah beredar, setiap peralatan elektronik yang dihasilkan makin lama makin kecil dan simple, maka komponen elektronik dibelakangnya adalah menggunakan komponen micro.

## BAB 7

# KESIMPULAN



---

## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

---

### BAB 7 KESIMPULAN.

Sebagai kesimpulannya, projek ini dapat dijalankan dengan lancar dan baik sekali di bantu dengan maklumat – maklumat yang diperolehi oleh daripada sumber rujukan seperti internet, buku panduan peralatan, maklumat pesakit, syarikat dan juga hospital.

Daripada sumber rujukan asala yang dibuat didapati mesin Heart lung ini berfungsi dengan baik sekali sehinggalah beberapa masalah yang timbul berikutan pengalaman Latihan Industri yang dibuat di Hospital Universiti Kebangsaan Malaysia (HUKM) dan juga nasihat para perunding dari Melmidico Sdn. Bhd iaitu En. Haji Rahim.

Antara kegagalan mesin ini berfungsi ialah kegagalan motor yang bertindak sebagai pam darah masuk dan juga keluar dari jantung. Mesin ini dilengkapi juga dengan alat tambahan bantuan kecemasan iaitu Override Unit, UPS (Uninterruptible Power Supply) dan bantuan – bantuan lain. Jika mesin ini gagal berfungsi atau motor yang merupakan fokus utama projek gagal berfungsi peralatan unit bantuan kecemasan ini akan mengambil alih tugas mesin ini untuk sementara waktu. Tetapi hanya satu kelengkapan mesin ini adalah apabila modul mesin ini rosak atau gagal berfungsi dengan baik, akibatnya motor tersebut akan secara automatik terhenti dan darah tidak akan dapat dipam semula ke dalam jantung seperti mana yang disetkan.

Kegagalan mesin ini adalah di antara faktor penting di mana ia dapat meningkatkan risiko kematian para juru bedah menjalankan pembedahan dengan lancar, sempurna dan selamat. Jika motor ini tidak berfungsi seperti biasa mesin ini dilengkapi dengan engkol atau pengayuhnya tersendiri. Oleh yang demikian, para pengendali mesin ini terpaksa mengayuh pam dan juga motor ini secara manual dengan tenaga manusia dan ini dapat menyukarkan lagi operasi pembedahan berjalan dengan lancar.



## LAPORAN PROJEK 2 (E 519).

Oleh yang demikian sebagai kesimpulannya projek yang dibuat adalah dengan melengkapkan satu unit motor tambahan dengan bantuan bateri sel kering 12V yang boleh beroperasi selama 5-6 jam terus menerus tanpa gangguan mana-mana kerosakan lain. Motor ini akan berfungsi dengan secara automatik apabila dikesan motor pam ini tidak berfungsi dan ia terus beroperasi tidak kira gangguanya dari segi modul, bekalan kuasa dan juga sebarang error yang terdapat pada sebarang mesin. Projek ini juga telah disokong oleh jurutera teknikal syarikat berkenaan dengan cadangan yang telah dibuat.

Dengan bantuan pihak yang tertentu dan juga pihak yang berpengalaman semasa Latihan Industri, satu unit motor jenis kuasa turbin AC/DC akan dilengkapkan pada unit ini dan sebuah litar kawalan kelajuan dan juga pemasa diperlukan untuk menyempurnakan projek motor pam tambahan ini.



Oleh yang demikian sebagai kesimpulannya projek yang dibuat adalah dengan menggunakan satu unit motor tambahan dengan bantuan bateri sel kering 12V yang boleh beroperasi selama 8-6 jam terus menerus tanpa gangguan mana-mana kerosakan lain. Motor ini akan berfungsi dengan secara automatik apabila dikesan motor pam ini tidak berfungsi dan ia terus beroperasi tidak kira penggunaannya dari segi modul bekalan kuasa dan juga sebagai error yang terdapat pada sebarang mesin. Projek ini juga telah disokong oleh jurutera teknikal syarikat berkenaan dengan cadangan yang telah dibuat.

Dengan bantuan pihak yang tertentu dan juga pihak yang berpengalaman semasa Latihan Industri, satu unit motor jenis kuasa turbin AC/DC akan diletakkan pada unit ini dan sebuah litar kawalan kelajuan dan juga pemasa diperlukan untuk menyempurnakan projek motor pam tambahan ini.

## BAB 8

# RUJUKAN



---

**BAB 8 RUJUKAN.***1. Internet.*

- yahoo. com. my.
- google.com.my.
- msn.com.my.

*2. Teks Ringkas Perubatan (Edisi ketujuh).*

- J. C. Joiner.
- C. L. Joiner.
- J. R. Trource.

*3. Jaring Ilmu dan Teknik Biologi SPM.*

- Chiew Lai Choo.

*4. Introduction To Biomedical Equipment Technology (Third Edition).*

- Joseph J. Carr.
- John M. Brown.



## BAB 8. RUJUKAN

1. Internet
  - > yahoo.com.my
  - > google.com.my
  - > msia.com.my
2. Teks Ringkas Fandolan (Edisi ketujuh)
  - > J. C. Joiner
  - > C. L. Joiner
  - > J. R. Tronice
3. Jantung Ilmu dan Teknik Biologi SPM
  - > Chiew Lai Choo
4. Introduction To Biomedical Equipment Technology (Third Edition)
  - > Joseph J. Carr
  - > John M. Brown

## BAB 9

## LAMPIRAN



Tajuk Projek : Heat Lung Machine

Pensyarah : En. Zuanawan

Nama : Syamsul Bakhtar b. Esa

No. Pend : 608 DEU 99

Kelas : DEU 6

Norlida Kamarudin

021 DEU 00

| MINGGU | Tarikh   | Cadangan Aktiviti                                              | Tujuan/Objektif                                                               | Aktiviti Pelajar                                            | Catatan/Tandatangan Pensyarah                                                                                                                    |
|--------|----------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | 10/06/02 | Pengenalan kepada Projek                                       | Taklimat tentang cadangan projek yang hendak dibuat                           | Memahami konsep dan cara kerja projek yang hendak dilakukan |                                                                                                                                                  |
| 2      | 14/06/02 |                                                                |                                                                               |                                                             |                                                                                                                                                  |
|        | 17/06/02 | Pengubahsuaian litar pemasa dan pemasangan komponen.           | litar ini bertujuan untuk mendapatkan masa dan pelarasan masa yg. dikehendaki | membuat litar berdasarkan buku Panduan Litar Elektrik       | <u>Jahid. x/6</u><br><u>ZUNUWANAS B MOHAMAD</u><br>Pensyarah<br>Jabatan Kejuruteraan Elektrik<br>Politeknik Sultan Salahuddin<br>Abdul Aziz Shah |
| 3      | 21/06/02 |                                                                |                                                                               |                                                             |                                                                                                                                                  |
|        | 26/06/02 | Mengilusi dan mendapatkan maklumat trouble shooting pd. motor. | mampu mengenalpasti masalah pd. motor                                         | mencari sebab masalah pd. motor                             | <u>X kasep</u><br><u>Mohd Safari Jaafa</u><br>Pensyarah<br>Jab. Kejuruteraan Elektrik<br>Politeknik Shah Alam                                    |
| 4      | 28/06/02 |                                                                |                                                                               |                                                             |                                                                                                                                                  |
|        | 01/07/02 | m'letak litar serba utuh. m'pandu kerosakan motor.             | m'gubah motor dengan                                                          | m'konstruksikan litar                                       | <u>ABU BAKAR HAFIS B KAHAR</u><br>Pensyarah<br>Jabatan Kejuruteraan Elektrik<br>Politeknik Sultan Salahuddin<br>Abdul Aziz Shah                  |
| 5      | 05/07/02 |                                                                |                                                                               |                                                             |                                                                                                                                                  |
|        | 08/07/02 | Pemrosesan litar motor & litar bendera kuasa hingga 12V.       | utuh. m'laungkan kuasa pd. motor sam.                                         |                                                             |                                                                                                                                                  |
|        | 12/07/02 |                                                                |                                                                               |                                                             |                                                                                                                                                  |



| No | 15/07/02                         | Melakukan pengisian motor, mobilist ketahanan /<br>berapa lama motor berjalan / berfungsinya.                         | Melakukan pengisian motor, mobilist ketahanan /<br>ketahanan motor. | Keterangan | Tgl |
|----|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------|-----|
| 7  | 19/07/02<br>22/07/02             | Pengisian & pengisian motor & ketahanan<br>elektronis serta pemasangan bearing liter power supply<br>p liter bawahan. | Melakukan pengisian motor, mobilist ketahanan /<br>ketahanan motor. | Keterangan | Tgl |
| 8  | 26/07/02<br>29/07/02<br>02/08/02 | CUTI PERTENGAHAN SEMESTER                                                                                             |                                                                     |            |     |
| 9  | 05/08/02                         |                                                                                                                       |                                                                     |            |     |
| 10 | 09/08/02<br>12/08/02             | Pengisian motor, mobilist ketahanan /<br>ketahanan motor.                                                             |                                                                     |            |     |
| 11 | 16/08/02<br>19/08/02             |                                                                                                                       |                                                                     |            |     |
| 12 | 23/08/02<br>26/08/02             |                                                                                                                       |                                                                     |            |     |
|    | 30/08/02                         |                                                                                                                       |                                                                     |            |     |



## Cadaveric Lung Transplant

### Single lung transplant:

An incision is made on the side of the chest. If the patient's blood pressure and oxygen saturation fall while the blood vessels to the lung on that side are temporarily clamped, tubes will be inserted to connect to the heart-lung machine. This will support the patient's circulation until the new lung is ready to take over. The patient's old lung is then removed and the new lung is sewn in, connecting the blood vessels to and from the lung (the pulmonary artery and pulmonary vein) and the main airway (bronchus). At the end of the operation, the ribs are brought back together and the incision is closed with layers of stitches.

### Double lung transplant:

A double lung transplant is similar to having a single lung transplant done on both sides. An incision is made across the middle of the chest. The breast bone is divided and both chest cavities are entered between the ribs. The heart-lung machine may be used to support the circulation during the operation. The lung on one side is removed and the new lung sewn in place. The opposite lung is then removed and the second new lung sewn in place. At the end of the operation the breast bone is wired together, the ribs are brought back together and the incision is closed in layers with stitches.

### Heart-lung transplant:

An incision is made down the middle of the patient's chest. Tubes are placed to connect the patient to the heart-lung machine, which will support the patient's circulation until the new heart is ready to take over. When the donor heart-lung block has arrived, the transplant surgeons will remove the patient's old heart and lungs, leaving a "cuff" of the atrium (the upper chamber of the heart) and the end of the main airway, onto which the new heart will be sewn. The recipient's aorta (the main blood vessel) is sewn onto the aorta of the donor heart. At the end of the operation the breast bone is wired together and the incision is closed with layers of stitches.

### What is open-heart surgery?

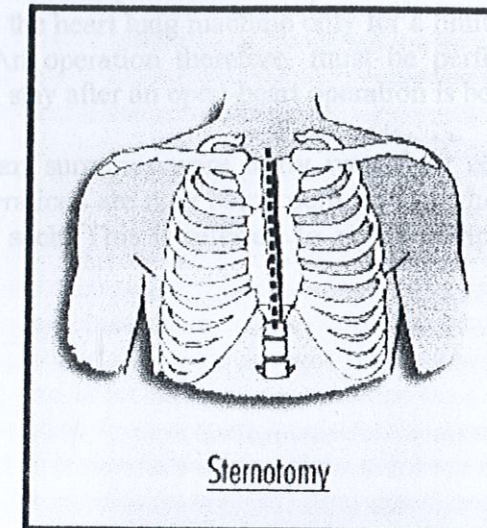
Most heart operations can not be performed on a beating heart, which is full of blood. Hence the surgeon is required to stop the heart.

When a surgeon does this deliberately, he has to look after two things. First, the body must get its blood supply during this period. And the other is that the heart must get some protection so that it can beat again normally after this period of stoppage.

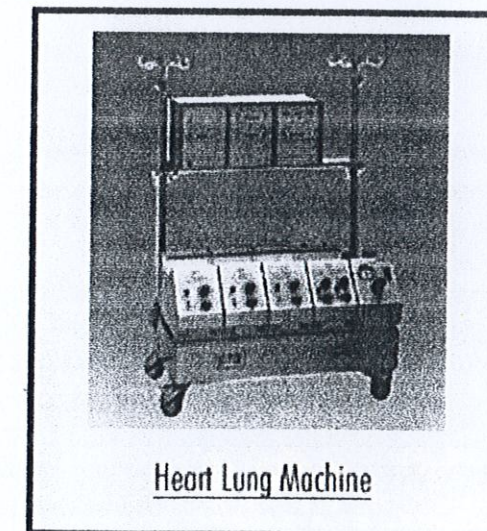


This is done by "**Heart Lung Machine**". The "artificial heart" part of this machine is a reusable metallic roller pump and it collects blood from the body and pumps it back into the body. The "artificial lung" part of this is a single use, disposable unit, which oxygenates (purifies) the blood collected by the pump.

Any operation of the heart performed using the heart lung machine is called open-heart operation.



Sternotomy



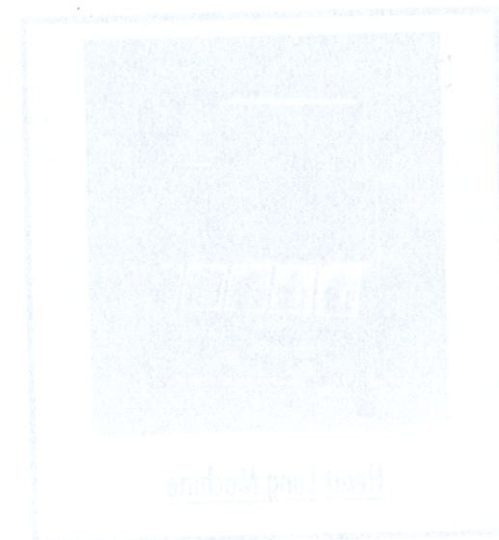
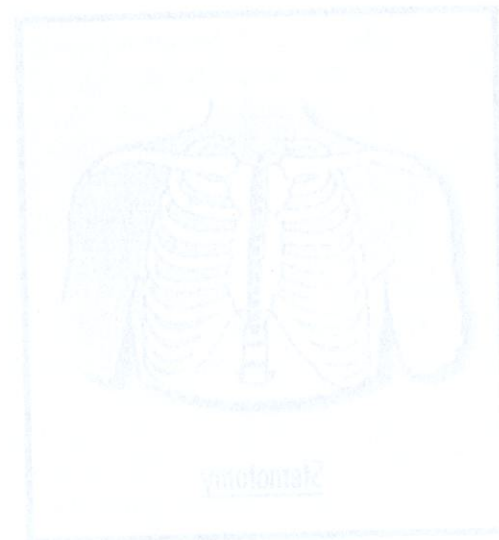
Heart Lung Machine

Most open heart operations are performed by sternotomy. This is a vertical cut in front of the chest. The breast bone is cut using an electric saw. The first such operation was performed in 1953 by John Gibbon when he successfully closed an ASD.



This is done by "heart lung machine". The "artificial heart" part of this machine is a pump which is connected to the body and pumps it back into the body. The "artificial lung" part of this is a single use disposable unit which oxygenates (purifies) the blood collected by the pump.

Any operation of the heart performed using the heart lung machine is called open heart operation.



Most open heart operations are performed by sternotomy. This is a vertical cut in front of the chest. The heart is then exposed and the operation is performed. The first such operation was performed in 1932 by John Gibbon when he successfully closed an ASD.

In 1954, Lillehei and colleagues working at the University of Minnesota thought of a human heart lung machine!! A child patient was connected to one of the parent's circulation making the parent as heart lung machine. The parent's lungs would oxygenate child's blood and it would be pumped back to child by the parent's heart. This was called as **Controlled Cross Circulation**. Many complicated cases were successfully performed using this technique.

Most of the heart operations performed today are open-heart operations. A surgeon can keep a patient on the heart lung machine only for a limited period i.e. 6 to 8 hours (sometimes more). An operation therefore, must be performed in a specific time frame. Usual hospital stay after an open-heart operation is between five to ten days.

Open and closed heart surgeries were fairly watertight compartments <sup>munasabah u'dep ar p'sh h</sup> <sup>ban?;u</sup> <sup>all soap to bed</sup> till recently. Some open-heart operations are now being performed without stopping the heart and can not be called as such. This is referred to as off pump surgery or beating heart surgery.

### The Human Heart

A human being's heart is about the size of that human being's fist. As the body develops, the heart grows at the same rate as the fist. So an infant's heart and fist are about the same size at birth. In the womb, however, that similarity was not always true. During the first few weeks after conception, the fetal heart occupies most of the fetus' mid-section. The heart size to body size ratio is nine times greater in the fetus than in the adult. During those first few weeks, the fetal heart lies high in the chest. Soon, it moves down to occupy its position in the chest cavity. There are several phases of the fetal heart's development. At first, the heart is just a tube. It grows so fast that it needs more space, so it bends and twists back, forming the familiar S-shape. During the next phase, the two atria are partly separated



## Heart-Lung

Surgery of the heart usually involves opening the heart muscle. For operations of short duration it is possible to apply hypothermy (deep cooling) and thus temporarily stopping the blood circulation altogether. However, for major operations it is necessary to maintain the circulation, and this is achieved by means of the heart-lung machine. This has the twofold function of keeping the replacement blood of low oxygen content coming from the patient's body. The system described here is the one used at Heidelberg University Hospital and elsewhere.

The venous blood, before it enters the right auricle of the heart, is diverted out of the vena cava and passed into plastic tubes. This blood, which has already circulated through the body and consequently has a low oxygen content, is circulated through an artificial lung. In a horizontal glass cylinder partly filled with blood a number of steel discs rotate, which thus become wetted with blood. The blood on the surface of these discs forms a thin film of large area, which is exposed to a stream of oxygen in the upper part of the glass cylinder. The red blood cells are thus able to absorb oxygen in much the same way in which they do this in the human lung. The pump 1 now passes the oxygen-saturated blood through a heat controller and a filter and then back to the patient's arterial circulation. Losses of blood occurring in the course of the operation are compensated by a blood reservoir. A second pump extracts venous blood from the heart itself, this being blood reaching the heart through veins other than the vena cava. This blood is defoamed and likewise passed to the artificial lung. Before starting, the machine is filled with three or four liters of blood to which an anti-coagulant has been added so that it cannot congeal. All the internal parts of the apparatus (except the steel discs) are silicone-treated to make them unwettable.



## Heart

### The Human Heart

A human being's heart is about the size of that human being's fist. As the body develops, the heart grows at the same rate as the fist. So an infant's heart and fist are about the same size at birth. In the womb, however, that similarity was not always true. During the first few weeks after conception, the fetal heart occupies most of the fetus' mid-section. The heartsize to bodysize ratio is nine times greater in the fetus than in the infant. During those first few weeks, the fetal heart lies high in the chest. Soon, it moves down to occupy its position in the chest cavity.

There are several phases of the fetal heart's development. At first, the heart is just a tube. It grows so fast that it needs more space, so it bends and twists back, forming the familiar shape. During the next phase, the two atria are partly separate



During the fetal heart's developmental stages, the heart actually takes on several distinct appearances. These heart structures resemble other animal hearts. During phase one, the tube-like heart is much like a fish heart. The second phase, with two chambers, resembles a frog heart. The three-chambered phase is similar to a snake or turtle heart. The final four-chambered heart structure distinguishes the human heart. The heart, like other body parts, needs oxygen in order to grow and develop properly. During childhood, the body's years of rapid growth, the need for oxygen is greatest. The heart's rate of pumping oxygen-rich blood is fastest in infancy, about 120 beats per minute. As the child grows, the heart rate slows. A seven year old child's heart beats about 90 times per minute. By the age of 18, the heart rate has stabilized to about 70 beats per minute.

By adulthood, the heart is fully developed. Throughout life, the heart needs only to be maintained and kept healthy in order to function. If you take care of your heart, by following a prescription for a healthy heart, your heart should take care of you for the rest of your life.

## THE HEART

The heart is a muscular organ located just to the left of the breast bone (sternum). It is about the size of your fist, and this amazing muscle pumps 4300 gallons of blood a day.

## MYOCARDIUM

The myocardium is the muscular wall of the heart. It contracts to pump blood out of the heart and then relaxes as the heart refills with returning blood. Its outer surface is called the epicardium and its inner lining is the endocardium.

### The heart has four chambers:

- \* **Atria.** The top two chambers that receive blood from the body or lungs.
- \* **Ventricles.** The bottom two chambers. The right ventricle pumps blood to the lungs to pick up oxygen, The left ventricle pumps blood to the rest of the body and is the strongest chamber.
- \* **Valves.** There are four valves in the heart that help to direct blood flow. As they open and close, the valves produce sounds that can be heard with a stethoscope. The heart sounds can often tell your doctor about your heart's function.

### Function of the Heart

Every cell in your body needs oxygen in order to live and function. The role of the heart is to deliver the oxygen-rich



blood to every cell in the body. The arteries are the passageways through which the blood is delivered. The largest artery is the aorta, which branches off the heart and then divides into many smaller arteries. The veins carry the deoxygenated blood back to the lungs to pick up more oxygen, and then back to the heart once again. Blood flows continuously through the circulatory system, and the heart muscle is the pump which makes it all possible!

### Coronary Arteries

Your heart, just like all other muscles in the body, needs its own supply of oxygen in order to function properly. Although its chambers contain blood, the heart receives no nourishment from the blood inside the chambers. The heart gets its blood supply from the coronary arteries. The two major coronary arteries (the right coronary artery and the left main coronary artery) branch off the aorta, and then divide into many smaller arteries that lie in the heart muscle and feed the heart.

From the moment it begins beating until the moment it stops, the human heart works tirelessly. In an average lifetime, the heart beats more than two and a half billion times, without ever pausing to rest. Like a pumping machine, the heart provides the power needed for life.

This life-sustaining power has, throughout time, caused an air of mystery to surround the heart. Modern technology has removed much of the mystery, but there is still an air of fascination and curiosity.

Learn how to have a healthy heart and how to monitor your heart's health. Soon, your fascination and curiosity may lead to understanding and respect.

### The Structure of The Heart

The human heart is primarily a shell. There are four cavities, or open spaces, inside the heart that fill with blood. Two of these cavities are called atria. The other two are called ventricles. The two atria form the curved top of the heart. The ventricles meet at the bottom of the heart to form a pointed base which points toward the left side of your chest. The left ventricle contracts most forcefully, so you can best feel your heart pumping on the left side of your chest. The left side of the heart houses one atrium and one ventricle. The right side of the heart houses the others. A wall, called the septum, separates the right and left sides of the heart. A valve connects each atrium to the ventricle below it. The mitral valve connects the left atrium with the left



ventricle. The tricuspid valve connects the right atrium with the right ventricle.

The top of the heart connects to a few large blood vessels. The largest of these is the aorta, or main artery, which carries nutrient-rich blood away from the heart. Another important vessel is the pulmonary artery which connects the heart with the lungs as part of the pulmonary circulation system. The two largest veins that carry blood into the heart are the superior vena cava and the inferior vena cava. They are called "vena cava" because they are the "heart's veins." The superior is located near the top of the heart. The inferior is located beneath the superior.

The heart's structure makes it an efficient, never-ceasing pump. From the moment of development through the moment of death, the heart pumps. The heart, therefore, has to be strong. The average heart's muscle, called cardiac muscle, contracts and relaxes about 70 to 80 times per minute without you ever having to think about it. As the cardiac muscle contracts it pushes blood through the chambers and into the vessels. Nerves connected to the heart regulate the speed with which the muscle contracts. When you run, your heart pumps more quickly. When you sleep, your heart pumps more slowly. Considering how much work it has to do, the heart is surprisingly small. The average adult heart is about the size of a clenched fist and weighs about 11 ounces (310 grams). Located in the middle of the chest behind the breastbone, between the lungs, the heart rests in a moistened chamber called the pericardial cavity which is surrounded by the ribcage. The diaphragm, a tough layer of muscle, lies below. As a result, the heart is well protected.

To monitor the heart, scientists can use x-ray or scanning technology to get a picture. To really explore the heart, scientists have to perform surgery. Heart surgery is very risky because the heart's pumping action is so critical for survival. If the heart stops pumping, the body cannot survive. Before beginning heart surgery, doctors connect the patient to a machine that pumps the blood for the heart. Only then is it safe for the doctor to stop the heart in order to operate.

### You've Got To Have A System

The human body is like a complex organization that has an important job to get done on a tight deadline. In order to get everything done perfectly and on time, it has to use a system. Actually, the human body uses many systems that work side by side.



Some of the body's systems are directly connected to the heart, while others are not. Of course, the heart is like the president of the organization. Even if it is not directly involved in the system, it still plays a part. Obviously, if the heart isn't working, nothing else is working either. The heart actively participates in the:

### **Pulmonary Circulation** **It's All In The Lungs**

Pulmonary circulation is the movement of blood from the heart, to the lungs, and back to the heart again. This is just one phase of the overall circulatory system.

The veins bring waste-rich blood back to the heart, entering the right atrium through two large veins called vena cavae. The right atrium fills with the waste-rich blood and then contracts, pushing the blood through a one-way valve into the right ventricle. The right ventricle fills and then contracts, pushing the blood into the pulmonary artery which leads to the lungs. In the lung capillaries, the exchange of carbon dioxide and oxygen takes place.

The fresh, oxygen-rich blood enters the pulmonary veins and then returns to the heart, re-entering through the left atrium. The oxygen-rich blood then passes through a one-way valve into the left ventricle where it will exit the heart through the main artery, called the aorta. The left ventricle's contraction forces the blood into the aorta and the blood begins its journey throughout the body.

The one-way valves are important for preventing any backward flow of blood. The circulatory system is a network of one-way streets. If blood started flowing the wrong way, the blood gases (oxygen and carbon dioxide) might mix, causing a serious threat to your body.

You can use a stethoscope to hear pulmonary circulation. The two sounds you hear, "lub" and "dub," are the ventricles contracting and the valves closing.

### **The Circulatory System** **Systemic Circulation**

On average, your body has about 5 liters of blood continually traveling through it by way of the circulatory system. The heart, the lungs, and the blood vessels work together to form the circle part of the circulatory system. The pumping of the heart forces the blood on its journey.



<sup>b gainon joins</sup>  
**The body's circulatory system really has three distinct parts:**  
the lungs (**pulmonary**), the heart (**coronary**), and the rest of the system (**systemic**).

- **pulmonary circulation,**
- **coronary circulation, and**
- **systemic circulation.**

Each part must be working independently in order for them to all work together.

### **Systemic circulation**

#### **It's All Throughout The Body**

**Systemic circulation** supplies nourishment to all of the tissue located throughout your body, with the exception of the heart and lungs because they have their own systems. Systemic circulation is a major part of the overall circulatory system. The blood vessels (arteries, veins, and capillaries) are responsible for the delivery of oxygen and nutrients to the tissue. Oxygen-rich blood enters the blood vessels through the heart's main artery called the aorta. The forceful contraction of the heart's left ventricle forces the blood into the aorta which then branches into many smaller arteries which run throughout the body.

The inside layer of an artery is very smooth, allowing the blood to flow quickly. The outside layer of an artery is very strong, allowing the blood to flow forcefully. The oxygen-rich blood enters the capillaries where the oxygen and nutrients are released. The waste products are collected and the waste-rich blood flows into the veins in order to circulate back to the heart where pulmonary circulation will allow the exchange of gases in the lungs. During systemic circulation, blood passes through the kidneys. This phase of systemic circulation is known as renal circulation. During this phase, the kidneys filter much of the waste from the blood. Blood also passes through the small intestine during systemic circulation. This phase is known as portal circulation. During this phase, the blood from the small intestine collects in the portal vein which passes through the liver. The liver filters sugars from the blood, storing them for later.

### **Coronary Circulation**

#### **It's All In The Heart**



While the circulatory system is busy providing oxygen and nourishment to every cell of the body, let's not forget that the heart, which works hardest of all, needs nourishment, too. Coronary circulation refers to the movement of blood through the tissues of the heart. The circulation of blood through the heart is just one part of the overall circulatory system. Serious heart damage may occur if the heart tissue does not receive a normal supply of food and oxygen. The heart tissue receives nourishment through the capillaries located in the heart.

### *please look* The Vessels of The Human Body.

*hollow ut*  
In a general sense, a vessel is defined as a hollow utensil for carrying something: a cup, a bucket, a tube. Blood vessels, then, are hollow utensils for carrying blood. Located throughout your body, your blood vessels are hollow tubes that circulate your blood.

There are three varieties of blood vessels:

- arteries
- veins
- capillaries

During blood circulation, the arteries carry blood away from the heart. The capillaries connect the arteries to veins. Finally, the veins carry the blood back to the heart.

If you took all of the blood vessels out of an average child, and laid them out in one line, the line would be over 60,000 miles long! An adult's vessels would be closer to 100,000 miles long! Besides circulating blood, the blood vessels provide two important means of measuring vital health statistics: pulse and blood pressure. We measure heart rate, or pulse, by touching an artery. The rhythmic contraction of the artery keeps pace with the beat of the heart. Since an artery is near the surface of the skin, while the heart is deeply protected, we can easily touch the artery and get an accurate measure of the heart's pulse. When we measure blood pressure, we use the blood flowing through the arteries because it has a higher pressure than the blood in the veins. Your blood pressure is measured using two numbers. The first number, which is higher, is taken when the heart beats during the systole phase. The second number is taken when the heart relaxes during the diastole phase. Those two numbers stand for millimeters. A column of mercury rises and falls with the beat of the heart. The height of the column is measured in millimeters. Normal blood pressure ranges from 110 to 150 millimeters (as the heart beats) over 60 to 80



millimeters (as the heart relaxes). It is normal for your blood pressure to increase when you are exercising and to decrease when you are sleeping. If your blood pressure stays too high or too low, however, you may be at risk of heart disease.

### Arteries Carry Away

The heart pumps blood out through one main artery called the dorsal aorta. The main artery then divides and branches out into many smaller arteries so that each region of your body has its own system of arteries supplying it with fresh, oxygen-rich blood. Arteries are tough on the outside and smooth on the inside. An artery actually has three layers: an outer layer of tissue, a muscular middle, and an inner layer of epithelial cells. The muscle in the middle is elastic and very strong. The inner layer is very smooth so that the blood can flow easily with no obstacles in its path.

The muscular wall of the artery helps the heart pump the blood. When the heart beats, the artery expands as it fills with blood. When the heart relaxes, the artery contracts, exerting a force that is strong enough to push the blood along. This rhythm between the heart and the artery results in an efficient circulation system.

You can actually feel your artery expand and contract. Since the artery keeps pace with the heart, we can measure heart rate by counting the contractions of the artery. That's how we take our pulse.

The arteries deliver the oxygen-rich blood to the capillaries where the actual exchange of oxygen and carbon dioxide occurs. The capillaries then deliver the waste-rich blood to the veins for transport back to the lungs and heart.

### Veins

Veins are similar to arteries but, because they transport blood at a lower pressure, they are not as strong as arteries. Like arteries, veins have three layers: an outer layer of tissue, muscle in the middle, and a smooth inner layer of epithelial cells. However, the layers are thinner, containing less tissue. Veins receive blood from the capillaries after the exchange of oxygen and carbon dioxide has taken place. Therefore, the veins transport waste-rich blood back to the lungs and heart. It is important that the waste-rich blood keeps moving in the proper direction and not be allowed to flow backward. This is accomplished by valves that are located inside the veins. The valves are like gates that only allow traffic to move in one direction.



The vein valves are necessary to keep blood flowing toward the heart, but they are also necessary to allow blood to flow against the force of gravity. For example, blood that is returning to the heart from the foot has to be able to flow up the leg. Generally, the force of gravity would discourage that from happening. The vein valves, however, provide footholds for the blood as it climbs its way up. Blood that flows up to the brain faces the same problem. If the blood is having a hard time climbing up, you will feel light-headed and possibly even faint. Fainting is your brain's natural request for more oxygen-rich blood. When you faint, your head comes down to the same level as your heart, making it easy for the blood to quickly reach the brain. Because it lacks oxygen, the waste-rich blood that flows through the veins has a deep purplish color. Because the walls of the veins are rather thin, the waste-rich blood is sometimes visible through the skin as a bluish color. Look at your wrist, or hands, or ankles. You can probably see your veins carrying your blood back to your heart.

#### Capillary Connections

**The capillaries connect an artery to a vein.**

Unlike the arteries and veins, capillaries are very thin and fragile. The capillaries are actually only one epithelial cell thick. They are so thin that blood cells can only pass through them in single file. The exchange of oxygen and carbon dioxide takes place through the thin capillary wall. The red blood cells inside the capillary release their oxygen which passes through the wall and into the surrounding tissue. The tissue releases its waste products, like carbon dioxide, which passes through the wall and into the red blood cells.

Arteries and veins run parallel throughout the body with a web-like network of capillaries, embedded in tissue, connecting them. The arteries pass their oxygen-rich blood to the capillaries which allow the exchange of gases within the tissue. The capillaries then pass their waste-rich blood to the veins for transport back to the heart.

Capillaries are also involved in the body's release of excess heat. During exercise, for example, your body and blood temperature rises. To help release this excess heat, the blood delivers the heat to the capillaries which then rapidly release it to the tissue. The result is that your skin takes on a flushed, red appearance. If you hold your hand, for example, under hot water, your hand will quickly turn red for the same reason. Your arm, however, is not likely to change



color because it is not actually feeling an increase in temperature.

#### **Blood brings life to the body.**

The average adult has about five liters of blood living inside of their body, coursing through their vessels, delivering essential elements, and removing harmful wastes. Without blood, the human body would stop working.

Blood is the fluid of life, transporting oxygen from the lungs to body tissue and carbon dioxide from body tissue to the lungs. Blood is the fluid of growth, transporting nourishment from digestion and hormones from glands throughout the body.

Blood is the fluid of health, transporting disease fighting substances to the tissue and waste to the kidneys.

Because it contains living cells, blood is alive.

Red blood cells and white blood cells are responsible for nourishing and cleansing the body. Since the cells are alive, they too need nourishment. Vitamins and Minerals keep the blood healthy. The blood cells have a definite life cycle, just as all living organisms do.

Approximately 55 percent of blood is [6]plasma, a straw-colored clear liquid. The liquid plasma carries the solid cells and the platelets which help blood clot. Without blood platelets, you would bleed to death.

When the human body loses a little bit of blood through a minor wound, the platelets cause the blood to clot so that the bleeding stops. Because new blood is always being made inside of your bones, the body can replace the lost blood. When the human body loses a lot of blood through a major wound, that blood has to be replaced through a blood transfusion from other people.

But everybody's blood is not the same. There are four different blood types. Plus, your blood has Rh factors which make it even more unique. Blood received through a transfusion must match your own. Patients who are scheduled to have major surgery make autologous blood donations (donations of their own blood) so that they have a perfect match.

#### **The Importance Of Plasma**

What does plasma look like?

It's a straw-colored, clear liquid that is 90 percent water, and it is an essential ingredient for human survival.

It might seem like plasma is less important than the blood cells it carries. But that would be like saying that the stream is less important than the fish that swims in it. You can't have one without the other.



Besides water, plasma also contains dissolved salts and minerals like calcium, sodium, magnesium, and potassium. Microbe-fighting antibodies travel to the battlefields of disease by hitching a ride in the plasma.

Without plasma, the life-giving blood cells would be left floundering without transportation. Never underestimate the importance of plasma.

### Respiration

#### Oxygen Delivery System

The primary function of the respiratory system is to supply the blood with oxygen in order for the blood to deliver oxygen to all parts of the body. The respiratory system does this through breathing. When we breathe, we inhale oxygen and exhale carbon dioxide. This exchange of gases is the respiratory system's means of getting oxygen to the blood.

Respiration is achieved through the mouth, nose, trachea, lungs, and diaphragm. Oxygen enters the respiratory system through the mouth and the nose. The oxygen then passes through the larynx (where speech sounds are produced) and the trachea which is a tube that enters the chest cavity.

In the chest cavity, the trachea splits into two smaller tubes called the bronchi. Each bronchus then divides again forming the bronchial tubes.

The bronchial tubes lead directly into the lungs where they divide into many smaller tubes which connect to tiny sacs called alveoli. The average adult's lungs contain about 600 million of these spongy, air-filled sacs that are surrounded by capillaries. The inhaled oxygen passes into the alveoli and then diffuses through the capillaries into the arterial blood. Meanwhile, the waste-rich blood from the veins releases its carbon dioxide into the alveoli. The carbon dioxide follows the same path out of the lungs when you exhale.

The diaphragm's job is to help pump the carbon dioxide out of the lungs and pull the oxygen into the lungs. The diaphragm is a sheet of muscles that lies across the bottom of the chest cavity. As the diaphragm contracts and relaxes, breathing takes place. When the diaphragm contracts, oxygen is pulled into the lungs. When the diaphragm relaxes, carbon dioxide is pumped out of the lungs.



## The Heart-Lung Machine

One of the major advances in medicine is the invention and refinement of artificial circulation, also known as heart-lung bypass. The efforts to bring this concept into reality began many decades ago. One of America's most famous folk-heroes, Charles Lindbergh, was partly responsible for the eventual development of artificial circulation. Years after his pioneering trans-atlantic flight, Lindbergh teamed up with Dr. Alexis Carrel, the foremost pioneer of vascular surgery. The two of them had a mutual interest in finding a way to put oxygen into the blood stream. A primitive oxygen exchange device was made, confirming that it was possible for machinery to perform the function of the human lung.

Another intrepid scientist, Dr. John H. Gibbons Jr. (image at right), pursued the goal of total artificial circulation for almost 3 decades in his laboratory at the Jefferson Medical College in Philadelphia.

Dr. Gibbons is credited with developing the first clinically successful heart-lung pump. He performed the first successful use of artificial circulation in humans on May 6th, 1953 as he closed a hole between the upper heart chambers in an 18 year old girl. Initially, the machine of Gibbons was massive, complicated, and difficult to manage. The blood elements were damaged by the machine's actions, causing bleeding problems and severe consumption of red blood cells. However, in view of its ability to permit corrective operations to be performed inside of the human heart for the first time, these side effects of heart-lung bypass were acceptable. Gradually, the safety and ease-of-use of heart-lung equipment has improved. At the present state-of-the-art, minimal blood trauma occurs during conventional heart-lung support periods. This allows surgeons to apply this technology freely with excellent overall results. It is now commonplace for surgeons to stop the heart beat even for several hours while the circulation is maintained by modern, commercially available heart-lung support equipment.

The principle of the heart-lung machine (also known as pump-oxygenator or cardiopulmonary bypass) is actually quite simple. Blue blood withdrawn from the upper heart chambers is drained (by gravity siphon) into a reservoir. From there, the blood is pumped through an artificial lung. This component is designed to expose the blood to oxygen. As the blood passes through the artificial lung (also known as an oxygenator), the blood comes into intimate contact with the fine surfaces of the device itself. Oxygen gas is delivered to the interface between the blood and the device, permitting the blood cells to absorb oxygen molecules directly. Now, the blood is red in color, indicating its rich content of oxygen destined to be delivered to the various tissues of the body. Finally, the heart-lung machine actively pumps the red blood back into the patient through a tube connected to the arterial circulation. The heart-lung circuit is a continuous loop; as the red blood goes into the body, blue blood returns from the body and is drained into the pump completing the circuit.

The modern heart-lung machine is actually more sophisticated and versatile than the overview given above. In fact, the pump-oxygenator can do a number of other tasks necessary for safe completion of an open heart operation. Firstly, any blood which escapes the circulation and spills into the operating field around the heart can be suctioned and returned to the pump. This scavenging feature is made possible because the blood has been rendered incapable of clotting by



preserve - n'k'here-

h'6av' n'galiv.

large doses of heparin. Returning <sup>shut</sup> shed blood into the heart-lung machine greatly <sup>shut</sup> preserves the patients own blood stores throughout the operation. Secondly, the patients body temperature can be controlled by <sup>shut</sup> selectively cooling or heating the blood as it moves through the heart-lung machine. Thus the surgeon can use low body temperatures as a tool to <sup>shut</sup> preserve the function of the heart and other vital organs during the period of artificial circulation. And the bypass pump has connectors into which medications and anesthetic drugs can be given. In this way, medications arrive to the patient almost instantly by simply adding them to the blood within the heart-lung reservoir.

To initiate heart-lung bypass, the surgeon must first impair the bodies own clotting system. Otherwise, the patients blood would immediately <sup>shut</sup> clot upon exposure to the plastic tubing and artificial surfaces inside the heart-lung machine itself. Thinning of the blood (or anticoagulation) is done by first administering a powerful anticoagulant called heparin. Once clotting is impaired, a large drainage tube is placed in the upper chamber of the heart (called the right atrium). This tube drains the blue blood from the patient into the heart-lung machine. Then a smaller tube is placed into the arterial system so that red blood can be returned to the patients body where it is needed. The most common site for this tube is in the aorta (just above the place where the vein grafts will be connected). The photograph below illustrates the standard heart-lung tubing (also known as cannulas) after they were inserted into a patient undergoing CABG, but before artificial circulation has been established.

Once these "cannulae" are placed into the patient, and connections are made to the heart lung machine (via plastic extension tubing), the machine can now take over the pumping action of the heart, and the oxygen transfer action of the lungs, as described above. In the photograph below, the actual heart-lung machine and its attached equipment are easily seen.

During the period of artificial circulation, the machine is attended to at all times by a specialized technician, called the perfusionist. These individuals are highly trained in all aspects of artificial circulation and the equipment involved. Each heart operation requires a dedicated and trained perfusionist to manage all aspects of the heart-lung machine during the time period of artificial circulation. The perfusionist maintains the function of the pump and also monitors the delivery of blood back to the patient, the blood oxygen content, and other vital parameters. During this time, the surgeon is then freed up to concentrate on the technical aspects of the heart operation itself. The operation of the heart-lung machine is an excellent example of team work in action.

In this photograph, it is easy to see the plastic tubing used to connect the heart-lung machine to the patient during an actual surgery. As the surgeon repairs the heart, the perfusionist maintains the flow of oxygen-rich red blood to the rest of the body.

After the technical reconstruction of the heart is completed, the heart beat is restored. As the strength of the hearts own contractions gets stronger, the heart-lung machine can be gradually withdrawn. Then the tubes are removed from the patients circulation, and the anticoagulation medication is reversed with an antidote drug called "protamine".



## Cardio-Pulmonary Bypass:

### The Perfusionist and the Heart Lung Machine

#### Common questions and their answers

We have written this booklet in order to provide some information and answer some questions regarding one aspect of your child's upcoming heart surgery.

Some parents may have heard of, or know a little about, the heart-lung machine and cardio-pulmonary bypass. This booklet should provide some more details of this integral part of the child's operation, and hopefully, you will be able to understand your child's operation a little better. This is your booklet to keep. Maybe other family members or friends may benefit from reading the booklet, and your child may be interested in it, when he or she is old enough.

#### What part does the Heart-Lung machine play?

In order for the surgeon to actually do the repair, the heart needs to be quite empty, and in most cases, it needs to be stopped for a while. This means that for a short period, during the operation the blood which normally circulated through the heart and lungs, cannot do so. This gives the surgeon the best conditions under which to operate. So, while the heart and lungs are out of action, the Heart-Lung Machine (HLM) takes over. This is called CARDIO-PULMONARY BYPASS.

#### What exactly does the Heart-Lung machine do?

The HLM is a very sophisticated machine designed to:

- take over the job of the heart – and so it pumps blood around the body;
- take over the job of the lungs – so it adds oxygen to the blood, and removes carbon dioxide

#### What exactly does the Heart-Lung machine look like?

The machine itself has up to five precision blood pumps. In addition it has a heater / cooler device for temperature control and a series of individual microprocessor units which monitor and control patient temperatures, the gas supply, and the safety systems.

Below is a diagram of the circuit showing the position of the patient, the oxygenator, the pump and the filter.





We have written this booklet in order to provide some information and answer some questions regarding the use of your child's operating heart surgery.

Some parents may have heard of, or know a little about, the heart-lung machine and cardio-pulmonary bypass. This booklet should provide some more details of this integral part of the child's operation, and hopefully, you will be able to understand your child's operation a little better. This is your booklet to keep. Maybe other family members or friends may benefit from reading the booklet, and your child may be interested in it when he or she is old enough.

What part does the Heart-Lung machine play?

When the surgeon is actually doing the repair, the heart needs to be quite empty, and in most cases it needs to be stopped for a while. This means that for a short period, during the operation, the blood which normally circulates through the heart and lungs cannot do so. This gives the surgeon the best conditions under which to operate. So, while the heart and lungs are out of action, the Heart-Lung Machine (HLM) takes over. This is called CARDIO-PULMONARY BYPASS.

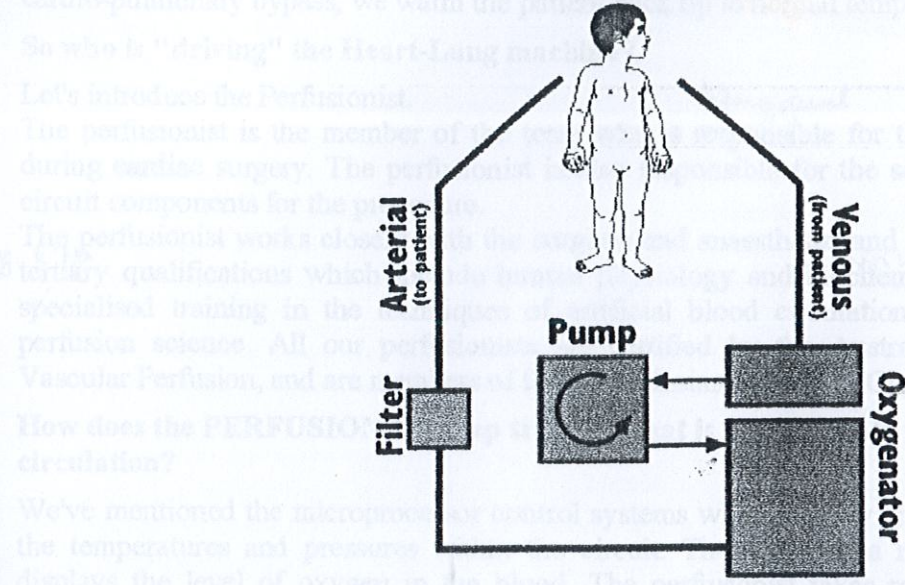
What exactly does the Heart-Lung machine do?

The HLM is a very sophisticated machine designed to take over the job of the heart - and so it pumps blood around the body. It also takes over the job of the lungs - so it adds oxygen to the blood, and removes carbon dioxide.

What exactly does the Heart-Lung machine look like?

The machine itself has up to five precision blood pumps. In addition it has a heater/cooler device for temperature control and a series of individual microprocessor units which monitor and control patient temperature, the gas supply, and the safety systems.

Below is a diagram of the circuit showing the position of the patient, the oxygenator, the pump and the filter.



The pump takes over the job of the heart, and pumps the blood through the oxygenator and back into the patient.]

#### So that's the basic machine - what else is there?

Apart from the machine, we use a disposable oxygenator, and a disposable tubing circuit with the HLM. The oxygenator functions in a similar way to the patient's own lungs, and for a time during the operation will serve as the lungs. As blood flows through the oxygenator, oxygen can be added to the blood, and carbon dioxide can be removed, and the appropriate levels of each gas can be maintained.

The oxygenator also contains a heat exchanger, which allows the blood temperature, and therefore the patient's temperature to be altered. The circuit is made up of a special plastic tubing, and is set up on the HLM. Blood travels from the patient, to the oxygenator, and then is pumped back into the patient's circulation. The circuit also contains a blood filter. We keep the circuit very short, and so the HLM is right next to the operating table.

The patient is connected to the circuit through plastic cannulae, which the surgeon puts into the large veins and an artery near the heart at the beginning of surgery, and removes them at the end.

#### What kind of things will happen while connected to the Heart-Lung machine?

Firstly, we fill the tubing circuit with a special solution called the priming solution. The priming solution removes all the air in the circuit, oxygenator and filter, and makes it bubble free. The priming solution is a mixture of donor blood and a type of saline solution. The donor blood is necessary because of the size of children who need cardio-pulmonary bypass and also the volume required to fill the circuit. Almost all children who weigh less than 16 Kg, will need some donor blood (generally, about 500 mls) to prime the tubing circuit.

During cardio-pulmonary bypass, we need to be able to control the patient's temperature. In most cardiac operations we cool the patient in order to slow and to control the way the body uses oxygen. The level of cooling will be determined by the type of operation, and the body





The pump takes over the job of the heart, and pumps the blood through the oxygenator and back into the patient.

So what's the heart machine - what else is there?

Apart from the machine, we use a disposable oxygenator, and a disposable tubing circuit with the HLM. The oxygenator functions in a similar way to the patient's own lungs, and for a time during the operation will receive the blood. As blood flows through the oxygenator, oxygen can be added to the blood, and carbon dioxide can be removed, and the appropriate levels of each gas can be maintained.

The oxygenator also contains a heat exchanger, which allows the blood temperature, and therefore the patient's temperature, to be altered.

The circuit is made up of a series of plastic tubing, and is set up on the HLM. Blood travels from the patient, to the oxygenator, and then is pumped back into the patient's circulation. The circuit also contains a blood filter. We keep the circuit very short, and as the HLM is right next to the operating table.

The patient is connected to the circuit through plastic cannulae, which are inserted into the large veins near the heart at the beginning of surgery, and removed at the end.

What kind of things will happen while connected to the heart-lung machine?

First, we fill the tubing circuit with a special solution called the priming solution. The priming solution removes all the air in the circuit, oxygenator and filter, and gases it bubble free. The priming solution is a mixture of blood and a type of saline solution. The donor blood is necessary because of the size of children who need cardio-pulmonary bypass, and also the volume required to fill the circuit. About all children who weigh less than 15 Kg. will need priming solution (generally about 200 ml) to prime the tubing circuit.

During cardio-pulmonary bypass, we need to be able to control the patient's temperature. In most cases, we want the patient in order to slow and to control the way the body uses oxygen. The level of cooling will be determined by the type of operation, and the body

temperature is controlled by altering the blood temperature in the oxygenator. Toward the end of cardio-pulmonary bypass, we warm the patient back up to normal temperature.

### So who is "driving" the Heart-Lung machine?

Let's introduce the Perfusionist.

The perfusionist is the member of the team who is responsible for the operation of the HLM during cardiac surgery. The perfusionist is also responsible for the selection and set-up of the circuit components for the procedure.

The perfusionist works closely with the surgeon and anaesthetist and is a skilled scientist, with tertiary qualifications which include human physiology and biochemistry, and also has more specialised training in the techniques of artificial blood circulation - commonly known as perfusion science. All our perfusionists are certified by the Australasian Board of Cardio-Vascular Perfusion, and are members of the Australasian Society of Cardio-Vascular Perfusion.

### How does the PERFUSIONIST keep track of what is happening to the patient's circulation?

We've mentioned the microprocessor control systems which display and aid in the regulation of the temperatures and pressures within the circuit. There is also a monitor which constantly displays the level of oxygen in the blood. The perfusionist takes regular blood samples for biochemical, and blood clotting tests. The analysers are right next to the HLM. The patient's ECG and blood pressure are displayed on a television-type monitor, mounted on the HLM. The whole set-up is similar to a cockpit of an airplane.

When the surgeon has finished the repair, and the team feels that the heart and lungs can take over from the HLM, the perfusionist slowly weans the patient, and the surgeon removes the cannulae.

Now you know a little more about cardio-pulmonary bypass, and your child's operations. We perform between 400 & 500 operations requiring cardio-pulmonary bypass every year.

normal organs will keep the body warm. The donor blood is completely sterile and has been given no special treatment. The donor blood is kept in a special solution while being taken to the patient.

During the operation, the patient is placed on a heart-lung machine. This machine allows surgeons to bypass the blood flow in the heart and lungs. The machine pumps the blood through the rest of the body, removing carbon dioxide (a waste product) and replacing it with oxygen needed by body tissues. Doctors remove the patient's heart except for the back wall of the heart's upper chambers. The backs of the atria on the new heart are exposed and the heart is sewn into place. A similar process is followed in placing lung transplants, except doctors remove the heart and lungs as a single unit from the donor. All joints are checked first, followed by the heart.

Surgeons then connect the blood vessels that allow blood to flow through the heart and lungs. As the heart begins to beat, the lungs begin to breathe. Sometimes, surgeons must start the heart with an electrical shock. Surgeons check all the connected vessels and heart chambers for leaks before removing the patient from the heart-lung machine.



## Introduction

In the three decades since the performance of the first human heart transplant in December 1967, the procedure has changed from an experimental operation to an established treatment for advanced heart disease. Approximately 2,300 heart transplants are performed each year in the United States.

In 1981, combined heart and lung transplants began to be used to treat patients with conditions that severely damage both these organs. As of 1995, about 500 people in the United States and 2,000 worldwide have received heart-lung transplants.

There have been two main barriers to increasing the number of successful operations. In 1983, the first barrier to successful transplantations—rejection of the donor organ by the patient—was overcome. The drug cyclosporine was introduced to suppress rejection of a donor heart or heart-lung by the patient's body. Cyclosporine and other medications to control rejection have significantly improved the survival of transplant patients. About 80 percent of heart transplant patients survive 1 year or more. About 60 percent of heart-lung transplants live at least 1 year after surgery. Research is under way to develop even better ways to control transplant rejection and improve survival.

Organ availability is the second barrier to increasing the number of successful transplantations. Hospitals and organizations nationwide are trying to increase public awareness of this problem and improve organ distribution.

## What happens during a heart or heart-lung transplant?

A transplant is the replacement of a patient's diseased heart or heart and lungs with a normal organ(s) from someone—called a donor—who has died. The donor's organ(s) is completely removed and quickly transported to the patient, who may be located across the country. Organs are cooled and kept in a special solution while being taken to the patient.

During the operation, the patient is placed on a heart-lung machine. This machine allows surgeons to bypass the blood flow to the heart and lungs. The machine pumps the blood throughout the rest of the body, removing carbon dioxide (a waste product) and replacing it with oxygen needed by body tissues. Doctors remove the patient's heart except for the back walls of the atria, the heart's upper chambers. The backs of the atria on the new heart are opened and the heart is sewn into place. A similar process is followed in heart-lung transplants, except doctors remove the heart and lungs as a unit from the donor; the new lungs are attached first, followed by the heart.

Surgeons then connect the blood vessels and allow blood to flow through the heart and lungs. As the heart warms up, it begins beating. Sometimes, surgeons must start the heart with an electrical shock. Surgeons check all the connected blood vessels and heart chambers for leaks before removing the patient from the heart-lung machine.



transplant in the heart. The heart is the organ that pumps blood throughout the body. It is located in the chest, between the lungs. The heart is made of muscle and is about the size of a fist. It has four chambers: two on the left and two on the right. The right side of the heart pumps blood to the lungs, and the left side pumps blood to the rest of the body. The heart is connected to a network of blood vessels called the circulatory system.

transplant in the heart. The heart is the organ that pumps blood throughout the body. It is located in the chest, between the lungs. The heart is made of muscle and is about the size of a fist. It has four chambers: two on the left and two on the right. The right side of the heart pumps blood to the lungs, and the left side pumps blood to the rest of the body. The heart is connected to a network of blood vessels called the circulatory system.

transplant in the heart. The heart is the organ that pumps blood throughout the body. It is located in the chest, between the lungs. The heart is made of muscle and is about the size of a fist. It has four chambers: two on the left and two on the right. The right side of the heart pumps blood to the lungs, and the left side pumps blood to the rest of the body. The heart is connected to a network of blood vessels called the circulatory system.

transplant in the heart. The heart is the organ that pumps blood throughout the body. It is located in the chest, between the lungs. The heart is made of muscle and is about the size of a fist. It has four chambers: two on the left and two on the right. The right side of the heart pumps blood to the lungs, and the left side pumps blood to the rest of the body. The heart is connected to a network of blood vessels called the circulatory system.

transplant in the heart. The heart is the organ that pumps blood throughout the body. It is located in the chest, between the lungs. The heart is made of muscle and is about the size of a fist. It has four chambers: two on the left and two on the right. The right side of the heart pumps blood to the lungs, and the left side pumps blood to the rest of the body. The heart is connected to a network of blood vessels called the circulatory system.

Introduction

Patients are usually up and around a few days after surgery, and if there are no signs of the body immediately rejecting the organ(s), patients are allowed to go home within 2 weeks.

### Why are transplants done?

A transplant is considered when the heart is failing and does not respond to all other therapies, but health is otherwise good. The leading reasons why people receive heart transplants are:

- Cardiomyopathy--a weakening of the heart muscle.
- Severe coronary artery disease--in which the heart's blood vessels become blocked and the heart muscle is damaged.
- Birth defects of the heart.

Heart-lung transplants are performed on patients who will die from end-stage lung disease that also involves the heart. Alternative therapies for these patients have been tried or considered. Leading reasons people receive heart-lung transplants are:

- Severe pulmonary hypertension--a large increase in blood pressure in the vessels of the lungs that limits blood flow and delivery of oxygen to the rest of the body.
- A birth defect of the heart that results in Eisenmenger's complex--another name for acquired pulmonary hypertension.

### Who can have a transplant?

Patients under age 60 are the most likely heart transplant candidates. Patients under age 45 are generally accepted for heart-lung transplants. In both cases, patients must be suffering from end-stage disease and be in good health otherwise. The doctor, patient, and family must address the following four basic questions to determine whether a transplant should be considered:

- Have all other therapies been tried or excluded?
- Is the patient likely to die without the transplant?
- Is the person in generally good health other than the heart or heart and lung disease?
- Can the patient adhere to the lifestyle changes--including complex drug treatments and frequent examinations--required after a transplant?

Patients who do not meet the above considerations or who have additional problems--other severe diseases, active infections, or severe obesity--are not good candidates for a transplant.



### How are donors found?

Donors are individuals who are brain dead, meaning that the brain shows no signs of life while the person's body is being kept alive by a machine. Donors have often died as a result of an automobile accident, a stroke, a gunshot wound, suicide, or a severe head injury. Most hearts come from those who die before age 45. Donor organs are located through the United Network for Organ Sharing (UNOS).

Not enough organs are available for transplant. At any given time, almost 3,500 to 4,000 patients are waiting for a heart or heart-lung transplant. A patient may wait months for a transplant. More than 25 percent do not live long enough. Yet, only a fraction of those who could donate organs actually do.

### Does a person lead a normal life after a transplant?

After a heart or heart-lung transplant, patients must take several medications. The most important are those to keep the body from rejecting the transplant. These medications, which must be taken for life, can cause significant side effects, including hypertension, fluid retention, tremors, excessive hair growth, and possible kidney damage. To combat these problems, additional drugs are often prescribed.

A transplanted heart functions differently from the old one. Because the nerves leading to the heart are cut during the operation, the transplanted heart beats faster (about 100 to 110 beats per minute) than the normal heart (70 beats per minute). The new heart also responds more slowly to exercise and doesn't increase its rate as quickly as before.

A patient's prognosis depends on many factors, including age, general health, and response to the transplant. Recent figures show that 73 percent of heart transplant patients live at least 3 years after surgery. Nearly 85 percent of patients return to work or other activities they like. Many patients enjoy swimming, cycling, running, or other sports.

As noted, 60 percent of patients who receive combined heart-lung transplants survive at least 1 year. Fifty percent live at least 3 years.

### What are the risks from transplants?

The most common causes of death following a transplant are infection or rejection of the heart. Patients on drugs to prevent transplant rejection are at risk for developing kidney damage, high blood pressure, osteoporosis (a severe thinning of the bones, which can cause fractures), and lymphoma (a type of cancer that affects cells of the immune system).

Coronary artery disease (atherosclerosis) is a problem that develops in almost half the patients who receive transplants. Normally, patients with this disease experience chest pain and/or other symptoms when their hearts are under stress. This is called angina and is an early warning sign of a blocked heart artery. However, transplant patients may have



Patients are usually up and around a few days after surgery, and if there are no signs of the body immediately rejecting the organ(s), patients are allowed to go home within 2 weeks.

#### Why are transplants done?

A transplant is considered when the heart is failing and does not respond to all other therapies, but health is otherwise good. The leading reasons why people receive heart transplants are:

- Coronary artery disease—a weakening of the heart muscle.
- Severe coronary artery disease—in which the heart's blood vessels become blocked and the heart muscle is damaged.
- Birth defects of the heart.

Heart-lung transplants are performed on patients who will die from end-stage lung disease that also involves the heart. Alternative therapies for these patients have been tried or considered. Leading reasons people receive heart-lung transplants are:

- Severe pulmonary hypertension—a large increase in blood pressure in the vessels of the lungs that limits blood flow and delivery of oxygen to the rest of the body.
- A birth defect of the heart that results in Eisenmenger's complex—another name for acquired pulmonary hypertension.

#### Who can have a transplant?

Patients under age 60 are the most likely heart transplant candidates. Patients under age 45 are generally accepted for heart-lung transplants. In both cases, patients must be suffering from end-stage disease and be in good health otherwise. The doctor, patient, and family must agree to the transplant. The patient must be able to take the long-term medications and frequent examinations required after a transplant.

- Have all other therapies been tried or excluded?
- Is the patient able to take the long-term medications?
- Is the patient able to take the frequent examinations?
- Can the patient afford the cost of the transplant, including complex drug treatments and frequent examinations required after a transplant?

Patients and frequent examinations—required after a transplant.

#### Why are transplants done?

The body immediately rejecting the organ(s) are allowed to go home within 2 weeks.

#### How are donors found?

Donors are individuals who are brain dead, meaning that the brain shows no signs of life while the person's body is being kept alive by a machine. Donors have often died as a result of an automobile accident, a stroke, a gunshot wound, suicide, or a severe head injury. Most hearts come from those who die before age 45. Donor organs are located through the United Network for Organ Sharing (UNOS).

Not enough organs are available for transplant. At any given time, almost 3,500 to 4,000 patients are waiting for a heart or heart-lung transplant. A patient may wait months for a transplant. More than 25 percent do not live long enough. Yet, only a fraction of those who could donate organs actually do.

#### Does a person lead a normal life after a transplant?

After a heart or heart-lung transplant, patients must take several medications. The most important are those to keep the body from rejecting the transplant. These medications, which must be taken for life, can cause significant side effects, including hypertension, fluid retention, tremors, excessive hair growth, and possible kidney damage. To combat these problems, additional drugs are often prescribed.

A transplanted heart functions differently from the old one. Because the nerves leading to the heart are cut during the operation, the transplanted heart beats faster (about 100 to 110 beats per minute) than the normal heart (70 beats per minute). The new heart also responds more slowly to exercise and doesn't increase its rate as quickly as before.

A patient's prognosis depends on many factors, including age, general health, and response to the transplant. Recent figures show that 73 percent of heart transplant patients live at least 3 years after surgery. Nearly 85 percent of patients return to work or other activities they like. Many patients enjoy swimming, cycling, running, or other sports.

As noted, 60 percent of patients who receive combined heart-lung transplants survive at least 1 year. Fifty percent live at least 3 years.

#### What are the risks from transplants?

The most common causes of death following a transplant are infection or rejection of the heart. Patients on drugs to prevent transplant rejection are at risk for developing kidney damage, high blood pressure, osteoporosis (a severe thinning of the bones, which can cause fractures), and lymphoma (a type of cancer that affects cells of the immune system).

Coronary artery disease (atherosclerosis) is a problem that develops in almost half the patients who receive transplants. Normally, patients with this disease experience chest pain and/or other symptoms when their hearts are under stress. This is called angina and is an early warning sign of a blocked heart artery. However, transplant patients may have



How are donors found?

Donors are individuals who are brain dead, meaning that the brain shows no signs of life while the person's body is being kept alive by a machine. Donors have often died as a result of an automobile accident, a stroke, a gunshot wound, suicide, or a severe head injury. Most hearts come from those who die before age 45. Donor organs are located through the United Network for Organ Sharing (UNOS).

Not enough organs are available for transplant. At any given time, almost 3,500 to 4,000 patients are waiting for a heart or heart-lung transplant. A patient may wait months for a transplant. More than 25 percent do not live long enough. Yet, only a fraction of those who could donate organs actually do.

Does a person lead a normal life after a transplant?

After a heart or heart-lung transplant, patients must take several medications. The most important are those to keep the body from rejecting the transplant. These medications, which must be taken for life, can cause significant side effects, including hypertension, fluid retention, tremors, excessive hair growth, and possible kidney damage. To combat these problems, additional drugs are often prescribed.

A transplanted heart functions differently from the old one. Because the nerves leading to the heart are cut during the operation, the transplanted heart beats faster (about 100 to 110 beats per minute) than the normal heart (70 beats per minute). The new heart also responds more slowly to exercise and doesn't increase its rate as quickly as before.

A patient's prognosis depends on many factors, including age, general health, and response to the transplant. Recent figures show that 75 percent of heart transplant patients live at least 5 years after surgery. Nearly 85 percent of patients return to work or other activities they like. Many patients enjoy swimming, cycling, running, or other sports.

As noted, 60 percent of patients who receive combined heart-lung transplants survive at least 1 year. Fifty percent live at least 5 years.

What are the risks from transplants?

The most common causes of death following a transplant are infection or rejection of the heart. Patients on drugs to prevent transplant rejection are at risk for developing kidney damage, high blood pressure, osteoporosis (a severe thinning of the bones, which can cause fractures), and lymphoma (a type of cancer that affects cells of the immune system).

Coronary artery disease (atherosclerosis) is a problem that develops in almost half the patients who receive transplants. Normally, patients with this disease experience chest pain and/or other symptoms when their hearts are under stress. This is called angina and is an early warning sign of a blocked heart artery. However, transplant patients may have

no early pain symptoms of a blockage building up because they have no sensations in their new hearts.

Thirty to fifty percent of patients who receive a heart-lung transplant develop bronchiolitis obliterans, in which there are obstructive changes in the airways of the lungs.

What does rejection mean?

The body's immune system protects the body from infection. Cells of the immune system move throughout the body, checking for anything that looks foreign or different from the body's own cells. Immune cells recognize the transplanted organ(s) as different from the rest of the body and attempt to destroy it--this is called rejection. If left alone, the immune system would damage the cells of a new heart and eventually destroy it. In a heart-lung transplant, immune cells may also destroy healthy lung tissue.

To prevent rejection, patients receive immunosuppressants, drugs that suppress the immune system so that the new organ(s) is not damaged. Because rejection can occur anytime after a transplant, immunosuppressive drugs are given to patients the day before their transplant and thereafter for the rest of their lives. To avoid complications, patients must strictly adhere to their drug regimen. The three main drugs now being used are cyclosporine, azathioprine, and prednisone. Researchers are working on safer, more effective immunosuppressants for future testing. Some of the more promising drugs are FK-506 and mycophenolate mofetil.

Doctors must balance the dose of immunosuppressive drugs so that a patient's transplanted organ(s) is protected, but his or her immune system is not completely shut down. Without an active enough immune system, a patient can easily develop severe infections. For this reason, medications are also prescribed to fight any infections.

To carefully monitor transplant patients for signs of heart rejection, small pieces of the transplanted organ are removed for inspection under a microscope. Called a biopsy, this procedure involves advancing a thin tube called a catheter through a vein to the heart. At the end of the catheter is a biptome, a tiny instrument used to snip off a piece of tissue. If the biopsy shows damaged cells, the dose and kind of immunosuppressive drug may be changed. Biopsies of the heart muscle are usually performed weekly for the first 3 to 6 weeks after surgery, then every 3 months for the first year, and then yearly thereafter.

How much do transplants cost?

According to the UNOS, the estimated first year charges for a heart transplant is \$209,100, and annual followup charges are \$15,000. In most cases these costs are paid by private insurance companies. More than 80 percent of commercial insurers and 97 percent of Blue Cross/Blue Shield plans offer coverage for heart transplants. Medicaid programs in 33 states and the District of Columbia also reimburse for transplants. Heart



no early pain symptoms of a blockage building up because they have no sensation in their new hearts.

Thirty to fifty percent of patients who receive a heart-lung transplant develop bronchitis obliterans, in which there are obstructive changes in the airways of the lungs.

What does rejection mean?

The body's immune system protects the body from infection. Cells of the immune system move throughout the body, checking for anything that looks foreign or different from the body's own cells. Immune cells recognize the transplanted organ(s) as different from the rest of the body and attempt to destroy it—this is called rejection. If left alone, the immune system would damage the cells of a new heart and eventually destroy it. In a heart-lung transplant, immune cells may also destroy healthy lung tissue.

To prevent rejection, patients receive immunosuppressants, drugs that suppress the immune system so that the new organ(s) is not damaged. Because rejection can occur anytime after a transplant, immunosuppressive drugs are given to patients the day before their transplant and thereafter for the rest of their lives. To avoid complications, patients must strictly adhere to their drug regimen. The three main drugs now being used are cyclosporine, azathioprine, and prednisone. Researchers are working on safer, more effective immunosuppressants for future testing. Some of the more promising drugs are FK-506 and mycophenolate mofetil.

Doctors must balance the dose of immunosuppressive drugs so that a patient's transplanted organ(s) is protected, but his or her immune system is not completely shut down. Without an active enough immune system, a patient can easily develop severe infections. For this reason, medications are also prescribed to fight any infections.

To carefully monitor transplant patients for signs of heart rejection, small pieces of the transplanted organ are removed for inspection under a microscope. Called a biopsy, this procedure involves advancing a thin tube called a catheter through a vein to the heart. At the end of the catheter is a bioprobe, a tiny instrument used to snip off a piece of tissue. If the biopsy shows damaged cells, the dose and kind of immunosuppressive drug may be changed. Biopsies of the heart muscle are usually performed weekly for the first 3 to 6 weeks after surgery, then every 3 months for the first year, and then yearly thereafter.

How much do transplants cost?

According to the UNOS, the estimated first year charges for a heart transplant is \$209,100, and annual followup charges are \$12,000. In most cases these costs are paid by private insurance companies. More than 80 percent of commercial insurers and 97 percent of Blue Cross/Blue Shield plans offer coverage for heart transplants. Medicaid programs in 33 states and the District of Columbia also reimburse for transplants. Heart

transplants are covered by Medicare for Medicare-eligible patients if the operation is performed at an approved center.

Approximately 70 percent of commercial insurance companies and 92 percent of Blue Cross/Blue Shield plans cover heart-lung transplants. Medicaid coverage for heart-lung transplants is available in 20 states. According to the UNOS, estimated first year charges for a heart-lung transplant is \$246,000, and annual followup charges are \$18,400.

What will transplants be like in 5 to 10 years?

Hospitals nationwide are trying to set up a better system for distributing organs to patients in need. Researchers are looking for easier methods to monitor rejection to replace the regular biopsies that are needed now. Work is progressing to make immunosuppressive drugs with fewer long-term side effects so that coronary artery disease development and lung destruction may be prevented.

### Bypass Surgery Without the Heart-Lung Machine

A relatively new approach to coronary bypass surgery is reducing the risks of this common surgery for some patients.

The approach is called off-pump coronary artery bypass, one of several new types of minimally invasive direct coronary artery bypass surgeries that eliminates the use of the heart-lung bypass machine for many patients, said Dr. Kwabena Mawulawde, cardiothoracic surgeon at the Medical College of Georgia.

"The heart-lung bypass machine is an invaluable tool; it's the gold standard any other approach or procedure must be compared to," Dr. Mawulawde said. "What we are saying is, if we have an alternative for patients, it's reasonable to pursue."

The off-pump approach may be an option for as many as 80 percent of patients needing bypass surgery to restore adequate blood and oxygen supplies to the heart muscle.

The approach has less risk of bleeding, stroke and memory loss than traditional bypass and can be less expensive and shorten hospital stays, including time spent on ventilators to support breathing, he said.

The heart-lung bypass machine takes over the work of the heart and lungs during bypass and other open-heart procedures so the heart can be still while the surgeon works. It also is frequently used to cool the patient's body temperature, reducing oxygen requirements and protecting the heart and other organs.

During total cardiopulmonary bypass, all blood is diverted from the heart by inserting big cannulas, or tubes, in the right atrium, the collecting chamber of the heart, and the aorta, a major artery, that moves blood out of the heart into the body. This enables a bloodless field that's important for surgeries such as replacing the mitral valve that lets blood into



transplants are covered by Medicare for Medicare-eligible patients if the operation is performed at an approved center.

Approximately 70 percent of commercial insurance companies and 92 percent of Blue Cross/Blue Shield plans cover heart-lung transplants. Medicaid coverage for heart-lung transplants is available in 30 states. According to the UNOS, estimated first year charges for a heart-lung transplant is \$246,000, and annual follow-up charges are \$18,400.

What will transplants be like in 5 to 10 years?

Hospitals nationwide are trying to set up a better system for distributing organs to patients in need. Researchers are looking for easier methods to monitor rejection to replace the regular biopsies that are needed now. Work is progressing to make immunosuppressive drugs with fewer long-term side effects so that coronary artery disease development and lung destruction may be prevented.

#### Bypass Surgery Without the Heart-Lung Machine

A relatively new approach to coronary bypass surgery is reducing the risks of this common surgery for some patients.

The approach is called off-pump coronary artery bypass, one of several new types of minimally invasive direct coronary artery bypass surgeries that eliminates the use of the heart-lung bypass machine for many patients, said Dr. Kawabata Mawulawde, cardiothoracic surgeon at the Medical College of Georgia.

"The heart-lung bypass machine is an invaluable tool; it's the gold standard any other approach or procedure must be compared to," Dr. Mawulawde said. "What we are saying is if we have an alternative for patients, it's reasonable to pursue."

The off-pump approach may be an option for as many as 80 percent of patients needing bypass surgery to restore adequate blood and oxygen supplies to the heart muscle.

The approach has less risk of bleeding, stroke and memory loss than traditional bypass and can be less expensive and shorten hospital stays, including time spent on ventilators to support breathing, he said.

The heart-lung bypass machine takes over the work of the heart and lungs during bypass and other open-heart procedures so the heart can be still while the surgeon works. It also is frequently used to cool the patient's body temperature, reducing oxygen requirements and protecting the heart and other organs.

During total cardiopulmonary bypass, all blood is diverted from the heart by inserting big cannulas or tubes in the right atrium, the collecting chamber of the heart, and the aorta, a major artery that moves blood out of the heart into the body. This enables a bloodless field that's important for surgeries such as replacing the mitral valve that lets blood into

the left ventricle, the ejection chamber of the heart. A variety of conditions from aging to rheumatic fever can cause structural and tissue abnormalities that destroy the valve's effectiveness and prompt replacement.

Another approach, incomplete bypass, diverts only a portion of the blood away from the heart. The majority of coronary bypass procedures — in which clogged arteries that supply the heart are bypassed with grafts — are performed in this country today using partial bypass with the surgeon using saline to wash away any blood that may get into the field, Dr. Mawulawde said.

The advantage to incomplete bypass is that it requires only one cannula be temporarily sewn into a blood vessel, reducing the risk of bleeding associated with sutures sites.

Off-pump bypass requires no sutures or cannulas — only a clamping of the aorta to temporarily isolate the area where the bypass grafts are sewn. Clamping carries a stroke risk, particularly in patients with diseased aortas where pieces of plaque may break off and reach the brain, but with off-pump procedures, patients spend less time at risk, Dr. Mawulawde said. Also, new devices are under development that will preclude the aortic clamping and eliminate that risk, he said.

"The crux behind off-pump surgery is stabilizing the heart so we can operate on a relatively still or stable heart without compromising the physiological or hemodynamic function," he said. To do this, an increasing number of stabilizing devices are becoming available that temporarily reduce heart movement in the small area while the surgeon is sewing a graft to bypass a clogged coronary artery.

About 20 percent of the country's cardiothoracic surgeons use this approach to help patients. Two years ago, Dr. Mawulawde began to offer the off-pump approach to the majority of patients he sees in non-emergency situations because of its advantages.

While the heart-lung bypass machine offers much, it also carries risks, including the increased risk of bleeding from the blood simply flowing over the foreign surfaces inside the machine. Studies also have shown that some patients have memory problems after surgery. Others, particularly patients with more severe coronary artery disease and associated risk factors such as smoking, may have increased difficulty breathing on their own after bypass surgery. "There are situations where you would not want to put someone on the heart-lung machine, when you do not want to arrest the heart," he said. "For example, an 80-year-old woman who has trouble pumping blood out of her heart from a previous heart attack and now has single vessel disease, putting her on the heart-lung machine might cause more problems than you anticipate."

"For example, the fact that you are on the pump causes your lungs to react in a certain way so they retain fluid, which makes it harder to get some of these patients off the ventilator as quickly," Dr. Mawulawde said. "We've actually extubated patients in the operating room with the off-pump approach. More typically, they are taken off the ventilator later that day, hours after surgery, or sometimes even the next day."



the left ventricle, the common chamber of the heart. A variety of conditions from aging to rheumatic fever can cause structural and functional abnormalities that destroy the valve's effectiveness and prevent replacement.

Another approach, incomplete bypass, diverts only a portion of the blood away from the heart. The majority of coronary bypass procedures - in which clogged arteries that supply the heart are bypassed with grafts - are performed in this country today using partial bypass with the surgeon using a tube to wash away any blood that may get into the field.

The advantage to incomplete bypass is that it requires only one cannula be temporarily sewn into a blood vessel, reducing the risk of bleeding associated with sutures sites.

Off-pump bypass requires no sutures or cannulas - only a clamping of the artery to temporarily isolate the area where the bypass grafts are sewn. Clamping carries a stroke risk, particularly in patients with diseased arteries where pieces of plaque may break off and reach the brain, but with off-pump procedures, patients spend less time at risk, Dr. Mawulawde said. Also, new devices are under development that will preclude the need for clamping and eliminate that risk, he said.

"The key behind off-pump surgery is stabilizing the heart so we can operate on a relatively still or stable heart without compromising the physiological or hemodynamic function," he said. To do this, an increasing number of stabilizing devices are becoming available that temporarily reduce heart movement in the small area while the surgeon is sewing a graft to bypass a clogged coronary artery.

About 30 percent of the country's cardiovascular surgeons use this approach to help patients. Two years ago, Dr. Mawulawde began to offer the off-pump approach to the majority of patients he sees in non-emergency situations because of its advantages.

While the heart-lung bypass machine offers much, it also carries risks, including the increased risk of bleeding from the blood simply flowing over the foreign surfaces inside the machine. Studies also have shown that some patients have memory problems after surgery. Others, particularly patients with more severe coronary artery disease and associated risk factors such as smoking, may have increased difficulty breathing on their own after bypass surgery. "There are situations where you would not want to put someone on the heart-lung machine, when you do not want to arrest the heart," he said. "For example, an 80-year-old woman who has trouble pumping blood out of her heart from a previous heart attack and now has single vessel disease, putting her on the heart-lung machine might cause more problems than you anticipate."

"For example, the fact that you are on the pump causes your lungs to react in a certain way so they retain fluid, which makes it harder to get some of these patients off the ventilator as quickly," Dr. Mawulawde said. "We've actually extubated patients in the operating room with the off-pump approach. More typically, they are taken off the ventilator later that day, hours after surgery, or sometimes even the next day."

Early comparative studies of the off-pump and other approaches also have shown that the approach is generally safe and effective and may require fewer blood transfusions; long-term studies are not yet available.

Dr. Mawulawde doubts that off-pump surgery will ever completely replace the older alternatives, but said that for most patients, even those who have several blood vessels that need to be bypassed, it is a viable option.

### What is congestive heart failure?

Congestive heart failure (CHF) occurs when the heart fails to work effectively and is unable to supply the body with enough blood. The entire heart may be affected, or in some cases, only one side. When the left side, which receives blood from the lungs, is affected, the heart fails to completely empty blood when it contracts. This makes the blood to back up into the lungs. When the right side of the heart, which receives blood from the entire body, is affected, congestion spreads throughout the body.

### What are the symptoms of CHF?

Congestion in the lungs results in breathlessness, the main symptom of left-sided heart failure. Symptoms of right-sided heart failure include fatigue, swelling of the ankles and legs, enlargement of the liver, and indigestion.

### What causes congestive heart failure?

Causes of left-sided heart failure include: coronary artery disease, valvular heart disease, high blood pressure, anemia, congenital heart defects and irregular heartbeat. Right-sided heart failure may be caused by: left-sided failure lung diseases such as bronchitis or emphysema, a defective valve, or congenital heart defect.

### What should I do if I have symptoms of congestive heart failure?

Congestive heart failure can be fatal if untreated. If you experience symptoms, see your doctor right away.



Early comparative studies of the off-pump and other approaches also have shown that the approach is generally safe and effective and may require fewer blood transfusions; long-term studies are not yet available.

Dr. Mawlaudis doubts that off-pump surgery will ever completely replace the other alternatives, but said that for most patients, even those who have several blood vessels that need to be bypassed, it is a viable option.

#### What is congestive heart failure?

Congestive heart failure (CHF) occurs when the heart fails to work effectively and is unable to supply the body with enough blood. The entire heart may be affected, or in some cases, only one side. When the left side, which receives blood from the lungs, is affected, the heart fails to completely empty blood when it contracts. This makes the blood to back up into the lungs. When the right side of the heart, which receives blood from the entire body, is affected, congestion spreads throughout the body.

#### What are the symptoms of CHF?

Congestion in the lungs results in breathlessness, the main symptom of left-sided heart failure. Symptoms of right-sided heart failure include fatigue, swelling of the ankles and legs, enlargement of the liver, and indigestion.

#### What causes congestive heart failure?

Causes of left-sided heart failure include: coronary artery disease, valvular heart disease, high blood pressure, anemia, congenital heart defects and irregular heartbeat. Right-sided heart failure may be caused by left-sided failure lung diseases such as pneumonia or emphysema, a defective valve, or congenital heart defect.

#### What should I do if I have symptoms of congestive heart failure?

Congestive heart failure can be fatal if untreated. If you experience symptoms, see your doctor right away.