铅干扰人体必需元素及酶活性的研究近况

昆明冶炼厂医院 (650100) 夏学经 (综述)

北京医科大学第三医院 王世俊 (审校)

昆明冶金职业病防治院 王 锐 (审校)

铅是对人体有害的元素,国内外学者对铅接触者体内必需元素及有关酶活性进行了测定分析,但结果各异。现就近年来关于铅干扰人体内必需元素钙、镁、铁、铜、锌、锰、铬、镍等含量及其有关酶活性的资料综述如下。

1 铅对血液中必需元素的影响

已知接铅工人血铅浓度与接触剂量呈正相关。Baumslag 等发现,母体含铅量增高影响胎盘锌、铜的吸收和运转^[1]。据报道铅接触者血液中的铅、镉、镁、锌、铜、铁、钴、镍、硒、铬含量均显著增高,钙、锡、锰无明显改变^[2]。王培安^[3]发现摄入超量铅对人体必需的二价元素镁、钙、锌、铜干扰较大,血清浓度均低下。崔玉清^[4]认为职业性接触铅工人血清锌含量明显下降,可能是锌铅互相拮抗,铅负荷增高影响锌元素的摄取和分布。王智芳等^[5]测定了 32 名铅蓄电池制造工人的血铅、铜、锌,发现血中铅、铜增高,而血锌在血铅浓度为 $156.5 \pm 42.0 \text{ mmol/L}$ 时虽有降低,但无显著性差异;在血铅浓度为 $358.9 \pm 175.3 \text{ mmol/L}$ 时血锌明显降低;同时还发现血中铅与铜比值呈显著性负相关 ($r = -0.481, P < 0.05$)。赵学文^[6]分析了铅中毒患者血中微量元素之间的相关性,认为铅中毒者全血中钛显著降低;铅、锌、锰、铬、铝均增高;钙、铜、铁增高和镁减低,但差异性不显著。张学书^[7]检查 38 名接铅男工血中铅、钙、镁、锌、铜、镉浓度,认为血铅增高而钙、镁、锌、铜、镉无明显改变。

2 铅对精液中必需元素的影响

精液中含有多种微量元素,对维持精液中精子的正常活动起重要作用^[8]。血铅浓度增高时,精液铅浓度可达到较高水平,而精液锌浓度下降,两者呈负相关^[9]。Wildt 等检查 16 名接铅工人精液中锌、镁的变化,发现镁、锌浓度下降。Telismen^[10]调查 101 名血铅为 $5.75 \sim 50.24 \mu\text{mol/L}$ 的铅作业男工,也发现精液中锌含量下降。张学书^[7]测定 38 名接铅男工精液中铅、镉、锌、铜、镁浓度,认为精液中铅浓度增高可能影响精液中必需元素的稳定性。周袁芬^[11]发现接铅者一次射精后,精液中锌总量和镁浓度明显下降。动物实

验证明,小鼠醋酸铅灌胃后,睾丸中锌含量下降,镁含量有所增高^[12]。

3 铅对头发中必需元素的影响

接铅工人头发中的微量元素有变化。孙静萍^[13]检查发现,铅接触者头发中铜、铁、锰降低,铬、镍、铝、镉升高,铜/铝比值降低,但由于接触铅烟中含有镉,铅镉含量均增高,以上变化也可受镉的影响。

铅对血液、精液、头发等组织中所含必需元素均有不同的影响。铅负荷增加时,锌含量普遍降低,钙、铜、铁等含量有所增高,反映出必需元素的正常组合及比例关系已处于失衡状态。这些是否与铅中毒影响心血管、肾功能、生殖功能、神经系统有关,尚待进一步研究。因为必需元素在神经、肌肉的正常生理活动,酶活性以及体液渗透压调节等生理功能的完成中起着重要的作用。

4 铅对酶的影响

铅能与氨基酸残基结合。铅中毒时,体内血红素合成过程中的巯基酶,如 δ -氨基- γ -酮戊酸脱水酶 (ALA-D) 和血红素合成酶受抑制。此外影响 δ -氨基- γ -酮戊酸合成酶 (ALA-S) 和粪卟啉原氧化酶或脱羧酶活性。红细胞嘧啶 5'-核苷酸酶 (P5N), NAD 合成酶活性下降^[14]。红细胞精氨酸酶活性下降且存在剂量-效应和反应关系^[15]。血清含锌酶——ALP, 超氧化物歧化酶 (SOD) 活性降低^[4]。磷酸葡萄糖异构酶、磷酸果糖激酶、丁醛醇酶活性代偿性增高,细胞色素氧化酶及巨噬细胞内的蛋白激酶也受抑制^[14]。线粒体内二氧硫辛酸脱氢酶、琥珀酸脱氢酶、腺苷酸环化酶受抑制^[16]。酪氨酸酶、羟基酶等多种酶活性受影响^[17]。醋酸铅染毒大鼠血浆中钙调素、 $\text{K}^+ - \text{Na}^+ \text{ATP 酶}$ 、 $\text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+} \text{ATP 酶}$ 均显著降低,揭示 Pb^{2+} 干扰细胞内钙稳态^[18]。且证实低浓度铅时,铅取代钙激活线粒体 $\text{Ca}^{2+} - \text{ATP 酶}$,而高浓度则与 $\text{Ca}^{2+} - \text{ATP 酶}$ 上的 -SH 基结合而抑制该酶活性^[17]。在铅接触人体内虽有同样的分析结果,但无剂量-效应方面资料^[19]。

铅易通过血睾屏障。接铅者精液中酸性磷酸酶活性降低^[10]。Wiebe 等经动物实验后认为雄性激素合成

中的一些关键酶受抑制，如 3 α -羟类固醇氧化还原酶，3 β -羟类固醇氧化还原酶活性明显减低^[20]。

机体内铅负荷的增加，大部分酶的活性受到了不同程度的影响，普遍认为酶活性受铅的抑制或降低，个别酶活性也可增强。由于大部分酶与必需元素有密切关系，且必需元素构成酶的辅基或活性中心，这些酶利用所含必需元素在周期表上位置不同，性质各异，如必需微量元素除碘外，属过渡元素，具有电荷易变化的特性，通过电子得失进行氧化还原反应，而产生生理功能。铅干扰体内必需元素及其生理组合的比例关系的平衡，因而铅又使受必需元素影响的金属酶及生物大分子，如铁、铜、锌参与构成的血红素合成酶、ALP、SOD等与钙参与的钙调素等的活性降低或抑制。而这些酶对机体正常的能量代谢，遗传生殖功能，血红蛋白生成，神经肌肉活动等生理机能重要的作用。如血红素合成酶受抑制影响血红蛋白的生成；钙调素及其依赖酶受抑制、琥珀酸脱氢酶受抑制影响神经肌肉的生理功能和能量代谢。

综上所述，铅是能损伤全身各系统、各组织的毒物，它除了干扰人体必需元素的正常含量，扰乱必需元素的生理组合及比例关系的平衡状态，还干扰人体内酶及生物大分子的生理活性。总之，铅对人体的损害不一定是铅单一的直接作用，而可能是铅及其所致元素失调，尤其必需微量元素失调的共同作用，使机体内酶系统失去正常生理活性而产生毒性。

5 参考文献

1 Baumslag N, et al. Arch Environ Health 1974; 29 : 186

2 孙书芹. 中华劳动卫生与职业病杂志 1992; 10 (6) : 378
3 王培安. 职业医学 1993; 20 (2) : 70
4 崔玉清. 中国工业医学杂志 1994; 7 (1) : 18
5 王智芳, 等. 中华劳动卫生与职业病杂志 1990; 8 (2) : 78
6 赵学文. 中国工业医学杂志 1993; 6 (1) : 18
7 张学书. 工业卫生与职业病杂志. 1992; 18 (5) : 261
8 孔祥瑞. 必需微量元素的营养生理及临床意义. 合肥. 安徽科学技术出版社 1985 : 1~7
9 何群, 等. 中国工业医学杂志 1993; 6 (1) : 12
10 Telismen S, et al. Semen quality in men with respect to blood Lead and Cadmium levels, Abs tracts of the International Sympa-giumon Pb and Cd Toxicology. 1990 : 129-132
11 周袁芬. 工业卫生与职业病 1992; 18 (4) : 213
12 夏俊杰, 等. 职业医学 1987; 14 (4) : 54
13 孙静萍, 等. 职业医学 1992; 19 (3) : 181~182
14 赵万千. 中华劳动卫生与职业病杂志 1994; 12 (2) : 117
15 丁训诚, 等. 中华劳动卫生与职业病杂志 1990; 8 (2) : 114
16 夏元洵. 化学物质毒性全书. 上海. 上海科学技术文献出版社. 1991; 126
17 McIntosh MJ, et al. Xenobiotica J. 1989; 19 (1) : 101
18 姜允申, 等. 职业医学 1992; 19 (4) : 242
19 邹和建, 等. 中国工业医学杂志 1994; 7 (1) : 29
20 Wiebe J. P, et al. J. Toxic. Environ Health 1982; 10 : 653

(收稿: 1994—12—28 修回: 1995—07—21)

健康监护学术会议征文通知

中华预防医学会职业病专业委员会职业健康监护学组拟于 1996 年 10 月召开全国学术交流大会，征文内容为：(1) 如何保证就业前健康监护工作的全面落实；(2) 定期健康监护的管理模式；(3) 健康监护工作规范的研制；(4) 职业禁忌证的研究；(5) 劳动能力鉴定的研究；(6) 其它有关职业健康监护工作的调查与研究；(7) 健康监护筛选出观察对象的管理；(8) 与工作有关疾病的健康监护。

来稿请用原稿纸誉写，不超过 4000 字，附 500 字左右摘要。来稿请寄沈阳市劳动卫生职业病研究所职业健康监察科白汝义收。地址：沈阳市铁西区南十一西

路 18 号，邮编：110024，电话：024—5873841，并在信封上注明：“健康监护会议征文”字样。通过邮局汇寄稿件处理费，每稿 10 元。来稿一经采用，部分发表在《中国工业医学杂志》上。来稿一律经专家评审，如被评为优秀论文，除授予优秀论文证书外，尚颁发奖金。

稿件截止日期为 1996 年 6 月末，以邮戳为准，会议地址另行通知。

中华预防医学会职业病专业委员会职业健康监护学组