

- [日] 今井三喜 等著
- 钱旭久 译
- 李旦生 白凤阁 校

# 循环及呼吸功能测定 正常值及预测式

安徽科学技术出版社

[日]今井三喜 等著

## 循环及呼吸功能测定正常值及预测式

钱旭久 译

李旦生 校

白凤阁

8811138

安徽科学技术出版社

责任编辑：王 颖

中国医药出版社

二 八 五 五  
五 五 五 五  
五 五 五 五

**循环及呼吸功能测定正常值及预测式**

〔日〕 今井三喜 等著 钱旭久 译

\*

安徽科学技术出版社出版

（合肥市九州大厦八楼）

新华书店经销 安徽新华印刷厂印刷

\*

开本：787×1092 1/16 印张：15 字数：382,000

1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷

印数：00,001—4,000

ISBN 7-5387-0169-0/R·25 定价：4.40元

# 目 录

## 上篇 循环部分

|                   |    |
|-------------------|----|
| 一、心脏和大血管形态学测定值    | 3  |
| I. 心脏重量           | 3  |
| II. 心脏瓣膜口径        | 4  |
| III. 主动脉周径随年龄的变化  | 5  |
| 二、心脏和主动脉的X线测定值    | 6  |
| I. 心脏大小的测定        | 6  |
| II. 主动脉的测定        | 8  |
| 三、心脏和大血管的CT测定值    | 10 |
| 四、心脏和大血管造影测定值     | 13 |
| 五、心脏和大血管超声波测定值    | 15 |
| 六、心脏和大血管放射性同位素测定值 | 18 |
| I. 心放射图           | 18 |
| II. 心肌闪烁扫描        | 19 |
| III. 心放射性同位素血管造影  | 20 |
| 七、心音图             | 22 |
| I. 第I心音           | 22 |
| II. 第II心音         | 22 |
| III. 第III心音       | 23 |
| IV. 第IV心音         | 23 |
| V. 其他心音           | 24 |
| VI. 正常心杂音         | 24 |
| 八、循环血容量           | 25 |
| I. 循环血容量的测定       | 25 |
| II. 正常值           | 27 |
| 九、心输出量            | 30 |
| 十、心内压             | 36 |
| 十一、静脉压            | 37 |
| I. 0压标准点          | 37 |
| II. 末梢静脉压         | 38 |
| III. 中心静脉压        | 38 |
| 十二、收缩期心时相         | 42 |
| I. 左室收缩时相         | 42 |
| II. 右室收缩时相        | 46 |

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 十三、左心室舒张期力学特性           | 47 |
| I. 舒张速度指标               | 48 |
| II. 舒张期心室张力指标           | 49 |
| III. 结束语                | 51 |
| 十四、脉波                   | 52 |
| I. 动脉波                  | 52 |
| II. 静脉波                 | 54 |
| 十五、心率                   | 55 |
| I. 安静时的心率               | 55 |
| II. 心率随年龄和性别变化          | 55 |
| III. 安静时心率分布            | 56 |
| IV. 心率在一天中的变化           | 56 |
| V. 最大运动负荷时的心率           | 57 |
| 十六、微循环                  | 58 |
| 十七、脏器血液分布和血流分配          | 63 |
| I. 与脏器血液循环有关的基础知识       | 63 |
| II. 脏器血液量和血流分配          | 67 |
| 十八、循环时间                 | 68 |
| 十九、脑循环动态                | 70 |
| 二十、冠脉循环动态               | 74 |
| I. 笑气法                  | 74 |
| II. 放射性同位素法             | 74 |
| III. 热稀释法               | 75 |
| 二十一、肺循环动态               | 76 |
| I. 肺循环备有关项目的正常值         | 76 |
| II. 肺内血流分布              | 77 |
| III. 决定肺循环动态的被动因素和主动因素  | 77 |
| IV. 年龄增加所引起的变化          | 78 |
| V. 运动负荷所引起的变化           | 79 |
| 二十二、肾循环动态               | 80 |
| I. 肾血管结构与容量             | 80 |
| II. 肾血流量、肾内血流分布和肾血管阻抗调节 | 81 |
| III. 肾循环调节              | 82 |
| IV. 肾耗氧量                | 82 |
| 二十三、肝循环动态               | 85 |
| I. 肝血流量                 | 85 |
| II. 门脉压                 | 86 |
| III. 药物、激素对肝循环的影响       | 87 |
| 二十四、肠管循环动态              | 89 |
| 二十五、四肢循环动态              | 92 |



|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 161 I: 四肢血压              | 92  |
| 161 I: 四肢血流量             | 92  |
| 161 II: 四肢末梢血管阻抗         | 93  |
| 161 IV: 四肢动脉狭窄与血压和血流量    | 93  |
| 161 V: 其他                | 94  |
| 二十六、淋巴动态                 | 95  |
| 161 I: 淋巴系统概要            | 95  |
| 161 I: 淋巴流量              | 95  |
| 161 II: 淋巴管的被动收缩         | 96  |
| 161 IV: 淋巴管的主动收缩         | 96  |
| 161 V: 淋巴管内压             | 97  |
| 161 VI: 淋巴液的组成           | 97  |
| 二十七、踝部的压力指数              | 99  |
| 161 I: 测定原理              | 99  |
| 161 I: 测定方法              | 99  |
| 161 II: 正常值              | 100 |
| 161 IV: PI的变化及其临床意义      | 100 |
| 二十八、同位素清除法               | 102 |
| 161 I: 皮肤血流量             | 102 |
| 161 I: 皮下脂肪血流量           | 102 |
| 161 II: 肌肉血流量            | 103 |
| 161 IV: 结束语              | 104 |
| 二十九、胎儿和新生儿循环             | 105 |
| 161 I: 胎儿循环              | 105 |
| 161 I: 出生前后循环动态变化        | 107 |
| 161 II: 新生儿循环            | 108 |
| 三十、血液的物理性状               | 112 |
| 161 I: 血液的比重             | 112 |
| 161 I: 血液悬浮稳定性           | 112 |
| 161 I: 血液流动特性            | 113 |
| 下篇 呼吸部分                  |     |
| 三十一、肺的形态学测定值             | 117 |
| 161 I: 肺泡系统的分支           | 117 |
| 161 I: 肺泡的立体结构           | 118 |
| 161 II: 与肺泡有关的形态学测定值     | 118 |
| 161 IV: 与肺泡毛细血管有关的形态学测定值 | 119 |
| 161 V: 结束语               | 119 |
| 三十二、气管的形态学测定值            | 120 |
| 161 I: 基础理论              | 120 |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| I. 气管测定值 .....                                | 121 |
| 三十三、肺活量、最大肺活量和百分肺活量 .....                     | 127 |
| I. 肺活量和最大肺活量 .....                            | 127 |
| II. 肺活量、最大肺活量和百分肺活量的预测式 .....                 | 127 |
| III. 正常值的选择 .....                             | 129 |
| IV. 结束语 .....                                 | 130 |
| 三十四、肺容量 .....                                 | 131 |
| I. 肺容量的组成 .....                               | 131 |
| II. 肺容量各组成量的平均值及其随年龄和性别变化 .....               | 131 |
| III. 肺容量各组成量的正常值预测式 .....                     | 132 |
| IV. 影响肺容量的因素 .....                            | 138 |
| 三十五、功能残气量、残气量和残气率 .....                       | 135 |
| I. FRC、RV和RV/TLC的预测式 .....                    | 135 |
| II. RV、FRC和RV/TLC与吸烟的关系 .....                 | 136 |
| III. 由体位引起的肺容量的变化 .....                       | 136 |
| 三十六、 $t$ 秒量、最大呼吸速度和最大中间呼吸速度 .....             | 138 |
| I. FEV <sub>1</sub> (L)的预测式 .....             | 138 |
| II. FEF <sub>200~1200ml</sub> (L/s)的预测式 ..... | 140 |
| III. FEF <sub>25~75%</sub> (L/s)的预测式 .....    | 140 |
| 三十七、呼吸死腔 .....                                | 142 |
| I. 解剖死腔 .....                                 | 142 |
| II. 生理死腔 .....                                | 144 |
| 三十八、摄氧量、二氧化碳排出量和分时肺泡换气量 .....                 | 145 |
| 三十九、呼吸道阻抗 .....                               | 149 |
| I. 呼吸道阻抗 .....                                | 149 |
| II. 呼吸道阻抗与疾病的关系 .....                         | 150 |
| 四十、呼吸阻抗 .....                                 | 151 |
| I. 测定原理 .....                                 | 151 |
| II. 测定方法 .....                                | 152 |
| III. 正常值 .....                                | 152 |
| IV. 临床分析注意事项 .....                            | 153 |
| 四十一、静态肺顺应性 .....                              | 154 |
| I. 肺顺应性 .....                                 | 154 |
| II. 胸腔内压的测定 .....                             | 154 |
| III. 肺容量的测定 .....                             | 154 |
| IV. 静态肺顺应性的测定法 .....                          | 155 |
| V. 静态肺顺应性的正常值 .....                           | 155 |
| VI. 静态肺顺应性值的临床意义 .....                        | 155 |
| VII. 结束语 .....                                | 156 |
| 四十二、动态肺顺应性 .....                              | 157 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| I. 临床分析基础知识                        | 157 |
| I. 标准值                             | 159 |
| II. 结束语                            | 160 |
| 四十三、表面张力                           | 161 |
| 四十四、 $\Delta N_2$                  | 163 |
| I. 一次呼吸法和 $\Delta N_2$             | 163 |
| I. 多次呼吸法、 $N_2$ 洗出指数和 $\Delta N_2$ | 165 |
| 四十五、流量曲线                           | 168 |
| I. 方法                              | 168 |
| I. 结果                              | 168 |
| II. 讨论                             | 170 |
| 四十六、胸壁换气力学                         | 171 |
| I. 胸壁力学分布                          | 171 |
| I. 胸壁静力学                           | 171 |
| II. 胸壁动力学                          | 172 |
| IV. 肋骨系统和膈壁系统                      | 172 |
| V. 横膈膜                             | 173 |
| VI. 最大呼吸肌力                         | 174 |
| 四十七、呼吸道封闭压                         | 175 |
| 四十八、二氧化碳和氧的换气反应                    | 178 |
| 四十九、封闭容量                           | 181 |
| 五十、一氧化碳肺扩散能力                       | 183 |
| 五十一、动脉血氧分压和动脉血二氧化碳分压               | 186 |
| I. 动脉血氧分压                          | 186 |
| I. 动脉血二氧化碳分压                       | 187 |
| 五十二、肺泡气-动脉血气体分压差                   | 188 |
| 五十三、pH、 $[HCO_3^-]$ 和碱超            | 190 |
| I. 动脉血                             | 190 |
| I. 脑脊液                             | 192 |
| 五十四、氧合血红蛋白离解曲线和 $P_{50}$           | 193 |
| I. 氧合血红蛋白离解曲线的标准值                  | 193 |
| I. ODC的表达式                         | 194 |
| II. pH、BE和温度不同时的带入方法               | 194 |
| IV. $P_{50}$ 值                     | 195 |
| V. DPG浓度和 $P_{50}$                 | 196 |
| 五十五、心输出量、分流血量、肺接触时间和循环时间           | 197 |
| I. 心输出量                            | 197 |
| I. 分流血量                            | 197 |
| II. 肺接触时间                          | 199 |
| IV. 循环时间                           | 199 |



|                                                 |     |
|-------------------------------------------------|-----|
| 五十六、肺血管外水分量和肺内血液量                               | 200 |
| I. 直接重量法                                        | 200 |
| II. 间接法                                         | 200 |
| 五十七、混合静脉血                                       | 203 |
| I. 年龄和 $P_{vO_2}$                               | 203 |
| II. 运动负荷时 $\Delta P_{CO_2}$ 的计算公式               | 203 |
| III. 用右心导管法测定的有关值                               | 203 |
| IV. $P_{vO_2}$ 和 $\Delta P_{vCO_2}$             | 204 |
| V. 高原居住者的 $P_{vO_2}$ 、 $P_{vCO_2}$ 和 $S_{vO_2}$ | 205 |
| VI. $S_{vO_2}$ 的推断式                             | 205 |
| VII. 运动负荷时混合静脉血温度变化                             | 206 |
| 五十八、气体的溶解度和扩散系数                                 | 207 |
| I. 溶解度                                          | 207 |
| II. 扩散系数                                        | 211 |
| 五十九、体位                                          | 215 |
| I. 肺容量的变化                                       | 215 |
| II. 肺的气体交换, $V_{O_2}$ 的变化                       | 217 |
| III. 肺内气体分布的变化                                  | 217 |
| IV. 呼吸死腔的变化                                     | 218 |
| V. 扩散功能的变化                                      | 219 |
| VI. 肺循环的变化                                      | 219 |
| 六十、临床运动负荷试验                                     | 221 |
| I. 负荷量与耗氧量的关系                                   | 221 |
| II. 耗氧量与小时换气量的关系                                | 221 |
| III. 通气性代谢阈值                                    | 222 |
| IV. 最大摄氧量                                       | 222 |
| V. 最大心率数                                        | 223 |
| VI. 氧脉                                          | 224 |
| VII. 气体交换                                       | 225 |
| 六十一、呼吸道的敏感性和反应性试验                               | 228 |
| I. 呼吸道对呼吸道刺激剂的敏感性                               | 228 |
| II. 呼吸道对抗原的敏感性                                  | 230 |
| III. 结束语                                        | 231 |

上 篇

---

循 环 部 分



# 一、心脏和大血管形态学测定值

——今井三喜

## I. 心脏重量

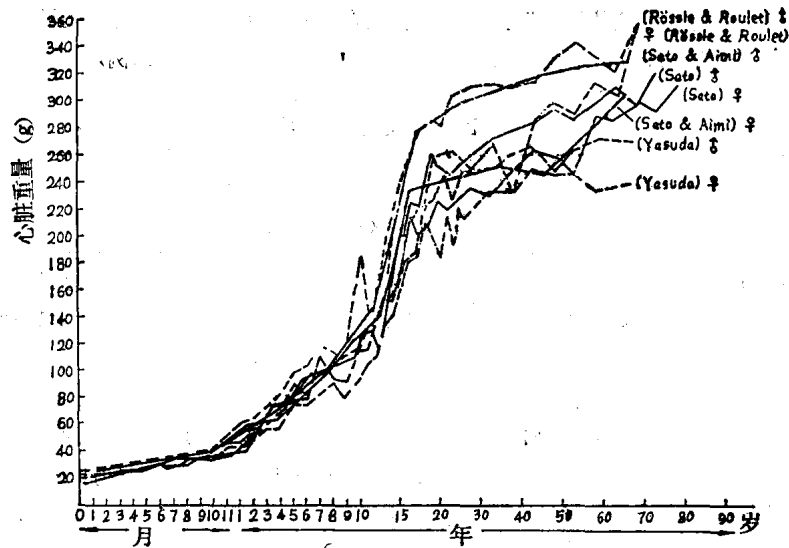


图1-1 心脏重量和年龄的关系

表1-1 心脏重量及其与体重的比值随年龄的变化(根据1976~1981年外因性猝死的解剖病例统计的资料, 男233例, 女102例)

| 年龄(岁) | 男            |               | 女            |               |
|-------|--------------|---------------|--------------|---------------|
|       | 心脏重量(g)      | 心脏重量/体重(%)    | 心脏重量(g)      | 心脏重量/体重(%)    |
| 20~29 | 325.2 ± 37.3 | 0.583 ± 0.066 | 252.0 ± 33.3 | 0.528 ± 0.071 |
| 30~39 | 337.7 ± 43.9 | 0.623 ± 0.083 | 263.8 ± 35.8 | 0.568 ± 0.091 |
| 40~49 | 346.3 ± 51.0 | 0.659 ± 0.104 | 286.7 ± 56.9 | 0.627 ± 0.096 |
| 50~59 | 334.3 ± 67.5 | 0.681 ± 0.094 | 282.8 ± 79.1 | 0.634 ± 0.124 |
| 60~69 | 339.6 ± 46.4 | 0.700 ± 0.084 | 295.7 ± 15.1 | 0.652 ± 0.046 |
| 70~   | 328.9 ± 41.4 | 0.705 ± 0.094 | 277.9 ± 90.2 | 0.705 ± 0.093 |

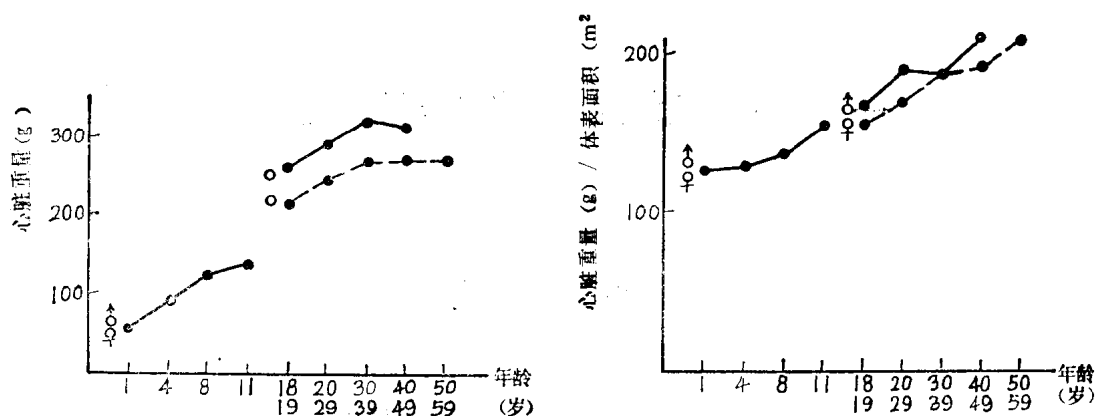


图1-2 心脏重量及其与体表面积的比值随年龄的变化(根据东京女子医科大学第一病理室1960~1981年急性疾患死亡的解剖病例统计的资料, 105例)

表1-2 心脏各部位重量

| 报道者                     | 左心室                   |  | 室间隔                  |  | 右心室                  |  | (L.V. + V.S.)            |                          |
|-------------------------|-----------------------|--|----------------------|--|----------------------|--|--------------------------|--------------------------|
|                         | (L.V.)(g)             |  | (V.S.)(g)            |  | (R.V.)(g)            |  | L.V./R.V.                | R.V.                     |
| Rossle和Roulet<br>(1932) | 男88.0<br>女85.8        |  | 男65.5<br>女58.8       |  | 男49.7<br>女47.1       |  | 男1.77<br>女1.82           |                          |
| Fulton等<br>(1952)       | 86<br>(190g)          |  | 39                   |  | 46<br>(65g)          |  | 1.9                      | (2.3~3.3)                |
| Reiner等<br>(1959)       | 男94 女67<br>(男83 女54)* |  | 男64 女49<br>(男51 女42) |  | 男46 女33<br>(男43 女25) |  | 男2.0 女2.0<br>(男1.9 女2.5) | 男3.4 女3.5<br>(男3.2 女4.0) |
| Hosoda和Sugano<br>(1964) | 60                    |  | 44                   |  | 31                   |  | 1.9                      | 3.4                      |
| Imai**(1981)            |                       |  | 男114<br>女 94         |  | 男39<br>女32           |  |                          | 男2.9<br>女2.9             |

\* 瘦者 \*\* 取样心脏: 男17例, 女13例。平均心脏重量: 男323g, 女275g。(L.V.+R.V.+V.S.)/全心重量, 男0.56, 女0.46。

## II. 心脏瓣膜口径

表1-3 心脏瓣膜口径(单位: mm)

| 瓣 膜  | Saphir(1958) | Gould(1960) | Imai*(1982) |    |
|------|--------------|-------------|-------------|----|
|      | 平均值          | 范 围         | 平均值         |    |
|      |              |             | 男           | 女  |
| 主动脉瓣 | 75           | 70~80       | 62          | 57 |
| 肺动脉瓣 | 85           | 80~85       | 68          | 63 |
| 二尖瓣  | 110          | 90~110      | 87          | 81 |
| 三尖瓣  | 120          | 110~130     | 101         | 94 |

- ①用基本属于正常成年人的心脏(男250~350g, 女200~300g)。
- ②重量相等的心脏, 主动脉(A)瓣口径、肺动脉(P)瓣口径均随年龄增长而增大。
- ③主动脉(A)瓣口径与肺动脉(P)瓣口径的关系: 小于80岁者 $A < P$ 或 $A = P$ , 但40岁、50岁者约25%  $A > P$ , 该百分比随年龄增长而增大。

### Ⅲ. 主动脉周径随年龄的变化

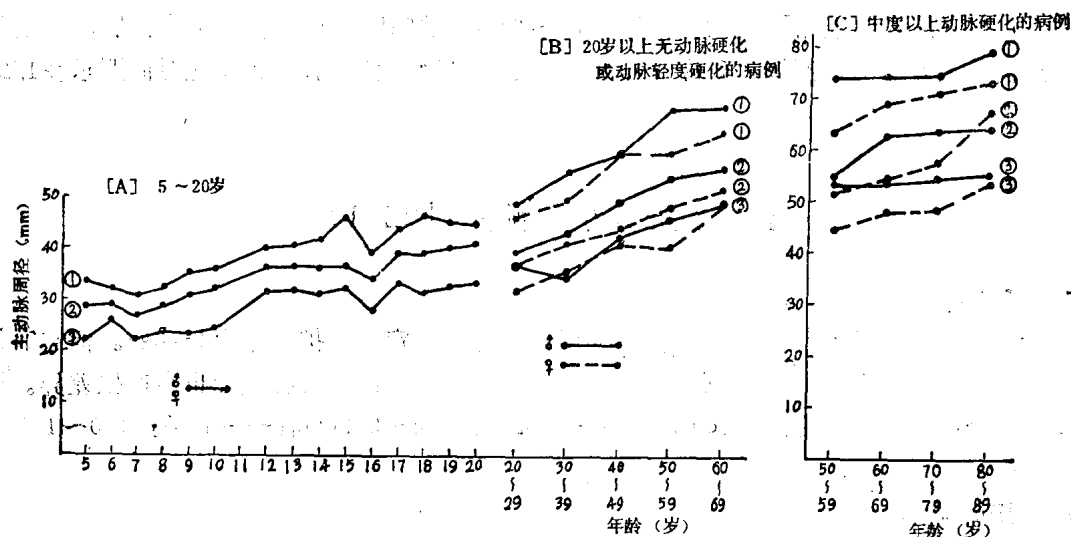


图1-3 主动脉周径随年龄的变化

①主动脉弓(顶部)。②胸主动脉(位于第八胸椎动脉分支处附近)。③腹主动脉(内脏动脉分支处上方)。

本资料是除外心血管疾病和心血管负荷异常者350例解剖资料统计所得。主动脉周径随机体生长发育而增大, 同时也随着本身老化而增大。50岁以下即使动脉内膜没有硬化性变化, 但由于血管中层弹性降低, 血管亦发生扩张([B])。[A]组病例因例数较少(80例), 故稍有误差。(各报道者在测定数据上的差异, 必须考虑到是由于他们病例选择方法、病例数、心脏摘出、计量方法等收集资料手段各有不同所致。)



## 二、心脏和主动脉的X线测定值

——松山正也

心脏和主动脉的X线测定方法，目前有多种。进行X线测定，必须具备一定的摄影条件。一般要求：①X线管焦点和X光片之间应有180~210cm的间距，以施行远距离摄影。②须行立位、后前位及左右方向摄影。③应于安静时行中等度吸气位摄影。④曝光时间要求在1/20秒内。

### I. 心脏大小的测定(图2-1)

#### 1. 心脏横径(T)

对于成人，胸厚度符合一般平均值者采用上述方法测定，其扩大率为4~6%。但它容易受横膈的高度和体型(横位心和主位心)影响。心跳动位相不同，心脏横径也会产生差异。据Gammill等介绍，其差异为：0.3cm以内者——52%；0.4~0.9cm者——41%；1.0~1.7cm者——7%。

#### 2. 心脏纵径(L)

右心房和上腔静脉的交点至心尖部的一段距离即为心脏纵径。一般它比横径大10%，这种增大主要是左心室扩大所致。这种测定方法的缺点是测定点难找。与其单独使用其值，倒不如将它作为计算心面积的一个指标来使用。

#### 3. 心脏宽径(B)

系指向心脏纵径引一直角的最大宽径。通常它等于左心室最上缘和右心房下缘与横膈膜交点的距离。然而，在心脏形态异常时，它等于从心脏纵径线到左心和右心的最大垂直距离之和。心宽径一般比横径小15%。在心宽径测定点的确定中，有人将左心缘作为肺动脉和左心耳的交点。

#### 4. 心脏深径(D)

连结心脏最后缘和最前缘的水平距离即为心脏深径。前后缘往往难以确定。心深径用于心容积的计算。

#### 5. 心胸比例(Cardiothoracic ratio)

为心横径与胸廓内径的比。胸廓内径的算法有两种：一种是采用胸廓最大内径，另一种是以右横膈膜位作为胸廓内径。成人一般标准最大为0.5。但就正常人来说，超过0.5者相当多，因此最大正常值可为0.55。

婴幼儿的心胸比，易受摄影条件影响，而且年龄不同，心胸比亦显著不同。婴幼儿的心胸比达0.57以上者有时亦属病态，但一般最大正常值可达0.65。

#### 6. 心面积(A)

可用面积计来测量，也可用 $L \times B \times 0.735$ 计算方法求出。计算上的正常允许误差为 $\pm 32\%$ 。

#### 7. 心容积(V)

在心脏测定中, 心容积测定是最可靠的。其缺点是测定方法繁杂。可用  $A \times D \times 0.63$  或  $L \times B \times 0.45$  公式求出。目前提倡通过各种测定方法求得它。

表2-1和表2-2分别为Amundsen(成人)和Mannheimer(小儿)的心容积测定值。

表2-1 正常心容积(成人)(A)和平均单位体表面积的容积(B)(ml/m<sup>2</sup>)

|   | (A)平均        | (B)平均 $\pm 2SD \sim 3SD^*$ |
|---|--------------|----------------------------|
| 男 | 420 $\pm 40$ | 500 $\sim 540$             |
| 女 | 370 $\pm 40$ | 450 $\sim 490$             |

\* 超过“平均 $+2SD \sim 3SD$ ”者拟为心脏扩大, 超过这个数值的占正常人的3%。

表2-2 小儿正常心容积

| 年 龄             | 单位体表面积的<br>心容积(ml/m <sup>2</sup> ) | 平均标准差 |
|-----------------|------------------------------------|-------|
| 0 $\sim 30$ 天   | 196                                | 22.6  |
| 30 $\sim 90$ 天  | 217.8                              | 33.9  |
| 90 $\sim 360$ 天 | 282                                | 35.8  |
| 1 $\sim 2$ 岁    | 295                                | 30.4  |
| 2 $\sim 4$ 岁    | 304                                | 41.5  |
| 4 $\sim 7$ 岁    | 310                                | 36.2  |
| 7 $\sim 9$ 岁    | 324                                | 28.6  |
| 9 $\sim 12$ 岁   | 348                                | 33.6  |
| 12 $\sim 14$ 岁  | 369                                | 53.8  |
| 14 $\sim 16$ 岁  | 398                                | 61.9  |

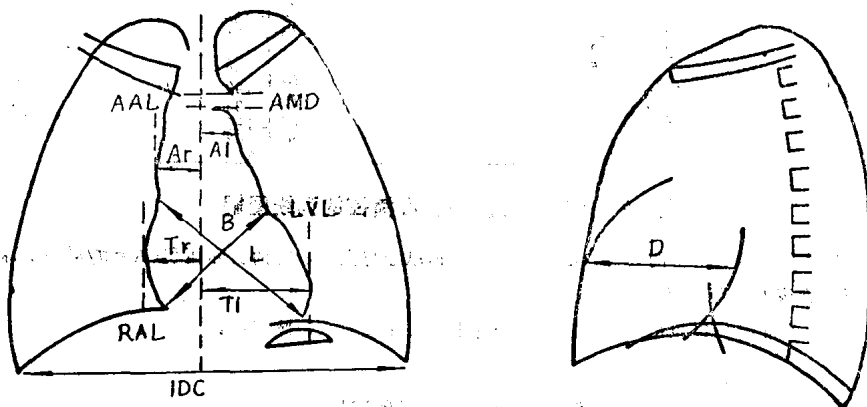


图2-1 心脏和主动脉测定

Tr: 心横径,  $= Tr + TI$ , CTR: 心胸比例,  $= (Tr + TI) / IDC$

L: 心纵径, B: 心宽径, IDC: 最大胸廓内径

LVL: 左室最外缘, 横膈膜内侧1/2以内, D: 心深径

Ar+Al: 主动脉径, RAL: 右房最外缘, 横膈膜内侧1/3以内

AAL: 不超过RAL, AMD: 胸骨柄上缘至主动脉弓间距离1cm以上

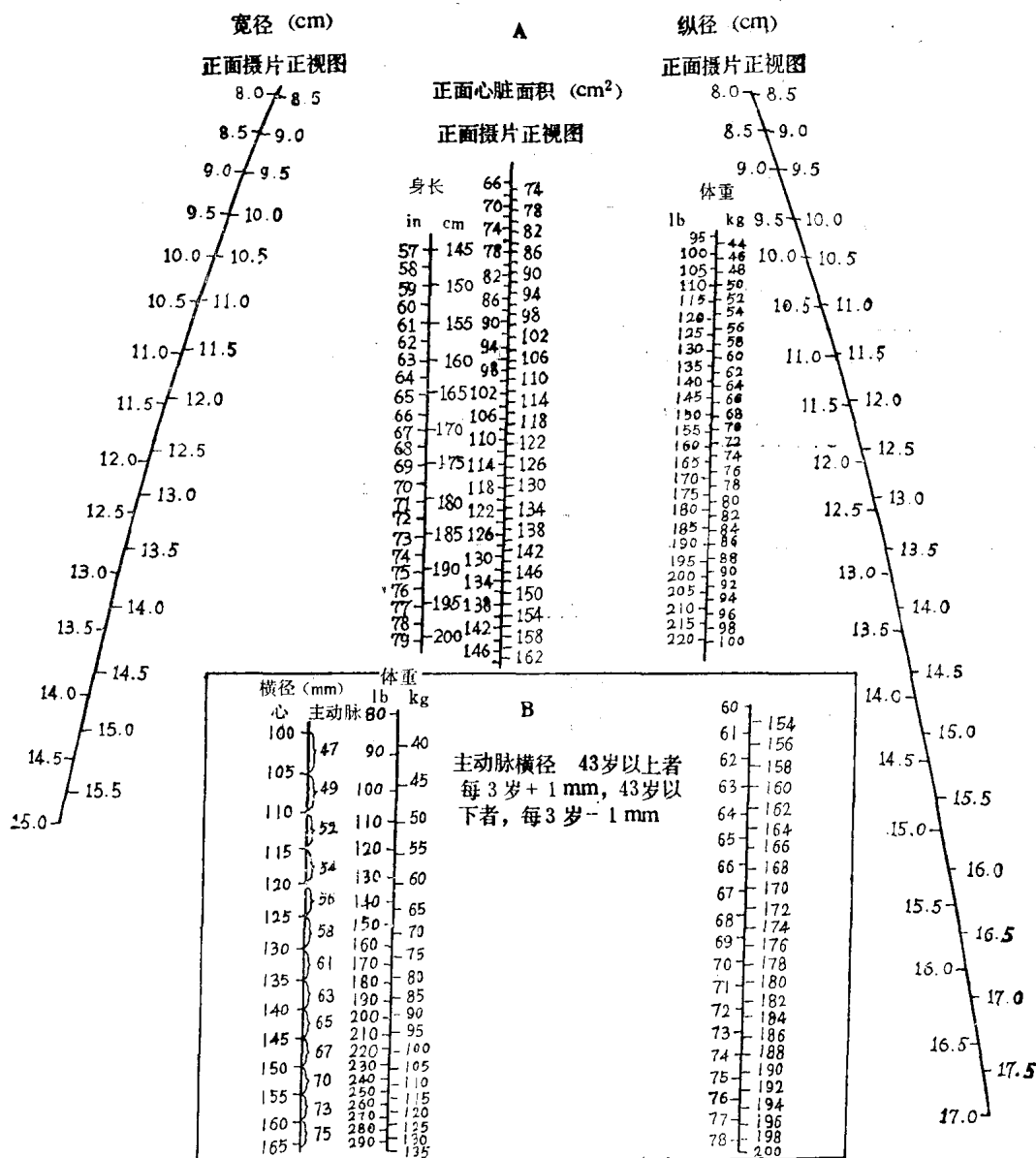


图2-2 心脏正面面积和心横径的列线图

A. 根据体重和身长所得的设想, 心脏面积及根据纵径与宽径所得的实际面积( $A = \pi/4 L \times B$ ),

正向图表及远距离摄影。

B. 根据体重和身长推算出的远距离摄影照片上的心横径与主动脉横径。

## II. 主动脉的测定

虽然曾有人试图通过食管造影, 根据主动脉弓上面的孤状压迹来计算主动脉的直径, 但造影中的压迹常受到食管壁和纵隔组织的影响, 所以所求得的管径数需要进一步校正。实际测得值为2.8~3.2cm。

此外, 尚可分别求出正中中线至主动脉弓和右上纵隔外缘的间距, 以两者之和作为衡量主