

资深考试辅导专家精心编写 权威 全面 高效 全能

2013

高级卫生专业技术资格考试

主任医师、副主任医师考试

心血管内科

备考复习全书

张 普 冯 楠 主编

★ 大纲、考点、讲解、习题，一样不能少
一书全搞定 “考试” 轻松过

 北京科学技术出版社

国家卫生健康委人才交流服务中心 中国医学科学院 中国疾病预防控制中心

2013

临床执业医师资格考试 考试

主任医师、副主任医师考试

心血管内科

考试复习全书

主编 王 宁 副主编 王 宁

主编 王 宁 副主编 王 宁 王 宁 王 宁 王 宁

国家医学考试中心 中国医学科学院 中国疾病预防控制中心

国家医学考试中心 中国医学科学院 中国疾病预防控制中心

2013

高级卫生专业技术资格考试

主任医师、副主任医师考试

**心血管内科
备考复习全书**

张 普 冯 楠 主编

 **北京科学技术出版社**

图书在版编目(CIP)数据

心血管内科/张普,冯楠主编. —北京:北京科学技术出版社,2013.3
(高级卫生专业技术资格考试主任医师、副主任医师考试备考复习全书)

ISBN 978-7-5304-6418-2

I. ①心… II. ①张… ②冯… III. ①心脏血管疾病-诊疗-医师-资格考试-自学参考资料 IV. ①R54

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第319925号

高级卫生专业技术资格考试主任医师、副主任医师考试备考复习全书心血管内科

主 编:张 普 冯 楠

责任编辑:李金莉 杨 帆 杨 毅

责任校对:黄立辉

责任印制:张 良

封面设计:晓 林

出 版 人:张敬德

出版发行:北京科学技术出版社

社 址:北京西直门南大街16号

邮政编码:100035

电话传真:0086-10-66161951(总编室)

0086-10-66113227(发行部)

0086-10-66161952(发行部传真)

电子邮箱:bjkjpress@163.com

网 址:www.bkjpress.com

经 销:新华书店

印 刷:廊坊市海涛印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:750千

印 张:36

版 次:2013年3月第1版

印 次:2013年3月第1次印刷

ISBN 978-7-5304-6418-2/R·1576

定 价:128.00元



京科版图书,版权所有,侵权必究。

京科版图书,印装差错,负责退换。

前 言

随着卫生专业职称改革的深化,高级卫生技术资格考试制度将逐步完善,国家人事部、卫生部要求卫生专业的副高级技术资格通过考试与评审相结合的方式获得;正高级技术资格通过答辩,由评审委员会评议,通过后即可获得。为帮助广大临床专科医师适应卫生专业技术职务评聘的需要,我们组织各学科资深专家编写了这套《高级卫生资格考试 消化内科分册》参考用书。

本书注重集纳临床医学新信息、新技术、新知识、新观念,力求贴近临床医学科技前沿。本书内容主要包括了基础理论、疾病发生和发展的新机制、诊断新技术、治疗和预防方面的新疗法等。并着重介绍了本专业国内外研究现状及发展趋势。为加强对学科知识的系统了解和掌握,提供了更加便利的途径。

本书不仅对您的职称评聘会有很大帮助,而且对您今后的临床工作会有更大的帮助。

内容介绍

医学科技的发展进步提高了人类的健康水平和生命质量。医学是探讨疾病发生和发展规律的科学,不断探求新知识、新观念是医学的活力所在。

内科学涉及面广,整体性强,与临床医学各学科联系密切。近年来,分子生物学、遗传学、免疫学以及其他基础医学的理论和技术的深化,使临床医学观念和内容的更新加快。

随着临床医学的迅速发展,提高临床医学的专业化水平,培养高级医学专科人才是医学发展的需要。为适应临床发展的需要,我们组织临床医学的资深专家,精心编写了这套《高级卫生资格考试 消化内科分册》专科用书。

本书在编写过程中,注重集纳临床医学新信息、新技术、新知识、新观念,力求贴近临床医学科技前沿。努力为高级专业临床医师量身打造一部比较全面的专业参考书,尽量容纳做为一名高级专业临床医师所应具备的本专业知识及其他相关专业知识。在本书中,基础知识部分包括了解剖学、生理学、病理生理学、分子生物学、临床免疫、医学遗传学等基础理论,为进一步认识和理解疾病发生和发展规律做好基础。临床专业部分包括了运用现代研究方法和技术,深入到基因和分子水平来认识和阐明疾病发生和发展过程中的新机制;运用先进和科学的诊断技术,进一步认识和揭示疾病真相;运用免疫、基因工程的新技术、药学新进展、介入诊疗等在疾病治疗和预防方面的新疗法。

本书着重介绍了本专业国内外研究现状及发展趋势,以获取更多的新理论、新知识、新技术,熟悉了解学科新进展。在专业实践能力的培养方面注重本专业常见病、多发病的病因、发病机制、诊疗等知识的掌握,同时涉及一些少见病及其他专业相关疾病,以求有一定了解,有助于疾病的鉴别与治疗。另外,介绍了本专业常见、复杂、疑难症状的诊断及鉴别,并对临床诊疗新技术进行了详尽介绍,力求掌握其基本理论、原理、临床应用及操作方法。

我们相信通过对本书的学习和掌握,您已达到了高级专业临床医师的水平,并且会对您的医疗工作带来很大的帮助。

目 录

Mulu

第一章 ◆ 心内科专业基础理论

第一节 心血管系统解剖学	1
第二节 心脏生理学	6
第三节 心脏病理学	26
第四节 心脏病理生理学	30
第五节 心血管系统临床生物化学	48
第六节 心血管系统临床免疫学	52
第七节 心血管系统医学统计学	59

第二章 ◆ 心血管系统影像学

第一节 心血管系统查体	82
第二节 心脏影像诊断学	96
第三节 心脏核医学	102
第四节 超声心动图	105
第五节 心脏电生理检查	110
第六节 心电图学	112
第七节 动态血压及床旁血流动力学监测	126
第八节 心脏导管检查	130
第九节 介入性心脏检查与治疗	137
第十节 人工心脏起搏器	155

第三章 ◆ 相关专业知识

第一节	呼吸系统	166
第二节	消化系统	188
第三节	泌尿系统	210
第四节	内分泌系统	227
第五节	风湿免疫系统	256
第六节	血液系统	267
第七节	感染性疾病	287
第八节	神经系统	307
第九节	分子生物学及遗传学	327

第四章 ◆ 心内科常见病

第一节	心力衰竭	376
第二节	心律失常	397
第三节	心脏骤停和心源性猝死	413
第四节	高血压	418
第五节	冠状动脉粥样硬化性心脏病	431
第六节	心脏瓣膜病	448
第七节	感染性心内膜炎	469
第八节	心肌病	476
第九节	心肌炎	486
第十节	心包炎	489
第十一节	成人先天性心血管病	493
第十二节	外周血管病	497
第十三节	肺栓塞	500
第十四节	心血管系统常用药物	502

第五章 ◆ 心内科少见病

第一节	Brugada 综合征	557
第二节	Marfan 综合征	559
第三节	梅毒性心血管病	561
第四节	长 Q-T 间期综合征	566

第 1 章

心内科专业基础理论

第一节 心血管系统解剖学

一、心脏的位置

心脏位于胸腔内,膈肌的上方,两肺之间,约 $2/3$ 居正中线左侧, $1/3$ 居正中线右侧。心尖钝圆,朝向左前下方,与胸前壁邻近,其体表投影在左胸前壁第五肋间隙锁骨中线内侧 $1 \sim 2\text{cm}$ 处,故在此处可看到或摸到心尖搏动。心底较宽,有大血管由此出入,朝向右后上方,与食管等后纵隔的器官相邻,具体见表 1-1。

表 1-1 心脏的毗邻关系

心的前面	大部分被肺和胸膜遮盖
心的两侧	肺和胸膜腔相邻
心的后方	有食管、迷走神经和主动脉胸部
心的下方	膈
心的上方	大血管

此外,冠状沟分隔心房和心室,房间隔分隔左、右心房。前、后室间沟分隔左、右心室。后房间沟、后室间沟与冠状沟的相交处称房室交点,是心表面的一个重要标志。

二、心腔

心腔被心间隔分为左、右两半。每半心各有一个房室口,将心脏分为心房和心室。分隔左、右心房的心间隔叫房间隔;分隔左、右心室的叫室间隔。

(一)右心房

右心房分前、后两部。前部由原始心房衍变而来,称固有心房,其前上部的锥体形盲囊突出部称右心耳;后部由原始静脉窦发育而成,称腔静脉窦。二部之间在心表面以靠近心右缘表面的浅沟即界沟为界,在腔面以与界沟相对应的纵形肌隆起即界嵴为界。右心房的后内侧壁主要由房间隔形成。房间隔下部有一浅凹,称卵圆窝,为胎儿时期卵圆孔闭合后的遗迹,房间隔缺损多在此发生。冠状窦口前内缘、三尖瓣隔侧尖附着缘和 Todaro 腱(心内膜下的纤维索,见心纤维骨骼)之间的三角区,称 Koch 三角。腔静脉窦内有 3 个开口即上腔静脉口、下腔静脉口、冠状窦口。下腔静脉口前缘有下腔静脉瓣(Eustachian 瓣)胎儿时该瓣具有引导血液经卵圆孔流向左心房的作用。下腔静脉口与右房室口之间有冠状窦口,下缘有冠状窦瓣(Thebesian 瓣)。

(二)右心室

右心室略呈尖端向下的锥体形,锥底为后上方的右房室口和左上方的肺动脉口。右心室腔被一弓形的肌性隆起即室上嵴分为窦部(右心室流入道)和漏斗部(流出道)。窦部可见由室壁突入室腔的锥体状肌束,称乳头肌。根据乳头肌所在的室壁位置分为:前乳头肌,1~2 个,较大,位于前壁下部,其根部有一条肌束横过室腔至室间隔下部,称节制索(隔缘肉柱),内有心脏传导系纤维通过;后乳头肌,位于隔壁,多为数个小乳头肌组成;隔侧乳头肌,细小,位于室间隔。右房室口呈卵圆形,其周缘有致密结缔组织构成的三尖瓣环围绕。

(三)左心房

左心房后壁的两侧,各有一对肺静脉口,为左右肺静脉的入口;左心房的前下有左房室口,通向左心室。由肺进行气体交换后的新鲜血液,经肺静脉流入左心房,然后经左房室口流入左心室,在左房室口处生有二尖瓣(左房室瓣)血液由左心房经此口流入左心室。

(四)左心室

左心室腔以二尖瓣前尖为界分为左心室流入道(窦部)和流出道(主动脉前庭)两部分。左心室流入道是左心室左下较大区域,内壁粗糙不平,入口是左心房口,口周围有纤维环,称二尖瓣环,较三尖瓣略小。环上有两片近似三角形的瓣膜,称二尖瓣。左心室流出道是左心室前内侧的部分,壁光滑无肉柱,缺乏伸展性和收缩性,其出口是主动脉口,口周围有纤维性的主动脉瓣环,瓣环上附有 3 个袋口向上的半月形瓣膜,称主动脉瓣,大而坚韧。按瓣的方位可分为主动脉瓣左、右和后半月瓣,每瓣游离缘中央的半月瓣小结明显。每个瓣膜与主动脉壁之间形成袋状的间隙称主动脉窦,分别为左、右、后 3 个。左、后窦内分别左、右冠状动脉的开口。

三、心包

心包是心脏外面的薄膜,心包和心脏壁中间有浆液,起到润滑心肌的作用。心包可分为纤维心包和浆膜心包,具体见表1-2。

表1-2 心包的位置及特点

名称	位置	特点
纤维心包	位于心包外层	由坚韧的纤维性结缔组织构成,顶端包裹出入心的大血管的根部,并与大血管根部的外膜相延续;心包底部与膈中心腱紧密相连
浆膜心包	位于心包内层	分为脏、壁两层。壁层衬于纤维心包,并与纤维心包紧密相连。脏层紧贴于心和大血管根部的表面,又称心外膜

四、心壁

心壁由心内膜、心肌层和心外膜组成,心肌层是构成心壁的主要部分。心内膜是血管内膜的延续,位于心肌内面。房室口处的皱褶形成二尖瓣和三尖瓣,主动脉和肺动脉口皱褶形成主动脉瓣和肺动脉瓣。心壁的肌肉由肌纤维组成,分为心房纤维、心室纤维和传导纤维。

五、冠状血管

冠状血管是心脏本身的血液供应系统,包括冠状动脉和冠状静脉。冠状动脉有左、右两个主干,均起自升主动脉根部和主动脉窦部。冠状动脉在主动脉瓣附近从主动脉分支出来,并分为左冠状动脉和右冠状动脉。

左冠状动脉分支之前被称为主干,在分支处1cm后分出旋支和前室间支。后者在左右心室间延伸至心尖。左冠状动脉保证心脏前壁和侧壁的血供。

右室,右房,左室部分心肌,后壁,窦房结,房室结正常情况下由右冠状动脉提供血液。窦房结动脉起源于右冠状动脉者约占60%,起源于左冠状动脉者约占40%,有少数同时来自左、右冠状动脉。

冠状静脉主要有冠状窦(开口于右心房),心前静脉和心最小静脉。冠状窦主要属支有:心大静脉,心中静脉和心小静脉。冠状静脉大多数汇集到位于心脏膈面左心房与左心室间的房室沟部,形成冠状静脉窦,最后注入右心房。汇入冠状静脉窦的有心大静脉、心中静脉、心小静脉、左心室后静脉、左缘静脉和左心房斜静脉等。

六、大血管

主动脉是体循环的动脉主干,可分为三部分:主动脉升部(升主动脉)、主动脉弓和主

动脉降部(降主动脉)。

(一) 主动脉升部

起自左心室主动脉口,向右前上方斜行续于主动脉弓。自主动脉升部的根部发出左、右冠状动脉。

(二) 主动脉弓

接续主动脉升部。自主动脉弓凸侧发出3个大的分支,自右向左依此为头臂干(无名动脉)、左颈总动脉和左锁骨下动脉。头臂干向右上方斜行,到右胸锁关节后方分为右颈总动脉和右锁骨下动脉。

(三) 主动脉降部

为主动脉最长的一段,上接主动脉弓,沿胸椎体前面下降穿过隔的主动脉裂孔进入腹腔。继沿腰椎前面下降,至第4腰椎体处分为左、右髂总动脉。主动脉降部以隔的主动脉裂孔为界,在主动脉裂孔以上的一段称为胸主动脉,以下的一段称为腹主动脉。

体循环的静脉系统包括上腔静脉系、下腔静脉系和心静脉系,是汇集体循环静脉血返回心脏的管道。

上腔静脉系是由上腔静脉及其属支组成,收集头颈部、上肢和胸部(心、肺除外)等上半身的静脉血。头部的静脉大部汇集为颈内静脉;上肢、胸壁及颈部的浅静脉分别汇集成腋静脉和锁骨下静脉。颈内静脉与锁骨下静脉再汇合成左、右头臂静脉(无名静脉)。左、右头臂静脉在右侧第1肋骨的后面汇合成上腔静脉,下降入右心房。下腔静脉系由下腔静脉及其属支组成,收集下半身的静脉血。下肢静脉汇集成左、右髂总静脉,再汇合成下腔静脉。下腔静脉接收腹壁、腹腔内脏器的静脉,穿过横膈后即入右心房。由右心室发出的肺动脉输送静脉血到左、右肺,经肺泡壁毛细血管汇集成的肺静脉,返回左心房。

肺动脉干起自右心室,在升主动脉前方向左后上方斜行,至主动脉弓下方分为左、右肺动脉。左肺动脉较短,在左主支气管前方横行,分2支进入左肺上、下叶。右肺动脉较长而粗,经升主动脉和上腔静脉后方向右横行,至右肺门处分为3支进入右肺上、中、下叶。按右肺动脉走向和口径似为肺动脉干的延续。在肺动脉干分叉处稍左侧有一纤维性的动脉韧带,连接主动脉弓下缘,是胚胎时期动脉导管闭锁后的遗迹。

肺静脉每侧2条,分为左上、左下肺静脉和右上、右下肺静脉。肺静脉起自肺门,向内穿过纤维心包,注入左心房后部。肺静脉将含氧量高的血液输送到左心房。左肺上、下静脉分别收集左肺上、下叶的血液,右肺上静脉收集右侧上、中叶的血液,右肺下静脉收集右肺下叶的血液。

【精选试题】

一、单选题

1. 下列关于心的位置和毗邻的描述,正确的是()

A. 后方平对第4~7胸椎
B. 心的前面大部被肺和胸膜所遮盖
C. 位于胸膜腔内两肺之间
D. 前方平对胸骨体和第3~7肋软骨
E. 心内注射常在胸骨右缘第4肋间进针

答案:B

2. 下列关于心形态、位置的描述,正确的是()

A. 心尖指向左前下方
B. 心似圆锥形
C. 心底朝向右后上方
D. 正常心的2/3位于正中线的左侧
E. 以上描述均正确

答案:E

3. 关于心表面沟的描述,不正确的是()

A. 前室间沟为分隔左、右心室的标志(前面)
B. 后室间沟与冠状沟交汇区称房室交点
C. 近心底处有一完整的环形浅沟称冠状沟
D. 后室间沟为分隔左、右心室的标志(后面)
E. 冠状沟将右上方的心房和左下方的心室分开

答案:C

4. 关于心房的描述,不正确的是()

A. 前部为腔静脉窦,后部为固有心房
B. 外面以界沟为界分为前、后两部
C. 为心腔中最靠右侧部分
D. 腔静脉窦内壁光滑,有上、下腔静脉的开口
E. 界沟内面正对界嵴,从界嵴向前发出梳状肌

答案:A

5. 关于二尖瓣()

A. 前瓣位于左房室口与肺动脉口之间
B. 前瓣是流入道和流出道的分界标志
C. 可分为前、外侧两瓣
D. 前瓣较小,位于前外侧,后瓣较大,位于后内侧
E. 前后瓣分别借腱索连于肉柱上

答案:B

6. 关于心壁的构造哪项是不正确的()

A. 房间隔只有一层心内膜
B. 心内膜还与上、下腔静脉及肺静脉的内膜相续
C. 心内膜与主动脉、肺动脉等血管内膜相续
D. 心内膜双层折叠可形成心瓣膜
E. 最内层为心内膜

答案:A

7. 关于卵圆窝()

A. 是胚胎期卵圆孔闭锁所形成
B. 位于右心房的左侧壁上
C. 通常只是一个浅窝

D. 少数人此处只是一薄膜与左心房相隔

E. 以上描述均正确

答案:E

8. 心的静脉()

A. 心前静脉主要注入左心房

B. 左心室的大部分静脉汇成心前静脉

C. 心壁内的小静脉汇成心小静脉

D. 心的大部分静脉经冠状窦回流

E. 心的全部静脉经冠状窦回流

答案:D

二、多选题

1. 右冠状动脉主要供给()

A. 右心室

B. 室间隔前上 2/3

C. 室间隔后下 1/3

D. 可能供给左心室后壁

E. 左心室前壁

答案:ACD

2. 心的形态和位置()

A. 心的下面借心包与膈相邻

B. 心前面大部分由右心室和右心房组成

C. 心尖在左锁骨中线与第 5 肋间隙相交处的稍内侧

D. 心下缘由左心室和心尖构成

E. 心底处有上、下腔静脉的开口

答案:ABCDE

第二节 心脏生理学

一、心脏的生物电活动

(一) 心肌细胞的动作电位

正常心室肌细胞的静息电位约 -90mV , 其兴奋时产生的动作电位分为 0、1、2、3、4 共五个时相。

1. 除极过程(0 相) 当心肌细胞在适宜刺激作用下发生兴奋时, 膜内电位由静息状态时的 -90mV , 上升到 $+20\text{mV} \sim +30\text{mV}$, 此时膜由极化状态转成反极化状态, 构成动作电位的上升支, 其正电位部分称超射。

2. 复极过程

(1) 1 期复极(快速复极初期): 在复极初期, 膜内电位由 $+30\text{mV}$ 迅速下降到 0mV 左右; 习惯上将 0 期与 1 期合称为锋电位。

(2) 2 期(平台期): 此期复极过程很缓慢, 基本停滞于接近零的等电位状态, 2 期是心室肌细胞区别于神经或骨骼肌细胞动作电位的主要特征, 也是心肌动作电位持续时间长的主要原因。波形平坦。

(3) 3 期复极(快速复极末期): 2 期复极后, 复极过程加速, 由 0mV 迅速下降到

-90mV。

(4)4期(静息期):是3期膜复极完毕,膜电位恢复后的时期。

各期机制:①0期机制:钠通道激活快,失活(关闭)也快,开放时间很短,因此又称快通道。以钠通道为0期去极的心肌细胞,如心房肌、心室肌及浦肯野细胞,称快反应细胞,所形成的动作电位称快反应动作电位。肌膜钠通道的大量开放和两侧浓度梯度及电位梯度的驱动从而出现 Na^+ 快速内流是心室肌细胞0期去极化形成的原因。②2期的平台是肌膜同时存在的 Ca^{2+} 和 Na^+ 的内向离子流和 K^+ 的外向离子流处于平衡状态的结果。另外,心房肌和心室肌细胞动作电位形成机制大致相同,但心房肌AP平台期较短。浦肯野细胞的跨膜电位及其离子基础,存在4期自动除极(速率慢)。其4期自动除极机制主要是外向 I_k 电流逐渐衰减并存在超极化缓慢激活的内向阳离子流 I_r 。

(二)窦房结P细胞的跨膜电位

1. 0期除极的形成 0期除极的内向电流主要是由钙离子内流形成的。

2. 3期复极的形成 0期除极后,慢钙离子通道逐渐失活。3期是由钙离子内流和钾离子外流共同作用的结果。

3. 4期自动除极的形成 目前研究与三种离子流有关。

(1)钾离子外流的进行性衰减: I_k 离子通道的激活和逐渐增强的 K^+ 外流是窦房结细胞复极的原因。 I_k 离子通道在膜复极达到-40mV时便开始逐渐失活, K^+ 外流因此逐渐减少,导致膜内正电荷逐渐增加而形成4期除极。

(2)钠离子内流的进行性增强: I_r 是一种进行性增强的内向离子(主要为 Na^+)流,在浦肯野细胞起搏活动中起重要作用,而 I_k 衰减的作用很小。与此相反,窦房结细胞4期中虽也可记录到 I_r ,但它对起搏活动所起的作用不如 I_k 衰减。

(3)生电性 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 离子交换:窦房结细胞4期中还存在一种非特异性的缓慢内向电流,在膜除极达-60mV被激活,可见它在自动除极的后1/3期间起作用。这种缓慢内向电流是生电性 $\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+}$ 离子交换的结果。

二、心肌的电生理特性

心肌细胞具有兴奋性、自律性、传导性和收缩性四个生理特性。其中兴奋性、自律性和传导性以心肌细胞膜的生物电活动为基础,属电生理特性。收缩性则以收缩蛋白的功能活动为基础,是心肌的机械特性。心肌的兴奋通过兴奋-收缩偶联引起心肌的收缩,完成泵血功能。

(一)兴奋性

心肌细胞具有对刺激产生兴奋的能力或特性称为兴奋性。引起心肌细胞产生动作电位的刺激阈值越低,表示其兴奋性越高。

1. 决定和影响兴奋性的因素

(1) 静息电位和阈电位之间的电位差:兴奋是由静息电位(最大舒张电位)去极化到阈电位水平而引起。两者的电位差距加大,则兴奋性降低;反之则兴奋性升高。例如在迷走神经兴奋时,其末梢释放的递质乙酰胆碱可使心房肌细胞膜上的乙酰胆碱依赖性钾通道开放, K^+ 循该通道外流,形成 $I_K - ACh$,使心房肌细胞的静息电位加大(超极化),更接近钾平衡电位,心房肌细胞的兴奋性因而降低。在生理情况下,阈电位水平很少变化,高血钙时心室肌阈电位上移,使其兴奋性降低。

(2) 离子通道: I_{Na} 通道和 $I_{Ca} - L$ 通道都有备用(或称静息,resting)、激活(activation)和失活(inactivation)三种功能状态。处于何种状态,取决于当时的膜电位水平和在该电位的时间进程,即所谓电压依从性(voltage-dependence)和时间依从性(time-dependence)。以 I_{Na} 通道为例,在膜电位去极化到 $-70mV$ 开始再生性激活,随即失活关闭,一直要到动作电位复极化到 $-60mV$ 或更低,才能开始从失活状态恢复过来,称为复活(re-activation),而 I_{Na} 通道要完全恢复到备用状态,需待膜电位回复到静息电位以后。 $I_{Ca} - L$ 通道的激活慢、失活慢,而复活更慢,常见动作电位完全复极化后,兴奋性尚未完全恢复正常。

2. 兴奋性的周期性变化 在心肌细胞兴奋过程中,离子通道发生了激活、失活和复活等一系列变化,相应地细胞的兴奋性也发生一系列周期性变化。以下以心室肌细胞为例进行说明。

(1) 绝对不应期和有效不应期:从 0 期去极化开始到 3 期复极达 $-55mV$,无论多强的刺激,心肌细胞均不能产生反应,为绝对不应期(ARP)。这是由于 I_{Na} 通道都处在失活状态之故。从 $-55mV$ 复极到 $-60mV$ 这段时间内,给予强刺激可以产生局部兴奋,但不能产生动作电位,这是由于 I_{Na} 通道只有少量复活,不足以产生动作电位。因此,从 0 期去极化开始到复极化到 $-60mV$ 电位水平这段时间内,都不能产生动作电位形式的反应,合称为有效不应期(ERP)。

(2) 相对不应期:从复极化 $-60mV$ 到 $-80mV$ 的时间内,若给予阈上刺激可以使心肌细胞产生动作电位,称为相对不应期(RRP)。越是相对不应期的早期,引起动作电位所需要的刺激强度越大,潜伏期越长,产生的动作电位幅值越小,最大去极化速率越慢,动作电位时程越短。这是由于 I_{Na} 通道尚未回复到正常的备用状态,而 I_K 通道尚未完全去激活,外向 K^+ 流仍很大,所以复极化快,而动作电位时程短。

(3) 超常期:膜电位 $-80mV$ 到 $-90mV$ 这段时期。由于膜电位接近阈电位,稍低于阈强度的阈下刺激,就可以引发出动作电位,表明兴奋性高于正常,故称超常期(supernormal period,SNP)。这是由于膜电位与阈电位距离较小,兴奋性较高。但应该指出,在超常期内, I_{Na} 通道尚未完全恢复到正常的备用状态,故产生的动作电位幅值小,最大去极化

速率慢,动作电位时程也短。

由于 I_{Ca-L} 通道复活速率很慢,往往在动作电位已经完全复极后,细胞仍处在不应期内,称为复极后不应状态。

3. 兴奋性的周期变化和心肌收缩的关系

(1)不发生强直收缩:由于心肌细胞的有效不应期长,相当于整个收缩期和舒张早期。因此心肌不会发生像骨骼肌那样的完全强直收缩,保证心脏的舒张和收缩交替进行,有利于心室的充盈和射血,实现泵血功能。

(2)期前收缩和代偿间歇:正常的心室搏动是由窦房结发出的节律性兴奋下传而引起的。如果在心室肌的不应期之后和下一次窦性兴奋到达之前,心室受到一次人工刺激或者来自异位起搏点的兴奋刺激,可以出现一次提前出现的收缩,称为期前收缩 (premature systole) 或期外收缩 (extrasystole),期前收缩本身也存在不应期。如果期前收缩之后紧接有窦性兴奋下传到心室,落在期前收缩的不应期之内,这次窦性兴奋就不能引起心室收缩而出现一次脱失,直到下一次窦性兴奋到达时心室才能再次收缩。这样,在一次心室期前收缩之后,往往有一段较正常为长的舒张期,称为“代偿间歇”。

(二)自律性

心脏特殊传导系统细胞在没有外来刺激的条件下,能自动发生节律性兴奋,这种特性称为自动节律性,简称自律性。自律性的高低可用单位时间(分)内自动发生节律性兴奋的频率来衡量。

心脏特殊传导系统不同部位广泛存在自律细胞,窦房结 P 细胞的自律性最高,然后由高到低依次为房室交界区、房室束和末梢浦肯野细胞。心房心室各按当时驱动它们的最高自律性频率搏动。正常心脏,窦房结的自律性最高,整个心脏的节律性搏动由它控制,称为窦性节律。因此窦房结称为主导起搏点。窦房结之外的其他自律组织在正常情况下的节律活动频率受窦房结控制,只起兴奋传导作用,称为潜在起搏点。潜在起搏点可以在窦房结起搏功能障碍或传出障碍时充当备用起搏点,取代窦房结以较低频率维持心脏跳动,因而具有生理意义。但当其自律性异常增高超过窦房结时,就成为异位起搏点,控制部分或整个心脏,造成心律失常。

窦房结通过两种方式对潜在起搏点进行控制,保证其主导心脏节律的作用:

(1)抢先占领:窦房结的自律性高于其他潜在起搏点,当潜在起搏点 4 期自动去极化尚未达到阈电位水平时,已被窦房结传来的冲动所激动而产生动作电位,其自身的自律性无法表现出来。

(2)超速压抑:自律细胞受到高于其自身固有频率的刺激而发生兴奋时,称为超速驱动。超速驱动一旦停止,该自律细胞的自律性活动不能立即恢复,需要经过一段时间后才能呈现,这种超速驱动后自律活动暂时受压抑的现象称为超速压抑。