

# 微量元素锌、锰、铜的免疫作用

刘 漩

陕西省西安市周至县扶贫开发领导小组办公室,陕西西安 710400

**摘要** 本文主要介绍了锌、锰、铜 3 种微量元素的免疫作用。在动物体内,微量元素虽然含量微小,但具有极其重要的生理功能。

**关键词** 锌;锰;铜;微量元素;免疫作用

微量元素是指生物体内含量不足万分之一的元素。微量元素是动物机体的生命元素,且不像某些维生素能在体内自行合成。生命活动是许多活性物质所参与的各种化学反应的总结果。在这些生物活性物质中,有不少就是含无机元素(特别是含金属元素)的络合物,它们在细胞调节、神经传导、免疫应答、机体代谢等生物学过程中起着关键作用。微量元素结合在蛋白质分子上可直接参与化学催化或者维持蛋白质的结构和稳定。

免疫系统担负着机体免疫监视、免疫防御与自身稳定的功能。微量元素与动物免疫的关系十分密切且日益受到人们的高度重视。与其他类型的细胞一样,免疫细胞需要足够的微量元素来表达和保护关键金属蛋白的结构与功能。微量元素缺乏时,可使免疫器官萎缩,体液免疫和细胞免疫功能降低。微量元素可增强自然杀伤细胞的活性,促进细胞因子的产生。由此可见,微量元素通过提高机体的免疫功能,在抗感染、抗肿瘤、增强机体的抵抗力等方面发挥重要作用。

## 1 锌的免疫作用

锌是动物生长和生命活动所必需的微量元素,在机体的结构、调节、催化活性方面发挥重要作用,至少 300 种酶以锌为辅助因子参与脂质、糖类、蛋白质和核酸代谢。含锌金属酶中锌主要表现出 3 种特性,结构性、催化性和辅助催化性。从细胞内稳态调节到生物分子的新陈代谢,从核酸合成与分解代

谢到基因表达与调控,以及从细胞的增殖到凋亡,锌几乎伴随着整个生命过程。

锌对动物中枢免疫系统和外周免疫系统都发挥重要作用,在微量元素中,锌对免疫功能的影响最明显。锌可通过各种锌依赖酶参与并调节免疫功能。体内锌含量减少可引起细胞免疫功能低下,对疾病易感性增加。锌缺乏时,导致细胞内 cAMP 含量和 cAMP/cGMP 值升高,细胞 DNA 合成减少,细胞增殖分化受到抑制,影响 T、B 淋巴细胞的发育成熟,T 淋巴细胞和 B 淋巴细胞的数量大大减少,自然杀伤细胞活力降低,巨噬细胞的功能受到抑制,免疫球蛋白的浓度和百分比发生改变,最终导致淋巴器官退化和萎缩。缺锌还影响 B 细胞在骨髓中的发育。充足的锌可维持细胞自噬作用,但缺锌则通过细胞凋亡途径导致细胞死亡。在基础饲料中添加锌,可显著提高机体的免疫器官指数、提高免疫球蛋白及补体含量。自由基对免疫系统具有调节作用,低浓度的氧自由基是激活淋巴细胞的阳性因子,高浓度的自由基可抑制淋巴细胞的活性。锌参与抗氧化酶铜/锌超氧化物歧化酶(Cu/Zn-SOD)的构成。Cu/Zn-SOD 可清除超氧阴离子自由基。某些免疫细胞的发育和活化依赖锌离子介导的信号传导,例如含锌金属硫蛋白能经氧化反应将结合的  $Zn^{2+}$  释放出来,这一生理过程正是  $CD4^+$  T 细胞受刺激后能快速提高胞内锌离子浓度的基础。免疫细胞中金属硫蛋白的表达和细胞激活后锌信号的增强是机体免疫调节机制中的重要组成部分。

## 2 锰的免疫作用

锰是人和动物体内必需的微量元素,在机体正常发育,脂类、氨基酸和葡萄糖代谢及细胞能量调节中发挥着重要作用。但是摄入过多的锰会在体内过量蓄积导致神经系统损伤而产生线粒体功能障碍、氧化应激、蛋白失衡等毒性反应。锰在细胞内的许多代谢反应过程中具有重要作用,包括脂质、蛋白质、碳水化合物及各种酶。锰在酶的激活和抗氧化应激过程中也起着重要作用,锰过氧化氢酶(Mn-CAT)和 Mn-SOD 都需要锰。锰稳态失衡会改变酶的活性,如精氨酸酶、谷氨酰胺合成酶、丙酮酸羧化酶等;锰失衡改变脂质及碳水化合物代谢;锰失衡改变锰敏感性信号转导通路,如 IGF-AKT 和 ATM-p53 途径;锰失衡会产生活性氧、自由基和有毒代谢物,线粒体功能和 ATP 的产生会发生改变,细胞内抗氧化防御系统受损而产生氧化应激。一定剂量的二价锰可刺激免疫器官的细胞生成,从而增强细胞免疫功能。锰还可以增加体内干扰素的含量,从而增强巨噬细胞的吞噬能力。

## 3 铜的免疫作用

铜在动物体内起着非常重要的作用。铜作为辅助因子和组成部分参与构成多种蛋白和酶,如 Cu/Zn-SOD、细胞色素 C 氧化酶、酪氨酸酶等,主要

参与氧化-还原反应、电子传递、歧化超氧化物等多项生化功能,能抑制体内自由基的生成,维持动物细胞生物膜的完整性。

铜对非特异免疫和特异性免疫系统以及体内的细胞因子等方面都有重要的影响。铜可改善对 T 细胞毒性作用,铜缺乏可导致碱性 T 淋巴细胞缺陷,表现对 T 细胞介导的感染敏感性提高。铜是构成血清免疫球蛋白的结构成分,并在 IgM 向 IgG 生成过程中起重要作用。机体铜缺乏时,肝脏单核细胞功能降低,铜缺乏也可减弱有丝分裂原诱导 DNA 合成。铜通过调节肿瘤坏死因子、干扰素、IL-2 等因子的含量而影响 T 细胞、B 细胞、自然杀伤细胞、巨噬细胞的发育和活性调节机体的免疫功能。另外,铜通过由它构成的酶组成机体防御系统,增加细胞抗炎症和抗氧化能力,增强机体免疫机能。

在动物体内,微量元素虽然含量微小,但具有极其重要的生理功能,涉及生长发育、新陈代谢、内稳态调节、神经活动、免疫功能、氧化应激、信号转导、基因调控及内分泌等几乎所有的生命活动过程。微量元素在调节机体免疫功能方面起着极其重要的作用。体内微量元素含量不足时,会引起代谢紊乱,免疫器官萎缩,从而导致免疫功能低下,易受细菌、病毒的侵入和感染。微量元素及其协同作用对免疫功能影响还需更深入研究。

### 干奶期奶牛饲养管理要点

干奶期乳牛(或称干乳牛)是指从停止挤奶到产犊前 15 d 的经产母牛,本阶段的饲养目标是保证胎儿发育、膘情恢复及营养储备。

干乳牛体况应维持中等水平,母牛过肥容易难产,且产后多数食欲不振,易引起酮病。所以停奶后的 10 d 内应多喂干草,然后根据乳牛体况、乳房膨胀及食欲等情况调整日粮。如母牛体况较差,乳房未膨胀,可适量补喂精料;相反如体况上等,乳房膨胀,则可不喂精料。一般日粮干物质饲喂量应控制在母牛体重的 2%,其中精料饲喂量为体重的 0.6%~0.8%。精粗比为 35:65,一般体重为 600 kg 泌乳牛干奶期日粮为:精料 4 kg,青贮玉米 20 kg,青干草 5 kg。为增进乳牛健康,日粮还应补喂矿物质、维生素和食盐。

有条件的乳牛场,干乳牛每天可运动 2~3 h,这样有利于分娩,也可预防产后胎衣不下、瘫痪及肢蹄病等。

来源:中国兽药 114 网