



智慧健康养老服务与老年保健管理专业系列教材
“互联网+教育”新形态一体化教材

老年人解剖与生理

主 编 赵东贤 鲁昌盛



LAONIANREN
JIEPOU
YU SHENGLI



北京出版集团
北京出版社

老年人解剖与生理

主 编 赵东贤 鲁昌盛

北京出版集团
北京出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

老年人解剖与生理 / 赵东贤, 鲁昌盛主编. -- 北京:
北京出版社, 2025. 6. -- ISBN 978-7-200-19563-7

I. R322; R33

中国国家版本馆 CIP 数据核字第 20253MZ600 号

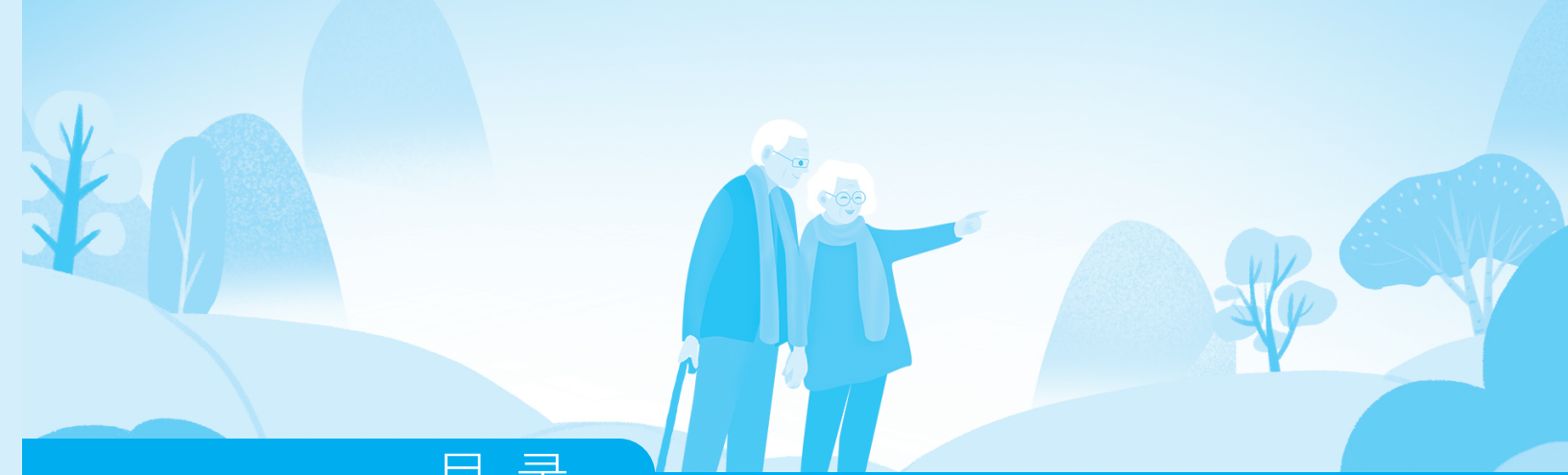
老年人解剖与生理

LAONIANREN JIEPOU YU SHENGLI

主 编: 赵东贤 鲁昌盛
出 版: 北京出版集团
北 京 出 版 社
地 址: 北京北三环中路 6 号
邮 编: 100120
网 址: www.bph.com.cn
总 发 行: 北京出版集团
经 销: 新华书店
印 刷: 定州启航印刷有限公司
版 印 次: 2025 年 6 月第 1 版 2025 年 6 月第 1 次印刷
成品尺寸: 210 毫米 × 285 毫米
印 张: 16
字 数: 409 千字
书 号: ISBN 978-7-200-19563-7
定 价: 54.00 元

如有印装质量问题, 由本社负责调换

质量监督电话: 010-82685218 010-58572393



目 录

CONTENTS

单元一 绪论..... 1

单元二 细胞..... 10

- 任务一 细胞衰老过程中结构与功能的变化..... 12
- 任务二 细胞增殖以及在衰老过程中的变化..... 16
- 任务三 细胞膜的转运与受体功能及其在老年期的变化..... 18
- 任务四 细胞的衰老与死亡..... 21
- 任务五 细胞衰老与老年疾病的关系..... 24

单元三 基本组织..... 27

- 任务一 上皮组织..... 29
- 任务二 结缔组织..... 29
- 任务三 肌组织..... 31
- 任务四 神经组织..... 33
- 任务五 基本组织衰老与老年疾病的关系..... 36

单元四 运动系统..... 39

- 任务一 骨和骨连结..... 41
- 任务二 肌..... 51
- 任务三 运动系统衰老的特点..... 60

单元五 循环系统..... 63

- 任务一 心血管系统衰老过程中结构与功能的变化..... 65
- 任务二 淋巴系统衰老过程中结构与功能的变化..... 85

单元六 消化系统..... 95

- 任务一 概述..... 97
- 任务二 口腔、咽和食管..... 98
- 任务三 胃..... 103
- 任务四 小肠..... 107
- 任务五 消化腺..... 111
- 任务六 大肠..... 114
- 任务七 腹膜..... 116
- 任务八 消化系统衰老与老年疾病的关系..... 118

单元七 呼吸系统..... 120

- 任务一 呼吸系统的解剖结构及老年期功能变化..... 121
- 任务二 肺通气及老年人肺功能变化..... 128
- 任务三 肺换气和组织换气的生理机制及老年期的变化..... 133
- 任务四 呼吸运动调节机制与老年期变化..... 134

单元八 泌尿系统..... 137

- 任务一 肾..... 138
- 任务二 输尿管、膀胱、尿道..... 140
- 任务三 尿液的生成与调节..... 143

单元九 感觉器官..... 151

- 任务一 视觉器官..... 153
- 任务二 前庭蜗器..... 157
- 任务三 皮肤..... 160

单元十 神经系统..... 163

- 任务一 概述..... 165
- 任务二 中枢神经系统..... 167
- 任务三 周围神经系统..... 181
- 任务四 神经系统的功能..... 187

单元十一 内分泌系统..... 195

- 任务一 下丘脑和垂体..... 197
- 任务二 甲状腺和甲状旁腺..... 202
- 任务三 肾上腺..... 205
- 任务四 胰岛..... 208

单元十二 生殖系统..... 211

- 任务一 男性生殖系统..... 212
- 任务二 女性生殖系统..... 215
- 任务三 生殖系统生理及衰老变化..... 219

单元十三 能量代谢和体温调节..... 225

- 任务一 能量代谢..... 227
- 任务二 体温及其调节..... 235

参考文献..... 246

单元十三 能量代谢和体温调节

学习目标

知识目标

1. 掌握能量代谢、呼吸商、体温调定点的概念，以及基础状态的条件、基础代谢率的概念与临床意义。
2. 熟悉影响能量代谢的因素、机体产热和散热过程，体温的生理性波动和测量方法。
3. 了解体温调节机制。
4. 理解老年人能量代谢和体温变化的特点。

能力目标

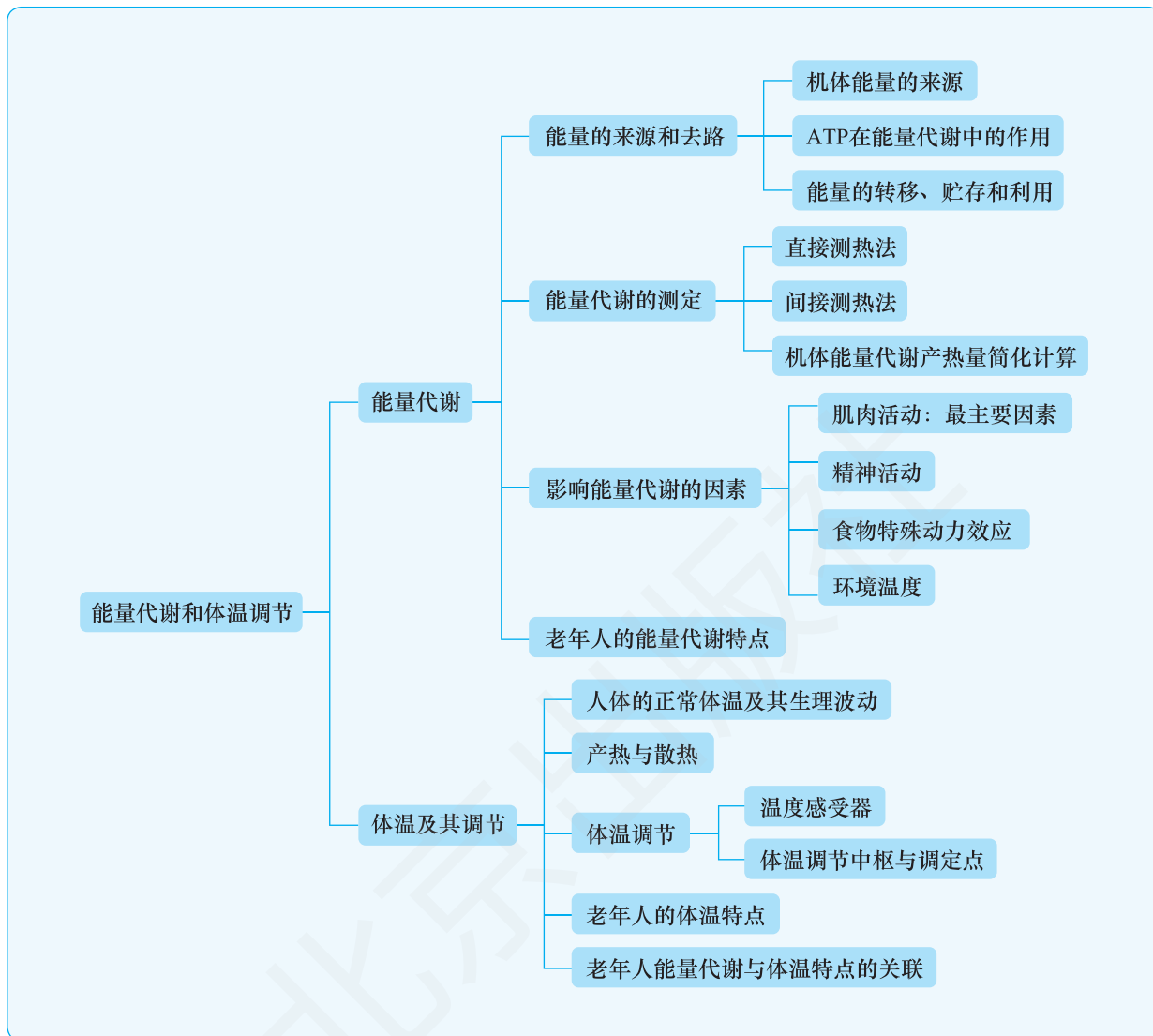
1. 学会测量体温和物理降温的方法。
2. 结合实际案例，分析老年人能量代谢的特点及体温变化特点。
3. 理解体温变化对老年人健康的影响，掌握相关护理措施。

素质目标

1. 拥有自我驱动学习专业技能的觉悟，意识到在专业知识领域不断深化与拓展的重要性。
2. 深入理解所学专业的独特优势，明确其在实践中的应用价值。
3. 对于科学真理保持持续探索的热情，秉持严谨求实的态度，不断追求知识的深度和广度。
4. 汲取科学家们的高尚品质，将个人的成长与社会的进步紧密相连。



知识导图



在生命的舞台上，有一个至关重要却又神秘的幕后“导演”，那就是能量与代谢。我们的身体就像一座繁华的城市，而能量是维持城市运转的资源，代谢则是资源的生产、分配和消耗过程。无论是我们的一呼一吸、举手投足，还是身体内部复杂的生理活动，都离不开能量的支持和代谢的调控。

德育园地

沈隽淇(1894—1969)，汉族，天津市人，中国生理学的开创者之一，中国代谢和呼吸生理学研究的前驱。沈隽淇具有强烈的自尊感和爱国心。早年在协和医学院工作时，对洋人上司的无礼态度和错误命令从不屈从。日寇侵华后，他毅然奔赴抗战后方，在极为艰苦的条件下，坚持医学教育工作。他对于在课堂上教材中拿不出中国人自己的生理常数深感遗憾，认为作为生理科学工作者有责任把它填补起来。1958年，

在他的领导下，教研室的同志深入工农，完成了 1 000 余例基础代谢率等生理常数的测定，提出了中国人自己的生理常数。沈雋淇十分重视科学道德和科学作风，经常教育年轻人对科研工作必须严肃认真、一丝不苟。他曾尖锐地指出：“如果一个人不负责任地发表一篇不属实的论文，便会害得十个人来纠正它，这无异于犯罪！”

任务一 能量代谢

人体从外界摄取的营养物质，经消化系统消化后吸收入血液，并随血流分布于全身的组织细胞，其主要作用是为机体组织、细胞的各种新陈代谢活动提供能量并以热能的形式维持体温。新陈代谢是生物体生命活动的基本特征之一。

一、机体能量的来源和去路

（一）机体能量的来源

机体体温、心跳、呼吸和肠蠕动等过程的维持以及其他生命活动所需的能量只能来源于食物中的能量物质，如糖、脂肪和蛋白质，这些能源物质分子结构中的碳氢键蕴藏着化学能，在氧化过程中碳氢键断裂，生成 CO_2 和 H_2O ，同时释放蕴藏的能量。

1. 糖 一般情况下，糖为机体主要的能源物质。机体所需的总能量的 70% 以上是由糖分解代谢提供的。糖的消化产物葡萄糖被吸收入人体后，一部分成为血糖供全身细胞利用；另一部分经合成代谢以肝糖原和肌糖原的形式储存在肝脏和肌肉内；还有少部分葡萄糖转化为脂肪或蛋白质。

葡萄糖转化供能的主要方式是产生三磷酸腺苷 (ATP)，其转化过程有两条途径：其一，在氧充足时，葡萄糖经有氧氧化彻底分解为 CO_2 和 H_2O ，同时释放大量能量。其二，在氧不足时，葡萄糖经无氧酵解分解为乳酸，同时只释放少量能量。当机体处在相对缺氧状态时，糖酵解加强，以供应急需的能量。如剧烈运动时，骨骼肌的耗氧量增加，血液供应不足，骨骼肌处在相对缺氧状态而导致糖酵解增强，以保证骨骼肌能量的应急需要。脑组织糖原贮存少，并对缺氧敏感，其消耗的能量主要来自糖的有氧氧化，因此，当血糖低于正常值的 $1/3 \sim 1/2$ 时，即可出现脑功能障碍，如发生低血糖性休克等。年轻人身体代谢旺盛，活动量较大，对糖的需求量相对较高。糖是其快速获取能量的重要来源，能够为日常活动、运动锻炼以及学习工作等提供充足的能量支持。而老年人由于身体代谢速度减缓，活动量通常减少，对糖的需求量相应降低。此外，老年人身体对血糖的调节能力随着年龄的增长会在一定程度上下降，如果过多摄入糖分会增加患糖尿病等慢性疾病的风险。

2. 脂肪 除糖外，机体的另一供能物质是脂肪。脂肪是能源物质在体内最主要的储存形式，其主要功能是贮存和供给能量，人体所需的能量约 30%~40% 来自脂肪。在饥饿状况下，糖供

能量的需求。年轻人由于基础代谢率高,身体各器官和组织活动旺盛,ATP 利用效率高,能快速将 ATP 中的能量转化为机械能、化学能等,用于肌肉收缩、物质合成、神经传导等生理活动。而老年人基础代谢率降低,器官功能衰退,对 ATP 的利用效率下降。比如在进行思维活动、身体运动时,消耗同样多的 ATP,产生的效果不如年轻人,常表现为反应迟钝、运动能力下降等。

由于 ATP 是体内重要的贮能和直接的供能物质,它的合成和分解是体内能量转移、贮存和利用的重要环节。所以,临床上常把 ATP 作为治疗肌萎缩和肌无力、休克、昏迷、肝炎、神经炎、心肌炎和心脑血管病等疾病的辅助性药物。

考点提示

1. 机体能量的来源。
2. 能量的转移、贮存和利用。



二、能量代谢的测定

热力学第一定律指出:能量由一种形式转化为另一种形式的过程中,既不能增加,也不减少。这是所有形式的能量(动能、热能、电能和化学能)互相转化的一般规律,也就是能量守恒定律。机体的能量代谢也遵循这一规律,即在整个能量转化过程中,机体所利用的蕴藏于食物中的化学能与最终转化成的热能和所作的外功,按能量来折算是完全相等的。因此,测定在一定时间内机体所消耗的食物,或者测定机体所产生的热量与所做的外功,都可测算出整个机体的能量代谢率(单位时间内所消耗的能量)。

测定整个机体单位时间内发散的总热量,通常有直接测热法和间接测热法两类。

能量代谢测定是指定量测定机体单位时间内所消耗的能量,即能量代谢率。

(一) 直接测热法

直接测热法是指通过收集机体在一定时间内散发出的总热量求得能量代谢率的方法。

(二) 间接测热法

1. 间接测热法的原理 同一种化学反应,不论经过什么样的中间步骤,也不论反应条件差异多大,反应物的量与产物量之间呈一定比例的这种定比关系仍然不变。例如,在人体内氧化 1 mol 葡萄糖,同在体外氧化燃烧 1 mol 葡萄糖一样,都要消耗 6 mol CO_2 和 6 mol H_2O ,而且产生的热量也相等。一般化学反应的这种基本规律也适用于人体内营养物质氧化供能的反应,所以它成为能量代谢间接测热法的重要依据。

间接测热法的原理就是利用这种定比关系,测定一定时间内整个人体中氧化分解的糖、脂肪、蛋白质各有多少,然后据此计算出该段时间内整个机体所释放出来的热量。

2. 与间接测热法有关的几个概念

(1) 食物热价。1 g 食物分解氧化时所释放的热量,称为该食物的热价。食物在体外氧化分解(或燃烧)时测得的热价称为物理热价。食物在机体内分解氧化时测定的热价称为生理热价。糖和脂肪的物理热价和生理热价是相同的,而蛋白质的生理热价比物理热价少。

(2) 食物的氧热价。某种食物分解氧化时消耗 1L 氧所释放的热量,称为该食物的氧热价。



(3) 呼吸商与非蛋白呼吸商。一定时间内机体的 CO_2 生成量与耗 O_2 量的比值, 称为呼吸商。

糖的呼吸商等于 1。蛋白质的呼吸商为 0.8。脂肪的呼吸商仅约 0.71。混合膳食者的呼吸商约为 0.82, 其对应的氧热价为 20.20 kJ/L。一定时间内, 氧化糖和脂肪产生的 CO_2 量和耗氧量的比值, 称为非蛋白呼吸商。

(三) 机体能量代谢产热量简化计算法

间接测热法理论上的测算程序烦琐, 在临床和劳动卫生工作实践中, 通常采用简便的计算方法。即只利用肺量计测出受试者一定时间内 (通常为 6 min) 的耗氧量。受试者一般都吃混合膳食, 所以通常将非蛋白呼吸商定为 0.82, 氧热价为 20.20 kJ。因此, 测出一定时间内的耗氧量后, 便可依下式来计算: 产热量 = $20.20 \times$ 耗氧量 (kJ)。

考点提示

1. 食物热价、食物的氧热价、呼吸商与非蛋白呼吸商的概念。
2. 能量代谢的测定。



三、影响能量代谢的因素

影响能量代谢的因素有肌肉活动、精神活动、食物的特殊动力作用和环境温度等。

1. 肌肉活动 肌肉活动对能量代谢的影响最为显著。机体任何轻微的活动都可提高代谢率。人在运动或劳动时耗量显著增加, 因为肌肉活动需要补给能量, 而能量则来自大量营养物质的氧化, 导致机体耗氧量的增加。年轻人的肌肉量相对较多, 肌肉力量和耐力较好, 日常活动中肌肉活动强度和频率较高, 如参与运动、体力劳动等, 能量代谢速率快, 能量消耗大。老年人的肌肉量随着年龄的增长逐渐减少, 肌肉功能衰退, 肌肉活动能力下降, 活动强度和频率降低, 能量代谢速率变慢, 能量消耗也相应减少。机体耗氧量的增加与肌肉活动的强度成正比关系, 耗氧量最多可达安静时的 10~20 倍。肌肉活动的强度称为肌肉工作的强度, 也就是劳动强度。劳动强度通常用单位时间内机体的产热量来表示, 也就是说, 可以把能量代谢率作为评估劳动强度的指标。从表 13-1 可以看出劳动强度或运动时的能量代谢率的生长情况。

表 13-1 运动或劳动时的能量代谢率

机体的状态	躺卧	开会	擦窗子	洗衣	扫地	打排球	打篮球	踢足球
平均产热量 ($\text{kJ}/\text{m}^2 \cdot \text{min}$)	2.73	3.40	8.30	9.98	11.37	17.05	24.22	24.98

2. 精神活动 脑的重量只占体重的 2%, 但在安静状态下, 却有 15% 左右的循环血量进入脑循环系统, 这说明脑组织的代谢水平是很高的。据测定, 在安静状态下, 100 g 脑组织的耗氧量为 3.5 mL/min (氧化的葡萄糖量为 4.5 mg/min), 此值接近安静肌肉组织耗氧量的 20 倍, 脑组织的代谢率虽然如此之高, 但据测定, 在睡眠中和在活跃的精神活动情况下, 脑中葡萄糖的代谢率却几乎没有差异。可见, 在精神活动中, 中枢神经系统本身的代谢率即使有些增强, 其程度也是可以忽略的。相对于年轻人而言, 老年人的精神活动相对减少, 生活节奏变慢, 大脑的兴奋性有所降低, 情绪波动较小, 精神活动对能量代谢的影响相对较弱。



基础代谢率以每小时、每平方米体表面积的热量为单位，通常以 $\text{kJ/m}^2 \cdot \text{h}$ 来表示。要用每平方米体表面积而不用每公斤体重的产热量来表示，是因为基础代谢率的高低与体重并不成比例关系，而与体表面积基本上成正比。

表 13-2 我国人正常的基础代谢率平均值 ($\text{kJ/m}^2 \cdot \text{h}$)

年龄	11 ~ 15	16 ~ 17	18 ~ 19	20 ~ 30	31 ~ 40	41 ~ 50	51 以上
男性	195.5	193.4	166.2	157.8	158.7	154.1	149.1
女性	172.5	181.7	154.1	146.4	142.4	142.4	138.6

基础代谢率 = 产热量 (kJ) $\div$ 体表面积 (m^2) $\div$ 时间 (h)

体表面积 (m^2) = $0.0061 \times \text{身高}(\text{cm}) + 0.0128 \times \text{体重}(\text{kg}) - 0.1529$

通常采用简略法来测定和计算基础代谢率。下面举一实例供参考。

某受试者，男性，20岁。在基础状态下，1h的耗氧量为15L。非蛋白呼吸商定为0.82，氧热价为20.20，所以1h的产热量为 $20.20 \times 15 = 303 \text{ kJ}$ 。

此人的体表面积为 1.5 m^2 ，从而1h内每平方米体表面积的产热量，基础代谢率为 $303 \div 1.5 = 202 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{h}$ 。

20岁男子的正常基础代谢率为 $157.8 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{h}$ ，所以此人超出正常值的数字为 $(202 - 157.8) = 44.2$ ，超出正常值的百分数为 $44.2 \times 100 / 157.8 \approx 28\%$ ，即 $+28\%$ 。

实际测定结果表明，基础代谢率随性别、年龄等不同而有生理变化。在相同条件下，男性的基础代谢率平均高于女性；儿童高于成人；年龄越大，代谢率越低。然而，同一个体的基础代谢率，只要测定时完全符合前述标准条件，在不同时间重复测定的结果基本一致。这反映出正常人的基础代谢率具有高度稳定性。

一般来说，基础代谢率的实际数值与上述正常的平均值比较，相差 $\pm 10\% \sim 15\%$ 之内，无论较高或较低，都不属病态。当相差指数超过20%时，才有可能为病理变化。在各种疾病中，甲状腺功能的改变总是伴有基础代谢率异常变化。甲状腺功能低下时，基础代谢率将比正常值低20%~40%；甲状腺功能亢进时，基础代谢率将比正常值高出25%~80%。因此，基础代谢率的测量是临床诊断甲状腺疾病的重要辅助方法。其他如肾上腺皮质和垂体的功能低下时，基础代谢率也要降低。

当人体发热时，基础代谢率将升高。一般说来，体温每升高 1°C ，基础代谢率可升高13%。其他如糖尿病、红细胞增多症、白血病以及伴有呼吸困难的心脏病等，也伴有基础代谢率升高。当机体处于病理性饥饿时，基础代谢率将降低。其他如阿狄森病、肾病综合征以及垂体肥胖症也常伴有基础代谢率降低。

五、老年人的能量代谢特点

1. 基础代谢率下降 基础代谢是维持人体最基本生命活动所必需的能量消耗，包括维持心跳、呼吸、体温恒定等生理功能。随着年龄的增长，老年人身体各器官功能逐渐衰退，这一过程涉及细胞层面的诸多变化。细胞数量的减少是一个关键因素，例如，在肌肉组织中，随着年龄的增长，肌肉细胞逐渐萎缩、凋亡，导致肌肉量整体减少。而肌肉在人体的能量代谢中扮演着重要角色，即使在静息状态下，肌肉也会消耗相当一部分能量。研究表明，每千克肌肉在静息时每天



3. 能量代谢调节能力减弱 老年人的内分泌系统功能在衰老过程中发生着复杂的变化, 这些变化对能量代谢的调节产生了显著影响。内分泌系统通过分泌各种激素来调节人体的新陈代谢、生长发育等生理过程, 其中与能量代谢密切相关的激素包括甲状腺素、胰岛素等。

甲状腺素是调节机体代谢速度的重要激素之一。在老年人中, 甲状腺素的分泌可能会减少。甲状腺素能够促进细胞内的氧化反应, 提高线粒体的功能, 从而增加能量的产生和消耗。当甲状腺素分泌不足时, 机体的代谢速度就会减慢。例如, 甲状腺功能减退的老年人常常会出现怕冷、乏力、嗜睡、体重增加等症状, 这些都是代谢减缓的表现。研究发现, 老年甲状腺功能减退患者的基础代谢率可能会比正常老年人降低 20%~30%。这意味着他们在相同的环境和活动条件下, 消耗的能量更少, 更容易出现能量过剩和体重增加的问题。

胰岛素在能量代谢中的作用主要是调节血糖水平, 促进细胞对葡萄糖的摄取和利用, 将多余的葡萄糖转化为糖原或脂肪储存起来。随着年龄的增长, 老年人的胰岛素敏感性下降, 即细胞对胰岛素的反应能力减弱。这就导致胰岛素在调节血糖时的效果大打折扣, 血糖水平容易出现波动。当老年人摄入碳水化合物后, 血糖升高, 但由于胰岛素不能有效地将血糖转运到细胞内利用, 血糖可能会持续处于较高水平。长期的高血糖状态不仅会损害血管内皮细胞, 增加心血管疾病的风险, 还会影响能量的正常利用和储存。一方面, 细胞不能充分利用葡萄糖提供能量, 导致身体能量不足, 出现疲劳、乏力等症状; 另一方面, 多余的葡萄糖会转化为脂肪储存起来, 进一步加重肥胖问题。

当老年人摄入过多或过少能量时, 身体对能量平衡的调节能力不如年轻人迅速和有效, 容易出现能量失衡的情况。例如, 当老年人短期内摄入过多高热量食物时, 年轻人的身体能够通过增加能量消耗(如提高基础代谢率、增加运动时的能量消耗等)以及促进脂肪分解等方式来快速调整能量平衡, 防止体重过度增加。而老年人由于能量代谢调节能力减弱, 可能无法及时有效地应对这种能量摄入的增加, 导致体重逐渐上升。相反, 当老年人由于食欲减退或其他原因摄入能量过少时, 身体也不能像年轻人那样迅速地降低基础代谢率、减少能量消耗, 以维持能量平衡, 这可能会导致身体出现营养不良、体重下降等问题, 进而影响身体的正常功能和免疫力。

综上所述, 老年人的能量代谢特点表现为基础代谢率下降、活动量减少、能量消耗改变以及能量代谢调节能力减弱。这些特点相互关联、相互影响, 共同导致老年人在能量摄入、消耗和平衡方面面临着诸多挑战。因此, 在老年人的健康管理中, 需要根据这些特点制定合理的饮食计划和运动方案, 以维持其能量平衡, 预防相关疾病的发生。

考 点 提 示

1. 基础代谢率的定义及其影响因素。
2. 基础代谢率的计算。



任务二 体温及其调节

一、人体的正常体温及其生理波动

(一) 体温的概念

人和高等动物机体都具有一定的温度,这就是体温(temperature)。体温是机体进行新陈代谢和正常生命活动的必要条件。

人体的外周组织即表层,包括皮肤、皮下组织和肌肉等的温度称为表层温度(shell temperature)。表层温度不稳定,各部位之间的差异也不大。在环境温度为23℃时,人体表层最外层的皮肤温,如足皮肤温为27℃,手皮肤温为30℃。躯干为32℃,额部为33~34℃。四肢末梢皮肤温最低,越近躯干、头部,皮肤温越高。气温达32℃以上时,皮肤温的部位差将变小,在寒冷环境中,随着气温下降,手、足的皮肤温降低最显著,但头部皮肤温度变动相对较小。

皮肤温度与局部血流量有密切关系。凡是能影响皮肤血管舒缩的因素(如环境温度变化或精神紧张等)都能改变皮肤的温度。在寒冷环境中,由于皮肤血管收缩,皮肤血流量减少,皮肤温随之降低,体热散失因此减少。相反,在炎热环境中,皮肤血管舒张,皮肤血流量增加,皮肤温因而上升,同时起到了增强散发体热的作用。人情绪激动时,由于血管紧张度增加,皮肤温、特别是手的皮肤温便显著降低。例如手指的皮肤温可从30℃骤降到24℃。当然情绪激动的原因解除后,皮肤温会逐渐恢复。此外,当发汗时由于蒸发散热,皮肤温也会出现波动。

机体深部(心、肺、脑和腹腔内脏等处)的温度称为深部温度(core temperature)。深部温度比表层温度高,且比较稳定,各部位之间的差异也较小。这里所说的表层与深部,不是指严格的解剖学结构,而是生理功能上所作的体温分布区域。在不同环境中,深部温度和表层温度的分布会发生相对改变。在较寒冷的环境中,深部温度分布区域会缩小,主要集中在头部与胸腹内脏,而且表层与深部之间存在明显的温度梯度。在炎热环境中,深部温度可扩展到四肢。

体温是指机体深部的平均温度。由于体内各器官的代谢水平不同,它们的温度略有差别,但不超过1℃。在安静时,肝代谢最活跃,温度最高;其次,是心脏和消化腺。在运动时,骨骼肌的温度最高。循环血液是体内传递热量的重要途径。由于血液不断循环,深部各个器官的温度会经常趋于一致。因此,血液的温度可以代表重要器官温度的平均值。

值得注意的是,食管中央部分的温度与右心的温度大致相等,而且体温调节反应的时间过程与食管温度变化过程一致。所以,食管温度可以作为深部温度的一个指标。鼓膜温度的变动大致与下丘脑温度的变化成正比,所以在体温调节生理实验中常用鼓膜温度作为脑组织温度的指标。



体温的生理波动

(二) 体温的测定

内脏和组织的温度,取决于:①局部的代谢水平;②通过该部位的血流量和血液的温度;③与周围组织间温度梯度的大小。临床上通常测定直肠温度、口腔温度、腋窝温度来反映体温。



正常组织的损伤较小。在保存生物样本上,低温保存技术很关键。像精子、卵子和胚胎的冷冻保存,是辅助生殖技术中的重要环节。通过使用特殊的冷冻保护剂和精确的降温程序,将细胞内的水分形成玻璃化状态,避免冰晶形成对细胞的损伤,能长时间保存这些生殖细胞,为不孕不育患者提供生育的可能。此外,在器官移植领域,冷灌注技术也很重要,它可以延长供体器官的保存时间,为器官移植手术争取更多时间。

体温调节是生物自动控制系统的实例。下丘脑体温调节中枢,包括调定点(set point)神经元在内,属于控制系统。它的传出信息控制着产热器官如肝、骨骼肌以及散热器官如皮肤血管、汗腺等受控系统的活动,使受控对象——机体深部温度维持一个稳定水平。而输出变量体温总是会受到内、外环境因素干扰的(譬如机体的运动或外环境气候因素的变化,如气温、湿度、风速等)。此时通过温度检测器——皮肤及深部温度感受器(包括中枢温度感受器)将干扰信息反馈于调定点,经过体温调节中枢的整合,再调整受控系统的活动,仍可建立起当时条件下的体热平衡,达到稳定体温的效果。

(一) 温度感受器

温度感受器是感受机体各个部位温度变化的特殊结构。可分为冷感受器和热感受器;也可分为外周温度感受器和中枢温度感受器。

1. **外周温度感受器** 是指分布于中枢神经系统以外的温度感受器,广泛分布于全身皮肤、黏膜、内脏和肌肉等各处,包括热感受器和冷感受器。在一定范围内,当局部温度升高时,热感受器兴奋;反之,当温度降低时冷感受器兴奋。

2. **中枢温度感受器** 是指分布于脊髓、延髓、脑干网状结构,以及下丘脑等处的与体温调节有关的温度敏感神经元。局部加热时放电活动增加的神经元称为热敏神经元,因局部冷却时放电活动频率增加的神经元称为冷敏神经元。在下丘脑的视前区—下丘脑前部(PO/AH)热敏神经元居多;而在脑干网状结构和下丘脑的弓状核,则冷敏神经元居多。

(二) 体温调节中枢与调定点

调节体温的基本中枢在下丘脑。下丘脑局部破坏则散热反应消失,体温升高;刺激之,则引起散热反应,而且寒战受到抑制。而破坏下丘脑后部,体温下降,产热反应受抑制;刺激之,则引起寒战。据此得出结论,下丘脑前部是散热中枢,而下丘脑后部是产热中枢。



知识链接

发热时机体代谢变化有哪些变化?

1. 代谢率增高。发热常有耗氧量和基础代谢率增高。据统计,体温上升 1°C ,可引起基础代谢率上升13%。
2. 蛋白质分解加强。高热患者蛋白质分解代谢加强,尿素氮明显增高,呈负氮平衡。
3. 糖与脂肪分解加强。发热过程中,糖原分解加强、贮备减少。尤其是寒战期糖的消耗更大,糖酵解增加,乳酸生成增加,患者有肌肉酸痛和疲乏感。



内部产生的热量相对年轻人较少。在寒冷环境中,这种热量产生的不足会更加明显,因为身体需要消耗更多的能量来维持体温。由于老年人能量代谢调节能力减弱,当基础代谢产生的热量不足以维持体温时,身体不能像年轻人那样迅速地增加能量消耗来产热,如通过肌肉颤抖等方式,这就使得老年人更容易受到寒冷的侵袭,体温更容易下降。

活动量的减少也影响着能量代谢与体温的关系。老年人活动量减少导致能量消耗降低,身体产生的热量也相应减少。在炎热环境中,由于活动量少,身体产生的热量相对有限,本应通过汗腺分泌汗液蒸发散热来维持体温平衡。然而,老年人汗腺功能减退,散热能力受限,即使热量产生不多,也可能因散热不畅而出现体温升高的情况。

内分泌系统对能量代谢和体温调节都有着重要的调控作用。例如,甲状腺素分泌减少不仅导致能量代谢速度减慢,也会影响体温调节。甲状腺素水平降低使得机体代谢率下降,产热减少,同时也可能削弱了体温调节中枢对体温变化的敏感性和调节能力。胰岛素敏感性下降引起的血糖调节异常,也会间接影响能量代谢和体温。高血糖状态可能影响神经和血管功能,进而干扰体温调节机制,而能量代谢的紊乱又可能进一步加重血糖的异常,形成恶性循环。

老年人在患病时,能量代谢和体温特点的变化相互交织,形成复杂的病理生理过程。

感染是老年人常见的疾病之一,感染引发的免疫反应会消耗大量的能量。身体在对抗病原体的过程中,免疫细胞的活化、增殖以及免疫因子的合成等都需要能量的支持。然而,由于老年人能量代谢调节能力下降,无法像年轻人那样迅速提高能量代谢来满足免疫反应的需求。这可能导致免疫功能受损,身体难以有效地清除病原体,使感染病情加重或迁延不愈。同时,感染通常会伴有体温升高的症状,但老年人的体温调节能力减弱,体温升高幅度可能较小,甚至不出现明显的发热反应。这种不典型的体温变化容易导致疾病的误诊或漏诊,延误治疗时机。例如,在细菌感染时,年轻人往往会出现高热,体温可达 38°C 以上,同时伴有明显的全身症状如乏力、肌肉酸痛等,这提示医生及时进行抗感染治疗;而老年人可能仅表现为体温略有升高,在 37.5°C 左右,甚至体温仍在正常范围内,但实际上身体内部已经存在较为严重的感染,若医生仅依据体温判断病情,可能会忽视感染的存在,从而给老年人的健康带来严重风险。

此外,一些慢性疾病如心血管疾病和糖尿病也会对老年人的能量代谢和体温调节产生长期的影响。心血管疾病会影响心脏的泵血功能和血液循环,导致身体各部位的血液灌注不足。这不仅会影响营养物质和氧气的输送,降低能量代谢效率,还会干扰体温的均匀分布和调节。例如,外周血液循环不良会使体表温度降低,而身体核心部位可能因为热量积聚而出现体温升高的假象。糖尿病患者由于长期的高血糖状态和胰岛素抵抗,能量代谢紊乱,神经和血管并发症逐渐出现。这些并发症会进一步削弱体温调节能力,使老年人在面对环境温度变化或疾病侵袭时更加脆弱,增加了发生体温异常和能量代谢失衡相关并发症的可能性。

老年人的能量代谢与体温调节之间存在着错综复杂的关联。从基础的生理机制到日常生活中的活动变化,再到内分泌系统的调控以及疾病状态下的相互影响,各个环节紧密相连。深入认识这种关联有助于我们更好地理解老年人的生理特点,为制定科学合理的健康管理方案提供依据。在老年人的保健和医疗实践中,应综合考虑能量代谢和体温调节的因素,采取针对性的措施,如合理的饮食营养支持以维持能量代谢平衡、适宜的环境温度控制以保障体温稳定、定期的健康检查以及疾病的早期诊断和治疗等,从而提高老年人的生活质量,降低疾病风险,促进健康老龄化。

考点提示

1. 老年人能量代谢与体温变化的过程及特点。
2. 能够运用所学知识对老年人进行初步健康教育。



单元十三 “练一练”

北京出版社