

特殊环境人群的营养与膳食

特殊环境人群是指长期生活或作业于某种特殊环境(如高温、低温、高原及辐射等),或接触有害因素(如铅、汞、砷和苯等)的人群。当人体受到这些环境因素影响时,在生理、生化和营养素代谢和需要上就会发生不同程度的损害甚至导致病理性改变或疾病。

处于特殊环境下的人群需要通过生理上的适应性改变,来维持机体处于特殊环境下的生活或作业状态,这些改变形成了机体对营养与膳食的特殊要求,合理营养与平衡膳食可增强机体对特殊环境的适应能力和对有毒物质的抵抗力。

一、高温环境人群的营养与膳食

高温环境(high temperature environment)是指在 30℃以上、相对湿度超过 80% 的生产劳动工作环境,包括夏季野外作业(如集训和行军)、高温强辐射作业(如炼钢、炼铁、炼焦和铸造)、高温高湿作业(如印染、造纸以及电镀)等。高温环境作业时,机体在生理、生化以及代谢等方面均出现明显的改变,直接影响到营养素代谢及营养素需要量。

(一) 生理和代谢特点

1. 水与电解质 高温环境下出汗量多少与热辐射强度和劳动强度高低以及湿度有关。一般每人出汗量可达 3~8L/d。汗液中,矿物质占到 0.3%~0.8%,其中以氯化钠为主,出汗多时,随汗丢失的氯化钠可达 20~25g/d 或更多,钾、钙和镁等丢失次之。

2. 心血管系统 随着大量汗液排出,体液丢失增多,引起血液浓缩,有效血流量减少,外周血管扩张血流量增大,肌肉血流量增加,心率加快,但心搏出量减少。同时,高温可致体温升高,皮肤血管扩张,末梢阻力下降,出现血压降低。

3. 消化系统 由于机体散热作用增强,血液重新分配,表现为体表血管血流量增多,内脏血管收缩,血流量减少,引起消化道血液不足,胃肠道运动功能减弱,消化腺功能减退,胃液、胰液和肠液

等分泌减少,消化液成分改变(如随着氯化钠丢失增加,氯离子储备下降,致使胃酸酸度降低),引起营养素的消化、吸收与利用降低。

4. 神经系统 高温对大脑神经细胞的抑制作用增强,中枢运动神经细胞的兴奋性降低,肌肉收缩能力和协调能力下降,表现出注意力下降、反应迟钝,容易发生疲劳。

5. 其他系统 高温引起肾血流量、肾小球滤过率以及尿量显著减少,严重时还可引起水电解质平衡失调;机体合成抗体减少,抵抗力减弱,拮抗和排泄作业环境中毒性物质的能力亦随之降低。

(二) 对能量和营养素代谢的影响

1. 能量 当环境温度超过 30℃时,机体能量消耗明显增加,其原因可能与基础代谢率增加、心肌收缩增强、末梢循环血量增加以及汗腺活动增强等有关。

2. 蛋白质 高温环境中基础代谢率增加,蛋白质分解代谢增强,尿中代谢产物肌酐、氮等排出增多;通过汗液可溶性含氮物质如尿素、氨、氨基酸、肌酸、肌酐和尿酸等的丢失也增多(含氮 200~700mg/L 汗液),造成蛋白质的需要量增加;对热环境产生适应后,汗液氮的丢失量减少,肾脏氮排出也代偿性减少。

3. 脂肪和碳水化合物 由于有关高温环境下膳食脂肪和碳水化合物的需要量研究缺乏充分的材料,所以尚无比较肯定的特殊要求,但高温环境引起人体食欲和消化能力减弱是一定的,应选择富含碳水化合物而脂肪量较少的食物,以进食者接受为适宜。

4. 水和矿物质 高温环境中机体大量排汗散热,水和矿物质丢失十分严重,也是中暑的重要原因。汗液中除含有钠、钾、钙、镁和氯等外,还有一定的铁、锌、铜、锰和硒等多种矿物质。如果大量出汗而又不及时补充,可导致矿物质缺乏和脱水。

5. 维生素 由于高温环境中能量消耗增加,能量代谢相关的维生素 B₁、维生素 B₂ 和烟酸等需要相应增加;机体对维生素 C 不仅消耗增多而且需要量增加。同时,由于水溶性维生素随汗液丢失增加,可造成这些水溶性维生素过多的损失。此外,高温环境也可使人体维生素 A 代谢加快,消耗量增加,最终导致机体对维生素 A 需要量的增加。

(三) 膳食营养需要

高温环境中的膳食营养重点是增加水和矿物质的摄入,也应适量增加蛋白质、碳水化合物和维生素的摄入量,并控制脂肪的摄入量;同时,应注意选择清淡易消化的食物。

1. 满足产能营养素需要 当温度超过 30℃时,环境温度每升高 1℃,能量需要量应增加 0.5%;碳水化合物供能不低于总能量的 58%,脂肪占总能量的 20%~25%(有人建议为 18% 左右),蛋白质供能占总能量的 12%,应适量增加含优质蛋白质较多的瘦肉、鱼、蛋、乳及其制品、豆及其制品等的摄入,最好占到总蛋白质的 50%。

2. 保证充足的维生素 水溶性维生素的摄入量与能量需要的增加与随汗液丢失多少有关,可根据作业人员实际劳动强度来调整摄入量。如维生素 B₁ 的推荐摄入量为 1.6~3.3mg/d,维生素 B₂ 则为 1.8~3.6mg/d,维生素 C 为 66~165mg/d,维生素 A 为 1400~1600μgRE/d。因此,应供给高温作业人员富含维生素 B₁(如谷类、豆类和瘦肉类)、维生素 B₂ 和维生素 A(如动物肝脏和蛋类)、维生素 C(如新鲜的蔬菜与水果类)的食物。必要时,适当给予维生素补充剂或强化剂。

3. 补充水和盐 以保持机体水电解质平衡为原则,及时补水和补盐。氯化钠的补充量应结合机体出汗状态,如出汗量为3~5L/d,需要食盐15~20g/d。饮料中含盐量一般以0.1%~0.2%为宜,最好适当添加一些矿物质,效果更佳。建议钾的适宜摄入量为2.7~3.1g/d,应注意摄入富钾的食物(如蔬菜、水果及谷豆类),避免出现中暑症状。钙的推荐摄入量为1000mg/d,铁为16~18mg/d。以各种汤(如菜汤、鱼汤和肉汤)交替选择作为补充水和矿物质的重要措施。必要时,也可通过复合盐制剂或葡萄糖电解质溶液进行补充。

4. 建立良好的进餐制度 根据高温作业的强度、时间情况,调整一日三餐的进餐时间和食量,避免饱餐后进行作业。中餐应适量减少,晚餐可适量增加,因此,建议早、中和晚三餐占总能量比例分别是35%、30%和35%。

二、低温环境人群的营养与膳食

低温环境(cold environment)主要是指温度在10℃以下的外界环境。一般可以分为低温生活环境(我国北方地区冬季较长,平均温度一般在-10~-20℃)和低温作业环境(如冬季野外、冷库和冰库作业、冬季游泳以及南北极考察等)。与高温环境因素一样,低温环境也可引起机体生理机能和营养代谢的改变。

(一) 生理与代谢特点

1. 消化系统 低温环境下,人体胃酸分泌亢进,胃排空减慢,食物在胃内消化较充分。有研究发现,寒冷环境可增加食欲和体重。

2. 心血管系统 低温刺激交感神经系统兴奋,引起细小动脉收缩,外周血管阻力增大;同时,血液黏稠度增加,血液流动缓慢,易出现血液循环障碍等;另外,血中儿茶酚胺浓度增高,引起心输出量增多,血压上升,心率加快等改变。

3. 呼吸系统 低温直接刺激呼吸道上皮组织,引起气道阻力增加,可加大哮喘病发生的危险性;因肺实质静脉收缩,引发进行性肺高压,增加死亡风险。

4. 神经系统 低温环境影响中枢和外周神经系统的功能,出现皮肤感觉异常、肌肉收缩力减弱、神经-肌肉的协调性以及灵活性等降低,机体容易疲劳。

5. 内分泌系统 低温刺激甲状腺素分泌增加,促进体内物质氧化所释放的能量以热的形式向体外发散,机体能量消耗增加;同时,去甲肾上腺素和肾上腺素分泌增强改变。

6. 体温调节系统 低温引起局部体温调节和血液循环障碍,长时间寒冷可引起局部性损伤(冻伤、冻疮)和全身性损伤(冻僵、冻亡)。

(二) 对能量和营养素代谢的影响

1. 能量 低温可引起人体能量消耗的增加,一般情况下,总能量增加5%~25%,这一现象与基础代谢率增高、寒战、御寒服装以及体格有关,还与甲状腺素分泌亢进,使体内物质氧化释放的能量以热的形式向体外放散有关。因此,在低温下生活或作业的人员能量需要量也增加。

2. 碳水化合物和脂肪 低温环境下,碳水化合物和脂肪的利用均增加,但以碳水化合物优先利用产热为主。持续的寒冷刺激可引起脂肪代谢酶活性的增加,机体组织摄取与利用脂肪的速率增加。

因此,低温环境下,机体营养素代谢变化中,体内供能方式先是以碳水化合物为主,逐渐转变为以脂肪和蛋白质供能为主,这一变化与低温条件下体内相关酶谱结构发生适应性改变有关。

3. 蛋白质 低温可引起机体对支链氨基酸(缬氨酸、亮氨酸和异亮氨酸)的利用增强。研究显示,蛋氨酸、酪氨酸可提高机体耐寒的能力。

4. 维生素 寒冷引起能量代谢加快及能量消耗增加,与能量相关的维生素 B₁、维生素 B₂ 和烟酸消耗量明显增加,维生素 C 和维生素 A 消耗增加。

5. 水和矿物质 低温环境下,肾脏泌尿作用增强,血锌、镁、钙和钠含量下降,体内钙和钠营养水平则明显不足。低温引起机体对水的需要量增加,以保持体液平衡。

(三) 膳食营养需要

1. 保证充足的能量 能量推荐需要量提高 10%~15%,在保证碳水化合物需要的基础上,增加脂肪摄入来满足机体对能量的需要,提高耐寒力。我国推荐膳食供能营养素比例分别是碳水化合物约 45%~50%,脂肪 35%~40%,蛋白质 13%~15%。

2. 提供优质蛋白质 注意增加肉类、蛋类、鱼类以及豆制品的摄入。

3. 选择富含维生素的食物 与常温下比较,低温环境中人体维生素的需要量约高 30%~50%。在提高耐寒力方面,抗氧化维生素(如维生素 C、维生素 E 和胡萝卜素)同膳食脂肪具有协同作用。

4. 补充矿物质 注意补充钙、钾、锌和镁等矿物质,增加新鲜果蔬和奶制品的摄入。

5. 控制食盐的摄入 一般建议摄入量为 15~20g/d。

6. 保证水的供应 为防止水与电解质失衡,出现等渗或高渗性脱水现象,应保证充足的水分摄入。

三、高原环境人群的营养与膳食

高原(altiplano)是指海拔高于 3000m 以上的地区,具有大气压和氧分压低、日照时间长、湿度低等特点,这些独特的地理自然环境因素可引起机体发生多种生理调节、营养物质代谢和需要量的改变。

(一) 生理与代谢特点

1. 中枢神经系统 脑组织具有耗氧量大、代谢率高、氧和 ATP 储存少以及对低氧耐受性差的特点。急性低氧使机体有氧代谢降低,能量产生障碍,导致脑组织能量供应不足,引发脑功能障碍;低氧性钠泵功能紊乱引起钠和水进入脑细胞,易引发脑水肿、自主神经功能紊乱等。

2. 呼吸系统 高原低氧刺激呼吸加深加快,肺活量、肺通气量和肺泡内氧分压增高;低氧可使肺血管收缩,造成肺动脉高压和肺源性心脏病。

3. 心血管系统 高原低氧引起心肌收缩力下降,易导致心肌功能衰竭和猝死,毛细血管损伤,形成局部血栓;长期缺氧可刺激红细胞和血红蛋白增多、血浆黏度增加、血压异常及心脏肥大等。氧分压低容易引起红细胞数增加、血氧含量和血氧饱和度降低,使组织细胞不能进行正常的生化代谢。

4. 消化系统 高原低氧时,人体胃肠黏膜缺氧,胃肠功能紊乱,出现消化液分泌减少,胃蠕动减弱,胃排空时间延长。同时,还会出现食欲下降,摄食量减少等。

5. 内分泌系统 儿茶酚胺和糖皮质激素分泌增加等。

6. 其他 长期缺氧可出现高原指甲凹陷症等。

(二) 对能量和营养素代谢的影响

1. 产能营养素 低氧时,能量需要量增加,其推荐摄入量在非高原人群基础上增加 10%。蛋白质和氨基酸分解代谢增强,尿氮排出增加。脂肪分解大于合成,脂肪储存量减少,血甘油三酯、胆固醇和游离脂肪酸水平升高,严重者可引发酮血症。糖的有氧代谢受阻,糖酵解增强,出现血糖降低、血乳酸和丙酮酸含量增加的改变,糖异生受阻,糖原储备量减少。

2. 矿物质与维生素 急性低氧时,机体出现水和电解质代谢紊乱,出现细胞外液转移入细胞内,细胞内外电解质的改变,表现为血钾、钠和氯含量增加,尿钾、氯排出量减少;血钙浓度增加,可能与日照有关。急性低氧时,尿维生素 B₁、维生素 B₂ 和维生素 C 排出量增加,机体对维生素 A 需要量增加。

(三) 膳食营养需要

1. 满足产能营养素的需要 其能量供给在非高原作业基础上增加 10%,且以增加碳水化合物摄入量为主;同时,应注意增加鱼类、肉类、蛋类和大豆及其制品供应以满足优质蛋白质的摄入,这样对维持体力、提高心肌功能有意义;有学者建议高原作业人员三大产能营养素蛋白质、脂肪和碳水化合物各占总能量比分别为 12%~13%、25%~30% 和 55%~65%;必要时可适量提高碳水化合物供能的比例。

2. 供给充足维生素与矿物质 维生素多以辅酶形式参与有氧代谢过程,因此,应特别注意补充维生素(维生素 A、维生素 B₁、维生素 B₂ 和维生素 C)的摄入,提高机体对低氧的耐受力。同时,还要注意给予矿物质(如铁、锌),以维持电解质代谢平衡。轻中等体力劳动者推荐摄入量分别为维生素 A 1000 μ g RE/d,维生素 B₁ 2.0~2.5mg/d,维生素 B₂ 1.5~2.5mg/d,维生素 C 80~150mg/d;铁 25mg/d,锌 20mg/d,钙 800~1000mg/d。

3. 补充水分 适当补水可维持体液平衡,促进食欲,防止水电解质代谢紊乱,但应注意预防脑水肿和肺水肿。

四、接触化学毒物人群的营养与膳食

人体接触的外源性化学毒物侵入并作用机体后,大多数经过肝脏微粒体混合功能氧化酶(mixed-function oxidase, MFO)代谢,减毒并排出体外,部分则可直接作用于神经、血液和消化等系统并使其发生暂时或持久性的病理学改变。然而,许多膳食营养素具有促进毒物代谢转化,捕捉和清除自由基以及抑制脂质过氧化等解毒作用,合理营养和平衡膳食以及良好的机体营养状况可以提高人体对有毒物质的解毒能力和抵抗力。本节主要介绍铅和苯作业人员的营养与膳食。

(一) 铅作业人员

铅(plumbum, Pb)是我国常见的工业有毒物质。接触铅作业主要有从事铅矿的开采与冶炼、熔铅、油漆、印刷、陶瓷、染料和蓄电池制造等行业。铅及其化合物可以通过呼吸道、消化道和皮肤进入体内,经血循环分布在全身各组织和细胞中,引起铅作业人员的急性和慢性中毒。

1. 铅在体内代谢特点和对营养素代谢的影响

(1) 铅在体内的代谢和毒性:血循环中的铅大部分与红细胞膜和血浆蛋白结合,少部分则形成磷

酸氢铅 (PbHPO_4) 和甘油磷酸铅可溶性铅随尿排出,也可通过粪便、唾液及乳汁等排出。铅以磷酸铅 [$\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$] 的形式沉积在骨骼中,与血液软组织中的铅保持一个相对稳定状态。但当血钙水平低下,骨铅(磷酸氢铅的形式)进入血液,分布于脑、肝脏、脾脏、肾脏等脏器中,产生毒性作用。铅毒作用主要是与蛋白质、脂质和核酸的大分子形成共价结合(如蛋白质结构中的巯基结合,抑制毒物代谢转化),诱发氧化损伤、细胞钙稳态失调,表现出一系列的毒性作用,如血液和造血系统引起红细胞溶血、低血红蛋白性贫血等,神经系统出现神经衰弱综合征、多发性周围神经炎和中毒性脑病(典型表现为四肢末端手套样感觉减退和腕下垂)等,消化系统则出现食欲缺乏、腹痛和中毒性肝炎,泌尿系统出现肾衰竭等,有的还可出现生育功能和发育障碍。

(2) 铅对营养素代谢的影响:铅通过抑制巯基酶活性,使血红蛋白合成减少。由于在肠道吸收过程中,铅与锌、铁和钙等矿物质的转运蛋白相同,相互间存在竞争性抑制作用,血铅增高会直接降低锌、铁和钙等的吸收率。铅可促进维生素 C 不可逆的氧化过程,使其失去生理功能,如长期接触铅可引起机体血液和尿中维生素 C 水平下降,出现维生素 C 缺乏症。铅使 $1,25\text{-(OH)}_2\text{D}_3$ 的分解代谢加强,活性型维生素 D_3 减少,影响钙的吸收和利用。

2. 膳食营养需要 铅作业人员的膳食原则:在接触少量铅时,食物选择以富含磷和硫的肉类和谷类等食物为主,使沉积于骨骼中的铅转入血液,形成可溶性磷酸氢铅,经尿排出。急性铅中毒时,以富含钠、钾和钙等的水果、蔬菜以及奶类等食物为主,使血中高浓度的磷酸氢铅转变为磷酸铅沉积骨骼中,缓解铅的急性毒性,随后采取富含钠、钾和钙食物和富含磷和硫的食物交替使用的方法,促进体内铅逐步排出。

(1) 保证足量优质蛋白质的摄入:铅作业人员的蛋白质供能应占总能量的 15%,增加富含巯基氨基酸(蛋氨酸和胱氨酸)的优质蛋白质的摄入,提高谷胱甘肽铅复合物排铅解毒的作用,降低体内铅储留,降低机体对铅毒的敏感性。

(2) 保证充足的碳水化合物的摄入,同时限制脂肪的摄入:碳水化合物可提供解毒反应过程中需要的能量和结合反应所需的葡萄糖醛酸,提高机体对毒物的抵抗力。碳水化合物供能占总热能量的 65% 以上。脂肪可促进铅在小肠的吸收,加重铅的毒性作用,应限制脂肪的摄入量,建议脂肪供能小于总能量 20%。

(3) 适量的矿物质:膳食钙可以影响铅的毒性,对铅作业人群十分重要,可避免因食物钙不足导致血钙降低,大量骨铅随骨钙溶出入血所引起的毒性作用。建议摄入钙 $800\sim 1000\text{mg/d}$ 。另外,注意补充铁、锌和铜的摄入,增加与铅在肠黏膜受体的竞争力,减少铅吸收;同时,可降低铁结合蛋白对铅毒性的敏感性降低,减轻贫血和生长发育障碍的程度。

(4) 充足的维生素:补充维生素 C 可维持巯基酶活性,促使还原型谷胱甘肽与铅离子结合排出而解毒;还能与铅结合形成难溶的抗坏血酸铅盐,经粪便排出;建议铅接触者维生素 C 的推荐摄入量为 $150\sim 200\text{mg/d}$ 。适量补充维生素 B_{12} 和叶酸,以促进红细胞的生成和血红蛋白的合成;此外,维生素 B_1 、维生素 B_2 和维生素 B_6 均有神经系统的保护作用,对防治铅中毒也有着重要的意义。

(5) 适量的膳食纤维:果胶、植酸等膳食纤维可沉淀肠道内的铅,降低铅吸收并加速排出。因此,应保证一定量蔬菜、水果及谷类和豆类的摄入。

(二) 苯作业人员

苯(benzene)为芳香族碳氢化合物,是一种重要的化工原料。接触苯的工作主要有生产苯、含苯化工原料、含苯有机溶剂(如炼焦、石油裂化、油漆、染料、合成橡胶、农药、印刷以及合成洗涤剂等的生产。合理膳食结合某些特定营养素的补充,对防治苯中毒具有较好的作用。

1. 苯对机体的毒作用和营养素代谢的影响

(1) 苯对机体的毒作用:主要以蒸汽形式经呼吸道进入体内,液态苯可经皮肤侵入人体,在胃肠内完全吸收。因具有强的亲脂性,苯可直接吸附到细胞表面,抑制细胞氧化还原过程,降低细胞活性,减少 ATP 合成;还可以与谷胱甘肽和其他含巯基的活性物质结合,使巯基酶失去活性。苯在体内发挥毒副作用靶器官是神经系统和造血系统,急性中毒主要对中枢神经系统呈麻醉作用,慢性中毒则对造血系统损害为主,严重者可以发展为再生障碍性贫血或白血病。

(2) 苯对营养素代谢的影响:苯可增加蛋白质的损失和减少铁的吸收,减少体内维生素 C 的储存,降低血维生素 C 水平,并增加机体对维生素 C 的消耗。另外,因苯可导致食欲缺乏,胃肠功能紊乱,使得机体维生素和矿物质摄入不足,吸收与利用障碍。

2. 膳食营养需要

(1) 增加优质蛋白质的摄入:富含硫氨基酸的蛋白质对预防苯中毒有保护作用。因为苯的解毒过程需要谷胱甘肽(GSH)和硫酸,苯的生物转化需要一系列的酶,而 GSH 的合成与巯基酶的活性与机体蛋白质营养状态有关。

(2) 保证充足的碳水化合物:可以提高机体对苯的耐受性,这与碳水化合物代谢过程中可以提供解毒物质葡萄糖醛酸和解毒过程所需要的能量有关。

(3) 限制脂肪摄入:因苯具有强的亲脂性,膳食脂肪含量过高可促进苯在体内的吸收和蓄积,增加机体对苯的敏感性。

(4) 注意增加维生素和矿物质的摄入:维生素 C 参与谷胱甘肽氧化还原反应、增加混合功能氧化酶的活性,可提高机体的解毒能力;建议维生素 C 摄入量 150mg/d;并补充一定量的维生素 B₆、维生素 B₁₂ 及叶酸;适量增加富含维生素 A 和维生素 E 的食物,保护神经系统,增加机体对苯的拮抗作用。适当增加铁的摄入量,预防苯中毒所致的贫血。

五、接触电离辐射人群的营养与膳食

电离辐射(ionizing radiation)是由引起物质电离的粒子(如 α 粒子、 β 粒子、质子和中子)或电磁(χ 射线和 γ 射线)构成的辐射。常见的电离辐射有 χ 射线和 γ 射线。人体接触到的电离辐射方式可分为两种:外照射是指发生于外环境的电离辐射,如核试验、核动力生产、医疗 X 射线、电脑显示器、手机及其他电子设备等;内照射是指进入体内的放射性核素持续产生电离作用形成的辐射。辐射作业环境者对辐射的敏感性和对辐射损伤的耐受性均与人体的营养状况密切相关。

(一) 电离辐射对人体生理、营养代谢的影响

电离辐射可直接和间接造成 DNA、RNA、蛋白质以及生物膜脂质等重要生物分子的原发性和继发性的损伤,引起接触电离辐射人群近期(机体抵抗力降低)和远期(如癌症发生率和死亡率

增加)的健康有害效应。因此,辐射环境作业人员的营养防护对人体保健和生产安全都是十分重要的。

1. 对产能营养素代谢的影响 机体能量代谢情况与对辐射敏感性程度有关,能量代谢率高者,辐射损伤严重。辐射后,由于核酸代谢异常,蛋白质合成代谢受阻,如血清白蛋白和球蛋白、抗体及胶原蛋白等合成减少,而氨基酸分解代谢增强,尿氮排出量增加,出现负氮平衡。大剂量的辐射可加快脂质合成,血清甘油三酯、胆固醇等水平升高,发生高脂血症等。同时,辐射可加重机体脂质过氧化反应,影响生物膜的功能和结构。辐射还可导致氨基酸糖异生作用加强,糖酵解作用减弱,机体对糖的利用能力异常。

2. 对矿物质代谢的影响 大剂量照射后,尿钾、钠和氯离子排出增多,通过呕吐和腹泻物引起钠、氯离子丢失增加,导致电解质紊乱。照射后血清锌、铁、铜、镁与硒的含量也发生改变。

3. 对维生素代谢的影响 由于辐射引起机体产生大量的活性氧自由基,促进了抗氧化维生素(如维生素 C、维生素 E 和 β -胡萝卜素等)的消耗;另外,血中 B 族维生素含量减少,尿 B 族维生素尤其是维生素 B₁ 排出量增加,组织对维生素的利用率下降。

(二) 膳食营养需要

1. 保证充足的产能营养素供给 能量、蛋白质和必需氨基酸(如蛋氨酸和组氨酸)摄入不足可以增加机体对辐射的敏感性,增加机体能量消耗、加重组织损伤和延缓恢复。一般建议蛋白质供能占总热能的 12%~18%,以补充优质蛋白质为主;碳水化合物占 60%~65%,应选择防辐射效果好的果糖和葡萄糖;注意适量增加必需脂肪酸的摄入,控制血脂水平的升高,不建议增加脂肪占总能量的比例。

2. 选择富含抗氧化营养素的蔬菜和水果 保证足量的维生素 C 和适量脂溶性维生素(维生素 A、维生素 E 和维生素 K)的摄入,以减少辐射介导的活性氧对机体的损伤。同时,也应选择富含 B 族维生素(维生素 B₁、维生素 B₂ 和维生素 PP、维生素 B₆、叶酸和维生素 B₁₂)的食物,增加机体防辐射效果。

3. 补充适量的矿物质 在保持水盐代谢平衡的基础上,适量增加微量元素(如锌、铁、铜、硒和锰)和常量元素(钠和钾)的摄入量,并注意矿物质之间的平衡。

4. 注意多种营养物质配伍 增加抗氧化物质的摄入,提高机体对辐射损伤的综合防护作用。