

物理因素 对健康的影响



四川医学院 卫生系劳动卫生教研室 编
附属职业病防治院

1984

前 言

人类的健康与外环境因素之间存在着紧密的联系，这是现代医学必须牢固树立的观点，从事预防医学的卫生工作者更应如此。由于外环境因素涉及范围甚广，包括化学的、物理的、生物的、社会和心理的因素等，他们对健康的影响各不相同，因此，这次将着重探讨物理因素的特性、生物学效应及其与人体健康的关系。

一般认为，物理因素是一种不具有物质形态（即极其微小的物质）、但却能影响接触者的生物学机理的实体。一般可将物理因素分为三大类：

1. 辐射：（1）电离辐射：x-射线， γ -射线， β -射线， α -粒子，质子，中子等；（2）非电离辐射：紫外线，可见光，红外线，微波，射频辐射，激光等；
2. 大气变化：热，寒冷，高、低气压，空气离子化等；
3. 振荡：噪声，振动等。

物理因素与其他外环境因素不同，他们中的绝大多数是自从“盘古开天辟地”以来就存在了。他们对生物的进化（包括动、植物和人类）起着决定性的影响。因此，可以说许多物理因素都是正常生活环境中存在着的，对人类存在着有利或不利的的影响。由于他们多是看不见、摸不着的东西，有的可能被人们感知，如声、光等；有的却一点也不能被察觉，如某些辐射线，但是，他们却随时随地都与生物共存而不断作用于生物体。正是由于以上这些特性，因此，人们对于物理因素的认识和研究，要比生物因素和化学因素开展得晚得多。

随着科学技术的飞速发展，人们对物理因素的认识和研究，逐步深入，掌握运用他们的范围愈来愈广。在工业、农业、国防、科技和医药卫生的各个领域内以及人们的日常生活中，接触和运用物理因素的机会也日益增多。因此，对物理因素与健康的关系，更应加以深入的探讨。

研究某一物理因素对机体作用的大小或强弱，是以单位时间在单位面积上所接受或产生的能量或强度来表示的，亦即，同样应研究其剂量—效应（对个体而言）或剂量—反应（对群体而言）关系。卫生工作者的职责是尽量利用其有利作用、防止其不利作用。因此，对物理因素来说，预防的原则是控制其对机体的作用强度，而不是要求达到消除这些因素。后者，不仅是办不到，而且反而是不利的。

为了更好地开展这方面的调研和防治工作，收集了国内外的有关资料，并结合一定的实际工作经验，编写成这样一本既有理论阐述，又有实际工作和操作方法的资料，以供大家参考。

（唐承烈）

目 录

前 言

第一章 高温作业与中暑

第一节 基本概念	(1)
一、体温调节	
二、产热与散热	
三、体液(水与电解质)平衡	
第二节 生产环境的气象条件	(8)
一、气温	
二、气湿	
三、气流	
四、热辐射	
第三节 高温作业的类型	(10)
一、高温、强热辐射作业	
二、高温、高湿作业	
三、夏季露天作业	
第四节 高温作业对人体的影响	(11)
一、体温调节影响	
二、水盐代谢影响	
三、循环系统影响	
四、消化系统影响	
五、泌尿系统影响	
六、神经、内分泌系统影响	
七、其它	
第五节 中暑	(16)
一、致病因素	
二、发病机理与临床表现	

三、诊断	
四、治疗	
第六节 高温作业的卫生标准	(19)
第七节 防暑降温措施	(20)
一、组织措施	
二、技术措施	
三、保健措施	
第八节 高温作业的检查	(27)
一、生产环境气象条件的测定	
二、生理反应的检查	

第二章 噪声及其危害

第一节 基本概念	(53)
一、声源和声波	
二、什么是噪声	
三、噪声的物理参数	
四、人对声音的主观感觉参数	
第二节 生产性噪声的分类	(57)
一、根据声源分类	
二、根据形式分类	
第三节 噪声对人体的影响	(58)
一、对听觉器官的影响	
二、对神经系统的影响	
三、对心血管系统的影响	
四、对内分泌系统的影响	
五、对消化系统的影响	
六、对前庭功能的影响	
七、对心理的影响	
八、对睡眠的影响	
九、噪声症的诊断, 鉴别诊断和治疗原则	
第四节 防护措施	(65)

- 一、控制噪声源
- 二、噪声控制技术
- 三、卫生保健措施

第五节 噪声测量..... (66)

- 一、仪器介绍
- 二、测量方法
- 三、工业企业噪声测量记录表
- 四、等效连续声级测量记录表
- 五、环境噪声测量记录表

第六节 听力检查..... (76)

- 一、仪器介绍
- 二、测试方法
- 三、噪声作业工人调查及体检表
- 四、听力图表

第三章 振动与振动病

第一节 概述..... (82)

- 一、基本概念
- 二、发生振动的主要作业
- 三、常用振动工具的振动参数
- 四、影响振动作用的重要因素

第二节 发病机理..... (85)

- 一、病因
- 二、雷诺氏现象的机理

第三节 振动对机体的影响..... (86)

- 一、全身振动对机体的影响
- 二、局部振动对人体的影响

第四节 病理形态学改变..... (93)

第五节 振动病的病情分类, 诊断, 检查..... (94)

第六节 振动病的治疗..... (96)

一、理学运动疗法

二、药物疗法

第七节 振动病的预防..... (97)

附录一《局部振动病的诊断标准及处理原则》草案

附录二 A. 末梢循环功能特殊检查方法

B. 末梢神经功能特殊检查方法

附录三 正确使用标准说明

第四章 高频电磁场与微波

第一节 高频电磁场与健康..... (105)

一、基本概念

二、临床表现

三、高频电磁场的防护

四、高频电磁场的卫生标准

五、卫生监测仪器及使用

第二节 微波的生物效应及劳动卫生问题..... (112)

一、定义

二、微波技术的应用及接触微波的机会

三、微波生物效应的机理

四、微波的生物效应

五、关于微波辐射的卫生标准问题

六、微波生物作用的国外进展

七、微波辐射的防护

第五章 紫外线与红外线

第一节 概述..... (141)

第二节 红外线 (红外辐射)..... (142)

一、一般概念

二、红外线对皮肤的作用

三、红外线对眼睛的损伤

四、预防措施

第三节 紫外线..... (145)

- 一、一般概念
- 二、紫外线的来源及生物学作用
- 三、紫外线对皮肤的作用
- 四、紫外线对眼睛的作用
- 五、预防措施

第六章 激光及其危害

第一节 基本概念..... (152)

- 一、什么是激光
- 二、什么是激光器
- 三、激光的物理特征
- 四、激光的用途

第二节 激光器的分类..... (155)

- 一、以激光的波长分类
- 二、以激光物质分类
- 三、以激光发射方式分类

第三节 激光的危害..... (156)

- 一、生物学效应
- 二、激光损伤部位的病理改变
- 三、激光对眼的损伤
- 四、临床检查

第四节 激光的安全水平..... (159)

第五节 激光的测量..... (166)

- 一、光热法
- 二、光电法

第六节 防护措施..... (166)

第七章 高低气压

- 第一节 高压压..... (167)
 - 一、高压环境作业的分类
 - 二、高压对机体的影响
 - 三、减压病（潜水病或潜函病）
- 第二节 低气压..... (183)
 - 一、低气压和低氧分压
 - 二、低气压作业分类
 - 三、低气压对机体的影响
 - 四、人体对缺氧的适应性变化
 - 五、航空病与高山病的发病机制及临床特点
 - 六、治疗与预防
 - 七、就业前和定期的体检

第八章 空气离子与人体健康

- 第一节 基本概念..... (202)
 - 一、离子
 - 二、空气离子的来源
 - 三、空气离子的存亡
- 第二节 空气离子对健康的影响..... (203)
 - 一、神经系统
 - 二、呼吸系统
 - 三、其它系统
- 第三节 空气离子化的卫生指标..... (205)
 - 一、正负离子比
 - 二、重离子与轻离子比
 - 三、离子浓度

第一章 高温作业与中暑

生产场所的气象条件主要包括气温、气湿、气流及热辐射。在工农业生产中，常可遇到高温伴有强辐射热，或高温伴有高气湿的不良气象条件。在这种环境下所从事的工作，称为高温作业。高温作业使人体受到这些气象因素的综合作用，对机体的生理功能可产生不良影响，严重者可发生中暑。

第一节 基本概念

一、体温调节

(一) 人体体温

正常人的体温在体温调节中枢的有效控制下，使产热和散热保持相对热平衡，以保证体温在相当恒定的正常范围内。一定高度的体温是保证机体正常物质代谢的必要条件。机体内参与代谢的各种酶，在一定的温度范围内随着体温升高，其活性增加。但是当体温升高到某种限度以上时，代谢将发生严重障碍以致引起死亡。当体温下降时，代谢率随之降低。

人体体温下降到 $27-29^{\circ}\text{C}$ 时，可发生意识丧失，若降至 22°C 则难以生存。另一方面，人体温度升高到 42°C 或 43°C ，已达到最高限度，若再升高至 $44-45^{\circ}\text{C}$ ，中枢神经系统高级部位发生致死性损害。

(二) 体温调节

人体体温的调节分为化学性体温调节和物理性体温调节。

化学性体温调节即是通过神经——体液系统的生理变化过程来实现的。机体在低温作用下产热增强，在高温作用下代谢率降低。在化学性体温调节过程中除了横纹肌的代谢变化起着重要的作用外，在环境温度降低的情况下，一部分热量也可能由肝脏产生，这一点在动物特别明显。切除了动物的肝脏神经以后，其化学性体温调节强度即行降低。

寒冷的环境成为强烈要求产热的刺激，肌肉收缩就特别剧烈，以致在临床上出现寒颤。

物理性体温调节即是机体通过物理方式（对流、辐射和蒸发）同环境进行热交换。气温在30℃以下，物体温度低于皮肤温度时，人体主要通过对流和辐射散热。如果周围物体温度高于皮肤温度，则人体不但不能通过辐射散热，反而受到周围物体的辐射加热。当环境温度等于或高于体温时，体内的热只能通过排汗和汗液蒸发来散热。人体通过血液循环可以将身体深部的热带到皮肤和皮下组织，并通过体表的血流量和排汗量来调节热的放散。

（三）体温调节中枢

调节体温的中枢位于丘脑下部。丘脑下部前侧部位是控制各种散热反应的中枢，当该部位受到刺激时，可引起皮肤血管舒张，汗腺分泌增多及呼吸加快等现象。丘脑下部的后侧部位是控制各种产热反应的中枢，当这一部位的外侧神经核被损坏后，动物代谢率下降，体温降低。用电刺激这一部位时，则引起肌肉颤抖，皮肤血管收缩，竖毛等交感系效应，于是产热增加，体温上升。此外也常受到大脑皮层的影响。

环境温度刺激皮肤内的感受器，通过感觉神经传到体温调节中枢，而中枢又借助交感神经和付交感神经来调节产热和散热，使体温维持在相当恒定的范围以内。

二、产热与散热

正常人体温之所以保持相对恒定，有赖于产热和散热过程不断地保持动态的平衡。

（一）产热和附加热

1. 产热：机体的热能主要来源于食物。食物在体内氧化所产生的热：每克糖或蛋白质产热4千卡，每克脂肪产热9千卡。三大营养素供热应有一定的比例，根据我国人民的饮食习惯与生理需要，一般认为蛋白质供热应占总热量的10~15%，脂肪供热应占15~20%，糖供热应占65~70%。成人每日热量的需要平均约为2400千卡，而一个体力

表1—1 安静与劳动时人体内一些器管产热量的比率（%）

	安 静 时	劳 动 时
骨 骼 肌	25.0	76.0
脑 脊 髓	18.4	6.0
心脏及呼吸器官	16.0	9.0
肝脏、消化器官、脾脏及其他	40.6	9.0
共 计	100.0	100.0

劳动者则需要4500千卡以上。

机体的产热是来自体内进行的能量代谢。而能量代谢又经常受到肌肉的活动、精神紧张、食物的特殊动力作用及周围环境的气象条件等因素的影响。

(1) 肌肉活动的影响：人体除了基础代谢产热外，劳动时骨骼肌收缩是增加产热的主要因素。骨骼肌是机体产热最多的器官（如表1—1）。

(2) 精神紧张的影响：当精神紧张时，能量代谢将有显著升高，其升高的程度，取决于机体的高级神经活动状态。实验证明，在最高紧张程度时比休息时能量代谢高出60~70%。这一现象，是劳动场所的各种信号刺激对机体代谢过程所产生的一种条件反射效应。高级神经活动时对代谢的影响，不是单纯的。大脑皮层的冲动通过下丘脑加强交感神经的兴奋，后者一方面刺激了肾上腺素的分泌，也可能刺激甲状腺素的分泌，从而也提高了组织的氧化过程而增加产热量。另一方面，交感神经兴奋也可能直接对肌肉及其代谢起了促进作用。如精神紧张时，骨骼肌的紧张性也加强，这时虽然没有明显的肌肉活动，但产热都提高了。除此之外，大脑皮层还可以通过皮层下中枢，沿神经——体液途径，提高内分泌，特别是甲状腺和肾上腺皮质的激素分泌，促进组织代谢。在这方面垂体前叶的分泌是一个重要的环节。

(3) 食物的特殊动力作用的影响：食物能刺激机体产生额外热量的作用，在生理学上称为特殊动力作用。进食本身是一种信号刺激，能引起能量消耗，贝柯夫用实验证明，假饲，即只有进食的动作而无食物摄入体内的过程，也能引起新陈代谢增高，其增高的量相当于真正进食时所观察到的全部食物特殊动力作用的50~40%，可见大脑皮层对特殊动力作用具有重要影响。通常糖的特殊动力作用占基础代谢的4~7%，脂肪约占4~14%，蛋白质最高约占30~40%。吃普通混合膳食时所提高的基础代谢一般不超过10~15，而且变动也不算大。其作用机理还不完全清楚。有人认为糖在体内合成糖元时有一定的能量消耗。蛋白质分解时产生许多氨基酸，后者在体内脱氨需要消耗能量，当然也有高级神经活动的参与；也有人认为氨基酸在体内进行同化时，要增强组织内的物质代谢。

(4) 气象条件的影响：除了上述各种影响机体产热的因素外，气象条件也是影响机体产热的重要因素。许多研究证明，气温可能影响机体内的氧化过程。一般说来，在低温环境中，体内物质代谢率增高，以促进产热。在高温环境中，物质代谢降低，减少产热。根据Мармак的研究，当气温低于15℃时，人体代谢就增强，当气温在15~25℃时，代谢保持基本水平，当气温高于25℃，代谢微有降低，上述现象表明机体对气温改变具有适应调节的能力，但当超过一定范围，如气温升高到35℃以上时，则代谢又随之增高，这视为体温调节已有障碍（如图1—1）。如果散热的调节不能克服体温上升，则体内代谢不但不再降低，反而随体温升高而加速。其原因除了神经反射作用外，与体温升高加速酶系统的活性有关。体内代谢改变，相应产热也随之改变。

2. 附加热（获热或得热）：在高温、强辐射作业中，人体在劳动产热的同时，往往还要受辐射热和对流热的联合的附加热作用，因而使机体热负荷加重，体温调节更加紧张。

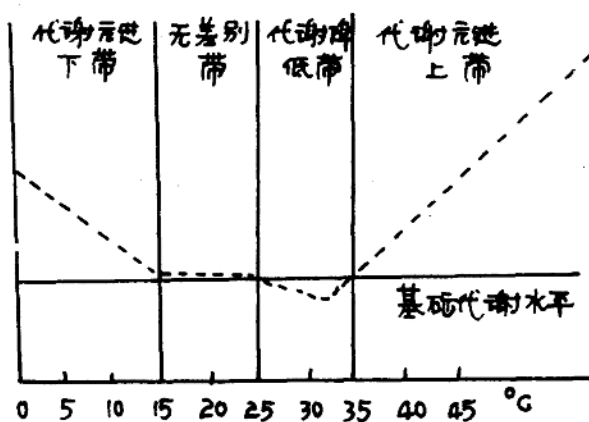


图1-1 各种气温环境中人的机体代谢变化

(1) 辐射热：生产环境中的各种热源及夏季露天作业时的太阳照射大量的辐射热，使周围物体加热，而形成第二次辐射源，更加强了生产环境的辐射作用。热辐射是指电磁波中能产生热效应的辐射线，主要是红外线及部分可见光线。热辐射强度以物体每分钟每 cm^2 表面放射的热量(卡)，或每小时每 m^2 放射的热量(千卡)来表示。当周围物体表面温度超过人体表面温度时，则向人体放散一定的热辐射使人体受热，这叫正辐射。反之叫负辐射。辐射获热值取决于红外线强度和人体受辐射的体表面积，以及衣服对红外线辐射的透过性等。红外线辐射强度取决于辐射体表面的温度。辐射源与辐射对象的距离，被辐射表面的面积以及辐射源的立体角等对辐射获热值也有影响。人体参与辐射热交换的体表面积(m^2)，仅占全身表面积约75% (坐位)和80% (立位)。

(2) 对流热：气温及生产环境中各种热源通过传导和对流使生产场所的空气加热，被加热的空气以对流传热的方式作用于人体表面，并通过血液循环使全身加热。

对流获热值取决于气温与人体体表面温度之差，其差值越大，则机体获得的对流附加加热也就越多。

综上所述，在高温、强辐射环境中从事重体力劳动时，机体由于大量产热和从外界获得大量的附加热的结果，而热负荷极大，如果不能通过散热过程使热交换得到热平衡，必然会导致大量蓄热而使机体过热。因此，减轻劳动强度，采取有效的隔热降温措施，以减少附加热作用于机体，这对于预防中暑是非常重要的。

(二) 散热

人体的散热可以通过不同的方式和途径。散热主要是通过皮肤进行，由皮肤散失的热量占总散热量的90%。其余一小部分是经肺和呼吸道散发以及加温较冷的食物或同

粪便而放散于体外。人体散热的主要方式是辐射、对流和蒸发三种方式。

辐射散热是机体以发射红外线的方式向周围散热，约占正常散热量的40%。辐射散热的多少取决于体表温度与环境温度之差。

对流散热是机体的热通过空气对流的形式散失。当空气温度低于皮肤温度时，周围与皮肤接触的空气很快被加热上升，而外层的冷空气随之补入。通过空气不断流动，体热得以不断放散。对流散热量的大小，取决于皮肤温度与环境空气温度差及气流的速度（风速），其温差越大，风速越大，对流散热就越多。

气温在30℃以下而周围物体的温度低于皮肤温度时，人体主要通过辐射和对流散热。当周围物体温度高于皮肤温度时，则人体不但不能通过辐射散热，反而被周围物体辐射加热。当气温升高到接近皮肤温度时，人体主要依靠汗液蒸发散热。如果同时存在着高温和强大辐射源，则蒸发就成为人体散热的唯一方式（如图1—2）。

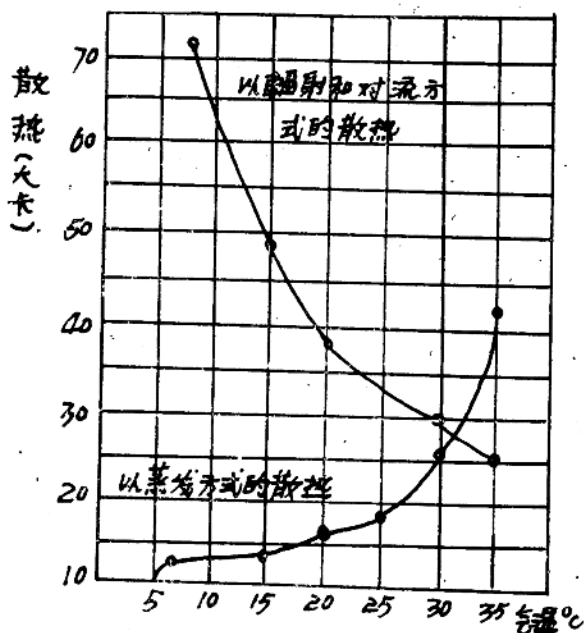


图1-2 不同气温下人体散热情况

蒸发散热是水分从皮肤、肺及呼吸道粘膜表面蒸发，由液体转化为气体而散热，其中以人体皮肤蒸发为主。每克水蒸发可散热0.58千卡。蒸发可分两种类型：①潜汗（不感蒸发）：是体液透出皮肤和肺泡表面，在人们不知不觉中蒸发掉。人体每日潜汗量约1000ml左右（或23g/小时/m²），其中皮肤约600~700ml；通过呼吸道的约200~300ml。②显汗：由体表汗腺分泌的汗液叫显汗。正常人在夏季安静时，每日排汗量约1升左右。在南方出汗量更多些。在高温作业下从事重体力劳动的人出汗量几乎为安静状态的4倍。

汗液蒸发散热量受蒸发面积、蒸发汗量、生理饱和差及风速等因素的影响，而以后两者影响最为直接。生理饱和差是在体表温度下的饱和水蒸气张力，与空气中水蒸气张力之差，以毫米汞柱表示。这个差数越大，汗液的蒸发越快。但是若出汗太多，来不及蒸发就形成汗球，而停留在皮肤或衣服上。高温作业工人工后的衣服上常有约400~500克未蒸发的汗液。

(三) 蓄热

高温环境条件中机体内代谢产热与外环境的辐射、对流附加热形成的总热量大于机体所能蒸发散热量时，多余的热就在体内蓄积。

随着劳动时间的延长，体内蓄热量继续增多，超过机体所能耐热的限度时，体温调节逐渐紧张，以至发生障碍，此时机体就会因过热而中暑。

机体热平衡的计算公式：

$$Q = M \pm R \pm C - E$$

Q——热平衡值（千卡/分）

M——产热量

R——辐射热交换量（千卡/分）

C——对流热交换量（千卡/分）

E——蒸发散热量

计算结果，如果Q值是负值即表示机体散热量大于产热量；Q值如为正值表示机体处于蓄热状态。

三、体液(水与电解质)平衡

体液广泛分布于细胞内外，是机体的内环境。机体内环境的相对恒定是维持正常生命活动的必要条件。当内环境的恒定发生紊乱时，会导致机体障碍，甚至威胁生命。其中水与电解质的平衡尤为重要。

(一) 体液的含量、分布及组成：正常成人体液含量约占体重的60%。分布于细胞内的称细胞内液，约占体重的40%；分布于细胞外的称细胞外液，约占体重的20%，其中血浆占5%，组织间液占15%。胃肠液、汗液及尿液都属于细胞外液的特殊部分。

体液的含量，因年龄、性别、营养状况和体型不同而各有差异。年龄越小，体液含量越多。新生儿体液可达体重的80%，老年人体液含量约占体重的50%。

体液是由水和溶于水中的溶质所组成。水占体液的绝大部分。溶于水中的物质很多，有些物质溶解后能解离和导电，称为电解质如NaCl、KCl、NaHCO₃等；有些物质溶解后不离解和导电，称为非电解质如葡萄糖、尿素等。

体内的主要阳离子有Na⁺、K⁺、Ca⁺。Na⁺主要分布于细胞外液中，K⁺主要分布于细胞内液中。体液中阴离子主要有Cl⁻、HCO₃⁻及HPO₄⁻。Cl⁻与HCO₃⁻主要分布于细胞

外液中，而 HPO_3^- 主要分布在细胞内。在正常情况下血浆中这些离子的含量都维持在相对稳定的水平（见表1—2）。若这些离子的含量发生较大的变化时，会导致机体障碍。

表1—2 血浆与细胞内液中的电解质含量（毫克当量/升）

电 解 质	血 浆	细 胞 内 液
Na^+	142	35
K^+	5	115
Ca^{++}	5	5
Mg^{++}	2	27
Cl^-	103	25
HCO_3^-	27	10
HPO_3^-	2	80（有机）

（二）水和电解质的生理功能

水的生理功能：1. 保证体内化学反应的进行。水是良好的溶媒，体内很多化学反应需有水的存在才能进行。2. 维持一定的血容量，使得血液循环能顺利进行，从而保证物质的运输。若缺水过多，则引起循环衰竭。3. 参与体温调节。因为水有较大的比热和汽化热，水温升高可吸收大量热，水分蒸发吸收的热量更大，故通过水的流动、蒸发（不显汗）及排汗可以调节体温。

电解质的生理功能：1. 维持体液的正常渗透压。正常的渗透压是维持细胞内外液的容量与细胞的机能的重要条件。细胞外液的渗透压主要取决于 Na^+ 、 Cl^- 的浓度；细胞内液的渗透压主要取决于 K^+ 的浓度。2. 维持神经肌肉的正常兴奋性。溶于细胞外液主要是血液中的无机离子，对神经和肌肉的机能有一定影响，有的可增加其兴奋性，有的则可抑制其兴奋性。由于这些离子的相互拮抗，神经肌肉才具有正常的兴奋性。一般说来神经肌肉的兴奋性，常因下列离子浓度的比例而改变。

$$\text{神经肌肉的兴奋性} \propto \frac{[\text{K}^+] + [\text{Na}^+] + [\text{OH}^-]}{[\text{Ca}^{++}] + [\text{Mg}^{++}] + [\text{H}^+]}$$

对于横纹肌而言，上式中分母中各种离子浓度增高，则兴奋性降低；分子中离子浓度增高，则兴奋性增高。即 Ca^{++} 、 Mg^{++} 可抑制横纹肌的兴奋性，而 K^+ 、 Na^+ 则增加其兴奋性。如硷中毒（ H^+ 降低， OH^- 增加）或血钙降低时，可引起肌肉神经兴奋性增加，出现手足搐搦现象；血 K^+ 过低，引起肌无力，重者引起肌肉的麻痹。而对心脏，上述离子的作用恰相反，如 Ca^{++} 可增加心肌的收缩，而 K^+ 则抑制心肌的收缩。3. 与酶的活动有关。有些酶的活动，往往需要无机离子的存在。如淀粉酶的活动需有 Cl^- 的存在，凝血酶的形成需有 Ca^{++} 的存在。激酶的活动需有 Mg^{++} 的存在。此外， K^+ 对 ATP 酶有影响，当缺 K^+ 严重时，此酶的活动减弱。

(三)水和电解质的平衡

只有维持水和电解质的出入量相当，即维持水和电解质的平衡，体液容量、渗透压和酸硷度等才能保持相对恒定。

1. 水平衡：体液中水分常由四条途径排出：肺、皮肤、消化道和肾脏；有三条途径补充：饮水、食物、食物在体内氧化后生成的水分（内生水）。现将成人每日水的摄入量与排出量列于下表。

表 1—3 成人每日水的摄入和排出量

摄 入	(毫升)	排 出	(毫升)
饮 水	1500	肺 呼 出	400
食物含水	700	皮肤蒸发	500
食物氧化水	300	肠道排出	100
(内生水)		肾 排 出	1500
合 计	2500		2500

2. 电解质平衡：正常情况下，食入无机盐和排出无机盐的量随膳食性质和饮食习惯有较大的差异。体内的钠和氯完全来自食物（调味加入的食盐），一般人每天摄入盐约 6—12 克（最低需要量约 3—4.5 克，钾盐为 3—4 克。机体通过皮肤排汗，消化道排粪，肾脏排尿排出无机盐。但是皮肤、消化道在一般情况下排出的无机盐量极少，98% 以上的 Na^+ ，90% 以上的 K^+ 及 Cl^- 是通过肾脏由尿排出，以维持平衡。在异常情况下如高温作业，高烧出汗、服解表发汗药可随汗排出大量的 NaCl 及其它无机盐；呕吐可随胃液大量损失 Cl^- ，腹泻可大量丧失 NaCl 、 KCl 及 NaHCO_3 。因此在这些情况下，不仅要注意水分的补充、还要补充所损失的无机盐，以维持水和电解质的平衡。

第二节 生产环境的气象条件

生产环境的气象条件，又称为生产环境的微小气候（或生产环境空气的物理状态），主要包括气温、气湿，气流及热辐射。上述气象条件超过一定的限度就成不良的气象条件，也是该环境作业工人的主要致病因素。

一、气 温

生产环境的气温除取决于大气的温度外，还受下列因素的影响。

1. 生产设备的热源：各种熔炉、加热炉、锅炉、窑、蒸馏塔、高压蒸气导管及开放火焰等。

2. 加热的物体和材料：铁水、钢锭等。

3. 放热的化学反应过程：化学物质的合成、氧化可放出大量的热。

4. 机器的转动和摩擦时机械能变为热能。

5. 太阳的照射使房顶及墙壁加热。

6. 人体的散热：轻作业时每人每小时放散热量100千卡，重作业时可达300千卡以上。

二、气 湿

生产环境中的气湿以相对湿度表示。相对湿度达80%以上时称为高湿，30%以下时称为低湿。生产环境中高气湿的来源主要是由水分蒸发与蒸气放散所致。高气湿的生产场所如缫丝、纺织、印染、造纸、制革及排水不良的矿井、隧道等，有些车间高温、高湿同时存在，如煮茧、缫丝、造纸车间等，气温可达35℃以上，相对湿度达80~90%以上。潮湿矿井通风不良时，气温可达30℃以上，相对湿度高达95%以上。生产环境的低气湿较为少见，一般在冬季的高温车间中遇到。

三、气 流

生产环境的气流除受外界风力的影响外，主要与厂房中的热源及通风设备有关。热源使空气温度增高，热空气上升，室外冷空气从厂房门窗和下部空隙进入室内，造成空气的对流。室内外温差越大，产生的气流越大。

四、热 辐 射

太阳辐射及生产环境中的各种辐射源如熔炉、开放火焰、熔化的金属等。均能放出大量辐射热。热辐射强度以每分钟每平方厘米被照射表面上所受热量的卡数来表示（卡/平方厘米/分）。在生产条件下，热辐射强度和气温一样有显著的变动。

厂房中的辐射源按其高低，可分为四类：

1. 物体表面温度为500℃以下的辐射源，其辐射谱只含有长波红外线。

2. 物体表面温度为500~1200℃的辐射源，其辐射谱主要由长波红外线组成，但也出现很弱的可视线。

3. 物体表面温度为1,200~1,300℃的辐射源，其辐射谱中，除含有长波红外线外，还有短波红外线及亮度很大的可视线，而紫外线则于1,200℃时开始出现。

4. 物体表面温度为2,000~4,000℃的辐射源，除了有红外线外，尚含有大量的紫