

责任编辑 肖洪林

封面设计 金 马

书 名	实用心脏听诊
主 编	张泽春 刘跃森 苑克正
出版发行	黄河出版社(250002) (济南市英雄山路 19 号)
印 刷	山东高唐印刷厂印刷
规 格	850×1168 毫米 32 开本 11 印张 276 千字
版 次	1997 年 12 月第 1 版
印 次	1997 年 12 月第 1 次印刷
印 数	1—3030 册
书 号	ISBN7—80558—928—3/R·63
定 价	30.50 元

《实用心脏听诊》编委会

主 编 张泽春 刘跃森 苑克正

副主编(按姓氏笔划排列)

王者宁 孙一荣 周杰忠 荆信勇
秦永彦 康玉梅 徐金鹏 郭梦和
郭景瑞 程文峰 程思强

编 委(按姓氏笔划排列)

于乐林 王长芹 王晓华 王增玲
孙 莹 朱玉森 李英华 陈 立
陈美璞 周玉霞 徐玉鹏 葛建云
管立云 殷慧彤(绘图)

前 言

心脏听诊在心脏病的诊断中占有重要的地位,有时仅凭听诊即可做出很明确的诊断。心血管病的基础研究和临床研究,大大促进了诊断手段和治疗手段的进展,从而更加丰富了心脏听诊的内容,但实用、有效、简便、经济的心脏听诊仍然是心脏病诊断中不可缺少和不可替代的常用手段之一。因此,准确而熟练的心脏听诊技术是临床医师基本功是否扎实的一个重要标志。

有鉴于此,编者参阅了国内外一些文献,结合多年来的临床教学经验,对心脏听诊的理论和实践做了较为系统和详尽的归纳,增写了有关起搏器、人工瓣膜等新技术的听诊资料,并涉及到心瓣膜病、先心病、心力衰竭、心律失常等诸方面最实用的听诊内容,对其病理生理基础、临床诊断做了较为详细的叙述,还选用了大量简明清晰的图表,精编成《实用心脏听诊》一书。本书不仅适用于心血管专业医师,而且对其他专业的各科医师、进修医师、实习医师也将有所助益。书中不足之处,望读者不吝指正,我们将不胜感激。

编 者

1997年7月

目 录

前言.....	(1)
---------	-----

第一篇 心脏听诊总论

第一章 心脏应用解剖.....	(1)
第二章 心脏听诊基础知识.....	(8)
第三章 心动周期	(11)
第四章 心音图和体表搏动图	(16)
第五章 心脏听诊区	(19)
第六章 第一心音	(22)
第七章 第二心音	(27)
第八章 第三心音和第四心音	(38)
第九章 舒张期附加音	(43)
第十章 收缩期附加音	(50)
第十一章 心脏杂音概述	(55)
第十二章 人造心脏瓣膜音和杂音	(92)
第十三章 起搏器电极与导管音和杂音.....	(106)
第十四章 心脏听诊的技巧.....	(110)
第十五章 听诊的辅助方法:生理动作和药物试验	(117)

第二篇 心脏瓣膜病

第一章 二尖瓣狭窄.....	(134)
第二章 二尖瓣关闭不全.....	(150)
第一节 慢性二尖瓣关闭不全.....	(150)
第二节 急性二尖瓣关闭不全.....	(155)

第三章 主动脉瓣狭窄·····	(161)
第四章 主动脉瓣关闭不全·····	(167)
第一节 慢性主动脉瓣关闭不全·····	(167)
第二节 急性主动脉瓣关闭不全·····	(171)
第五章 三尖瓣疾病·····	(174)
第一节 三尖瓣狭窄·····	(174)
第二节 三尖瓣关闭不全·····	(176)
第六章 肺动脉瓣疾病和联合瓣膜病·····	(179)
第一节 肺动脉瓣狭窄·····	(179)
第二节 肺动脉瓣关闭不全·····	(180)
第三节 联合瓣膜病·····	(182)
第七章 瓣膜脱垂疾病·····	(185)
第一节 二尖瓣脱垂·····	(185)
第二节 主动脉瓣脱垂·····	(189)
第三节 三尖瓣脱垂·····	(191)
第八章 老年性心瓣膜病·····	(192)
第九章 缺血性二尖瓣返流·····	(196)
第十章 风湿热·····	(200)
第十一章 感染性心内膜炎·····	(208)
第十二章 妊娠合并心脏病·····	(213)

第三篇 先天性心脏病

第一章 非紫绀型先天性心脏病·····	(224)
第一节 房间隔缺损·····	(224)
第二节 室间隔缺损·····	(230)
第三节 心内膜垫缺损·····	(235)
第四节 动脉导管未闭·····	(237)
第五节 主动脉窦瘤破裂·····	(242)

第六节	肺动脉口狭窄·····	(245)
第七节	三房心·····	(247)
第八节	完全性肺静脉异位引流·····	(249)
第二章	紫绀型先天性心脏病·····	(252)
第一节	法乐氏四联症·····	(252)
第二节	右室双出口·····	(254)
第三节	大动脉转位·····	(256)
第四节	法乐氏三联症·····	(259)
第五节	永存动脉干·····	(261)
第六节	三尖瓣闭锁·····	(263)
第七节	埃勃斯坦氏畸形·····	(264)
第八节	单心室·····	(266)

第四篇 心力衰竭

第一章	心力衰竭的概述·····	(268)
第二章	心力衰竭的基本机制·····	(271)
第三章	心力衰竭的病理生理·····	(275)
第四章	心力衰竭诊断标准·····	(281)
第五章	心力衰竭的治疗策略·····	(284)

第五篇 心律失常

第一章	心律失常概述·····	(299)
第二章	心律失常各论·····	(308)

附录一：	美国心脏病学会 1984 年修订的 Jones 诊断标准 ·····	(334)
------	---------------------------------------	-------

附录二：	本书内使用英(缩写)汉名词对照 ·····	(342)
------	-----------------------	-------

附录三：	心导管检查参考值 ·····	(345)
------	----------------	-------

第一篇 心脏听诊总论

第一章 心脏应用解剖

一、心脏的位置

心位于胸腔内,纵隔的前下部,外有心包包裹,斜置在胸骨体和肋骨与肋软骨连接部的后面,约 $\frac{2}{3}$ 位于身体正中线的左侧, $\frac{1}{3}$ 在中线右侧。心的前方大部分被肺和胸膜遮盖,仅下部一小三角形区域借心包与胸骨体下半和左第四~五肋软骨相邻。心的两侧与胸膜腔和肺相邻。后方邻近支气管、食管、迷走神经及胸主动脉,再往后为第五至第八胸椎,下方为膈,上方与出入心的血管相连。

二、心脏的外形

心脏似倒置的圆锥体,成年人的心长径约12~14厘米,横径9~11厘米,前后径6~7厘米,重量约为260克。

心脏的表面有三条浅沟。近心底处,有几乎呈弧形的冠状沟,它将右上方的心房与左下方的心室分开。心脏胸肋面有自冠状沟向下至心尖右侧的浅沟,称前室间沟,膈面有从冠状沟向下至心尖右侧的浅沟,称后室间沟。前、后室间沟是左、右心室在心表面的分界。室间沟在心尖的右侧构成凹陷,称为心尖切迹。

心脏的后面(即心底部),朝向右后上方,大部分由左心房、小部分由右心室组成。右心房上、下各有上腔静脉和下腔静脉注入;左心房两侧有左、右两对肺静脉注入。其上界达肺动脉干的两分支,下界为后冠状沟,后界为右心房的右缘,左界为左心房左缘。

心脏的胸肋面(见图 1)朝向前上方,大部分由右心房和右心室组成,左侧一小部分由左心耳和左心室构成,右缘垂直向下,由右心房构成。左缘圆钝,向左下大部分由左心室、小部分由左心耳构成。下缘接近水平位,较锐,由右心室和心尖组成。

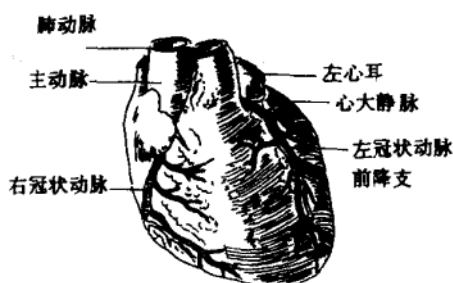


图 1:心脏的胸肋面

心尖位置相当于胸壁心尖搏动的部位,大致在左侧第五肋间锁骨中线稍内侧 1~2 厘米。

三、心脏的结构

纤维支架将心脏分为心房及心室。房间隔及室间隔又将房、室分为左、右心房及左、右心室。

1、右心房

右心房是心腔中最靠右侧的部分,其内壁光滑。右心房分为前、后两部:前部为固有心房,后部为腔静脉窦,两部以心右缘表面的界沟为界。固有心房的前上部呈三角形突出,称右心耳。腔静脉窦内壁光滑,上、下分别有上腔静脉口和下腔静脉口。

上腔静脉开口于右心房的后上方,开口处无瓣膜。下腔静脉开口在后下方,该处为右心房的最低处。在下腔静脉口与右房室口之间有冠状窦口,口的下缘有冠状窦瓣。

右心房的后内侧壁,主要由房间隔组成,其上部有一浅凹,称卵圆窝,此处为胎儿时期卵圆孔闭合后遗留的痕迹。卵圆窝上缘有时有裂隙状开口与左心房相通,此为房间隔的未闭部分,常无功能影响。但此处房壁最薄,房间隔缺损多在此发生。

右心房的前下方有右房室口,通右心室,其周径约 11~12 厘米,卵圆形,口缘有纤维环围绕和瓣叶附着。

2、右心室

右心室位于右心房的前下方,为心腔最靠前的部分,室腔按功能分为流入道和流出道两部分,并以室上嵴为界。室上嵴为右房室口与肺动脉口之间、右室壁上一个较宽的弓形肌隆起。

右房室口(即三尖瓣口)位于右房室间,其周径约为11~12厘米,卵圆形,口缘有纤维环围绕和瓣叶附着。口周围纤维环上附有三个三角形的瓣,称三尖瓣,分为前瓣、后瓣和内侧瓣(隔瓣)。瓣的边缘和其心室面连有多余结缔组织细索,称腱索。腱索向下连于室壁上的乳头肌。乳头肌是从室壁突入室腔的锥体形肌隆起,有前、后、内侧三组,其基底分别附于前壁、后壁和室间隔。每个乳头肌尖端的腱索连于相邻的两个尖瓣上。纤维环、瓣膜、腱索和乳头肌在功能上是一个整体。当心室收缩时,由于血液的推动使三尖瓣互相对合,封闭房室口。由于乳头肌的收缩、腱索的牵拉,瓣膜刚好对紧而不致翻向心房防止血液向心房逆流。流入道的室壁不光滑,肌束隆起形成肉柱,互相交错排列。右心室有一束肌肉从室间隔连至前乳头肌根部称隔缘肉柱(调节束),其间有心脏传导系的右束支通过。

肺动脉口位于右室漏斗部的顶点,紧靠室间隔,直径约2~3厘米,口周缘纤维环上附有三个袋朝上、半月形瓣膜,称肺动脉瓣。其凹缘附着于肺动脉干,两个瓣膜位置在前,一个瓣在后。每瓣游离缘的中央有一小结,名半月瓣小结。当心房收缩时,血流冲开肺动脉瓣,使血液流入肺动脉;心室舒张时,瓣膜关闭,阻止血液进入心室。

3、左心房

左心房位于右心房的左后方,是心腔最靠后的部分,房壁厚约3毫米,其前方有肺动脉干和主动脉干根部覆盖,后面则构成心底的大部分和心包斜窦的前壁。心房的两侧有左、右肺静脉入口,前部向左前方突出部分称左心耳。左心房前下部有左房室口,向下通入左心室。

4、左心室

位于右心室左后下方,室腔近似圆锥形,室壁厚 9~12 毫米。

左房室口(二尖瓣口),瓣口面积 4~6 平方厘米,周径平均为 10 厘米。口周围的纤维环上附有二尖瓣,较宽大的一个瓣位于右前方,介于主动脉口和左房室口之间,称为前瓣或大瓣。较窄的一个瓣位于左房室口的左后方,称后瓣或小瓣。二尖瓣的内、外侧常互相融合,称为后内侧连合和前外侧连合。二尖瓣的边缘和其室面上腱索连于室壁上的乳头肌,左心室有前、后两组乳头肌。前后瓣方向分别对着左室前侧组乳头肌和后隔组乳头肌。每个乳头肌尖端所发出的腱索连于相邻的两个瓣膜上,呈扇形与瓣叶连接。乳头肌和腱索均有保持心脏收缩时不使瓣叶脱入心房的功能。

主动脉口是个圆形的孔,位于左房室口的前内侧,口周围纤维环上也附有三个半月形瓣膜,称主动脉瓣,两个在后,一个在前。主动脉基部有三个窦状扩张,为主动脉窦,可分为左、右、后三个窦。左、右窦的动脉壁上,分别有左、右冠状动脉开口,右后窦内无冠状动脉发出,故右后窦和右后瓣分别称为主动脉的无冠状窦和无冠状瓣。当心室收缩时,血流推动二尖瓣,关闭左房室口,同时冲开主动脉瓣,使血液经主动脉口流入主动脉。心室扩张时,主动脉瓣关闭,阻止血液倒流入左室,同时二尖瓣开放,使左心房的血液流入左心室。

四、心包膜

心脏以其根部的大血管为支点,悬挂在胸腔之内。心包膜把心脏兜住,上边固定在大血管的根部,使心脏保持在一定的位置,并与周围的组织相隔离。心包为密闭的结缔组织皮囊,有脏、壁两层,两层在心基底部相移行,自心尖往上把心脏兜住。在正常情况下心包内有少量液体,起润滑作用,藉以减少心脏在跳动中的摩擦。心包腔在升动脉、肺动脉干的后方与上腔静脉、左心房前壁之间的部分,叫心包横窦。心包腔在左心房后壁、左右肺静脉、下腔静脉与心

包壁之间的部分,叫心包斜窦。

心包对心具有保护作用,正常时能防止心的过度扩大,以保持血容量的恒定。由于纤维性心包伸缩性甚小,若心包腔内大量积液时,可限制心的扩张,影响静脉回流。

五、心壁的结构

心壁由心内膜、心肌层和心外膜组成。心内膜是衬于心房和心室壁内面的一层光滑薄膜,它和大血管的内膜相互连续。心脏的瓣膜由二层内膜间纤维组织和弹力纤维等构成。心肌层由心肌纤维组成。心房肌较薄弱,心室肌肥厚,左室肌更为发达。心房肌和心室肌不相连续,二者却附着于心的结缔组织支架,即纤维环上。心室肌分为三层:浅层斜行,肌纤维在心尖部捻转形成心涡,然后进入深部移行为纵行的深层肌,形成肉柱和乳头肌;中层为环形,位于浅、深层之间,为各室所固有,左室环形肌发达。心房肌大致分为两层:深层是左、右心房各自起源于纤维支架上的襻状纤维,并环绕在大静脉入口的周围,起着括约肌作用。浅层为绕匝于左、右心房上的横行纤维。左、右心房各在其上方鼓出一个隆起,称为心耳,分别依靠在肺动脉圆锥前壁的左、右。

心的结缔组织支架由纤维结缔组织构成,位于肺动脉口、主动脉口和左、右房室口的周围,形成纤维环,作为心瓣膜、心房肌和心室肌的附着处。这些结缔组织还在主动脉口与左房室口之间形成左纤维三角,在主动脉口与左、右房室口之间形成右纤维三角,主动脉与肺动脉环间有漏斗韧带,为心肌纤维、瓣膜、各动脉附着点,统称为心脏纤维骨架。

六、心脏的传导系统

心脏传导系统包括窦房结、结间束、房室结、希氏束和左、右束枝及浦顷野氏纤维等。

1、窦房结

窦房结是心正常的起搏点,位于上腔静脉与右心房交界处的

心外膜深面,呈狭长椭圆形结构。结中央有窦房结动脉穿过,结内有交感神经和副交感神经纤维。

2、房室结

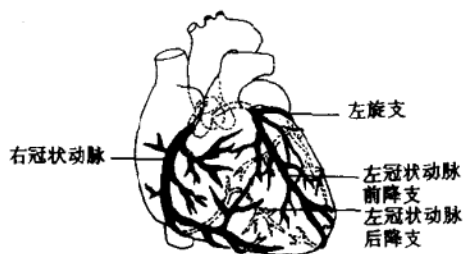
房室结位于右心房三尖瓣隔瓣附着部后方,冠状窦口前方的心内膜下,呈扁椭圆形结构,结内有交感神经和副交感神经纤维,并有传导功能。

3、希氏束

希氏束又名 His 束。从房室结前端向前,穿过右纤维三角,过室间隔膜部后下缘,前行至室间隔肌部的上缘,希氏束呈圆形或近似三角形。当希氏束达主动脉前瓣和右后瓣面的下方时,连续发出左束支纤维,走行于室间隔左侧的心内膜下,纤维分散,呈扇形分布,一般分前后两组。右束支为希氏束的直接延续,沿隔乳头肌的后缘入调节束,达右室前乳头肌的基部。左、右束支反复分枝,最后形成相互交织的浦肯野氏纤维与心肌纤维吻合。

七、心脏的血管

心脏由左、右冠状动脉供血(图 2)。静脉血的大部分经冠状窦回流入右心房,一部直接流入右心房,少量流入左心房和左、右心室。



1、冠状动脉

(1)左冠状动脉

左冠状动脉起源于主动脉左窦,离开冠状动脉口 2 厘米处,分为前室间支(前降支)及左回旋支。前室间支沿前室间沟下行,绕过心尖又沿后室间沟再上行一小段距离。前室间支沿途分出室间隔支,供应室间隔的前 $\frac{2}{3}$ 、左心室前壁、右心室前一小部分。旋支起始后沿冠状沟向左行,绕过心左缘至心膈面,多以左室后支终止于左室膈面,分布于左心室的侧

图 2:心脏冠状动脉的分布

壁、后壁和左心房。约 40% 的人窦房结是受左冠状动脉回旋支的分支供应。

(2) 右冠状动脉

右冠状动脉起源于主动脉右窦,在右心耳与肺动脉根之间入冠状沟,沿右侧房室沟绕到心脏的后面,再沿后室间沟下行(后降支),分布于右心室及左心室的后壁、室间隔的后 $\frac{1}{3}$ 。

(3) 窦房结动脉

约 60% 的人窦房结的血供来自右冠状动脉的分支。分布于右心室流出道的圆锥支,约半数来自右冠状动脉,另一半人的圆锥支直接从主动脉根部发出。

(4) 室间隔及房室结动脉

室间隔的后 $\frac{1}{3}$ (包括房室结、房室束近端)的血液供应,约 92% 的人来自右冠状动脉。心室后壁、下壁及室间隔后 $\frac{1}{3}$ 与房室结等都受冠状动脉后降支配。

左、右冠状动脉的分布优势:后降支来源于哪一侧,称哪一侧占优势,有三类情况:①右冠状动脉占优势,约占 90%;②左冠状动脉占优势;③左右平衡型。后两类共占 10%。根据近年来的经验,冠状动脉阻塞的预后与此无明显关系。

2、心脏的静脉

心脏的静脉分为三个路径回心:

(1)心最小静脉,是心壁内的一些小静脉,直接开口于心腔;

(2)心前静脉,起于右心室前壁,有 2~3 支,跨冠状沟直接开口于右心房;

(3)冠状窦,心大部分静脉均先汇集于冠状窦。冠状窦长约 2~3 厘米。汇入冠状静脉窦的有心大静脉、心小静脉、心中静脉、左室后静脉和左室斜静脉。

(徐金鹏 于乐林 荆信勇)

第二章 心脏听诊基础知识

一、听诊器及其应用

应用听诊器检查心脏,开始于19世纪20年代。1816年法国医生兰尼克(Laenec)在医疗实践中,首先创造了木制单筒状听诊器,它呈直管状,空心,形状很象笛子,亦称为“医者之笛”。一百多年来,听诊器的式样多次改进。1898年Bazzi—Bianchi发明了双管听诊器,提高了听诊效果。至于能放大心音的电子听诊器目前尚未被广泛应用。

听诊器能减少声波向四周扩散以提高听诊效果,但它也能使心音歪曲和压抑,使声音变相。

现代听诊器多数仍由胸具、管道和耳塞三个部件组成。

胸具是拾音部分,通常分膜式和钟式两种。膜式胸具直径4厘米,压膜金属圈厚度要小于1毫米,薄膜厚度约0.3—0.4毫米,没有裂缝,适于听取高音调的心音和杂音(S_1 和 S_2 、喷射音和喀喇音、二尖瓣或三尖瓣狭窄的开放拍击音、主动脉或肺动脉瓣膜返流以及室间隔缺损的杂音)。钟式胸具,一般直径采用2.5厘米,内径的高度取1.5厘米。它适于听取低音调的心音和杂音(S_3 和 S_4 、二尖瓣和三尖瓣的舒张期隆隆杂音),使用时宜轻放,忌紧压皮肤。

管道是声音的传导径路。为提高声响,宜选适当硬度的软胶管,长度采用25—30厘米。管腔内径以3.0—4.5毫米为宜。

耳塞是听诊器与外耳道接触的部件,要求角度合适,佩戴舒适、紧密。

实际工作中,每个医务工作者应该寻找一个最适于自己使用的听诊器,也应根据病人的年龄和胸壁的形状选择合适的胸具。然

而 1982 年 Kindig 报告,没有发现一种听诊器模型在听觉上是完美的或明显优越。因此临床医生训练有素的听诊技巧远比仪器的选择更重要。

二、声音的基本概念

1、声音的形成

物体受到振动,就要发生声音,发声的物体称为声源。声源发出的声振动在媒质中的传播叫做声波。声波通过听觉系统传至大脑所产生的一种感觉叫做声音。因此声音的形成应具备客观的机械振动和主观的健全的听觉分析系统。

2、声音特性(包括音调、强度、音质)

音调:即人为感觉到的声音的高低,是声音的主观特性。音调由一定时间内振动的频率来决定,频率愈快,音调愈高;频率愈慢,音调愈低。例如第一心音频率 55—58HZ,而第二心音是 62HZ,因此 S_2 的音调比 S_1 高;同时由于 S_2 持续时间短(0.07—0.08 秒), S_1 稍长(0.10—0.11 秒),于是 S_2 在听诊时比 S_1 更清脆。

强度:一般把声源发出声音的强弱叫做声强,它由传给振动体的能量大小来决定,振动力量愈大,强度愈大。声音的强度通常以分贝表示,它并不是强度的具体单位,而表示某一声音和参考强度之间的对数关系。人耳对两个不同强度的感觉约与它们的声强之比的对数成正比,所以用对数关系表示,在实用上就更方便一些。例如,20 分贝和 30 分贝的声音比 0 分贝的声音,强度分别要大 100 倍和 1000 倍。正常人能听到声强级的范围是 0—120 分贝。

音质(音色):声源发出的声音比较复杂,叫做复音,它包括基音和泛音,而泛音决定了声波的音色。不同的声源,即使其基音和强度相同,但人仍能加以区别,这就是因为陪伴基音的泛音不同决定了音色不同。心音和杂音是频率不等、强度各异,没有周期性特征的噪音,只有少数系乐性杂音。

3、声音的变相因素

声音的掩盖和适应:在其他声音存在的情况下,听觉器官不能立刻感知和辨别出其他较弱的声音,即所谓掩盖现象。例如,紧跟在一个响亮的心音之后,一个微弱的心音很难听到。声音的适应是指在声音持续作用过程中,听觉的敏感度减低。如 S_3 声音不太强,且时间短,在声音持续作用时,能引起强度感觉降低,因而,此声音显得逐渐低弱,甚至听不到。

心音传导介质:当心音离开声源时,其传导速度,决定于中间介质(如心肌、肺脏、胸壁等)的弹性和密度。心音在内脏内的传导速度很慢,一般每秒只有 4 米,而在体表上的传导速度,以不同组织决定。当心音传到胸壁时,经过很多的中间介质,其中以中间介质的密度影响传导最重要。若介质间密度相近,心音的大部分通过,而使心音增强。若密度相差很大,心音减弱,如肺气肿时、胸壁肥厚等,都使心音减弱。另外介质的摩擦作用,也使心音的强度丢失一部分。

(张泽春 刘跃森 王增玲)

第三章 心动周期

一、心动周期的概念

心脏一次收缩和舒张,构成一个机械活动周期,称心动周期。心脏每一个腔心动周期均包括收缩期和舒张期。正常收缩期比舒张期短。成年人心率平均为 75 次/min,每个心动周期则持续 0.8 秒,收缩期占 0.3 秒,舒张期占 0.5 秒。心动周期缩短以舒张期缩短为主,因此心率增快时,心肌工作的时间相对延长,休息时间相对缩短,对心脏的持久活动不利。

心房在 P 波之后首先开始收缩,其余时间都处于舒张状态。在心房开始舒张稍后,心室开始收缩。

通常描述一个心动周期,以心房收缩为起点。

1、心房收缩

心房收缩的发生来自窦房结去极化波的反应(心电图上 P 波)。它发生于心室舒张末期,即在心室收缩前,心房内剩余最后一部分血液被挤入心室时。而心脏传导系统在房室结正常地短暂延搁,保证心房收缩。心房收缩持续约 0.1 秒。(见图 3B)。

2、心室收缩

它包括等容收缩期以及快速和减慢射血期。心室收缩反应了心室除极波(即心电图上 QRS 波群)。在心室收缩期间,静脉血通过肺动脉流入肺脏进行 Q_2 交换,同时,动脉血通过主动脉被排入人体循环。

等容收缩期:在心室开始收缩时,心室内压力开始升高,当室内压超过房内压时,房室瓣迅速关闭。此时室内压尚低于主动脉压,半月瓣仍然处于关闭状态,心室成为一个封闭腔。这时心室肌