

HACHUXINDIANTEXUE

家畜心电图学

张才骏 / 主编

华文出版社

家畜心电图学

张才骏 主编

华文出版社

图书在版编目(CIP)数据

家畜心电图学/张才骏主编. —北京: 华文出版社,
2001.7

ISBN 7-5075-1167-7

I. 家... II. 张... III. 家畜—心电图
IV. S854.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 26657 号

华文出版社出版

(邮编 100800 北京西城区府右街 135 号)

网址: [http:// www.hwcbs.com](http://www.hwcbs.com)

电子信箱: [webmaster @ hwcbs.com](mailto:webmaster@hwcbs.com)

电话(010)8308663 83086853

新华书店经销

通县大中印刷厂印刷

850×1168 32 开本 15.25 印张 370 千字

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月第 1 次印刷

定价: 28.00 元

内 容 提 要

《家畜心电图学》是国内第一部系统地研究家畜和实验动物心电图的专著。它系统地叙述家畜心脏的电生理特性,心电图形成的原理,描记方法,牛、牦牛、绵羊、山羊、猪、马、驴、犬、猫、骆驼、鹿、家禽和实验动物的正常心电图特点,各项生理参数,导联连接方法,心电轴以及在某些疾病时的心电图变化和诊断意义。此外,书中还列举了生活在青藏高原的牦牛、藏羊、猪、火鸡、鸡、兔等家畜家禽心电图方面的大量研究资料。本书是根据作者多年的临床实践和科研成果,参阅国内外有关家畜心电图学方面的资料 200 余篇,并以国内资料为重点编写的。因此本书的读者对象较广,它是从事兽医、畜牧、比较医学、高原医学、生物学、心脏疾病动物模型研究的科技工作者以及兽医临床诊疗专业人员必备的参考书。

前 言

心电图是判断心脏电生理特征和心脏功能的一项重要指标。家畜心电图学是一门简便易行的非创伤性诊断科学,是家畜心血管疾病诊断中必不可少的检查方法性学科。自从 Tehermaker 于 1910 年在马中描记出第一张心电图以来,各国学者对各种家畜心电图的正常参数及其在疾病时的变化进行了颇多的研究,并已用于兽医临床实践。但是,有关家畜心电图学的专著几乎没有。各国学者将家畜心电图方面的资料在生理学(Swenson, 1984)、家畜内科诊断学(中村良一, 1982)、临床症状学(其田三夫, 1983)中,从各学科的角度加以论述,而且现有的资料多局限于马、奶牛和犬,其他家畜的很少。国内迄今尚无家畜心电图学方面的专著,即使在家畜生理学、兽医临床诊断学中有很少篇幅的描述,也几乎都是国外的资料,或借鉴人医的资料,给兽医临床实践、比较医学、生物学等的研究带来很多的不便。我国在家畜心电图方面的研究起步较晚,自 20 世纪 80 年代以来,虽然全国各地都在进行家畜心电图学知识的学习和更新,但在家畜心电图学方面尚有许多问题有待普及和提高,迫切需要一部有关家畜心电图学方面综合性知识的专著,以解决专业人员在描记和阅读心电图,诊断心血管疾病以及阅读中外文献中遇到的困难。然而,直到目前为止,国内外尚无一部包括各种家畜、家禽、伴侣动物、实验动物和野生动物心电图学方面的专著。为此,作者查阅了国内外的有关文献,结合自己

20 年的科学研究成果和教学实践,编著了这本《家畜心电图学》。本书图文并茂,内容翔实,深入浅出,不仅有理论叙述,而且有操作方法描述;不仅有生理参数,而且有异常心电图的诊断标准;不仅有平原动物的心电图参数,而且有高原动物的心电图特征。主要供从事兽医、畜牧、生物学、比较医学、高原医学、实验动物医学、药理学等的教学和科研人员参考和查阅之用,也可作为生物科学领域各学科研究生的教学参考书。

本书在编写和出版过程中得到了“华夏英才基金管理委员会”的资助以及中共青海省委统战部和青海大学各级领导的亲切关怀和支持。本书的第一章由俞红贤教授编写,第五章和第十章由王勇同志编写,其余章节由张才骏教授编著,并由张才骏教授对全书进行了审修。由于编著者的水平限制,疏漏错误之处敬请读者批评指正。

张才骏

2000 年 9 月 10 日于西宁

目 录

第一章 家畜心脏的解剖和生理特征	(1)
第一节 心脏的解剖特征	(1)
第二节 心脏的电生理学	(6)
第二章 心电图形成的原理	(16)
第一节 心肌细胞除极化和复极化过程的电偶学说 ...	(16)
第二节 容积导电	(18)
第三节 心电向量	(21)
第四节 体表心电图的产生原理	(25)
第三章 心电图的导联	(28)
第一节 导联与导联轴	(28)
第二节 肢导联	(30)
第三节 胸导联	(39)
第四节 家禽和实验动物的导联	(54)
第五节 家畜的优选导联	(59)
第四章 心电轴	(61)
第一节 心电轴的概念	(61)
第二节 心电轴的测量方法	(61)
第三节 动物心电轴的常值	(68)
第四节 心电轴测定的临床意义	(73)
第五节 心电位	(73)

第五章 心电图的描记方法	(75)
第一节 常用的家畜心电图描记仪	(75)
第二节 心电图的描记方法	(79)
第六章 家畜心电图的组成	(85)
第一节 家畜正常心电图的组成与命名	(85)
第二节 家畜心电图的测量方法	(93)
第七章 家畜的正常心电图	(100)
第一节 牛、牦牛和水牛的心电图	(101)
第二节 绵羊和山羊的心电图	(144)
第三节 猪的心电图	(191)
第四节 马的心电图	(201)
第五节 其他有蹄动物的心电图	(226)
第六节 犬和猫的心电图	(233)
第七节 熊、云豹和狮的心电图	(250)
第八节 实验动物的心电图	(256)
第九节 家禽的心电图	(272)
第八章 心电图各项参数变化的诊断意义	(280)
第一节 心电图各波变化的诊断意义	(280)
第二节 S-T段变化的诊断意义	(292)
第三节 心电图各间期变化的诊断意义	(295)
第九章 心脏肥大的心电图	(297)
第一节 心房肥大的心电图	(297)
第二节 心室肥大的心电图	(299)

第十章	心肌缺血和损伤的心电图	(308)
第一节	心肌缺血型心电图	(308)
第二节	心肌损伤型心电图	(311)
第三节	心肌梗死型心电图	(316)
第四节	各型心肌缺血时的混合型心电图	(317)
第十一章	心律失常	(319)
第一节	心律失常的分类	(320)
第二节	心律失常的心电图诊断	(323)
第三节	正常窦性心律和窦性心律失常	(328)
第四节	期前收缩	(336)
第五节	阵发性心动过速	(343)
第六节	逸搏和逸搏心律	(347)
第七节	扑动和纤维性颤动	(349)
第八节	预激综合征	(355)
第九节	心脏传导阻滞	(365)
第十节	心律失常的治疗	(381)
第十二章	心包和心肌疾病的心电图	(382)
第一节	心包疾病的心电图	(382)
第二节	心肌疾病的心电图	(388)
第三节	心内膜疾病的心电图	(397)
第四节	病态窦房结综合征	(402)
第十三章	血清(浆)电解质浓度对心电图的影响...	(405)
第一节	血清(浆)钙离子浓度对心电图的影响	(405)
第二节	血清(浆)钾离子浓度对心电图的影响	(411)

第三节	血清(浆)钠离子和镁离子浓度对心电图的影响.....	(420)
第十四章	药物和毒物对心电图的影响	(422)
第一节	麻醉药对心电图的影响.....	(422)
第二节	洋地黄对心电图的影响.....	(434)
第三节	其他药物对心电图的影响.....	(436)
第四节	家畜中毒病的心电图.....	(443)
第十五章	针刺和疾病对心电图的影响	(450)
第一节	针刺对心电图的影响.....	(450)
第二节	某些疾病时的心电图.....	(451)
参考文献		(463)

第一章 家畜心脏的解剖和生理特征

第一节 心脏的解剖特征

心脏是循环系统的动力器官,在有机体生命活动中始终进行着有节奏、不间断的舒缩活动。心脏的这种节律性活动是由心脏本身的传导系统所支配的。传导系统有规律的产生激动,并将激动按一定途径传导到心房肌和心室肌,从而引起心房肌和心室肌有规律的舒缩。因此,全面了解心脏的解剖,特别是心脏传导系统的解剖学结构,对理解心脏的电生理学、心电图产生的原理及各种心律失常发生的基本机理等是很重要的。

一、心脏的结构

心脏为一中空的肌性器官,其内腔被房间隔和室间隔分为左右互不相通的两半,每半又被房室隔分为上部的心房和下部的心室两部分。同侧的心房和心室借房室孔相通。如此,心腔被分为右心房、右心室、左心房和左心室四部分。

心房部构成了心基部的上部,包括静脉窦和心耳两部分。心室部构成了心脏的主体,心室肌发达,是心脏收缩的主要动力源。心室内有乳头肌、条束及腱索等结构。

心壁由心内膜、心肌和心外膜三层构成。心内膜衬于心室腔的内面,由一层单层扁平上皮构成。心肌为心壁最厚的一层,心房部心肌和心室部心肌(指普通心肌)被房室孔上纤维环隔开,互不相连,这是心脏在其自身特殊传导系统控制下心房肌和心室肌能进行节律性交替收缩和舒张的解剖学基础。心外膜为心脏的最外层,由一层浆膜构成。

二、心脏的传导系统

心脏传导系统由特殊的心肌纤维构成,能自动地产生兴奋和传导兴奋,使心脏进行有节律的收缩和舒张。动物心脏的传导系

统包括窦房结、房内束(结间束和房间束)、房室交界区(结间束进入部、房室结和房室束)、心室内传导束(房室束分叉部、左束支及其分支、右束支及其分支)和蒲肯野氏纤维网(图 1-1)

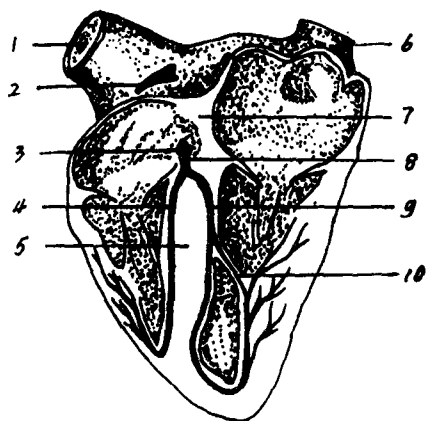


图 1-1 心脏的传导系统

1. 前腔静脉; 2. 窦房结; 3. 房室结;
4. 右束支; 5. 室间隔; 6. 后腔静脉;
7. 房间隔; 8. 房室束; 9. 左束支;
10. 左心室主要条束

细胞为主,周围以蒲肯野氏细胞为主。

(一) 窦房结(sinoatrial node)

窦房结,又称窦结或窦耳结,是由 Keith 和 Flack 在 1907 年发现的。窦房结位于前腔静脉与右心耳之间的界沟内的心外膜下。犬和人等动物的窦房结呈椭圆形,马等有蹄动物的呈马蹄形,且伴有一个长锥形的脚。窦房结的形状在不同的动物虽有差异,但其结构基本相似,即窦房结的中央部以原始的节奏细胞(P细胞)和穿插在其中的过渡

细胞为主,周围以蒲肯野氏细胞为主。

窦房结是心脏正常激动的策源地,是心脏第一级心律的起搏点。正常情况下,在整个心脏传导系统中,以窦房结的自律性为最高,往外则逐渐降低。以猪的心脏为例,自律性的节律(次/min)依次是:窦房结 70~80,房内束 60,房室交界区 40~60,房室束 20~40,蒲肯野氏纤维 20 以下。由窦房结产生的激动,经房间束传至心房,引起心房的兴奋和收缩。同时,又经结间束传至房室交界区,在该区,激动传导缓慢而发生延搁,之后激动经房室束和左、右束支及蒲肯野氏纤维迅速传至心室肌,引起心室肌的兴奋和收缩。这种由窦房结为起源的心脏节律称为窦性节律。心脏内的其他自律组织在正常时并不自动出现激动,但仍保持着自律性,因此,这

些组织被称为是潜在起搏点。当窦房结功能障碍或某些自律性组织的自律性异常升高时,潜在起搏点也可自动产生激动而引起心脏部分或全部兴奋和收缩,这种由潜在起搏点引起的心脏兴奋和收缩的节律,称为异位节律。

(二)房内束(intratrial)

房内束包括结间束和房间束。结间束为自窦房结到房室结的传导束,房间束为自窦房结到左右心房的传导束。结间束包括前、中、后三束(图1-2)。

1. 结间前束:该束自窦房结前缘发出,绕过前腔静脉,至左右心房之间分为2支。一支称房内支(Bachmann氏束),该支经右心房至左心房,穿行于心房前壁肌束中。正常窦房结的激动沿该支传向左心房。另一支为降支,该支转向下行,穿越房间隔,进入房室结嵴部。

2. 结间中束:又称 Wenckebach氏束,起于窦房结后缘,向后绕过前腔静脉,到达房间隔右侧上方,分出一些小支到左心房后,主干沿房间隔终止于房室结顶部。

3. 结间后束:又称 Therel氏束,起源于窦房结后缘,沿右心房后外壁下行,在冠状窦口上方进入房室结后缘。

窦房结至房室结之间的激动传导,主要是通过距离较短的结间前束进行,而结间中束、结间后束可能与房室交界区或心室激动逆行传入心房有关。

(三)房室结(atrioventricular node, A-V node)

房室结位于房间隔右房侧、冠状窦附近的心内膜下,是房室交



图1-2 心脏的传导系统模式图

1. 结间前束;2. 房室结;3. 右束支;4. 蒲肯野氏纤维;5. 窦房结;6. 结间中束;7. 结间后束;8. 房室束;9. 左束支;10. 左束支通过左心室主要条束的分支

界区的主要组成部分,是激动自心房传向心室的必经之路。房室结在心房与心室的连接部分,在心房侧有结间束进入,在心室侧与房室束连结。有学者将房室结分为房结区、结区和结希区三部。房室结是由许多较大且有分支的细胞互相交织成的网状结构,向下延伸至下端时,细胞排列逐渐转为整齐,交织情况减少,形成束条状,直接延续为房室束。

房室结是心脏的第二级节奏点,其自律强度仅次于窦房结。当窦房结不能产生冲动(窦性静止)或发出冲动的频率过缓(窦性心动徐缓)或窦性冲动不能到达房室结(窦房或房室传导阻滞)时,还有替代起搏点的作用。许多复杂的心律失常与房室结的传导功能有关。例如超常期房室传导、隐匿传导、单向性传导阻滞等均直接与房室连接组织的传导功能异常有关。另外,房室结还有传导延搁功能,即来自窦房结的冲动传导至房室交界区会有一定时间的延搁,之后再传导至心室。这样,一方面保证了房室收缩顺序的协调性,另一方面,在激动频率过高时能阻止一部分激动下传,以维持有效循环。

(四)房室束(fasciculus atrioventricularis)

房室束又称希氏束(His bundle),是房室结向下的直接延续,其在室间隔的上部分为两大束,即左束支和右束支。房室束分叉部骑跨在房室隔肌部的上缘。房室束内细胞排列整齐,此与房室结内细胞相互交织不同。研究发现,房室束起始部纤维的多数细胞较房室结细胞小,在其下延过程中,直径小的细胞数目越来越少,逐渐为较大的细胞所代替。房室传导阻滞时,激动在房室结与房室束交界处所以受到最大的阻力,传导最为缓慢,可能与这种组织结构有关。在家畜,左右束支分别在室间隔左右心室面的心内膜下向下延伸,分支分布于室间隔,并有分支分别通过心室内主要条束(隔缘小梁)分布到左右心室的侧壁。最近的研究表明,心律失常与心室内条束的走向和大小等有关,条束内传导系统纤维的存在可能是其组织学基础。

(五) 蒲肯野氏纤维(Purkinje fiber)

蒲肯野氏纤维是左右束支的末梢纤维,呈网状分布于心室壁内,其末端直接与心肌纤维相连。蒲肯野氏纤维是特化的心肌纤维,比心肌纤维粗而短,肌浆丰富,肌原纤维少,肌浆网不发达,无横小管,线粒体和糖原丰富。蒲肯野氏纤维在哺乳动物心室肌内的分布有两种类型。第1种类型见于犬、猫及猿猴等灵长类动物和啮齿动物。在这些动物,蒲肯野氏纤维仅伸入心内膜下的心肌内,其分布范围约占心内膜到心外膜之间距离的 $1/4 \sim 1/2$ 。第2种类型见于牛、羊等反刍动物及马、猪等动物。在这些动物,蒲肯野氏纤维几乎分布于从心内膜到心外膜之间的整个心肌内。在禽类,蒲肯野氏纤维在心肌内的分布情况同牛、羊和马等动物。

(六) 其他传导组织

在个别动物,心脏房室间存在有附加的传导组织,总称为传导副束,又称为房室附加束(atrio-ventricular appond bundle)(图1-3)。目前已发现的传导副束有三种。即,杰姆氏束、马海姆氏纤维和肯特氏束。这种传导组织的存在,形成了心房肌与心室肌之间的另外一条传导路径。这一路径短而且传导速度快,因而易于造成心室在沿正常传导通路下达的激动尚未到达之前提前激动,这就形成了预激综合征的另外一个解剖学基础。

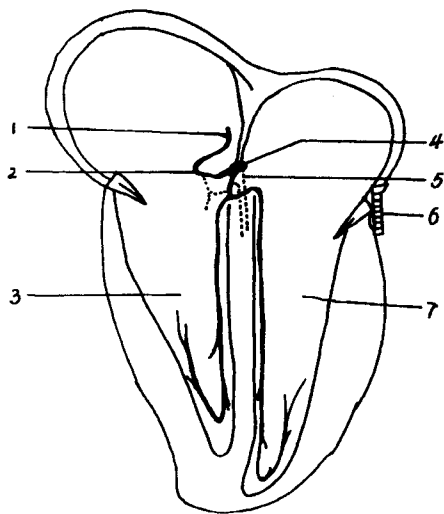


图1-3 心脏传导系统房室附加束示意图

1. 后结间束; 2. 杰姆氏束; 3. 右心室;
4. 房室结; 5. 马海姆氏纤维; 6. 肯特氏束; 7. 左心室

1. 杰姆氏束(Jame's tract): 又称“旁路纤维”、“James 旁路”或“房束副束”, 是后结间束的延伸部分, 它绕过房室结的上中部, 直接进入房室结下部, 甚至可与房室束直接相连。激动通过杰姆氏束可越过房室结, 避免了它在房室结内的生理性延搁, 是产生预激综合征的原因之一。其心电图特征是无“ Δ ”波, QRS 综合波正常, P-Q 间期及 P-J 间期缩短。

2. 马海姆氏纤维(Mahaim fiber): 又称“结室副束”或“束室副束”, 是房室结、房室束(或束支)和室间隔之间连接的短束。存在这种马海姆氏纤维者也可产生预激综合征, 其心电图特征为 P-Q 间期正常, QRS 综合波时限增宽, 有“ Δ ”波。

3. 肯特氏束(Bundle of Kent): 又称“房室副束”, 是心房穿过房室纤维环到达左右心室游离壁的肌桥。它可将激动直接从心房传到心室, 这样激动提前到达心室。存在这种传导束, 可引起典型的预激综合症, 其心电图特征为 P-R 段缩短或消失, QRS 综合波增宽, 但 P-J 间期不变, 有“ Δ ”波。

(七) 传导系统的血液供给和神经支配

传导系统的血液由冠状动脉的侧支供给。传导系统接受植物性神经系统的支配。一般情况下, 交感神经兴奋可加速心率及加快传导; 迷走神经兴奋则可减慢心率和延缓传导。窦房结有交感神经和副交感神经纤维分布, 通过这些纤维可控制心房内的传导。房室结和房室束也有交感和副交感神经末梢的分布。左束支和右束支均有交感神经末梢分布。

第二节 心脏的电生理学

一、心肌细胞的类型

心肌细胞根据其组织学特点、电生理特征和功能的不同, 可大致分为两大类。第一类为自律细胞。自律细胞无收缩能力, 但在没有外来刺激的情况下能自发地产生节律性兴奋, 因而称为自律细胞。自律细胞构成了心脏的传导系统。自律细胞自发产生节律

性兴奋的本质是其膜电位的自动除极化。根据膜电位除极化速度的不同,自律细胞又可分为两种:一种是存在于窦房结、房结区和结希区中的自律细胞,这种细胞除极化速度较慢,故称慢反应自律细胞;另一种是房室束中的蒲肯野氏细胞,这种细胞除极化速度较快,称为快反应自律细胞。第二类是非自律细胞。非自律细胞具有收缩能力,但不能自发地产生节律性兴奋,其兴奋只有在外来刺激条件下才能发生。非自律细胞主要构成了心房肌和心室肌。非自律细胞除极化速度较快,属快反应自律细胞。

此外,存在于传导系统结希区内的心肌细胞,既不能自发地产生节律性兴奋,也无收缩能力,只有很低的传导性,被归入非自律细胞,由于其除极化速度较慢,又称慢反应非自律细胞。正是这类细胞的低传导性,使得来自窦房结的自律性激动在传经此处时发生传导延搁,保证了心房肌和心室肌的交替舒缩。

二、心肌细胞的生物电现象

心肌细胞与其他电兴奋细胞一样,其兴奋的标志是具有生物电活动。心肌细胞的生物电活动有两种基本形式,即安静时的静息电位和兴奋时的动作电位。

(一)静息电位

静息电位又称跨膜电位,是指心肌细胞处于静息状态时,存在于细胞膜两侧之间的电位差。与其他电兴奋细胞一样,细胞膜外带正电荷,细胞膜内带负电荷。习惯上把细胞膜外的电位规定为零,细胞膜内的电位读数表示静息电位。在不同类型的心肌细胞中,静息电位的幅度有明显差异:在一般心肌细胞中大约是 -90mV ;在某些特殊心肌细胞中大约只有 -70mV 。

心肌细胞静息电位形成的原理,基本上与神经细胞相似,也是由于 K^+ 向细胞膜外流动所产生的 K^+ 跨膜电位或平衡电位。在细胞未受刺激的情况下,静息电位保持一个稳定的水平,也即保持着电的极化状态。

(二)动作电位