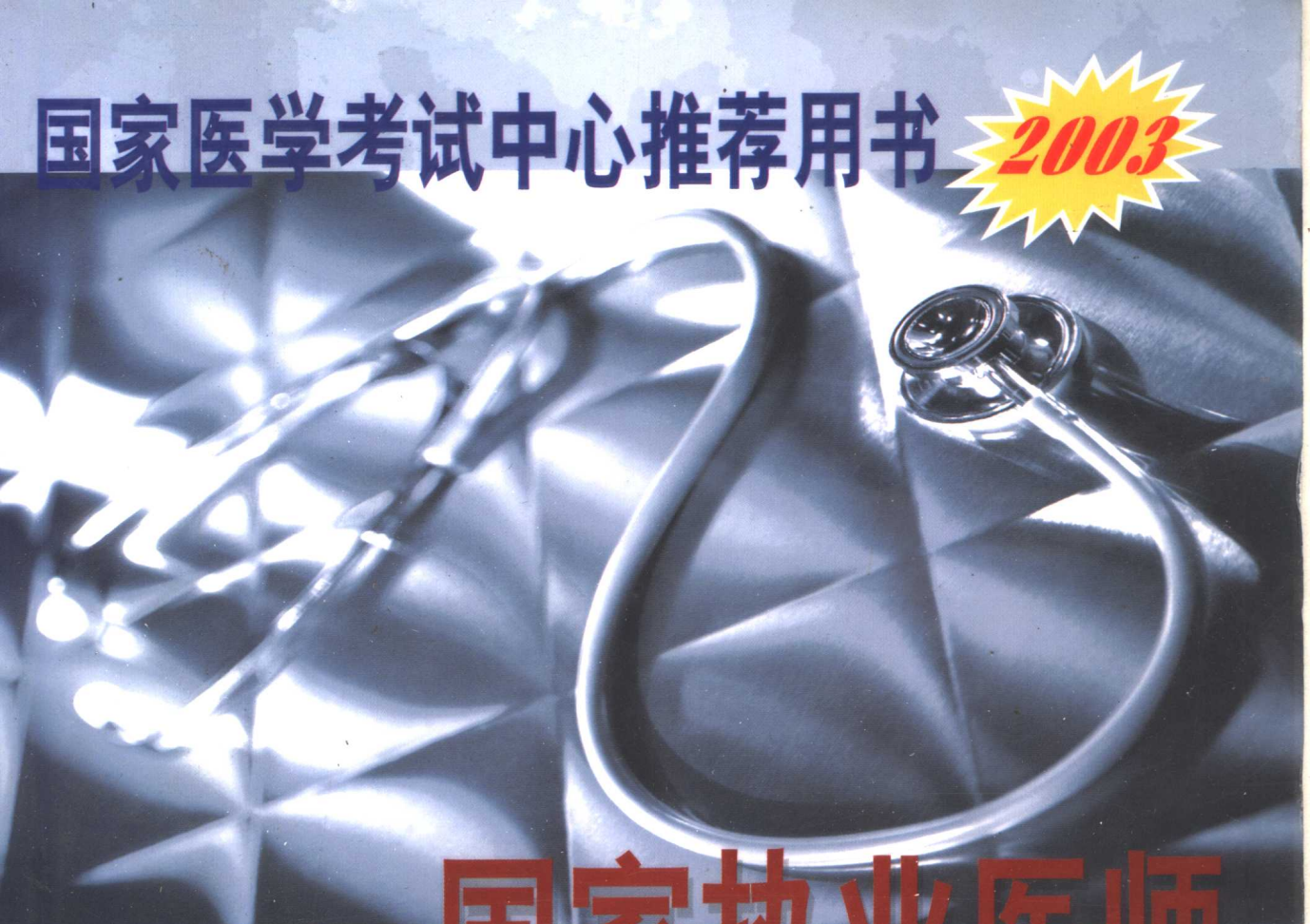


国家医学考试中心推荐用书

2003



国家执业医师 资格考试

公卫医师应试指导

《国家执业医师资格考试应试指导》专家组 编

(第二版)

中国协和医科大学出版社

国家医学考试中心推荐用书

· 国家执业医师资格考试 ·

公卫医师应试指导

(第二版)

《国家执业医师资格考试应试指导》专家组 编

中国协和医科大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

国家执业医师资格考试公卫医师应试指导/《国家执业医师资格考试公卫医师应试指导》
专家组编. - 2 版. - 北京: 中国协和医科大学出版社, 2002.3

ISBN 7-81072-277-8

I. 国… II. 国… III. 公共卫生-医师-资格考核-自学参考资料 IV. R192.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 009135 号

国家执业医师资格考试 公卫医师应试指导 (第二版)

作 者:《国家执业医师资格考试应试指导》专家组 编
责任编辑:陈永生 张俊敏 顾良军

出版发行:中国协和医科大学出版社
(北京东单三条九号 邮编 100730 电话 65260378)

网 址: www.pumcp.com
经 销:新华书店总店北京发行所
印 刷:北京竺航印刷厂

开 本: 787×1092 毫米 1/16 开
印 张: 70
字 数: 1744 千字
版 次: 2002 年 3 月第二版 2003 年 4 月第四次印刷
印 数: 6001—7000
定 价: 105.00 元

ISBN 7-81072-277-8/R·272

(凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页及其他质量问题, 由本社发行部调换)

《国家执业医师资格考试应试指导》(第二版)

专家组名单

(按姓氏笔画为序)

于永利	孔北华	巴图	王生	王临虹	王绵珍	王鸿颖
王嘉德	王增珍	乐杰	乐进秋	冯希平	冯学山	冯海兰
卢亚光	叶葶葶	田兆嵩	石尧忠	伊彪	刘小远	刘伟国
刘晶星	吕姿之	吕愈敏	孙大麟	孙学礼	孙宏晨	孙靖中
曲瑞瑶	朱万孚	朱大年	毕育学	江红	汤美安	米粲
米光明	达庆东	严曰树	余小鸣	余心如	吴长根	宋伟民
宋惠萍	张齐钧	张志泰	张奉春	张建中	张金钟	张德恒
李鲁	李本富	李延青	杜昌维	杨磊	杨圣辉	杨丽芳
杨克敌	杨秀玉	汪说之	沈贻谔	沈晓君	邱贵兴	陆国平
陈红	陈均	陈东义	陈永平	陈学敏	陈锦治	周宗灿
岳文浩	易新竹	林进	林汉华	罗炎杰	郑建华	金自孟
俞光岩	姚伟星	姚明辉	旋侶元	查锡良	柳启沛	段德生
祝学光	胡佩诚	胡永华	胡德瑜	赵永强	赵更力	赵相印
赵桂珍	赵继宗	赵燕平	倪必群	倪宗瓚	倪桂臣	唐宏宇
徐岩英	徐贵发	贾弘禔	贾汝汉	郭伟	郭传瑛	顾勇
顾长明	顾潜川	高岩	高峰	巢永烈	曹卫华	曹素华
渠川琰	符大勇	阎英	黄忆明	黄炳荣	景在平	程祥荣
蒋雨平	熊思东	熊盛道	蔡原	蔡志刚	樊小力	樊继援
潘祥林	颜世建					

《国家执业医师资格考试应试指导》(第二版)

前 言

根据《中华人民共和国执业医师法》，我国于1999年11月正式举行了首次执业医师资格考试，这标志着我国医师资格考试制度的建立，使我国医师队伍的规范化管理跃上了新台阶。

执业医师考试的范围广，内容多，为帮助考生在繁忙的临床实践期间能更有效地复习，使考生通过复习不仅仅是重新回忆遗忘的知识，更能温故知新，体会医师的执业要求，卫生部国家医学考试中心于1999年委托中国协和医科大学出版社和北京医科大学出版社组织国内各类医学院校（包括地方院校、军队院校）100多位专家，根据卫生部颁布的《执业医师考试大纲》编写了《国家执业医师（助理医师）资格考试应试指导》系列丛书。该书的特点是：以医师资格考试大纲为依据、以规划教材为基础、以临床能力为重点，侧重于知识、理论的综合运用。本书编写过程中，在国家医学考试中心指导下，专家们多次审核全书内容，保证了该书的科学性、适用性及权威性。为与医师资格考试的门类相一致，这套图书也相应分为《临床医师（助理医师）应试指导》、《口腔医师（助理医师）应试指导》及《公卫医师（助理医师）应试指导》6本。

经过三年医师资格考试的实践，在多次考生座谈会上，凡用过这套应试指导的考生均感到获益匪浅，一致予以好评，并认为今后在做低年住院医师期间，本书仍会对他们有所帮助。

为了更好的适应我国加入WTO以后的新形势，体现卫生服务对医师的要求，面向WHO等国际组织提出的21世纪医学人才培养目标，发挥医师资格考试对医学教育培养高素质合格人才的正确导向作用，融汇三年考试积累的经验，国家医师资格考试委员会于2001年12月组织有关专家，对《国家执业医师（助理医师）资格考试大纲》进行了全面的修订，《大纲》进一步突出了对医师综合素质的要求，强调医学模式的转变和以人为本、依法行医的观念，强调临床思维和解决实际问题的能力的培养，注重应用，强化对执业医师知识、能力、素质的全面、综合的考核。为了适应新《大纲》的要求，满足广大考生的需要，国家医学考试中心又委托出版社组织相关专家对《国家执业医师（助理医师）资格考试应试指导》系列丛书进行了相应的更新与补充，以更全面、准确反映考试所要求的知识内容。

《国家执业医师资格考试应试指导》(第二版)是目前惟一按照新《大纲》编写的执业医师考试用书，我们期望它的再版与发行，不仅对广大考生顺利通过执业考试有所助益，而且对我国医学教育以及医学事业的发展做出积极的贡献。

《国家执业医师资格考试应试指导》专家组

2002年3月

目 录

第一篇 生理学	(1)
第一单元 细胞的基本功能	(1)
第二单元 血液	(6)
第三单元 血液循环	(11)
第四单元 呼吸	(25)
第五单元 消化和吸收	(32)
第六单元 能量代谢和体温	(36)
第七单元 尿的生成和排出	(38)
第八单元 神经系统的功能	(42)
第九单元 内分泌	(50)
第十单元 生殖	(54)
第二篇 生物化学	(56)
第一单元 蛋白质结构与功能	(56)
第二单元 核酸的结构与功能	(58)
第三单元 酶	(61)
第四单元 糖代谢	(65)
第五单元 氧化磷酸化	(70)
第六单元 脂肪代谢	(72)
第七单元 磷脂、胆固醇及血浆脂蛋白	(75)
第八单元 氨基酸代谢	(78)
第九单元 核苷酸代谢	(84)
第十单元 遗传信息的传递	(86)
第十一单元 基因表达调控	(94)
第十二单元 信息物质、受体与信号传导	(99)
第十三单元 重组 DNA 技术	(101)
第十四单元 癌基因与生长因子概念	(105)
第十五单元 血液生化	(106)
第十六单元 肝胆生化	(109)
第三篇 药理学	(112)
第一单元 药物效应动力学	(112)
第二单元 药物代谢动力学	(114)
第三单元 胆碱受体激动药	(116)
第四单元 抗胆碱酯酶药和胆碱酯酶复活药	(117)

第五单元	M胆碱受体阻断药	(119)
第六单元	肾上腺素受体激动药	(121)
第七单元	肾上腺素受体阻断药	(124)
第八单元	局部麻醉药	(126)
第九单元	镇静催眠药	(126)
第十单元	抗癫痫药和抗惊厥药	(127)
第十一单元	抗帕金森病药	(129)
第十二单元	抗精神失常药	(130)
第十三单元	镇痛药	(132)
第十四单元	解热镇痛抗炎药	(134)
第十五单元	钙拮抗药	(135)
第十六单元	抗心律失常药	(137)
第十七单元	治疗充血性心力衰竭的药物	(139)
第十八单元	抗心绞痛药	(140)
第十九单元	抗动脉粥样硬化药	(141)
第二十单元	抗高血压药	(142)
第二十一单元	利尿药及脱水药	(144)
第二十二单元	作用于血液及造血器官的药物	(145)
第二十三单元	组胺受体阻断药	(148)
第二十四单元	作用于呼吸系统的药物	(148)
第二十五单元	作用于消化系统的药物	(149)
第二十六单元	肾上腺皮质激素类药物	(150)
第二十七单元	甲状腺激素和抗甲状腺素药	(152)
第二十八单元	胰岛素和口服降血糖药	(152)
第二十九单元	β -内酰胺类抗生素	(153)
第三十单元	大环内酯类及林可霉素类抗生素	(155)
第三十一单元	氨基苷类抗生素	(156)
第三十二单元	四环素及氯霉素	(157)
第三十三单元	人工合成的抗菌药	(159)
第三十四单元	抗真菌药和抗病毒药	(159)
第三十五单元	抗结核病药	(160)
第三十六单元	抗疟药	(161)
第三十七单元	抗恶性肿瘤药	(162)
第四篇	医学微生物学	(163)
第一单元	微生物的基本概念	(163)
第二单元	细菌的形态与结构	(163)
第三单元	细菌的生理	(166)
第四单元	消毒与灭菌	(168)

第五单元 噬菌体·····	(169)
第六单元 细菌的遗传与变异·····	(170)
第七单元 细菌的感染与免疫·····	(171)
第八单元 细菌感染的检查方法与防治原则·····	(174)
第九单元 球菌·····	(176)
第十单元 肠道杆菌·····	(179)
第十一单元 弧菌属·····	(181)
第十二单元 厌氧性细菌·····	(181)
第十三单元 棒状杆菌属·····	(183)
第十四单元 分枝杆菌属·····	(184)
第十五单元 放线菌属和奴卡菌属·····	(185)
第十六单元 动物源性细菌·····	(185)
第十七单元 其他细菌·····	(187)
第十八单元 支原体·····	(188)
第十九单元 立克次体·····	(189)
第二十单元 衣原体·····	(190)
第二十一单元 螺旋体·····	(190)
第二十二单元 真菌·····	(192)
第二十三单元 病毒的基本性状·····	(193)
第二十四单元 病毒的感染和免疫·····	(195)
第二十五单元 病毒感染的检查方法与防治原则·····	(198)
第二十六单元 呼吸道病毒·····	(199)
第二十七单元 肠道病毒·····	(201)
第二十八单元 肝炎病毒·····	(202)
第二十九单元 虫媒病毒·····	(207)
第三十单元 出血热病毒·····	(208)
第三十一单元 疱疹病毒·····	(208)
第三十二单元 反转录病毒·····	(210)
第三十三单元 其他病毒·····	(211)
第五篇 医学免疫学 ·····	(213)
第一单元 绪论·····	(213)
第二单元 抗原·····	(214)
第三单元 免疫器官·····	(216)
第四单元 免疫细胞·····	(217)
第五单元 免疫球蛋白·····	(220)
第六单元 补体系统·····	(223)
第七单元 细胞因子·····	(227)
第八单元 白细胞分化抗原和粘附分子·····	(231)

第九单元 主要组织相容性复合体及其编码分子	(232)
第十单元 免疫应答	(235)
第十一单元 免疫应答的调节	(239)
第十二单元 免疫耐受	(241)
第十三单元 超敏反应	(243)
第十四单元 自身免疫和自身免疫病	(247)
第十五单元 免疫缺陷病	(249)
第十六单元 肿瘤免疫	(251)
第十七单元 移植免疫	(252)
第十八单元 免疫学检测技术	(254)
第十九单元 免疫学防治	(258)
第六篇 流行病学	(261)
第一单元 绪论	(261)
第二单元 疾病的分布	(263)
第三单元 病因	(270)
第四单元 描述性研究	(275)
第五单元 病例对照研究	(286)
第六单元 队列研究	(297)
第七单元 流行病学实验	(305)
第八单元 常见的偏倚及其控制	(308)
第九单元 疾病预防和疾病监测	(314)
第十单元 传染病流行病学	(320)
第七篇 卫生统计学	(334)
第一单元 统计工作的步骤和统计学中的几个基本概念	(334)
第二单元 定量资料的统计描述	(335)
第三单元 总体均数的估计和假设检验	(347)
第四单元 方差分析	(358)
第五单元 分类资料的统计描述	(365)
第六单元 率的抽样误差与 u 检验	(371)
第七单元 χ^2 检验	(374)
第八单元 秩和检验	(381)
第九单元 直线回归与相关	(387)
第十单元 统计表和统计图	(394)
第十一单元 统计研究设计——含调查设计和实验设计	(399)
第十二单元 生存分析	(405)
第十三单元 医学人口、死亡统计	(412)
第十四单元 寿命表	(416)
第八篇 内科学基础	(430)

第一单元	常见症状与体征·····	(430)
第二单元	血细胞数量的改变·····	(444)
第三单元	慢性支气管炎和阻塞性肺气肿·····	(447)
第四单元	慢性肺源性心脏病·····	(448)
第五单元	支气管哮喘·····	(450)
第六单元	呼吸衰竭·····	(454)
第七单元	肺结核·····	(457)
第八单元	高血压·····	(462)
第九单元	冠状动脉粥样硬化·····	(467)
第十单元	胃、十二指肠疾病·····	(483)
第十一单元	肝脏疾病·····	(486)
第十二单元	中毒·····	(489)
第十三单元	尿液检查·····	(501)
第十四单元	肾小球疾病·····	(502)
第十五单元	尿路感染·····	(503)
第十六单元	肾功能不全·····	(505)
第十七单元	贫血·····	(505)
第十八单元	白血病·····	(509)
第十九单元	淋巴瘤·····	(510)
第二十单元	甲状腺疾病·····	(511)
第二十一单元	肾上腺疾病·····	(513)
第二十二单元	糖尿病·····	(517)
第二十三单元	传染病概论·····	(522)
第二十四单元	病毒感染·····	(526)
第二十五单元	细菌感染·····	(532)
第二十六单元	蠕虫感染·····	(538)
第二十七单元	精神疾病概论·····	(539)
第二十八单元	精神活性物质所致精神障碍·····	(549)
第二十九单元	脑血管疾病·····	(553)
第三十单元	锥体外系疾病·····	(557)
第九篇 妇女保健学 ·····		(560)
第一单元	妇女保健的重要性·····	(560)
第二单元	妇女保健范畴·····	(561)
第三单元	生殖健康与妇女保健·····	(562)
第四单元	青春期保健·····	(563)
第五单元	婚前保健·····	(565)
第六单元	围生保健·····	(568)
第七单元	更年期保健·····	(578)

第八单元 妇科常见病的防治·····	(584)
第九单元 妇女保健系统的组织及职责·····	(586)
第十单元 妇女保健的信息管理系统·····	(586)
第十篇 儿童保健学 ·····	(589)
第一单元 体格生长发育·····	(589)
第二单元 神经心理发育·····	(594)
第三单元 合理营养·····	(595)
第四单元 生活安排及体育锻炼·····	(597)
第五单元 心理卫生·····	(597)
第六单元 计划免疫·····	(598)
第七单元 儿童各年龄期保健·····	(600)
第八单元 社区儿童保健·····	(603)
第九单元 儿童常见疾病防治·····	(604)
第十单元 儿童意外伤害及预防·····	(610)
第十一篇 环境卫生学 ·····	(613)
第一单元 绪论·····	(613)
第二单元 环境与健康·····	(615)
第三单元 大气卫生·····	(620)
第四单元 水体卫生·····	(639)
第五单元 饮用水卫生·····	(647)
第六单元 土壤卫生·····	(660)
第七单元 住宅和公共场所卫生·····	(666)
第八单元 城乡规划卫生·····	(673)
第九单元 环境质量评价·····	(674)
第十单元 家用化学品卫生·····	(678)
第十一单元 环境卫生学基本技能·····	(684)
第十二篇 劳动卫生与职业病学 ·····	(687)
第一单元 绪论·····	(687)
第二单元 劳动过程的生理与心理·····	(690)
第三单元 人类工效学原理与应用·····	(696)
第四单元 毒物与职业中毒·····	(701)
第五单元 粉尘与尘肺·····	(725)
第六单元 物理因素对机体的影响·····	(736)
第七单元 职业性致癌因素与职业肿瘤·····	(754)
第八单元 职业性有害因素的评价与控制·····	(756)
第九单元 妇女劳动卫生·····	(766)
第十三篇 营养与食品卫生学 ·····	(769)
第一单元 宏量营养素与能量·····	(769)

第二单元	矿物质	(777)
第三单元	维生素	(785)
第四单元	各类食品的营养价值	(798)
第五单元	特殊人群的营养	(808)
第六单元	社区营养	(818)
第七单元	食品污染	(824)
第八单元	各类食品卫生	(844)
第九单元	食物中毒及其预防	(854)
第十单元	食品卫生监督管理	(870)
第十四篇	卫生毒理学	(880)
第一单元	卫生毒理学基本概念	(880)
第二单元	化学毒物的生物转运	(886)
第三单元	化学毒物的生物转化	(892)
第四单元	影响毒性作用的因素	(897)
第五单元	化学毒物一般毒性作用	(902)
第六单元	化学毒物致突变作用	(915)
第七单元	化学致癌作用	(923)
第八单元	化学毒物生殖和发育毒性作用	(930)
第九单元	化学毒物的免疫毒性作用	(935)
第十单元	化学毒物的危险度评价及毒理学安全性评价程序	(939)
第十五篇	卫生法规	(946)
第一单元	医疗与妇幼保健监督管理法规	(946)
第二单元	疾病控制与公共卫生监督管理法规	(954)
第三单元	血液监督管理法规	(970)
第十六篇	社会医学	(975)
第一单元	绪论	(975)
第二单元	医学模式与健康观	(976)
第三单元	社会因素与健康	(980)
第四单元	社会医学研究	(985)
第五单元	社会卫生状况与社会卫生策略	(992)
第六单元	健康危险因素评价	(995)
第七单元	生命质量评价	(1004)
第八单元	社区卫生服务	(1007)
第十七篇	医学心理学	(1012)
第一单元	绪论	(1012)
第二单元	医学心理学基础	(1015)
第三单元	心理卫生	(1022)
第四单元	心身疾病	(1024)

第五单元	心理评估	(1026)
第六单元	心理治疗与咨询	(1029)
第七单元	病人心理	(1034)
第八单元	医患关系	(1037)
第十八篇	医学伦理学	(1040)
第一单元	医学与医学伦理学	(1040)
第二单元	医学伦理学的规范体系	(1042)
第三单元	医患关系	(1047)
第四单元	医务人员之间的关系	(1049)
第五单元	医德修养与医德评价	(1051)
第六单元	医学研究与医学道德	(1052)
第七单元	生命伦理学的若干问题	(1053)
第八单元	医学伦理学文献	(1059)
第十九篇	健康教育与健康促进	(1061)
第一单元	基本概念	(1061)
第二单元	健康相关行为	(1064)
第三单元	健康传播	(1067)
第四单元	健康教育与健康促进的计划设计	(1071)
第五单元	健康教育与健康促进计划的实施	(1075)
第六单元	健康教育与健康促进效果评价	(1077)
第七单元	社区健康教育与健康促进	(1079)
第八单元	学校健康促进	(1082)
第九单元	医院健康教育与健康促进	(1084)
第十单元	工矿企业健康教育与健康促进	(1086)
第十一单元	高血压病的健康教育与健康促进	(1087)
第十二单元	吸烟与健康	(1089)
第十三单元	艾滋病健康教育与健康促进	(1090)
附录	国家执业医师资格考试题型介绍	(1093)

第一篇 生理学

第一单元 细胞的基本功能

一、细胞膜的物质转运功能

细胞膜主要是由脂质双分子层构成的，因此从理论上讲只有脂溶性的物质才有可能通过它，但事实上，一个进行着新陈代谢的细胞，不断有各种各样的物质进出细胞，由于它们的理化性质各异，且多数不溶于脂质或其水溶性大于脂溶性，因而它们通过细胞膜的方式也就不同。常见的跨膜物质转运形式有：

（一）单纯扩散 脂溶性的小分子物质从细胞膜的高浓度一侧向低浓度一侧移动的过程，称为单纯扩散。

人体内脂溶性的物质为数不多，比较肯定的有氧和二氧化碳等气体分子。

（二）易化扩散 指一些不溶于脂质或脂溶性很小的物质，在膜结构中一些特殊蛋白质分子的“帮助”下，从膜的高浓度一侧向低浓度一侧的移动过程。易化扩散分为两种类型：

1. 由载体介导的易化扩散 葡萄糖、氨基酸等营养性物质的进出细胞就属于这种类型的易化扩散。以载体为中介的易化扩散有如下特点：①高度特异性；②有饱和现象；③有竞争性抑制。

2. 由通道介导的易化扩散 通过通道扩散的物质主要是 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 等离子。通道具有一定的特异性，但它对离子的选择性没有载体蛋白那样严格。通道蛋白质的重要特点是，随着蛋白质分子构型的改变，它可以处于不同的功能状态。当它处于开放状态时，可以允许特定的离子由膜的高浓度一侧向低浓度一侧转移；当它处于关闭状态时，膜又变得对该种离子不能通透。根据引起通道开放与关闭的条件不同，一般可将通道区分为电压门控通道和化学门控通道。

不同的离子通道，一般都有其专一的阻断剂。河豚毒能阻断 Na^+ 通道，只影响 Na^+ 的转运而不影响 K^+ 的转运。四乙基铵能阻断 K^+ 通道，只影响 K^+ 的转运而不影响 Na^+ 的转运。

上述两种物质转运方式，都不需要细胞代谢供能，因而均属于被动转运。

（三）主动转运 指细胞膜通过本身的某种耗能过程，将某物质的分子或离子由膜的低浓度一侧移向高浓度一侧的过程。在细胞膜的主动转运中研究得最充分、而且对于细胞的生

命活动也是最重要的,是细胞膜对钠和钾离子的主动转运过程。

钠泵是镶嵌在膜的脂质双分子层中的一种特殊蛋白质,它具有 ATP 酶的活性,可以分解 ATP 使之释放能量,并能利用此能量进行 Na^+ 和 K^+ 逆浓度梯度的主动转运。因而钠泵就是一种被称 Na^+ 、 K^+ 依赖式 ATP 酶的蛋白质。

一个活着的细胞,其细胞内、外各种离子的浓度有很大的差异。以神经和肌细胞为例,正常时细胞内 K^+ 的浓度约为细胞外的 30 倍,细胞外 Na^+ 的浓度约为细胞内的 12 倍。当细胞内的 Na^+ 增加和细胞外的 K^+ 增加时,钠泵被激活,于是将细胞内的 Na^+ 移出膜外,同时把细胞外的 K^+ 移入膜内。泵出 Na^+ 和泵入 K^+ 这两个过程是同时进行或“偶联”在一起的。与此同时,ATP 酶分解 ATP,为 Na^+ 泵提供能量。在一般生理情况下,每分解一个 ATP 分子,可以移出 3 个 Na^+ ,同时移入 2 个 K^+ 。

钠泵活动的意义:①钠泵活动造成的细胞内高 K^+ ,是许多代谢反应进行的必需条件;②细胞内高 K^+ 、低 Na^+ 能阻止细胞外水分大量进入细胞,对维持细胞的正常体积、形态和功能具有一定意义;③建立一种势能贮备,供其他耗能过程利用。

(四)出胞与入胞式物质转运 细胞对一些大分子的物质或固态、液态的物质团块,可通过出胞和入胞的方式进行转运。

二、细胞的兴奋性和生物电现象

(一)刺激引起兴奋的条件 刺激要引起组织细胞发生兴奋,必须具备以下三个条件,即一定的刺激强度、一定的持续时间和一定的强度-时间变化率。任何刺激要引起组织兴奋,刺激的三个参数必须达到某一临界值。这种刚能引起组织发生兴奋的最小刺激称为阈刺激。小于阈值的刺激称为阈下刺激。大于阈值的刺激称为阈上刺激。如果固定刺激的持续时间和强度-时间变化率,那么引起组织发生兴奋的最小刺激强度称为阈强度。阈强度是衡量组织兴奋性高低的指标之一。

(二)细胞的生物电现象 细胞水平的生物电现象主要有两种表现形式,一种是在安静时所具有的静息电位,另一种是受到刺激时产生的动作电位。

1. 静息电位 指细胞在安静时存在于细胞膜两侧的电位差。静息电位都表现为膜内较膜外为负,如规定膜外电位为 0,则膜内电位大都在 $-10 \sim -100\text{mV}$ 之间。

细胞在安静(未受刺激)时,膜两侧所保持的内负外正的状态称为膜的极化;静息电位的数值向膜内负值增大的方向变化,称为超极化;相反,使静息电位的数值向膜内负值减小的方向变化,称为去极化或除极化;细胞受刺激后,细胞膜先发生去极化,然后再向正常安静时膜内所处的负值恢复,称为复极化。

2. 动作电位 指细胞受到刺激而兴奋时,细胞膜在原来静息电位的基础上发生的一次迅速而短暂的,可向周围扩布的电位波动。在神经纤维上,它一般在 $0.5 \sim 2.0\text{ms}$ 的时间内完成,这使它在描记的图形上表现为一次短促而尖锐的脉冲样变化,称为锋电位。

动作电位的产生过程:神经纤维和肌细胞在安静状态时,其膜的静息电位约为 $-70 \sim -90\text{mV}$ 。当它们受到一次阈刺激(或阈上刺激)时,膜内原来存在的负电位将迅速消失,并进而变成正电位,即膜内电位由原来的 $-70 \sim -90\text{mV}$ 变为 $+20 \sim +40\text{mV}$ 的水平,由原来的内负外正变为内正外负。这样整个膜内外电位变化的幅度为 $90 \sim 130\text{mV}$,构成了动作电位的上升支。上升支中零位线以上的部分,称为超射。但是,由刺激引起的这种膜内外电位的倒

转只是暂时的，很快就出现了膜内电位的下降，由正值的减小发展到膜内出现刺激前原有的负电位状态，这就构成了动作电位的下降支。

动作电位的特点：①有“全或无”现象。单一神经或肌细胞动作电位的一个重要特点就是刺激若达不到阈值，不会产生动作电位。刺激一旦达到阈值，就会爆发动作电位。动作电位一旦产生，其大小和形状不再随着刺激的强弱和传导距离的远近而改变；②有不不应期。由于绝对不应期的存在，动作电不可能发生融合。

动作电位的产生是细胞兴奋的标志。

（三）生物电现象的产生机制

1. 静息电位和 K^+ 平衡电位 所有的生物细胞，正常时细胞内的 K^+ 浓度高于细胞外约 30 倍，而细胞外 Na^+ 浓度高于细胞内。在安静状态下，细胞膜对 K^+ 有通透性，于是细胞内的 K^+ 在浓度差的驱使下，由细胞内向细胞外扩散。由于膜内带负电荷的蛋白质大分子不能随之移出细胞，所以随着带正电荷的 K^+ 外流将使膜内电位变负而膜外变正。但是， K^+ 的外流并不能无限制地进行下去。因为最先流出膜外的 K^+ 所产生的外正内负的电场力，将阻碍 K^+ 的继续外流，随着 K^+ 外流的增加，这种阻止 K^+ 外流的力量（膜两侧的电位差）也不断加大。当促使 K^+ 外流的浓度差和阻止 K^+ 外移的电位差这两种力量达到平衡时，膜对 K^+ 的净通量为零，于是不再有 K^+ 的跨膜净移动，而此时膜两侧的电位差也就稳定于某一数值不变，此电位差称为 K^+ 平衡电位。不难理解， K^+ 平衡电位的大小是由膜两侧原初存在的 K^+ 浓度差的大小决定的。静息电位的数值可以实际测量，也可用 Nernst 公式算出。

2. 动作电位和 Na^+ 平衡电位 在静息状态时，细胞膜外 Na^+ 浓度大于膜内， Na^+ 有向膜内扩散的趋势，而且静息时膜内存在着相当数值的负电位，这种电场力也吸引 Na^+ 向膜内移动；但是，由于静息时膜上的 Na^+ 通道多数处于关闭状态，膜对 Na^+ 相对不通透，因此， Na^+ 不可能大量内流。当细胞受到一个阈刺激（或阈上刺激）时，电压门控性 Na^+ 通道开放，膜对 Na^+ 的通透性突然增大，并且超过了膜对 K^+ 的通透性， Na^+ 迅速大量内流，以至膜内负电位因正电荷的增加而迅速消失；由于膜外高 Na^+ 所形成的浓度势能，使得 Na^+ 在膜内负电位减小到零电位时仍可继续内移，进而出现正电位，直至膜内正电位增大到足以阻止由浓度差所引起的 Na^+ 内流时，膜对 Na^+ 的净通量为零，从而形成了动作电位的上升支，这时膜两侧的电位差称为 Na^+ 平衡电位。 Na^+ 平衡电位的数值也可根据 Nernst 公式算出，计算所得的数值与实际测得的动作电位的超射值相接近，后者略小于前者。

但是，膜内电位并不停留在正电位状态，而是很快出现动作电位的复极相，这是因为 Na^+ 通道开放的时间很短，它很快就进入失活状态，从而使膜对 Na^+ 的通透性变小。与此同时，电压门控性 K^+ 通道开放，于是膜内 K^+ 在浓度差和电位差的推动下又向膜外扩散，使膜内电位由正值又向负值发展，直至恢复到静息电位水平。

（四）阈电位和动作电位的引起 刺激能否引起组织兴奋，取决于刺激能否使该组织细胞的静息电位去极化达到某一临界值。一旦去极化达到这一临界值时，细胞膜上的电压门控性 Na^+ 通道大量被激活，膜对 Na^+ 的通透性突然增大， Na^+ 大量内流，结果造成膜的进一步去极化，而膜的进一步去极化，又导致更多的 Na^+ 通道开放，有更多的 Na^+ 内流，这种正反馈式的相互促进（或称为再生性循环），使膜迅速、自动地去极化，直至达到了 Na^+ 的平衡电位水平这个过程才停止，从而形成了动作电位的上升支。这种能使细胞膜去极化达到产

生动作电位的临界膜电位的数值,称为阈电位。一般可兴奋细胞的阈电位,大约要比它们的静息电位的负值少 $10\sim 20\text{mV}$ 。从电位变化的角度来看,所谓阈强度,是指能使膜的静息电位降低到阈电位而爆发动作电位的最小刺激强度。比阈强度弱的刺激称为阈下刺激。由此也不难理解,阈下刺激只能引起低于阈电位的局部去极化(即局部兴奋),而不能产生动作电位。当刺激强度超过阈值后,动作电位的上升速度和所能达到的最大值,就不再依赖于所给刺激的大小了。

(五) 兴奋在同一细胞上的传导

1. 传导原理 可兴奋细胞的特征之一,是它任何一个部位的膜所产生的动作电位,都可沿着细胞膜向周围传播,使整个细胞的膜都经历一次与被刺激部位同样的跨膜离子移动,表现为动作电位沿整个细胞膜的传导。例如,一条枪乌贼的无髓神经纤维的某一小段,因受到足够强的外加刺激而出现了动作电位,即该处出现了膜两侧电位的暂时性倒转,由静息时的内负外正变为内正外负,但和该段神经相邻接的神经段仍处于安静时的极化状态;由于膜两侧的溶液都是导电的,于是在已兴奋的神经段和与它相邻的未兴奋的神经段之间,将由于电位差的存在而有电荷移动,称为局部电流。它的运动方向是:在膜外的正电荷由未兴奋段移向已兴奋段,而膜内的正电荷则由已兴奋段移向未兴奋段。这样流动的结果,是造成未兴奋段膜内电位升高而膜外电位降低,亦即引起该处膜的去极化;当膜的去极化达到阈电位水平时,就会大量激活该处的 Na^+ 通道而导致动作电位的出现。所谓动作电位的传导,实际是已兴奋的膜部分通过局部电流“刺激”了未兴奋的膜部分,使之出现动作电位。这样的过程在膜表面连续进行下去,就表现为兴奋在整个细胞上的传导。

在有髓神经纤维上,由于构成髓鞘的脂质是不导电或不允许带电离子通过的。只有在髓鞘暂时中断的朗飞结处,轴突膜才能和细胞外液接触,使跨膜离子移动得以进行。因此,当有髓纤维受到外来刺激时,动作电位只能在邻近刺激点的朗飞结处产生,局部电流也只能在相邻的朗飞结之间形成。因此,动作电位的传导表现为跨过每一段髓鞘而在相邻的朗飞结处相继出现,这称为兴奋的跳跃式传导。跳跃式传导时的兴奋传导速度,显然要比无髓纤维或一般肌细胞的传导速度快得多,而且还是一种“节能”的传导方式。

2. 传导的特点 ①双向性:动作电位在同一细胞上的传导是通过局部电流的刺激作用而进行的,而局部电流可以向两侧传导,因此动作电位也可向两侧传导;②安全性:对单一细胞来说,局部电流的强度常可超过引起邻近膜兴奋所必须的阈强度的数倍以上,因而以局部电流为基础的传导过程是相当“安全”的,一般不易出现传导“阻滞”;③不衰减性:动作电位在同一细胞上传导时,其幅度和波形不会因传导距离的增加而减小,这种扩布称为不衰减性扩布。不衰减性扩布产生的原理是:当细胞膜受到刺激时,只要刺激能使细胞膜去极化达到阈电位水平就能爆发动作电位。至于所引发的动作电位的幅度、波形以及在膜上的传导情况,都与原初的刺激无关,而只决定于细胞膜本身的生理特性和膜内外离子的分布情况。由于后一因素在一般情况下是比较稳定的,而且同一细胞上的不同部位,膜的性质和离子分布也基本相同,所以动作电位不会随传导距离的增加而改变。

三、骨骼肌细胞的收缩功能

(一) 神经-骨骼肌接头处的兴奋传递

1. 传递过程 当神经冲动沿轴突传导到神经末梢时,神经末梢产生动作电位,在动作