

肥大细胞的组织化学与超微结构异质性

呼格吉乐图^{1*} 苏布达¹ 王志¹ 杜山¹ 赵治国¹ 李云章¹ 许乐仁²

(¹ 内蒙古农业大学临床兽医学教研组, 呼和浩特 010018; ² 贵州大学生命科学院基础兽医学教研组, 贵阳 550025)

摘要 肥大细胞(mast cell, MC)是一种重要的免疫细胞, 分为结缔组织肥大细胞(connective tissue mast cell, CTMC)和黏膜肥大细胞(mucosal mast cell, MMC)两大类。肥大细胞具有异质性, 即肥大细胞在不同种属或同一种属的不同个体、甚至同一种个体的不同组织器官中存在着形态学、分布、颗粒化学成分、染色特性及超微结构和功能等方面的差异性。近些年, 人们围绕着肥大细胞的异质性进行了一系列生物学研究, 并取得了一定进展, 但对异质性的机制认识尚不清楚。深入的讨论、研究与比较仍然很必要。现对肥大细胞的亚群、形态与分布、着染性与免疫组化、超微结构等的异质性研究进展作一简要综述。

关键词 肥大细胞; 亚群; 异质性; 超微结构

哺乳动物肥大细胞(mast cell, MC)最为主要的生物学特征之一就是它的异质性特, 上世纪初, 有些人观察到大鼠不同部位的MC形态存在一定的差异性^[1], 后来人们不仅在其他哺乳动物中证实了这一点, 而且还注意到它在发生来源、组织化学、超微结构、细胞内生物活性物质及功能方面也存在着异质性现象。从此, MC异质性被高度重视, 并成为MC生物学研究的焦点。

1 MC的亚群及其异质性

1966年, Enerback^[2]注意到MC的异质性。他采用不同固定剂, 不同染色方法, 发现大鼠消化道黏膜固有层、肺脏的MC与真皮、黏膜下结缔组织及其他组织器官结缔组织内的MC有明显差别, 因此将前者命名为黏膜肥大细胞(mucosal mast cell, MMC), 后者称结缔组织肥大细胞(connective tissue mast cell, CTMC)。Craig等^[3]则利用免疫电镜对人类MC进行研究, 根据其分泌颗粒的特异性及蛋白酶存在的差异, 将人MC分为两亚群, 即只含有类胰蛋白酶(tryptase)的T型MC(MCT)和同时含有类胰蛋白酶和类糜蛋白酶(chymase)的TC型MC(MCTC); 人类MCT与其他动物的MMC相似, 主要分布在肠黏膜固有层和肺脏; 而MCTC则与CTMC相似, 主要分布在皮肤和肠黏膜下层^[1]。

后来, 人们应用常规组化与免疫组化及形态学方法(光镜与透射电镜), 证实动物体内MMC和CTMC存在着明显的分化成熟、生理功能、染色特性、T细胞依赖性与形态学方面异质性。两亚群MC虽然

均起源于骨髓干细胞, 但分化成熟过程及其生理功能却不尽相同, 前体MC离开造血器官, 进入胸腺后就可诱导分化成MMC, 而进入腹腔内就分化成CTMC^[4-6]。研究证实^[7,8], 小鼠的MMC和CTMC起源于同一个前体细胞, 在不同部位受组织环境中的某些诱导, 分化成为两型不同的肥大细胞。Fujita等^[9]报道, 改变各亚型的相应生长环境, 它们可以发生表型的互换。

MMC和CTMC在许多病理过程中发挥的生理功能不尽相同。冯雅琴等^[10]报道, 大鼠胃黏膜应急性损伤及修复过程中, MMC和CTMC脱颗粒率均明显增加, 但MMC的反应更灵敏, 提示在该过程中MMC的作用可能更为重要。而Timoshanko等^[4]在大鼠肾小球性肾炎肾脏组织中观察到的结果与此相反, 他们观察到大量成熟型CTMC, MMC则较少, 类似于人类肾小球性肾炎时的情况^[11]。有人运用双酶双重免疫组织化学技术对患皮肤黏蛋白病的沙皮狗皮肤MC进行分类分析, 结果发现在患病犬皮肤中同时含有类胰蛋白酶和类糜蛋白酶的MC数量比健康对照组显著减少, 健康组MC主要以同时含有类胰蛋白酶和类糜蛋白酶的MC为主, 而患病犬MC则主要以含类糜蛋白酶的MC为主^[12], 说明两者的生理功能存在差异。

两个亚群MC的组织化学特征也存在显著的异质性。目前, 已知甲醛固定液显著抑制人、大鼠、

收稿日期: 2007-05-28 接受日期: 2007-09-06

国家自然科学基金资助项目(No.39860061)

* 通讯作者。Tel: 13947119779, Fax: 0471-4309194, E-mail:

huge4332@sina.com.cn

猪^[13]、鹅、鸭、鹌鹑、鸡、鸽等家禽^[14~15]及家兔^[16] MMC 的甲苯胺蓝着染性质, 但对绵羊 MMC 无抑制作用^[17]; 经甲醛固定的绵羊 CTMC 却可着染甲苯胺蓝。用 Enerback^[2]提供的显示肝素的硫酸小檗碱染色法染 MC 时, CTMC 染上黄色荧光, 而 MMC 则无, 提示 CTMC 内主要含有肝素, MMC 则不含肝素(主要含有硫酸化程度较低的黏多糖)。另外, 在 Carnoy's 固定的鸟兽类组织中, 用阿尔新兰-藏红 O 染色时 MMC 呈蓝色(阿尔新兰阳性), 而 CTMC 呈红色(藏红 O 阳性); 因此, 可根据阿尔新兰-藏红 O 染色结果, 对鸟兽类 MC 的亚群类型进行区分和鉴别^[18]。

动物 CTMC、MMC 的形态特征和体积也存在显著差异。据 Jarrett 等^[19]的报道, 大鼠 MMC 形态多样, CTMC 呈圆形或卵圆形, CTMC 较 MMC 大; 猪的情况与之相似, 但 MMC 的个大于 CTMC^[13]。而从我们在鹅、鸭、鹌鹑、鸡等家禽中观察到的结果来看^[15], MMC 与 CTMC 多呈椭圆形, 鹅、鸭、鹌鹑 CTMC 较 MMC 大, 但鸡的 MMC 与 CTMC 无显著的体积差异。

2 MC 组织化学特点及异质性

目前, 显示 MC 的最常用组织化学方法有常规甲苯胺蓝(routine toluidine blue, RTB)^[13]、长时间甲苯胺蓝(long time toluidine blue, LTB)^[20]、改良甲苯胺蓝(modified toluidine blue, MTB)^[20]和阿尔新蓝-藏红 O 染色法(alcian blue-safranin, AB-S 染色法)^[13]、罗曼诺夫斯基染色法(romanowsky stain)^[21]等。RTB 染色时, MC 胞核呈蓝色, 胞浆颗粒呈紫红色。福尔马林能够抑制 MC 对甲苯胺蓝的着染力, 因此 NBF 固定的材料用 RTB 染色一般不能显示肥大细胞。在 Carnoy's 液固定的动物组织中, RBT 具有一定的组织特异性。Ehara 等^[22]报道, 在大鼠某些肾炎过程中 RTB 不能显示肾脏 MC; Timoshanko 等^[4]在大鼠肾小球性肾炎组织中证实了这点, 但在其他组织, 如皮肤和肠道黏膜中 MC 可被大量显示。用 LTB 染色法可显示大量的 MC, 此时 MC 的胞核几乎不着色, 胞质颗粒呈蓝色(一般 MMC 呈灰蓝色, CTMC 则呈深蓝色; 但用福尔马林固定的绵羊舌、空肠、胸腺等组织中的 CTMC 和 MMC 胞质颗粒均染成蓝紫色^[17])。

Brandon 等^[23]首次推荐了显示子宫内膜 MC 的改良甲苯胺蓝染法, 接着国内有人将其改进为甲苯胺蓝高锰酸钾溶液改良染色法^[24], 此法可使肥大细胞染色清晰、背景分辨率增加。此后人们纷纷在奶牛、大

鼠乳腺、猪的结肠、鹌鹑脾脏、盲肠及盲肠扁桃体中运用 MTB 染色 MC, 获得了较理想的效果^[25~27]。我们用该法显示家兔空肠、圆小囊等肠黏膜免疫器官及呼吸器官黏膜 MC, 同样得到了理想的结果, 家兔 MMC 和 CTMC 均被染成紫红色^[20]。

用 AB-S 染色法(0.2 mol/L 醋酸钠-盐酸缓冲液配制的 0.36% 阿尔新蓝 8GX 与 0.018% 藏红 O 混合液; pH 1.42)显示 MC 时, MC 颗粒呈现出红、蓝、红蓝间染三种不同的颜色。按 Combs 等^[28]的论点藏红阳性者(红染)是颗粒内酸性黏多糖含硫量较高、以分泌肝素为主的成熟性肥大细胞, 而 Alcian 蓝阳性者(蓝染)则以分泌组胺为主的未成熟的 MC。但 Enerback^[2]对 Combs 等的论点提出质疑, 他们认为, 颜色反应还与所选用的固定剂种类有关。如用 Carnoy's 液固定的大鼠皮肤 CTMC 全显 AB-S 阳性; 而用 IFAA(甲醛、醋酸混合液, isotonic formaldehyde-acetic acid mixture)固定时 CTMC 则全部显 S-阳性。Timoshanko 等^[4]在 Carnoy's 液固定的大鼠组织中也得到了相同的结果。

选用适当固定液时, 罗曼诺夫斯基染色技术中的一些传统染料对 MC 异染性颗粒具有高度亲和力, 如瑞特氏染色(Wright's staining), 吉姆萨染液(Giemsa's staining)及利什曼氏染色(Leishman stain)等, 均使 MC 胞浆颗粒染成紫红色, 胞核不着染或轻度着染^[21]。但当固定液不当时, 罗曼诺夫斯基染液中的水基染料能使胞浆颗粒不着色或使其溶解, 从而影响染色效果, 如 Diff-Quik 快速染色法(一种改良的罗曼诺夫斯基染色法)对 MC 颗粒的染色效果较差。Kaminer 等^[29]同时运用罗曼诺夫斯基快速法(fast Romanowsky, FR)、罗曼诺夫斯基自动化法(automated Romanowsky, AR)、梅-格-吉氏染色(May-Grünwald-Giemsa, MGG)和 TB 染色法对马支气管肺泡灌洗液 MC 进行染色并进行比较, 结果后三种方法均得到理想的染色效果, 其中 AR 和 MGG 还可避免 TB 染色显示细胞专一性低的不足; 而 FR 显示的 MC 数量显著少于其他三种法, 认为该法不适合用于马支气管肺泡 MC 的显示。

为了显示 MC 颗粒中含有的黏多糖, 人们还用阿新蓝-高碘酸雪夫氏反应(AB-PAS)和醛品红-阿新蓝(AF-AB)染色法等黏多糖组织化学染色法^[30]。AB-PAS 用于显示肥大细胞颗粒中的酸性、中性黏多糖, MC 的胞质被染成蓝(AB 阳性)、红(PAS 阳性)、红蓝混合三种颜色。一般认为 AB 阳性者为含

酸性黏多糖; PAS 阳性者含中性黏多糖。而 AF-AB 染色法则是显示 MC 颗粒中的硫酸化、羧基化黏多糖, 肥大细胞被染成深紫色、蓝色、混合色三种颜色。一般认为被染成深紫色的为强硫酸化黏多糖; 呈蓝色的为羧基化黏多糖; 而呈混合色的为二种不同黏多糖的混合物。以上论点表明, 在不同动物中或同种动物的不同组织器官 MC 所含有的黏多糖酸碱性及硫酸化程度也存在着明显的差异性。此外, 硫酸小檗碱染色法^[31] (0.02% 小檗碱的无离子水溶液, pH 4, 20 min) 是常用显示肥大细胞的免疫荧光染色法, 硫酸小檗碱阳性 MC 在荧光显微镜下发出中等强度的浅黄色荧光, 以此作依据, 进一步推断和分析 MC。

3 MC 分布特征及其异质性

目前, 已知 MC 广泛分布于人和大鼠、叙利亚仓鼠等啮齿类^[1], 牛、绵羊、山羊等草食动物^[17,32-34], 猪、猫、犬等杂食动物^[13,35,36], 鹅、鸭、鸡、鹌鹑、鸽等家禽^[14,15], 鱼类^[37,38] 及家兔^[16,20,39,40] 等多种动物的皮肤及淋巴器官、呼吸系统、消化道和生殖系统各组织器官中。在正常情况下, MC 广泛分布于全身结缔组织中, 尤其以接受外来刺激较多部位的皮下及黏膜下层, 它一般规律地排列在各组织器官的小血管、毛细血管、淋巴管周围, 在神经末梢、神经丛处大量聚集。MC 的这种分布又可使其产物被成纤维细胞、结缔组织的其他细胞、粒层上皮细胞、神经与血管内皮细胞和血管、呼吸道、胃肠道或泌尿生殖道的平滑肌细胞所利用。

家兔肺脏 MC 主要分布在肺泡壁上皮细胞间, 有的也分布于支气管与小支气管及小血管壁周围的结缔组织中, 在细菌侵袭时, 通过细胞表面特殊受体识别外来细菌, 并将其摄入和杀灭, 从而对肺防御功能产生重要的调节作用。在整个呼吸道中, 家兔肥大细胞突出地密集分布在呼吸道的门户部位, 在下呼吸道则逐渐变得稀少。同时, 存在于呼吸道各段的肥大细胞多布置在浅表的黏膜层, 在深层却极少见到^[39]。在小鼠呼吸道中 MC 也具有相似的分布特征。Barrett 等^[41] 认为 MC 胞分布于这种易于与外来物质相接触的位置上, 显然与呼吸道局部的变应性有密切关系。

猪子宫 MC 广泛分布在子宫体、子宫颈、子宫角等部位, 但 MC 数量在发情周期中发生波动, 这种波动可能与雌激素和孕酮的分泌活动有关。MC 在

性成熟前呈散在分布, 性成熟后有群集的倾向。发情前期数量的骤增和发情期及妊娠期数量的锐减主要发生在固有膜浅层, 深层未见明显变化。输卵管中, 肌层 MC 数量最多, 黏膜层和外膜 MC 较少。其中黏膜层 MC 分布在邻近肌层的黏膜结缔组织和黏膜皱襞的结缔组织中。肌层 MC 分布于平滑肌纤维间^[42-44]。

犬皮肤 MC 主要分布于皮肤的表皮层, 表皮下层较少。在犬全身各部位中, 耳旁、耳廓中部、身体腹侧及脚趾部皮肤 MC 数量较其他部位皮肤多 (多 150%)^[35]。在成年人正常皮肤中, MC 的分布特征也与犬皮肤 MC 相似, MC 在身体远端的数量 (108.2 个/mm²) 较近端数量 (77.0 个/mm²) 多^[45], 而且这种差异似乎不受某些病理因素和年龄变化的影响, 始终保持一定的数量差异。

人胃黏膜肥大细胞则主要分布在胃黏膜内壁细胞大量分布的部位, 这种分布特点可能与 MC 释放的组胺刺激邻近的壁细胞泌酸活动有密切的关系^[46]。肝片吸虫感染的反刍动物胆道 MC 多沿黏膜皱襞顶端上皮下密集, 反映出肝片吸虫感染动物胆道 MC 正扮演着抗肝片吸虫免疫效应的态势^[40]。在人类胰腺和小鼠下颌腺, 肥大细胞包绕于腺实质的表面^[47]; 家兔圆小囊 MC 主要分布于黏膜上皮或黏膜下层结缔组织中, 脾脏 MC 则主要分布于红髓淋巴细胞间, 两者非胸腺依赖区的淋巴滤泡中均无 MC, 即 MC 都具有胸腺依赖性 or T 细胞依赖性, 淋巴器官 MC 与 T 淋巴细胞位置关系密切^[20]; 上述腺体与淋巴器官肥大细胞的分布特征均可能与机体的防御机能有关。

从以上所述的分布特征来看, 在不同动物特定组织器官内, 肥大细胞的分布似乎有一定的规律性, 均在其发挥功能简便的浅层部位或易于与外来物质相接触的位置上集中分布。但事实上, 在不同种动物的相同组织器官内的肥大细胞, 有时也存在显著的分布特征的差异。如大鼠和仓鼠的子宫 MC 除分布在肌层之外, 在子宫内膜也较多, 但其数量少于肌层; 田鼠 MC 数量在肌层和内膜无明显差异; 人的正常子宫肌层中, MC 数量多且均匀分布, 通常聚集于血管周围; 在正常人的子宫内膜和浆膜, MC 却很难被看到^[42]。这些分布特征的差异也充分表明了 MC 与其他免疫细胞所不同的异质性特征。

4 MC 的超微结构及其异质性

MC 的异质性特点还可体现在电镜水平上。在

电镜下, MC 多呈圆形或椭圆形, 细胞表面一般有长短不一的突起或绒毛。胞核位于中央或偏中央, 可见异染色质沿核膜内侧分布。胞浆内除可见大量特征性的胞浆颗粒外, 还可见线粒体、高尔基体及内质网等细胞器。在某些疾病、感染过程中也可见到一些异质性小体诸如脂质小体(患有食管癌时出现)等。有时可见脱颗粒现象, 即 MC 颗粒中可出现许多小泡, 有时这些小泡相互融合成所谓的脱颗粒管道在细胞膜处开口。有的小泡还分布在细胞膜外表和细胞周围的间质中^[15]。

上世纪 80 年代和 90 年代, 一些学者根据其超微结构的不同, 将 MC 的脱颗粒分为快速脱颗粒和逐步脱颗粒两种。前者主要见于 IgE 介导的速发型过敏反应过程中及使用麻醉剂、48/80 复合物、钙离子载体等情况, 其表现为 MC 胞浆颗粒迅速膨胀并相互融合成均质状颗粒, 在胞膜形成脱颗粒管道而被排出胞外; 而后者主要见于某些慢性疾病, 如类大泡性天疱疮、创伤愈合等过程中, 特征是通过微血管的逐步运输来缓慢释放颗粒内的活性物质^[29]。Michael 等^[29]在人类皮肤 IgE 介导的超敏反应中注意到, MC 经历快速脱颗粒时也伴随逐步脱颗粒, 因而将 MC 脱颗粒形式改名为完全脱颗粒和部分脱颗粒两种。

在电镜下, MC 胞浆颗粒多呈圆形或卵圆形, 有单位膜包裹。颗粒内含有电子密度均匀(山羊、鸡、鸭、鸽、南美牙鱼)或不均匀(牛、猪、鹅、鹌鹑、家兔)的无定形基质, 部分因脱颗粒而出现边缘空隙或遗留空腔。在无定形基质中可见有电子密度各异的旋涡状、绳索状、空泡状、蜂窝状、杆状、环状、指纹状、卷轴状、眼球状、板状等多种形态的特殊亚结构, 在不同种属动物和人类 MC 中这种特殊亚微结构特点存在着种属间差异性。如在鸡、鸭、鸽、鹌鹑等家禽胸腺髓质中, MC 亚微结构的种间差异性表现为: 鸡 MC 胞浆颗粒内充盈电子密度不同的均质状颗粒和绒毛状基质; 鸭 MC 胞浆颗粒可分为电子密度均匀的均质状颗粒, 眼球状颗粒和板状颗粒; 鸽 MC 除了含电子密度不同均质状细颗粒外, 不见其他的特殊亚微结构。鹌鹑胸腺髓质 MC 则含细颗粒状、均质状两型颗粒^[15]。不同动物与人类 MC 胞浆颗粒的超微结构异质性特征详见表 1。

这种亚微结构的异质性还可体现在同一种动物的不同 MC 亚型上。前期研究工作表明, 人的 TMC 和 TCMC 之间存在着显著的超微结构差异性^[3], 前者胞浆颗粒以卷轴状结构为主, 涡卷中心有电子密度高

表 1 部分动物与人类 MC 胞浆颗粒的超微结构

物种	不同动物 MC 颗粒中的亚微结构
山羊	蜂窝状、空泡状、旋涡状和绳索状 ^[32]
猪	未发现显著的亚微结构 ^[33]
牛	部分可能有网样结构和颗粒状结构 ^[33]
绵羊	杆状、环状、旋涡状、指纹状、卷轴状和卵黄样及绳索样特殊结构 ^[17]
鸭	均质状、眼球状、板状 ^[15]
鹅	颗粒状、均质状和念珠链状结构 ^[14]
鸡	均质状和绒毛状结构 ^[15]
鹌鹑	细粒状、粗粒状 ^[15]
鸽	未发现亚结构 ^[15]
家兔	电子密度不同的均质状物质颗粒, 未见特殊超微结构 ^[31]
人	旋涡状、颗粒状和结晶状 ^[3]
鱼	均质透明状 ^[37]

低不等的芯, 偶尔可见到细粒状结构; 而后者则以晶格状亚微结构为主, 颗粒基质电子密度均匀一致的多。在大鼠^[1]、牛^[33]、家禽^[15]和猪^[33]等动物的 MMC 和 CTMC 间确未发现明显的超微结构差异性; 但绵羊 MMC 中有部分卷轴状及卵黄样结构, 而在 CTMC 中有少量绳索样结构^[17]。这些亚微结构代表着什么, 具有怎样的意义, 以及这种异质性是否具有一定的规律性, 到目前为止尚未明确。有可能是 MC 成熟, 活化或脱颗粒不同阶段可能出现的胞浆颗粒形态学变化; 免疫电镜的研究似乎表明这种超微结构差异与其酶组分不同有关^[4, 15, 32-34]。

总之, MC 是一种具有高度异质性的细胞群, 其生物学作用也多种多样。但其在各种动物中的异质性特征及各类免疫过程中的作用了解得比较零散, 在人类及各类动物不同组织器官中 MC 异质性的共性及其区别是什么, MC 的异质性与其免疫功能又有怎样的联系, 以及 MC 异质性的机制、原因等问题, 仍是今后研究工作中的重要课题。

参考文献(References)

- [1] Galli SJ. *Lab Invest*, 1990, **62**: 5
- [2] Enerback L. *Acat Pathol Microbiol Scand*, 1966, **66**: 289
- [3] Craig SS et al. *Lab Invest*, 1988, **58**: 682
- [4] Timoshanko JR et al. *J Am Soc Nephrol*, 2006, **17**: 150
- [5] 呼格吉乐图等. *动物医学进展*, 2004, **25**: 11
- [6] Grodzki AC et al. *Braz J Med Biol Res*, 2003, **36**: 1101
- [7] Kobayashi T et al. *J Immunol*, 1986, **136**: 1378
- [8] Sonoda S et al. *J Immunol*, 1986, **137**: 1319
- [9] Fujita J et al. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1989, **86**: 2888
- [10] 冯雅琴等. *解剖学杂志*, 2005, **28**: 31
- [11] Toth T et al. *J Am Soc Nephrol*, 1999, **10**: 1498
- [12] Welle M et al. *Zentralbl Veterinarmed A*, 1999, **46**: 309
- [13] Xu LR et al. *Histochem J*, 1993, **25**: 516

- [14] 李玉谷等。华南农业大学学报, 1999, **20**: 41
- [15] 呼格吉乐图。动物医学进展, 2004, **25**: 99
- [16] 呼格吉乐图。中国预防兽医学报, 2006, **28**: 419
- [17] 江 萍等。解剖学报, 1996, **27**: 92
- [18] Wilkes LK. *Immunology*, 1992, **75**: 535
- [19] Jarret E *et al. Nature*, 1974, **251**: 613
- [20] 呼格吉乐图。解剖学杂志, 2005, **28**: 638
- [21] Leclere M *et al. J Vet Inter Med*, 2006, **20**: 377
- [22] Ehara T *et al. Nephrology (Carlton)*, 2003, **8**: 130
- [23] Brandon JM *et al. Am J Anat*, 1983, **167**: 241
- [24] 查红波等。畜牧兽医学报, 1997, **28**: 185
- [25] 巢国正等。中国兽医学报, 2005, **25**: 53
- [26] 苏建清等。中国兽医杂志, 2001, **37**: 7
- [27] 赵英春等。黑龙江八一农垦大学学报, 2003, **15**: 71
- [28] Combs JW. *J Cell Biol*, 1965, **25**: 577
- [29] Kaminer MS *et al. Clin Diagn Lab Immunol*, 1995, **2**: 297
- [30] 李玉谷等。华南农业大学学报, 1997, **18**: 110
- [31] Tanzola MB *et al. J Immunol*, 2003, **171**: 4385
- [32] 高登慧等。贵州农学院学报, 1995, **14**: 14
- [33] 许乐仁等。贵州农学院学报, 1995, **14**: 19
- [34] 许乐仁等。动物学研究, 1998, **19**: 1
- [35] Auxilia ST *et al. Vet Dermatol*, 2000, **11**: 247
- [36] Johnson TO *et al. Vet Pathol*, 2002, **39**: 452
- [37] 许乐仁等。水产学报, 2003, **27**: 233
- [38] Rocha JS *et al. Fish Shellfish Immunol*, 2007, **22**: 218
- [39] 呼格吉乐图。科学技术与工程, 2004, **4**: 764
- [40] 呼格吉乐图。科学技术与工程, 2004, **4**: 768
- [41] Barrett KE *et al. J Clin Immunol*, 1984, **4**: 253
- [42] Sugamata M *et al. Am J Reprod Immunol*, 2005, **53**: 120
- [43] 王立岸等。动物医学进展, 2007, **2**: 92
- [44] 陈吉龙等。畜牧兽医学报, 1994, **25**: 71
- [45] Janssens AS *et al. J Clin Pathol*, 2005, **58**: 285
- [46] 王 彤等。解剖学杂志, 1998, **21**: 538
- [47] Esposito I *et al. Hum Pathol*, 2001, **32**: 1174

Histochemical and Ultrastructural Heterogeneity of Mast Cell

Hugjiltu^{1*}, Subud¹, Zhi Wang¹, Shan Du¹, Zhi-Guo Zhao¹, Yun-Zhang Li¹, Le-Ren Xu²

¹Teaching and Research Group of Clinical Veterinary, College of Animal Science and Animal Medicine, Inner Mongolian Agricultural University, Huhhot 010018, China; ²Teaching and Research group of Basic Veterinary, College of Life Science, Guizhou University, Guiyang 550025, China)

Abstract Mast cell is an important immune cell which divided into two sub groups as connective tissue mast cell and mucosal mast cell. One of the important characteristics of mast cell is her heterogeneity that has differences in their morphologies, distributions, chemical composition of cytoplasmic granules, ultrastructures and functions across species or even in different tissues of one individual. In recent years, more research and progress in the heterogeneity of mast cells have been achieved, but the mechanisms for mast cell heterogeneity still remains speculative. In the present review, the heterogeneities of mast cells were summarized in the respects of cell subtype, morphology, distribution, staining characteristics, immunohistochemistry, and ultrastructure.

Key words mast cell; subtype; heterogeneity; ultrastructures

Received: May 28, 2007 Accepted: September 6, 2007

This work was supported by the National Natural Science Foundation of China (No.39860061)

*Corresponding author. Tel: 86-13947119779, Fax: 86-471-4301630, E-mail: huge4332@sina.com.cn