



猕猴脱毛的营养学因素分析

鲁帅尧 和占龙 陈丽雄 赵 远 禹文海 王俊斌 杨凤梅

(中国医学科学院 北京协和医学院医学生物学研究所, 昆明 650118)

【摘要】 目的 通过对猕猴脱毛的相关营养学指标的比较分析,为改善人工饲养猕猴脱毛状况及其防治提供参考数据。方法 根据被毛状况分组 A、B、C,采集试验猴被毛和血清,测定其微量元素和氨基酸以及血清矿物元素,对各组相应指标进行比较分析。结果 各组试验猴被毛 Cu、Fe 含量无显著性差异 ($P > 0.05$),但 Mn、Zn、Pb、As 则均有极显著性差异 ($P < 0.01$)。被毛脯氨酸、缬氨酸、氨和精氨酸的含量 A 组和 B 组极显著低于 C 组 ($P < 0.01$),酪氨酸含量则是 A 显著低于 B 组 ($P < 0.05$),且极显著低于 C 组 ($P < 0.01$),B 组又显著低于 C 组 ($P < 0.05$);胱氨酸含量 C 组高于 A 组和 B 组 ($P < 0.01$);苯丙氨酸含量是 B 组高于 C 组 ($P < 0.05$),且高于 A 组 ($P < 0.01$),C 组又高于 A 组 ($P < 0.05$);赖氨酸、组氨酸和氨基酸总量含量是 C 组高于 A 组 ($P < 0.05$) 和高于 B 组 ($P < 0.01$),A 组高于 B 组 ($P < 0.05$)。其余氨基酸均无显著性差异 ($P > 0.05$)。A、B 组的血清 Mg、P、Cu 和 Ca 的含量高于 C 组,其余矿物元素的含量基本一致。结论 Mn 过量、Zn 的供给不足可能是影响人工饲养猕猴被毛质量的因素;胱氨酸对改善猕猴被毛品质、提高被毛质量应该有一定作用;高营养水平的 Ca、Mg、P 和 Cu 可能会影响人工饲养的猕猴的被毛质量。

【关键词】 猕猴; 脱毛; 营养学; 矿物元素; 氨基酸

【中图分类号】 Q493 R332 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1671-7856(2011)07-0033-06
doi: 10.3969/j.issn.1671.7856.2011.07.007

Analysis on the Nutriology Parameters of Shed in *Macaca mulatta*

LU Shuai-yao, HE Zhan-long, CHEN Li-xiong, ZHAO Yuan, YU Wen-hai, WANG Jun-bin, YANG Feng-mei
(Institute of Medical Biology, Chinese Academy of Medical Science Peking Union Medical College,
Kunming 650118, China)

【Abstract】 Objective To improve and prevent shed of *Macaca mulatta* by comparison and analysis the nutriology parameters. **Methods** *Macaca mulatta* was divided into A, B and C group according to condition of their hair. Hair and serum were collected to determine trace elements, amino acid and mineral in serum. **Results** The content of Mn, Zn, Pb and As in hair show extremely significant difference ($P < 0.01$), but no significant change in the content of Cu and Fe ($P > 0.05$). The content of Pro, Val, NH₃, Arg, Tyr, Cystine, Phe, Lys, His and total amino acids in hair show extremely significant difference ($P < 0.01$). The content of trace element in serum was no big change, except Mg, P, Cu and Ca in A and B groups were higher than C group. **Conclusion** The quantity of Mn and Zn in addition maybe the reason caused *Macaca mulatta* shed. Cystine may improve and enhance the hair quantity; Ca, Mg, P and Cu possibly can affect the hair quantity in artificial raising *Macaca mulatta* when fed in high nutritional level.

【Key words】 *Macaca mulatta*; Shed; Nutriology; Trace element; Amino acid

猕猴 (*Macaca mulatta*) 是国家二级保护动物,人工饲养繁殖已有 50 多年历史。人工饲养繁殖的实

[基金项目] 中国医学科学院医学生物学研究所科研基金(2006IMB09)。

[作者简介] 鲁帅尧(1975 -)男,副主任技师,硕士,从事实验动物学研究和管理工作,E-mail: lushuaiyao@imbcams.com.cn。

验猕猴遗传背景清楚、生理生化指标稳定,在生物医学研究等领域已得到了广泛应用,同时也是研究人类健康和疾病的理想动物模型。随着生物医学研究的不断发展和灵长类动物在该领域研究中应用的特殊意义,猕猴资源日趋显得极为珍贵。由于野生资源有限,人工饲养繁殖是各研究领域获得实验猕猴的重要手段,但是猕猴在人工繁殖中由于其营养学的研究不够深入,还存在很多与营养相关的问题有待解决^[1]。在冬春季节脱毛现象较为普遍,不仅影响了的外观,也使猕猴自身的健康造成损害,严重影响了动物质量。根据文献资料表明,猕猴脱毛因素有多种,甚至是多种因素共同作用结果,如皮肤真菌、寄生虫、健康状况、营养、动物本身的激素水平等。依据有关文献报道及本单位猴群的具体脱毛情况,我们在排除了寄生虫等因素后,对猕猴脱毛展开了相关营养学指标的测定与分析。^[2-4]

矿物元素是动物机体生长发育和物质代谢等生命过程不可缺少的营养物质,其中的微量元素虽在体内含量甚微,却具有调节酶促反应,促进常量元素在体内转运,参与合成及构成某些营养素等多种生物学功能^[5]。被毛是动物排泄金属离子的器官之一,被毛中微量元素的含量能较敏感、稳定地反映体内元素水平,测定动物体内的微量元素含量对了解动物的生长发育及营养状况具有重要的指导意义^[6]。被毛中的氨基酸主要以角蛋白的形式存在,属于不溶性蛋白质,具有特殊的结构,呈纤维状、稳定性高、弹性好、膨胀性小,经水解可以得到 18 种天然氨基酸^[7]。根据 W. G. Crewther 的研究,高硫蛋白质富寓于羊毛纤维的胱氨酸、脯氨酸、丝氨酸和色氨酸中,这些氨基酸主要构成纤维中的基质,没有 α -螺旋结构;低硫蛋白质富寓于谷氨酸、天门冬氨酸、亮氨酸、赖氨酸和精氨酸中,并主要构成纤维中胶原纤维,有 50% 左右的 α -螺旋结构,有利于毛纤维的高结晶度和增大强力^[8]。因此,根据猕猴人工养殖普遍存在的被毛质量问题^[2],结合野外猴被毛质量较好的特点,本研究对具有不同被毛品质的猕猴的被毛进行了 6 种微量元素和 18 种氨基酸含量的测定,同时测定其血清中的 8 种矿物元素,评定脱毛猕猴与具有不同被毛品质猕猴的矿物元素和氨基酸的营养状况,以便于从调整饲料营养水平方式,来改善和提高人工养殖猕猴被毛质量及其实验动物质量。

1 材料和方法

1.1 实验动物

由中国医学科学院医学生物学研究所 [SCXK (滇) 2010-0006] 和普洱市提供,并按实验动物使用的 3R 原则给予人道关怀。

1.2 仪器设备

原子吸收分光光度计(德国 V6),原子荧光光度计(AFS-930),日立 L8800 氨基酸自动分析仪(日本日立公司),高速离心机,全自动生化分析仪(Olympus Au5400)。

1.3 方法

1.3.1 分组:选择具有不同被毛品质的成年猕猴共 30 只,雌雄随机搭配。分为 A、B、C 三组,每组 10 只,其中 A 组是从饲养场随机挑选的脱毛猴,按本场的猕猴饮食制度和营养标准进行饲养,被毛脱落、稀疏且光泽度差;B 组是从半自然圈养环境(猴园)中随机挑选的,自由采食本场营养标准的饲料,被毛覆盖良好但光泽度差;C 组是来自云南省普洱市镇源县的野生猴,自由采食野外食物,被毛覆盖很好且光泽度很好。

1.3.2 取样

1.3.2.1 用毛剪取试验猴头部、背部、腹部、四肢和尾部被毛,每只采集样品量为 30 g;充分混匀后用洗洁精清洗,再用清水漂洗干净,自然风干,装样品袋封存待用。

1.3.2.2 后肢静脉采血 3 mL,制备血清, -20℃ 冰箱保存,备用。

1.3.3 被毛样品处理

1.3.3.1 微量元素测定:称取 3 g 猴毛样品,置于瓷坩埚中缓慢加热至炭化,在 500℃ 高温下加热 5 h。直至样呈灰白色。冷却,用少量水润湿,然后加 5 mL 硝酸(1+1), 3 mL 盐酸(1+1),在 120℃ 电热板上加热,待消解液剩 1/3 时,把溶液转入 50 mL 容量瓶中,同时加入 5 mL (50 g/L) 硫酸、5 mL (50 g/L) 抗坏血酸,然后用蒸馏水定容至刻度,静止 30 min 后,用中速滤纸过滤。滤液分别用原子吸收分光光度计和原子荧光光度计测定其微量元素含量。

1.3.3.2 氨基酸测定:采用毛发水解法水解被毛角蛋白。先称取含蛋白 7.5 ~ 25 mg 的试样(约 50 ~ 100 mg,准确至 0.1 mg)于 20 mL 安瓿中,加 10.00 mL 酸解剂(6 mol/L 盐酸溶液),置液氮或干

冰(丙酮)中冷却,然后抽真空至 7 Pa ($\leq 5 \times 10^{-2}$ mmHg)后封口。将水解管放在 110℃ 恒温干燥箱中,水解 22~24 h,之后冷却、混匀、开管、过滤,用移液管吸取适量的滤液,置旋转蒸发器或浓缩器中,保持 60℃ 抽真空蒸发至干,必要时加少许水重复蒸干 1~2 次;加入 3~5 mL pH 值 2.2 的柠檬酸钠缓冲液,使样品液中氨基酸浓度达 50~250 nmol/mL,摇匀、过滤或离心取上清液,即可上机测定。

1.3.4 分析项目及检测方法:

1.3.4.1 用原子吸收分光光度计测定被毛中铜(Cu)、铁(Fe)、锰(Mn)、锌(Zn);用原子荧光光度计测定铅(Pb)、砷(As)。

1.3.4.2 被毛氨基酸测定项目有,天门冬氨酸(Asp)、苏氨酸(Thr)、丝氨酸(Ser)、谷氨酸(Glu)、脯氨酸(Pro)、甘氨酸(Gly)、丙氨酸(Ala)、胱氨酸(Cystine)、缬氨酸(Val)、蛋氨酸(Met)、异亮氨酸(Ile)、亮氨酸(Leu)、酪氨酸(Tyr)、苯丙氨酸(Phe)、赖氨酸(Lys)、组氨酸(His)、精氨酸(Arg)、氨(NH₃)。氨基酸分析仪的主要色谱条件和技术指标,进样量为 20 μ L,分离柱(离子交换柱)温度为 50℃,反应柱温度为 130℃;定量测定重现性变异系数 CV 值 $\leq 1\%$ 。

1.3.4.3 血清中 K、Na、Cl 采用间接离子选择电极法,Ca 采用 OCPC 法,P 采用直接紫外法,Mg 采用络合指示剂法,Fe 采用亚铁嗉法,Cu 采用原子吸收光谱法。

1.4 数据统计分析

采用 SAS 软件进行统计分析^[9]。

2 结果

2.1 被毛微量元素的测定和分析结果

三组试验猕猴被毛中 6 种微量元素的测定及分析结果见表 1。结果表明,A 组、B 组和 C 组试验猴

被毛的 Cu、Fe 含量分别为 12.45 mg/kg、11.90 mg/kg、12.70 mg/kg 和 40.80 mg/kg、55.20 mg/kg、48.70 mg/kg,Mn 的含量分别为 3.29 mg/kg、3.41 mg/kg、0.63 mg/kg,Zn 的含量分别为 136.00 mg/kg、123.00 mg/kg、149.00 mg/kg,Pb 的含量分别为 2.34 mg/kg、4.98 mg/kg、1.32 mg/kg,As 的含量分别为 0.02 mg/kg、0.03 mg/kg、0.01 mg/kg。各组试验猴被毛 Cu、Fe 含量无显著性差异($P > 0.05$),但 Mn、Zn、Pb、As 则均有极显著性差异($P < 0.01$)。

2.2 被毛氨基酸含量测定和分析结果

三组试验猕猴被毛的氨基酸含量测定分析的结果见表 2。结果为被毛脯氨酸、缬氨酸、氨和精氨酸的含量 A 组和 B 组极显著低于 C 组($P < 0.01$),而 A 组与 B 组间无显著性差异($P > 0.05$);C 组被毛胱氨酸含量高于 A 组 2.06% ($P < 0.01$)和高于 B 组 4.44% ($P < 0.01$)。被毛酪氨酸含量则是 A 显著低于 B 组($P < 0.05$),且极显著低于 C 组($P < 0.01$),B 组又显著低于 C 组($P < 0.05$);被毛苯丙氨酸含量是 B 组高于 C 组($P < 0.05$),且高于 A 组($P < 0.01$),C 组又高于 A 组($P < 0.05$);被毛赖氨酸、组氨酸和氨基酸总量含量是 C 组高于 A 组($P < 0.05$)和高于 B 组($P < 0.01$),A 组高于 B 组($P < 0.05$)。其余氨基酸均无显著性差异($P > 0.05$)。

2.3 血清矿物元素测定和分析结果

血清矿物元素的检测及分析结果见表 3。从表 3 可以看出,A、B 组的 Mg、P、Cu 和 Ca 的含量高于 C 组,其余矿物元素的含量基本一致。经统计分析表明,A 组和 B 组 Mg、P 和 Cu 的含量与 C 组差异显著($P < 0.01$),而 A 组与 B 组差异不显著($P > 0.05$);A 组中 Ca 的含量与 C 组差异显著($P < 0.01$),但 B 组与 A 组和 C 组均无显著性差异($P > 0.05$);血清 K、Na、Cl、Fe 的含量在各组间均无显著性差异($P > 0.05$)。

表 1 不同被毛品质猕猴被毛微量元素含量(mg/kg)

Tab. 1 The contents of trace elements in different quality hair of *Macaca mulatta* (mg/kg)

微量元素 Trace Element	A 组(脱毛) Group A (hair loss)	B 组(被毛良) Group B (hair good)	C 组(被毛优) Group C (hair excellent)
	样本量 N = 10	样本量 N = 10	样本量 N = 10
铜 Cu	12.45 \pm 2.03	11.90 \pm 2.38	12.70 \pm 5.34
铁 Fe	40.80 \pm 12.99	55.20 \pm 35.41	48.70 \pm 13.42
锰 Mn	3.29 \pm 1.49 ^a	3.41 \pm 1.58 ^a	0.63 \pm 0.24 ^b
锌 Zn	136.00 \pm 6.99 ^b	123.00 \pm 12.52 ^c	149.00 \pm 16.63 ^a
铅 Pb	2.34 \pm 2.43 ^b	4.98 \pm 3.68 ^a	1.32 \pm 0.38 ^b
砷 As	0.02 \pm 0.01 ^b	0.03 \pm 0.01 ^a	0.01 \pm 0.01 ^c

注:同行肩标,字母不同者表示差异极显著($P < 0.01$)

Note: Different letters in the same row indicate a significant difference at $P < 0.01$

表 2 不同被毛品质猕猴被毛氨基酸含量(%)
 Tab. 2 The contents of amino-acids in different quality hair of *Macaca mulatta* (%)

氨基酸 Amino-acid	A 组(脱毛) Group A (hair loss)	B 组(被毛良) Group B (hair good)	C 组(被毛优) Group C (hair excellent)
	样本量 N = 10	样本量 N = 10	样本量 N = 10
天门冬氨酸 Asp	5.15 ± 0.50	5.38 ± 0.34	5.25 ± 0.17
苏氨酸 Thr	5.96 ± 0.71	6.02 ± 0.32	5.80 ± 0.49
丝氨酸 Ser	8.34 ± 0.87	7.96 ± 0.56	8.07 ± 0.32
谷氨酸 Glu	14.72 ± 1.55	14.96 ± 0.85	14.21 ± 0.56
脯氨酸 Pro	5.48 ± 0.65 ^a	5.30 ± 0.40 ^a	6.19 ± 0.31 ^b
甘氨酸 Gly	4.14 ± 0.40	3.99 ± 0.25	4.28 ± 0.27
丙氨酸 Ala	2.93 ± 0.28	2.90 ± 0.20	2.94 ± 0.10
胱氨酸 Cystine	13.24 ± 1.89 ^a	10.86 ± 1.61 ^b	15.30 ± 0.79 ^c
缬氨酸 Val	4.66 ± 0.49 ^a	4.43 ± 0.33 ^a	5.06 ± 0.23 ^b
蛋氨酸 Met	0.51 ± 0.06	0.47 ± 0.05	0.47 ± 0.06
异亮氨酸 Ile	2.38 ± 0.25	2.37 ± 0.17	2.46 ± 0.09
亮氨酸 Leu	5.71 ± 0.59	5.97 ± 0.40	5.89 ± 0.37
酪氨酸 Tyr	3.10 ± 0.99 ^a	3.79 ± 0.74 ^{ab}	4.23 ± 0.39 ^b
苯丙氨酸 Phe	2.40 ± 0.22 ^a	2.56 ± 0.16 ^b	2.49 ± 0.11 ^a
赖氨酸 Lys	2.68 ± 0.27 ^{ab}	2.58 ± 0.20 ^a	2.79 ± 0.12 ^b
氨 NH ₃	2.08 ± 0.33 ^a	2.10 ± 0.28 ^a	1.36 ± 0.13 ^b
组氨酸 His	0.86 ± 0.10 ^{ab}	0.83 ± 0.09 ^a	0.92 ± 0.03 ^b
精氨酸 Arg	7.64 ± 0.81 ^a	7.81 ± 0.47 ^a	8.51 ± 0.29 ^b
氨基酸总量 Total amino-acids	90.70 ± 9.79 ^{ab}	88.75 ± 6.01 ^a	95.58 ± 2.56 ^b

注: 同行肩标, 字母不同者表示差异极显著 ($P < 0.01$)

Note: Different letters in the same row indicate a significant difference at $P < 0.01$

表 3 不同被毛品质猕猴血清中矿物元素含量的测定结果
 Tab. 3 The content of trace elements in Serum of *Macaca mulatta* of different quality hair

矿物元素 Trace Element	A 组(脱毛) Group A (hair loss)	B 组(被毛良) Group B (hair good)	C 组(被毛优) Group C (hair excellent)
	样本量 N = 10	样本量 N = 10	样本量 N = 10
钾 (mmol/L) K	6.84 ± 1.40	6.24 ± 0.69	6.03 ± 0.84
钠 (mmol/L) Na	163.57 ± 42.10	149.49 ± 11.36	148.9 ± 2.14
氯 (mmol/L) Cl	109.76 ± 28.92	103.76 ± 9.11	105.12 ± 1.99
镁 (mmol/L) Mg	0.98 ± 0.26 ^a	0.89 ± 0.14 ^a	0.65 ± 0.12 ^b
钙 (mmol/L) Ca	2.80 ± 0.58 ^a	2.68 ± 0.16 ^{ab}	2.39 ± 0.16 ^b
磷 (mmol/L) P	2.50 ± 0.87 ^a	2.75 ± 0.47 ^a	1.50 ± 0.34 ^b
铁 (μmol/L) Fe	19.36 ± 5.16	22.46 ± 5.77	18.92 ± 5.23
铜 (μmol/L) Cu	22.50 ± 4.84 ^a	21.56 ± 4.93 ^a	16.25 ± 3.23 ^b

注: 同行肩标, 字母不同者表示差异极显著 ($P < 0.01$)

Note: Different letters in the same row indicate a significant difference at $P < 0.01$

3 讨论

3.1 微量元素与被毛质量的分析

不同品质的猕猴被毛微量元素 Cu 和 Fe 含量无显著性差异 ($P > 0.05$), 但是被毛 Cu 的含量是 C 组高于 A 组和 B 组, Fe 的含量则是 B 组高于 C 组和 A 组。Cu 是动物体内赖氨酸氧化酶、细胞色素氧化酶、单胺氧化酶等 30 多种酶的活性成分, 参与细胞的氧化还原反应和造血过程; Fe 参与血红蛋白、肌红蛋白、细胞色素氧化酶、过氧化物酶、触酶合成等^[10]。因此, 结合分析结果可以看出, Cu 和 Fe 应该不是影响人工饲养猴被毛质量的主要微量元素。

被毛 Mn 含量的测定结果是 A 组和 B 组高于 C 组 ($P < 0.01$), 但 A 组和 B 组之间无显著差异 ($P > 0.05$)。Mn 是丙酮酸氧化酶、超氧化物歧化酶、精氨酸酶等的组成成分, 对动物的生长发育、繁殖和内分泌有影响^[11], 过量易蓄积于睾丸组织并造成一系列毒性作用^[12-14]。从不同被毛品质分组的试验猴被毛 Mn 的含量分析, 被毛质量优的野外猴被毛 Mn 的含量远远低于人工饲养猴 ($P < 0.01$), 这与高云芳等^[15]在川金丝猴上的研究结果是一致的。因此, 环境或饲料中 Mn 超标应该是造成人工饲养猕猴被毛 Mn 含量较高的原因, 实践经验也表明饲料中不添加 Mn 制剂对人工饲养猕猴的被毛有一定的

改善作用,所以 Mn 过量很可能是影响猕猴被毛质量的因素之一。被毛 Zn 的含量分析结果是 C 组高于 A 组、A 组高于 B 组,并有极显著性差异($P < 0.01$)。Zn 是微量元素中研究得比较充分的微量元素,临床上 Zn 缺乏主要表现为生长发育迟缓、食欲减退、伤口愈合缓慢、性功能障碍、夜盲症、脱发等^[16]。结果显示,人工饲养猴被毛 Zn 的含量低于野外猴,因此 Zn 的供给不足也应该是影响人工饲养猴被毛质量的因素。被毛重金属 Pb 和 As 的含量是 B 组高于 A 组、A 组高于 C 组($P < 0.01$)。从 Pb 在被毛中的沉积可以看出,人工饲养猴的环境或饲料中 Pb 的含量高于野外猴,虽然在饲养中未有 Pb 中毒现象,但与野外猴相比它们在猴毛中大量沉积。因此,控制饲料中 Pb 的含量应该是提高猕猴被毛质量的一个有效手段。被毛 As 的含量虽然人工饲养猴高于野外猴($P < 0.01$),但 As 参与蛋白质的代谢;影响血清碱性磷酸酶、 γ -谷氨酸转移酶的活性;刺激造血器官,小剂量时能使骨髓造血机能活跃,促使红细胞和血色素新生,改善皮肤营养和毛色,兴奋神经系统,大剂量时则抑制造血器官;可防止硒中毒,还是碘、汞、铅的颉颃剂^[17]。就 As 特殊的营养作用,在人工饲养猕猴中的应用还有待作进一步研究。

3.2 氨基酸与被毛质量的分析

由于采用酸水解被毛角蛋白方法进行处理,色氨酸被破坏不能进行测定,色氨酸的含量将以氨的形式大概得以体现,因为水解过程中对氨基酸的破坏主要以色氨酸为主。被毛 NH_3 的含量为 A 组 2.08%、B 组 2.1%、C 组 1.36%,这表明本次试验的野外猴组被毛氨基酸的抗水解能力最强,说明野外猴的被毛在保持优良光泽的性能方面优于人工饲养猴^[18],这符合野外猴被毛光泽度优于人工饲养猴的实际情况。实验结果表明,不同品质猕猴被毛氨基酸含量有一半以上存在差异。其中被毛脯氨酸、缬氨酸、氨和精氨酸的含量是人工饲养猴(包括 A 组和 B 组)低于野外猴组(C 组)($P < 0.01$),提示在人工饲养猴的食物组成中脯氨酸、缬氨酸、氨(色氨酸)和精氨酸可能不足;被毛胱氨酸的含量也是 A 组、B 组极显著低于 C 组($P < 0.01$),但 B 组又极显著低于 A 组($P < 0.01$);被毛赖氨酸、组氨酸和氨基酸总量含量是 C 组显著高于 A 组($P < 0.05$)和极显著高于 B 组($P < 0.01$)。根据此结果推测,影响猕猴被毛相应氨基酸含量的因素不仅是食物相应氨基酸

的含量,生活环境也有很大的影响;其余的氨基酸含量基本一致。分析结果表明,C 组被毛胱氨酸含量高于 A 组 2.06% ($P < 0.01$) 和高于 B 组 4.44% ($P < 0.01$)。胱氨酸对毛纤维的弹性和强力有一定影响,通常其含量越高毛纤维的弹性和强力也越大^[8]。因此,这个结果既证明了以上胱氨酸对被毛的影响作用的理论,也符合野外猴被毛的弹性和强力等质量优于人工饲养猴的实际。因此,可以推测胱氨酸对改善猕猴被毛品质、提高被毛质量应该有一定作用。对猕猴被毛进行含硫氨基酸的分析。高硫氨基酸包括胱氨酸、脯氨酸、丝氨酸和色氨酸;低硫氨基酸包括谷氨酸、天门冬氨酸、亮氨酸、赖氨酸和精氨酸。结果表明,猕猴被毛的高硫和低硫氨基酸总含量分别为 A 组 29.14% 和 35.9%、B 组 26.22% 和 36.7%、C 组 30.92% 和 36.65%,从而也可以推测 C 组野外猴被毛的纤维结晶度较高、强力大、初始模量较大^[8],说明野外猴被毛的光泽、品质以及抗脱毛能力等均优于人工饲养猴。

3.3 血清矿物元素与被毛质量的分析

各组试验猕猴血清中矿物元素 K、Na、Cl 和 Fe 的含量均无显著性差异,说明这些矿物元素的供给和利用在三个试验组中是相对一致的。但 Fe 含量的测定分析结果与黄妙辉等^[19]的结果有所差异。C 组血清矿物元素中 Mg 和 P 含量极显著低于 A 组和 B 组($P < 0.01$);Ca 含量也显著低于 A 组($P < 0.05$),而与 B 组无显著差异($P > 0.05$)。微量元素 Cu 则 A 组和 B 组极显著高于 C 组($P < 0.01$)。引起其显著差异原因除了食物中矿物元素的含量有差异外,动物处于不同生存环境下对营养成分的需求和利用也是影响其差异的重要原因。根据测定结果推测,高营养水平的 Ca、Mg、P 和 Cu 可能会影响人工饲养的猕猴的被毛质量。

本次对人工饲养猕猴脱毛的营养学部分相关因素分析研究,可为实验猕猴的人工饲养繁殖提供一定的营养学参考数据^[20],对脱毛的防治和改善被毛质量可提供一定的指导作用。

参考文献:

- [1] 邹兴准. 野生动物营养学[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 2000.
- [2] 李冰, 刘晓明. 治疗猕猴营养性脱毛的试验研究[J]. 实验动物科学与管理, 2005, 19(2): 8-14.
- [3] 吴建忠. 恒河猴脱毛症及其防治[J]. 广东畜牧兽医科技, 2000, 25(3): 44-45.

- [4] 周维官,周志权,曾维铭等. 猕猴脱毛症的病因调查和防治[J]. 上海实验动物科学,1999,19(3):178-183.
- [5] Linder M C. Nutrition and Metabolism of the Trace Element[J]. Nutrition, Biochemistry and Metabolism of the Trace Element. New York: Elsevier Publishing House, 1985:151.
- [6] 张美霞,仲齐庆. 微波消化在儿童头发微量元素测定中的应用[J]. 中国交通医学杂志,2005,19(1):81-82.
- [7] 韩国防,安原初,韩虹等. 毛发水解氨基酸的分离与综合应用[J]. 化学世界,2000,9:496-504.
- [8] 李一,王杰,李文生等. 四川马海毛的氨基酸分析[J]. 西南民族学院学报(自然科学版),2002,3:324-326.
- [9] 鲁绍雄,连林生. 2003. SAS 统计分析系统在畜牧科学中的应用[M]. 昆明:云南科技出版社,20-109.
- [10] 吴碧荔,刘浩宇,刘锡议. 微量元素的生物学作用及其与脂代谢和肥胖的关系[J]. 广东微量元素科学,2005,12(4):1-6.
- [11] 汪俊之. 硒对传染性肝炎所致肝细胞凋亡的治疗[J]. 广东微量元素科学,2003,10(4):22-24.
- [12] Gray L Jr, Laskey JW. Multivariate analysis of the effects of manganese on the reproductive physiology and behavior of the male house mouse [J]. J Toxicol Environ Health, 1980, 6(4): 861-867.
- [13] Gennart JP, Buchet JP, Roels H, et al. Fertility of male workers exposed to cadmium, lead, or manganese [J]. Am. J. Epidemiol., 1992, 135(11): 1208-1219.
- [14] Nomura T, Sasaki J, Mori H, et al. Expression of manganese superoxide dismutase mRNA in reproductive organs during the ovulatory process and the estrous cycle of the rat [J]. Histochem Cell Biol., 1996, 105(1): 1-6.
- [15] 高云芳,高更更,曹永汉等. 人工饲养与野生川金丝猴体毛 10 种微量元素的含量及比较[J]. 动物学研究,2004,25(2):181-184.
- [16] Zhu CC, Zhu GX, Zhang BY, et al. Effects of manganese exposure on male sexual hormone [J]. China Public Health, 1999, 15(1): 63-64.
- [17] 吴顺华. 砷对健康影响的研究进展[J]. 国外医学医学地理分册,2002,23(4):145-149.
- [18] 王杰. 牦羊毛绒的氨基酸分析[J]. 西南民族学院学报(畜牧兽医版),1984,2:23-25.
- [19] 黄妙辉,吴丽瑟,黄秀兰等. 猕猴血清微量元素含量测定[J]. 上海实验动物科学,1993,3:11-12.
- [20] 鲁帅尧,代解杰,段保忠等. 关于大笼群养猕猴科学饲养管理的探讨[J]. 中国实验动物学杂志,2001,11(4):239-242.

(修回日期)2011-04-15