

第一章

绪论

人体结构与功能是研究人体正常形态结构和生命活动规律、疾病发生发展过程以及药物与机体相互作用原理的整合性课程，本课程根据知识点的内在联系，将内容高度相关的7门医学核心课程，包括人体解剖学、组织学与胚胎学、生理学、病理学、病理生理学、药理学、诊断学进行了整合，并按照“结构-功能-疾病-诊断-药物治疗”的认知规律进行了有机融合，构建了9册整合教材，分别是《人体结构与功能基础》《神经系统》《运动系统》《血液与淋巴系统》《心血管系统》《呼吸系统》《消化系统》《泌尿系统》《内分泌与生殖系统》，实现了形态与功能、宏观与微观、生理与病理、疾病诊断与药物治疗的高度统一。《人体结构与功能基础》是9册整合教材之首，通过本书内容的学习，可以对人体正常形态结构的生理活动规律、疾病的发生发展过程、常见的症状体征、疾病的防治等有一个初步的认识，为后续各器官系统的整合课程学习打下坚实的基础。

第一节 人体结构与功能课程的研究内容



一、研究人体的正常形态结构

从细胞、组织、器官、系统及人体整体来研究的正常形态结构以及人体发育过程，阐明人体构造的基本理论，是本课程的重要研究内容。这部分内容涉及人体解剖学、人体组织学与人体胚胎学。人体解剖学主要是通过宏观解剖的方式，用肉眼观察和研究人体器官、系统的形态及构造；人体组织学则是借助于显微镜，从微观水平阐明机体的细胞、组织及器官的微细结构；人体胚胎学则是研究胚胎在母体内发生、发育的过程及机制。只有掌握了人体正常形态结构，才能正确理解人体的生理功能，才能区分出异常病理及病理生理变化，从而对疾病进行正确诊断和治疗。

二、研究人体的正常生命活动及其规律

人体结构与功能相适应，对机体正常活动及其规律的探索是人体生理学的研究范畴，其研究内容大致可分为三个水平。①细胞分子水平：揭示细胞以及组成细胞的生物大分子的功能和生物学特性，认识相关器官生理功能产生的机制；②器官系统水平：研究各个器官及系统生理活动的规律及其影响因素；③整体水平：研究完整机体与各个系统之间的相互关系及完整机体与内外环境间的平衡。人体是一个有机的整



体, 构成整体的各个器官及系统相互协调、相互配合、相互制约, 从而保障生命活动的正常进行。只有深入地了解人体正常功能活动及其机制, 才能更好地理解疾病状态下功能异常和代谢紊乱的变化规律。

三、研究病理状态下机体形态和功能的变化、相应的症状与体征

这部分内容涉及病理学、病理生理学以及诊断学的知识。病理学侧重于从形态上观察和研究疾病发生后细胞、组织及器官的异常结构变化; 病理生理学则是研究患病机体的功能、代谢变化及其机制; 诊断学更多的是研究疾病状态下机体出现的症状及体征的改变。三者相辅相成, 是连接基础医学与临床医学的桥梁, 为临床疾病的诊断和治疗提供理论根据。

四、研究药物在人体内的作用过程及其机制

此部分内容涵盖了药理学的范畴。药物是指可以改变或查明机体的生理功能及病理状态, 可用于预防、诊断和治疗疾病的物质。药理学是研究药物与机体相互作用规律及作用机制的科学, 阐明药物在机体内吸收、分布、血药浓度、生物转化、药效和排泄过程及其机制, 为临床防治疾病、合理用药提供理论依据。

(刘尚明 易 凡)

第二节 人体结构与功能课程的研究方法



人体结构与功能是一门实践性很强的整合性课程, 涵盖生物学、基础医学、临床医学和药学等一级学科相关内容。按照所涉及内容的特点, 其研究方法大致上可以归纳为两类, 分别是形态学研究和机能学研究。

一、形态学研究方法

形态学研究方法以观察为主, 基于客观、真实的结构, 对观察的结果进行描述和对比分析。基于观察对象的不同, 可分为大体形态观察和显微形态观察。

(一) 大体形态观察

大体形态观察依赖肉眼对人体形态结构进行观察, 是人体解剖学及大体病理学等学科研究的基本方法。人体解剖学通过尸体解剖展示及描述人体各器官的形态、结构、位置、大小、毗邻等, 大体病理学则主要是对大体标本及其病变性状(外形、大小、重量、质地、病变特征等)进行细致地观察和检测。随着放射性核素、电子计算机断层扫描(computed tomography, CT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)等新技术在医学上的应用, 动态观察、研究活体器官的形态结构成为可能。



（二）显微形态观察

显微形态观察主要是借助显微镜观察和研究人体微观形态结构，是组织学与胚胎学、病理学等学科研究的基本方法。组织学主要是观察和研究正常人体细胞、组织及器官的形态结构；胚胎学主要是观察和研究胚胎的发育过程及其规律，包括先天畸形；病理学则是观察和研究病理状态下细胞、组织及器官的形态学变化。显微镜可分为光学显微镜（light microscope）和电子显微镜（electron microscope）两大类。光学显微镜的发明将人体结构的观察推进到细胞水平，电镜的出现将观察水平深入到细胞内部各种细胞器。

1. 光学显微镜

应用一般光学显微镜（简称光镜）观察组织切片是组织学研究的最基本方法。取动物或人体的新鲜组织块，先用甲醛等固定剂固定（fixation），使组织中的蛋白质迅速凝固，防止细胞自溶和组织腐败。固定后的组织块用石蜡等包埋成硬块，用切片机切成4~10 μm厚的组织切片（tissue section）。组织块也可用液氮进行快速冻结，用冷冻切片机进行切片，该方法制片迅速，有助于保存细胞内酶活性。组织切片经染色后可进行显微镜观察，其染色原理一般基于化学结合或物理吸附作用。细胞和组织的酸性物质与碱性染料亲和力强者，称嗜碱性；而碱性物质与酸性染料亲和力强者，称嗜酸性；与两种染料的亲和力均不强，称中性。组织学中最常用的是苏木精（hematoxylin）和伊红（eosin）染色法，简称HE染色法。苏木精使细胞核和胞质内的嗜碱性物质着蓝紫色，伊红使细胞质和细胞外基质内的胶原纤维等着红色。显微形态观察不仅可以进行定性观察，还可通过计算机运用数学和统计学原理对组织细胞进行二维和三维的形态学测量，完成定量观察。除普通光学显微镜外，还有用于观察标本中的自发荧光或以荧光素染色或标记结构的荧光显微镜，用于未染色活细胞观察的倒置相差显微镜，用于对细胞进行三维结构分析、细胞内荧光标记精确分析的共聚焦扫描显微镜等。

2. 电子显微镜

电子显微镜以电子束代替可见光，用电磁场代替玻璃透镜。电子显微镜可分为透射电镜和扫描电镜。

（1）透射电镜（transmission electron microscope）：用电子束穿透标本，经过电磁透镜的会聚、放大后，在荧光屏上成像观察。透射电镜的分辨率为0.1~0.2 nm，放大倍数从几千倍到几十万倍，常用于观察细胞的内部结构，尤其是各种细胞器的结构变化。由于电子束穿透力弱，电镜标本需制成50~80 nm的超薄切片，用重金属盐（如柠檬酸铅和醋酸铀等）染色。密度大、被重金属染色的结构，电子束散射的多，射落到荧光屏上的电子少而呈暗像，电镜照片上呈深灰色或黑色，通常称该结构电子密度高；反之，称电子密度低。

（2）扫描电镜（scanning electron microscope）：用于观察细胞、组织和器官表面的微细结构。扫描电镜发射的细电子束在样品表面按顺序逐点移动扫描，使样品表面发射出电子（称二次电子），经采集、信号放大后在荧光屏上成像。扫描电镜成像特



点是景深长，图像清晰，富有立体感。

二、机能学研究方法

机能学研究方法主要是采用实验性研究，一些反映功能活动的生理指标可以通过观察、测定而获得，如心率、体温、呼吸频率等。机体大量的生理学知识是通过实验研究而获取的。实验性研究是在人为控制的条件下，观察实验因素对机体的影响，以探明其生理效应，揭示其作用机制。生理学、病理生理学和药理学等都是研究机体功能活动规律的科学，其研究方法均属于实验性研究，机能学实验可分为人体试验和动物实验。

（一）人体实验

以人作为研究对象，检测人体各器官系统的生理功能以及分析其机制，其前提条件是不能损害人体健康，所用的方法必须符合伦理要求。常见的无创人体功能学研究方法包括心电、脑电、血压、肺通气功能测定等。然而，能够直接观察人体生理活动的人体实验有限，许多器官、组织、细胞的生理活动数据、作用原理等受到研究技术的限制，目前还无法直接测量，只能通过动物实验间接求证。常用的实验动物往往选用进化上与人类比较接近的哺乳动物，也用一些低等脊椎动物，如两栖类。例如，研究心脏的活动规律及原理常以蟾蜍或青蛙的离体心脏为实验材料。

（二）动物实验

动物实验分为在体实验和离体实验。

1. 在体实验

在体实验可分为急性实验和慢性实验。急性实验一般只观察几个小时，最多2天；慢性实验则长达几个星期，甚至更长。急性实验一般在动物麻醉的情况下，手术暴露预观察的器官或组织，并行人工干预，再观察其生理功能的改变。例如观察迷走神经对动脉血压的作用，可以先分离颈总动脉并插管记录血压，然后用电刺激迷走神经，并观察血压变化。慢性实验则以清醒的动物为研究对象，在体内环境尽量保持自然的条件下，对某一项功能进行研究。例如，研究唾液分泌规律，可预先把狗的一侧腮腺导管开口移植到面部表面，便于收集唾液。待创伤愈合后，观察在环境变化时，唾液分泌量的变化。

2. 离体实验

该实验方法是把动物的某一组织或器官取出，在一个能保持其正常功能活动的人工环境下进行实验，从而研究某一组织或器官固有的功能及其调节机制。例如，研究某种药物对心脏收缩功能的影响，可从蛙体内取出蛙心，用近似其血浆成分的液体灌流，使蛙心继续跳动，然后在灌流液中加入药物再观察心脏收缩的变化。

（刘尚明）



第三节 人体结构基本术语



一、人体的组成和分部

(一) 人体的组成

人体构成的最小单位是原子，主要的原子有碳、氢、氧、氮，这4种元素占人体元素的96%，无机元素如钙、磷、钠、钾、铁、氯等占4%。原子互相结合形成分子，如糖类、蛋白、核酸、脂肪、维生素、水等都是生命体重要的分子。分子化合物结合形成细胞器和生物膜，由生物膜包裹诸多细胞器形成细胞。细胞（cell）是构成人体形态结构和功能的基本单位。形态相似功能相近的细胞，借细胞外基质结合在一起构成组织（tissue）。按其结构和功能的不同，人体组织可分为4种基本类型，分别是上皮组织、结缔组织、肌组织和神经组织。几种不同的组织结合起来，具有一定形态、执行某一种特定功能，就构成了器官（organ）。有些器官中央有较大的空腔，称空腔性器官，如心、血管、胃、肠道、膀胱等；如无大的空腔，称实质性器官，如脾、淋巴结、肝、肾、肺等。许多功能相关的器官联合完成一种连续的生理功能，即组成系统（system）。人体有运动系统、消化系统、呼吸系统、泌尿系统、生殖系统、心血管系统、神经系统、内分泌系统和免疫系统等。

(二) 人体的分部

人体从外形上可分成10个局部，每个局部又可细分为若干个小部分。人体重要的局部有：头部（包括颅、面部）、颈部（包括颈、项部）、背部、胸部、腹部、盆会阴部（后四部合称躯干部）和左、右上肢与左、右下肢，（上肢和下肢合称为四肢）。上肢包括上肢带和自由上肢2个部分，自由上肢再分为臂、前臂和手3个部分；下肢分为下肢带和自由下肢2个部分，自由下肢再分为大腿、小腿和足3个部分。

人体胸腔由胸壁和膈肌围成，向上经胸廓上口通颈部，向下以膈肌与腹腔分隔。胸腔的中部为纵隔，有心、大血管、气管、食管、淋巴管、神经等，两侧部容纳左、右肺和胸膜腔。腹腔由腹壁围绕而成，腹腔的顶为膈肌，腹腔的下端借骨盆上口与盆腔相连。腹腔内有消化系统的大部分脏器和泌尿系统的部分脏器，还有脾、肾上腺、血管、神经、淋巴管等。胸腔和腹腔内都衬有浆膜，分别覆盖在胸腔的肺、腹盆腔脏器表面和衬覆于胸壁、腹壁内。脏、壁浆膜互相移行形成完整的浆膜囊，囊的内腔为不规则的巨大潜在间隙，分别形成两个体腔：胸膜腔和腹膜腔。

二、人体的解剖方位

为了正确地描述人体结构的形态，解剖学上常采用一些公认的统一标准和描述用



语。人体方位的确定基于标准姿势：即身体直立，面部向前，两眼向正前方平视，双足并立，足尖向前，上肢下垂于躯干两侧，手掌向前。无论研究的对象处于何种体位，对人体任何结构的描述均需以标准姿势为基准。常用于描述方位的术语如下。

（一）上和下

上和下是对部位高低关系的描述。头部在上，双足在下，故近头侧为上，远头侧为下。如眼位于鼻之上，而口则位于鼻之下。对于动物和胚胎而言，可用颅侧、尾侧作为对应名词。

（二）前（腹侧）和后（背侧）

凡距身体腹面近者为前，距背面近者为后。如乳房在前胸壁，脊柱在消化道的后面。

（三）内侧和外侧

内侧和外侧是描述人体各局部或器官、结构与人体正中矢状面相对距离远近而言的术语。如眼位于鼻的外侧、耳的内侧。

（四）内和外

内和外是对与空腔相互关系的描述。近内腔者为内，远离内腔者为外。如胸腔内、外，腹腔内、外等。内、外与内侧和外侧是有显著区别的。

（五）浅和深

浅和深是对与皮肤表面相对距离关系的描述。离皮肤表面近者为浅，远离皮肤而距人体内部中心近者为深。

三、人体的轴和面

轴和面是描述人体器官形态常用的术语。人体可设计相互垂直的3种轴，即垂直轴、矢状轴和冠状轴；依据3种轴，还可设计出互相垂直的3种面，即矢状面、冠状面和水平面（图1-3-1）。

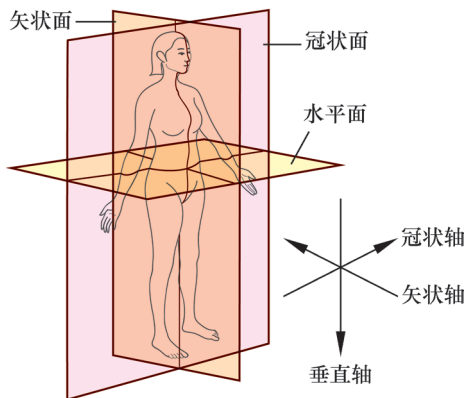


图1-3-1 人体的轴和面

（一）轴

1. 垂直轴

为上、下方向与人体长轴一致，垂直于水平面的轴。

2. 矢状轴

为前、后方向，与人体长轴垂直的轴。

3. 冠状轴

为左、右方向，与前两个轴相垂直的轴。



（二）面

1. 矢状面

矢状面是指前后方向，将人体分成左右两部的纵切面，该切面与地面垂直。位居正中的矢状面称为正中矢状面，将人体分成左右相等的两半。

2. 冠状面

冠状面是指左右方向，将身体分为前后两部的切面。

3. 水平面或横切面

水平面或横切面是指与地面平行，将身体分为上下两部的断面，与矢状面和冠状面相互垂直。

（刘尚明）

第四节 生命活动基本特征



生命活动有4个基本生理特征：新陈代谢、兴奋性、适应性和生殖。

一、新陈代谢

生物体与环境之间不断进行物质交换和能量交换，以实现自我更新的过程称为新陈代谢（metabolism），包括合成代谢和分解代谢两个方面。合成代谢（anabolism）是指机体从外界环境中摄取营养物质，合成机体自身的结构成分或更新衰老的组织结构并储存能量的过程（也称同化作用）；分解代谢（catabolism）是指机体分解自身物质，同时释放能量的过程（也称异化作用）。在分解代谢中释放的能量，50%以上迅速转化为热能，用于维持体温；其余的能量以高能磷酸键的形式储存，为合成代谢、循环、呼吸等基本生命活动以及机体的对外做功提供能量。机体只有在与环境进行物质与能量交换的基础上，才能不断地自我更新。新陈代谢一旦停止，生命也就随之终结。

二、兴奋性

机体受到周围环境改变的刺激时具有发生反应的能力，称为兴奋性（excitability）。能引起机体或其组织细胞发生反应的环境变化，称为刺激（stimulus）。刺激引起机体或其组织细胞的代谢改变及其活动变化，称为反应。反应可分为两种：一种是由相对静止变为活动状态，或者活动由弱变强，称为兴奋（excitation）；另一种是由活动变为相对静止状态，或活动由强变弱，称为抑制（inhibition）。刺激引起的反应是兴奋还是抑制，取决于刺激的质和量以及机体当时所处的机能状态。刺激的种类很多，按性质不同可分为物理性刺激（如电、声、光、机械、温度、射线等）、化学性刺激



(如酸、碱、离子、药物等)、生物性刺激(如细菌、病毒、支原体等)、社会心理性刺激(如情绪波动、社会变革等)。

当机体受到刺激时,可将感受到的刺激转变为生物电信号,传入中枢神经系统,经过整合后引发特有的功能活动。如神经细胞以动作电位在细胞膜传播形成的神经冲动作为活动的特征;肌细胞通过兴奋-收缩耦联,表现为肌纤维收缩与舒张;腺体组织通过兴奋-分泌耦联引起腺体分泌。生物体受刺激能产生动作电位的组织称为可兴奋组织。组织兴奋的标志是动作电位的产生。

周围环境经常发生改变,但并不是任何变化都能引起机体或其组织细胞发生反应。能引起反应的刺激一般要具备3个条件,即一定的强度、一定的持续时间和一定的时间变化率。这三个条件的参数不是固定不变的,三者可以相互影响,当三者中有一个或两个的数值发生改变,其余的数值必将发生相应的变化。电刺激的强度、持续时间和时间变化率易于控制,而且电刺激对组织的损伤比较小,能够重复使用,所以实验中常采用电刺激。当我们使用方波电刺激时,其时间变化率是特定的,这时可以观察到在一定范围内引起组织兴奋的强度和持续时间之间呈反变的关系,即刺激强度加大时,所需持续时间就缩短。一般将引起组织发生反应的最小刺激强度(具有足够的、恒定的持续时间)称为阈强度(threshold intensity)或强度阈值。阈值的大小能反映组织兴奋性的高低。组织兴奋性高则阈值低,兴奋性低则阈值高。刺激对一种特定的组织细胞来讲,可分为适宜刺激和非适宜刺激,采用适宜刺激时阈值低,而用非适宜刺激时阈值高。机体对环境变化作出适当的反应,是机体生存的必要条件,所以兴奋性也是基本生理特征。

三、适应性

生物体所处的环境无时不在发生着变化,如温度、湿度、气压等在不同季节中的变化差别很大。人类在长期的进化过程中,已逐步建立了一套通过自我调节以适应生存环境变化的机制。机体调整自身生理功能以应对环境变化的过程称为适应(adaptation)。机体这种根据内外环境情况而调整体内各部分活动和关系的能力称为适应性。适应可分为生理性适应和行为性适应两种,生理性适应以体内各组织、器官、系统活动的改变为主,例如人到高海拔低氧环境中生活时,血液中红细胞和血红蛋白均增加,以增强运输氧的能力,使机体在低氧条件下仍能进行正常活动,这属于生理性适应。行为性适应常有躯体活动的改变,如机体处在低温环境中会出现趋热活动,遇到伤害性刺激时会出现躲避活动。这种适应在生物界普遍存在,属于本能性行为适应。适应能力是生物体应对环境变化的一种生存能力,适应过程与环境变化的强度和适应的持续时间有关。长期刺激与适应的结果可通过基因水平的固化而保留给后代,如长期生活在高海拔的人群比生活在平原的人群耐缺氧能力强。

四、生殖

生殖(reproduction)是机体繁殖后代、延续种系的一种特征性活动。成熟的个体通过无性或有性繁殖方式产生或形成与本身相似的子代个体。无性生殖是指不经过两性生



殖细胞结合，由母体直接产生新个体的生殖方式，如分裂生殖、出芽生殖、孢子生殖。有性生殖是指由亲代产生携带各自遗传信息的有性生殖细胞，再经过两性生殖细胞（如精子和卵细胞）的结合，成为受精卵，由受精卵发育成为新的个体的生殖方式。

（刘尚明 杨 帆）

第五节 稳态及人体功能调节



一、内环境及稳态

（一）体液及其组成

人体内的液体总称为体液，约占体重的60%，其中约2/3分布于细胞内，称为细胞内液；其余约1/3分布于细胞外，称为细胞外液，包括血浆、组织液、淋巴液和脑脊液等。

（二）内环境

机体生存的外界环境称为外环境，包括自然环境和社会环境。但人体内绝大多数细胞并不与外界环境相接触，而是浸浴在细胞外液中，因此细胞外液是细胞直接接触和赖以生存的环境，称为机体的内环境（internal environment）。内环境是细胞直接进行新陈代谢的场所，细胞外液中含有各种无机盐和细胞新陈代谢所必需的营养物质及各种代谢产物。

（三）稳态

内环境的稳态（homeostasis）是指内环境的理化性质，如温度、pH、渗透压和各种液体成分等相对恒定的状态。1926年，美国生理学家坎农（Cannon W.B.）首次提出了“稳态”的概念。内环境的稳态并不是静止不变的固定状态，而是各种理化因素在一定范围内变动但又保持相对稳定的状态，简言之，是一种动态平衡。例如，人的正常体温在37℃上下波动，但每天的波动幅度不超过1℃；血浆pH可在7.35~7.45之间波动；血浆中各种离子浓度的波动范围也很小，如血钾浓度仅在3.5~5.5 mmol/L之间的狭小范围内波动。稳态是生理学中最重要的基本概念之一。

稳态的维持具有重要的生理意义。因为细胞的各种代谢活动都是酶促生化反应，因此，细胞外液中需要有足够的营养物质、氧、水分以及适宜的温度、离子浓度、酸碱度和渗透压等。细胞膜两侧一定的离子浓度和分布也是可兴奋细胞保持其正常兴奋性和产生生物电的重要保证（详见第三章）。稳态的破坏将影响细胞功能活动的正常进行，如高热、低氧、水与电解质以及酸碱平衡紊乱等都可导致细胞功能的严重损



害,引起疾病,甚至危及生命。因此,稳态是维持机体正常生命活动的必要条件。稳态的维持需要全身各器官和系统的共同参与和相互协调。在正常情况下,由于细胞的代谢,机体将不断消耗氧和营养物质,并不断产生 CO_2 和 H^+ 等代谢产物,外界环境因素也会干扰稳态。但机体可通过调节多个系统和器官的活动,使遭受破坏的内环境及时得到恢复,从而维持其相对稳定。

二、人体功能调节与控制

(一) 人体生理功能调节方式

1. 神经调节

神经调节(neuroregulation)是机体最主要的调节方式,是指神经系统的活动通过神经纤维的联系,对机体各组织、器官和系统的生理功能发挥调节作用。神经调节的基本方式是反射。反射(reflex)是指机体在中枢神经系统的参与下,对内、外环境刺激所做出的规律性应答。反射的结构基础是反射弧(reflex arc),由感受器、传入神经、神经中枢、传出神经和效应器五个部分组成。感受器(receptor)是指接受某种刺激的特殊装置,效应器(effector)则为产生效应的器官。神经中枢(nerve center)是指位于脑和脊髓灰质内的调节某一特定功能的神经元群。传入神经(afferent nerve)是从感受器到中枢的神经通路;而传出神经(efferent nerve)则为从中枢到效应器的神经通路。例如在膝跳反射中,当叩击股四头肌肌腱时,其中的感受器肌梭兴奋,通过传入神经将信息传递给脊髓,脊髓对传入信息进行分析,然后通过传出纤维将信息传到效应器——股四头肌,引起肌肉收缩,完成反射。反射弧的结构和功能必须完整,反射才能正常进行,反射弧的任何一个环节被阻断,反射将不能完成。反射可简单也可复杂。例如,膝跳反射在中枢只经过一次突触传递即可完成,而心血管反射、呼吸反射等则须经中枢神经系统中多级水平的整合才能完成。神经调节的过程比较迅速,作用比较局限和精确。

2. 体液调节

体液调节(humoral regulation)是指体内某些特殊的化学物质通过体液途径对某些组织或器官的活动进行调节的过程。一些内分泌细胞分泌的激素(hormone)可经血液途径作用于全身各处的靶细胞(target cell),产生一定的调节作用,这种方式称为远距分泌(telecrine)。有些细胞产生的生物活性物质可不经血液运输,仅在组织液中扩散,作用于邻旁细胞,这种方式称为旁分泌(paracrine)。一些神经元也能将其合成的某些化学物质释放入血,然后经血液运行至远处,作用于靶细胞,这些化学物质被称为神经激素(neurohormone),神经激素分泌的方式称为神经分泌(neurosecretion)。人体内多数内分泌腺或内分泌细胞都接受神经的支配,在这种情况下,体液调节成为神经调节反射弧的传出部分,这种调节称为神经-体液调节(neurohumoral regulation)。同神经调节相比,体液调节相对缓慢、持久而弥散。

3. 自身调节

自身调节(autoregulation)是指组织细胞不依赖于神经和体液调节,自身对环境



刺激发生适应性反应的过程。这种调节方式只存在于少数组织和器官。例如，在一定范围内增加骨骼肌的初长度可增强肌肉的收缩张力；肾动脉灌注压在80~180 mmHg范围内变动时，肾血流量基本保持稳定，从而保证肾泌尿活动在一定范围内不受动脉血压改变的影响。自身调节是一种比较简单、局限的原始调节方式，其特点是影响范围局限，调节幅度小、灵敏度低。

神经调节、体液调节和自身调节相互配合，使生理功能活动更趋完善。

（二）机体功能调节控制模式

从控制论的观点分析，人体内的控制系统可分为非自动控制系统、反馈控制系统和前馈控制系统三类。

1. 非自动控制系统

非自动控制系统是一种“开环”系统，控制部分发出指令影响受控部分，而受控部分的活动不会反过来影响控制部分的活动，因而它不起自动控制的作用。非自动控制系统在人体生理功能调节中较为少见。

2. 反馈控制系统

反馈控制系统又称为自动控制系统，是一种“闭环”系统，控制部分发出指令，控制受控部分的活动，而受控部分的活动可被一定的感受装置感受，感受装置再将受控部分的活动情况作为反馈信号送回到控制部分，控制部分可以根据反馈信号来改变自己的活动，调整对受控部分的指令。由受控部分发出的信息反过来影响控制部分的活动，称为反馈（feedback）。反馈有负反馈和正反馈两种形式。

（1）负反馈：负反馈（negative feedback）是指受控部分发出的反馈信息调整控制部分的活动，最终使受控部分的活动向着与原来相反的方向变化。当某种生理活动过强时，通过负反馈调控使该生理活动减弱；当某种生理活动过弱时，通过负反馈调控使该生理活动增强。人体内的负反馈极为常见，在维持机体生理功能的稳态中具有重要意义。如在动脉血压的压力感受性反射中，当动脉血压升高时，可通过反射抑制心脏和血管的活动，使心脏活动减弱，血管舒张，血压便回降；相反，当动脉血压降低时，也可通过反射增强心脏和血管的活动，使血压回升，从而维持血压的相对稳定。负反馈控制都有一个调定点（set point）。调定点是指自动控制系统所设定的一个工作点，使受控部分的活动只能在这个设定的工作点附近的一个狭小范围内变动。如正常动脉血压的调定点约为100 mmHg，体温的调定点为37℃，体液的pH调定点为7.4；需要指出的是，在一些情况下，调定点是可以发生变动的。例如，当高血压患者的血压持续升高时，血压调定点可上移，此时动脉血压可在较高水平上保持相对稳定。生理学中将调定点发生变动的过程称为重调定（resetting）。

（2）正反馈：正反馈（positive feedback）是指受控部分发出的反馈信息，促进控制部分的活动，最终使受控部分的活动向着与原来相同的方向进一步加强。正反馈远不如负反馈多见，其意义在于产生“滚雪球”效应，或促使某一生理活动过程很快达到高潮并发挥最大效应。例如排尿过程，当排尿中枢发动排尿后，由于尿液刺激了后尿道的感受器，后者不断发出反馈信息进一步加强排尿中枢的活动，使排尿反射持



续加强，直至尿液排完为止。其他如排便、分娩、血液凝固等过程也都属于正反馈调节。在病理情况下出现的恶性循环也是一种正反馈，如发生心力衰竭（简称心衰）时，由于心脏射血无力，心室搏出量减少，射血后残留在心室内的血量增多，结果导致心室扩大和心肌耗氧量增多，心脏因负担加重，收缩力进一步减弱。如此反复，最终将导致死亡。

3. 前馈控制系统

控制部分在反馈信息尚未到达前已受到纠正信息（前馈信息）的影响，及时纠正其指令可能出现的偏差，这种自动控制形式称为前馈（feed-forward）。例如，正常人将手伸向某一预定目标时的动作十分准确而稳定。在进行这一动作的过程中，于中枢发出运动指令的同时，通过前馈控制，可使受控的肌群收缩活动受到一定制约，手不会不及目标，也不会超越目标。当然，在这一动作过程中，除前馈控制外，还有反馈控制，即肌肉和关节不断发回反馈信息，也有纠正中枢指令的作用。但假如只有反馈而无前馈，肌肉运动时将出现震颤，动作将不能快速、准确和协调地进行。条件反射也是一种前馈控制。例如，食物的外观、气味等有关信号在食物进入口腔之前就能引起唾液、胃液分泌等消化活动，运动员在到达运动场地尚未开始比赛之前，循环和呼吸活动就已发生改变等，都属于条件反射，也属于前馈控制。由此可见，前馈控制系统使机体的反应具有一定的超前性和预见性。

（马雪莲 杨 帆）

第六节 人体结构与功能课程的学习方法



一、结构与功能相联系

人体是一个结构和功能的统一体，任何形态结构都有其相应的功能，而任何功能也必有其形态结构基础，功能的变化影响形态结构的变化，形态结构的改变也必将导致功能的改变。如浆细胞内发达的粗面内质网，其蛋白质合成功能必定旺盛，体现了浆细胞合成及分泌免疫球蛋白（抗体）的功能；凡具有较强吞噬功能的细胞（如巨噬细胞），必然含有较多的溶酶体，以消化吞噬物。疾病状态下，人体组织器官的形态结构发生变化，必将导致正常功能活动的异常改变。因此，医学生在学习不同的细胞、组织、器官的形态结构时一定要密切联系其功能，而学习机体器官、系统的各种功能活动规律时也要联想其各自的形态结构基础。

二、以器官系统为中心，器官与系统相整合

人体是由不同器官系统构成的一个有机统一体，每个器官或系统都是机体不可分割的一部分。以“器官系统为中心”的课程整合重组医学基础学科中的知识架构，深



入剖析形态结构与功能、微观与宏观、病理与生理、疾病与诊治之间的内在联系,进一步建立医学基础知识与临床实践的深入关系,从而淡化学科之间的界限,加强基础课程与临床医学课程的联系,使学生的基础理论知识与临床实践技能同步发展。

同时,我们还应注意到各器官系统在结构和功能上互相联系、相互协调、相互配合、互相影响,以适应整体的需要。例如,心、肺、血管相互配合、共同作用,保证了机体 O_2 的吸入和 CO_2 的排出;呼吸系统的异常也会引起心血管系统的改变。局部的损伤不仅可影响邻近的局部,而且还可影响到整体。因此,在学习人体结构与功能时,还要加强学习理解局部与整体的联系,不能简单地把各个器官或系统割裂开独立地看待,要将器官和系统融为一体,这样才能更好地了解人体这个有机的整体。

三、理论与实践相结合

医学是一门实践性很强的学科,医学的理论来源于实践,从实践中不断得到总结、发展和提高,一旦理论建立后,反过来又可指导实践。因此,在学习人体结构与功能理论时,要结合实验课、见习等加深对理论知识的理解。例如,在人体形态结构的学习中,需要把书本上的理论知识与标本、切片、模型、光镜图片、电镜图片等结合起来,将病变组织的形态结构与正常结构进行对比,要动眼观察、动脑思考、动手操作,方能取得较好的学习效果。在学习诊断相关内容时,除了要掌握诊断的基本理论、基本知识和检查方法、思维程序外,还需要学会与患者的沟通交流,取得患者的信任和合作,做到关心、体贴、爱护患者,一切从患者利益出发,不能因为学习知识和技能而增加患者的痛苦。

理论与实践相结合,不仅能促进医学生全面正确地理解医学理论知识,也能培养医学生动手操作能力,对实验现象的观察和思考能力,对实验结果的处理、分析和总结能力,为最终的科研基本能力培养打下牢固的基础;同时还能培养医学生临床能力,做到学以致用,在临床见习及临床实习中得心应手、应用自如。

(刘尚明)

