

## 细菌纤维素复合抗菌敷料的研究进展

罗争辉 张家平

**Advances in the research of antibacterial composite dressings based on bacterial cellulose** Luo Zhenghui, Zhang Jiaping. State Key Laboratory of Trauma, Burns and Combined Injury, Institute of Burn Research, the First Affiliated Hospital of Army Medical University (the Third Military Medical University), Chongqing 400038, China

Corresponding author: Zhang Jiaping, Email: japzhang@aliyun.com

**【Abstract】** Bacterial cellulose (BC) is a promising material for wound dressing due to its predominant water binding capacity, mechanical property, biodegradability, and histocompatibility. Whereas BC itself exhibits no antimicrobial activity. To gain antimicrobial activity, several kinds of antibacterial agents have been introduced into BC. However, all of the antibacterial composite dressings are still in the stage of experimental research. In this paper, the types, antibacterial mechanism, and shortcomings of antibacterial composite dressings based on BC are summarized, in order to make prospects of the research trends of antibacterial composite dressings based on BC in future.

**【Key words】** Wound healing; Bacterial cellulose; Antibacterial composite dressings

**Fund program:** Special Program of Applied Technology Research and Development & Demonstration and Promotion of Hainan Province of China (ZDXM2014089); Project of Technology Innovation in Priority Research Field of the First Affiliated Hospital of Army Medical University (the Third Military Medical University) (SWH2016ZDCX4201)

**【关键词】** 伤口愈合; 细菌纤维素; 复合抗菌敷料

**基金项目:** 海南省应用技术研发与示范推广专项 (ZDXM2014089); 陆军军医大学 (第三军医大学) 第一附属医院重大领域技术创新项目 (SWH2016ZDCX4201)

细菌纤维素是一种由微生物产生的细胞外多糖,是由  $\beta$ -D-葡萄糖通过  $\beta$ -1,4-糖苷键结合成的直链分子。与植物纤维素相比,其没有木质素和半纤维素等伴生产物,具有高合成率、广泛的合成原料来源、良好的机械性能、高密度和结晶度、高可塑性、大比表面积、高透气性、高持水性、纳米级精细三维网络结构、良好的生物可降解性和生物相容性等特性<sup>[1]</sup>。因此细菌纤维素在组织工程支架、人工血管、人工皮肤等方面具有广泛应用前景,是目前国际生物医用材料研究的热点<sup>[2-3]</sup>。本文主要综述细菌纤维素复合抗菌敷料的研究进展。

DOI:10.3760/cma.j.issn.1009-2587.2018.05.014

作者单位:400038 重庆,陆军军医大学 (第三军医大学) 第一附属医院全军烧伤研究所,创伤、烧伤与复合伤国家重点实验室

通信作者:张家平,Email:japzhang@aliyun.com



### 1 细菌纤维素作为医用敷料的独特优势与不足

细菌纤维素除具有上述优良理化性质和生物安全性以外,作为医用敷料,其也具备独特的优势。细菌纤维素敷料 Veloderm<sup>®</sup>,于 2001 年作为医疗器械上市,并广泛应用于临床治疗烧伤创面、磨损创面、溃疡、自体植皮供皮区。Melandri 等<sup>[4]</sup>针对促进烧伤自体植皮供皮区创面愈合作用的临床研究显示,与藻酸钙敷料 Algisite M<sup>™</sup> 和透明质酸敷料 Jaloderm<sup>®</sup> 相比,Veloderm<sup>®</sup> 不仅能显著促进创面愈合,还具有更换频率低、吸水能力强、患者接受度高和使用便利、不与创面粘连、可减轻疼痛等优势,且创面愈合后外观更佳。

尽管现有资料表明细菌纤维素是一种相对理想的伤口敷料,但其本身并无抗菌性能,也不含促进创面表皮细胞增殖和移行的因子或成分,难以应用于高感染风险的大面积深度烧伤创面、慢性难愈性创面和老年或小儿复杂创面。而通过材料改性或形成复合材料是赋予细菌纤维素抗菌性能的有效途径和手段。

### 2 细菌纤维素复合抗菌敷料的分类

#### 2.1 载天然聚合物或合成聚合物的细菌纤维素复合抗菌敷料

壳聚糖作为第 2 大天然多糖甲壳素的脱乙酰产物,是近年来医用材料的研究热点。目前普遍认同的壳聚糖抗菌机制是带正电荷的壳聚糖与带负电荷的细菌细胞表面的相互作用,即壳聚糖分子中质子化的氨基与细菌细胞膜表面带负电荷的磷脂、蛋白质或细胞壁上的氨基酸等静电作用,使细菌细胞壁结构和细胞膜通透性发生改变,最终导致细菌裂解<sup>[5]</sup>。有学者采用原位合成法合成壳聚糖/细菌纤维素复合抗菌敷料,结果显示其对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌均具有抗菌作用,且抗菌活性强度随复合抗菌敷料中壳聚糖含量升高而增强<sup>[6]</sup>。Kingkaew 等<sup>[7]</sup>观察到与单纯细菌纤维素敷料相比,壳聚糖/细菌纤维素复合抗菌敷料的一些物理性能有所下降,特别是吸水性和透气性明显降低。虽然壳聚糖的引入赋予了单纯细菌纤维素膜抗菌性能,但是壳聚糖/细菌纤维素复合抗菌敷料不适用于大面积烧伤、糖尿病溃疡和慢性创面等渗出量大的创面。

多聚 2-氨基乙基甲基丙烯酸酯 (PAEM) 是一种具有广谱抗菌活性的合成类聚合物<sup>[8]</sup>。PAEM 的带正电荷的铵基团与带负电荷的细菌细胞膜的相互作用,使细胞膜破裂,细胞裂解,最终导致细菌死亡<sup>[9]</sup>。Figueiredo 等<sup>[10]</sup>通过自由基聚合反应,在细菌纤维素网络中原位合成 PAEM,制备 PAEM/细菌纤维素复合抗菌敷料,并观察到该敷料对大肠杆菌具有抗菌活性,但其抗菌活性只能维持 18 h。此外,与单纯细菌纤维素敷料相比,PAEM/细菌纤维素复合抗菌敷料的力学性能明显下降,这种性质可能使其在受到外力牵拉时容

易破损,失去对创面的屏障保护作用,所以 PAEM/细菌纤维素复合抗菌敷料在临床应用中可能需要频繁更换,人力和经济的消耗也随之增加。

## 2.2 载抗菌肽细菌纤维素复合抗菌敷料

抗菌肽是一类广泛存在于植物、无脊椎动物、高等动物体内的天然免疫活性多肽分子,是新一代抗菌药物的代表<sup>[11-12]</sup>。带阳离子基团的抗菌肽可与细菌细胞膜结合并破坏细胞膜,最终导致细菌裂解死亡<sup>[13]</sup>。由于其优良特性,抗菌肽在生物敷料研究中具有广阔前景。有学者将聚六亚甲基双胍和绿茶共生培养合成具有三维网络结构的新型抗菌肽细菌纤维素/聚己二酰双胍复合抗菌敷料,研究显示该敷料对慢性创面的治疗具有明显优势<sup>[14]</sup>。

## 2.3 载阳离子抗菌剂细菌纤维素复合抗菌敷料

阳离子抗菌剂如季铵类化合物、双胍类和二双胍类化合物,广泛应用于临床和日常生活已有半个多世纪的历史。聚六亚甲基双胍盐酸盐(PHMB)是使用最广泛的双胍类化合物,广泛应用于急救中皮肤创面消毒、器皿表面消毒和纺织品消毒<sup>[11]</sup>。PHMB中的甲基胍本身具有很高的活性,使PHMB带正电荷。带正电荷的PHMB容易吸附细菌、病毒,具有抑制细菌、病毒的分裂功能,使细菌、病毒丧失繁殖能力,且聚合物的形成堵塞了微生物的呼吸通道,使微生物窒息而死<sup>[15]</sup>。Wiegand等<sup>[16]</sup>采用沉淀法合成PHMB/细菌纤维素复合抗菌敷料,并观察到其对金黄色葡萄球菌具有浓度依赖性的抗菌活性。革兰阴性菌细胞膜外的生物膜中的脂多糖和孔蛋白构成狭窄的限制性通道,形成保护层,起到屏障作用,阻碍抗菌剂与细胞膜的结合,所以PHMB/细菌纤维素复合抗菌敷料对此类细菌的抗菌能力是有限的;革兰阳性菌不具有此种保护膜,容易被阳离子抗菌剂破坏<sup>[17]</sup>。PHMB/细菌纤维素复合抗菌敷料对革兰阴性菌抗菌活性的局限性限制其在创面中的广泛应用。

## 2.4 载抗生素细菌纤维素复合抗菌敷料

引入外用抗生素也是赋予细菌纤维素抗菌性能的有效手段。氯霉素属于酰胺醇类抗生素,氯霉素与核糖体50S亚基结合,阻止一些蛋白的多肽在核糖体上的合成<sup>[18]</sup>。有学者采用溶胀扩散法合成氯霉素/2,3-二醛细菌纤维素(DABC)复合抗菌敷料及氯霉素/细菌纤维素复合抗菌敷料,并研究这2种敷料对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌和肺炎链球菌的抗菌作用,结果显示尽管二者的药物负载量都相当低,但是均具有抗菌活性;氯霉素/DABC复合抗菌敷料的生物相容性优于氯霉素/细菌纤维素复合抗菌敷料,二者负载的氯霉素24h释放量均达到99%以上<sup>[19]</sup>。氯霉素/细菌纤维素复合抗菌敷料的上述性质使其自身无法保持长久的抗菌性能,并且脱失的氯霉素可能会被吸收进入患者体内造成不可忽视的毒性作用。

## 2.5 载无机物细菌纤维素复合抗菌敷料

由于具有大的比表面积和颗粒形状,无机纳米材料在抗菌应用中起重要作用<sup>[20]</sup>。近年来,多聚化合物中引入具有抗菌活性的纳米抗菌材料是热门话题<sup>[21]</sup>。由于具有低细胞毒性、低成本、高抗菌活性,纳米金属或纳米金属氧化物如纳米银、纳米四氧化三铁、纳米二氧化硅、纳米氧化铜、纳米氧化锌等,广泛用于织物、护肤品、生物医学中的抗菌剂和食品

添加剂行业。这些纳米颗粒的抗菌机制尚不明确,已知的有纳米颗粒与细菌的直接结合和作用、活性氧类物质的生成、金属离子的释放。但认同度较高的是活性氧类物质的生成,即纳米颗粒通过光催化作用生成活性氧类物质,活性氧类物质再与细菌的有机物进行反应,从而起到抗菌作用<sup>[22]</sup>。

纳米氧化锌为一种具有抗菌作用的纳米无机物,是现在医学研究的热点。Katepetch等<sup>[23]</sup>采用超声波辅助原位沉淀法将纳米氧化锌晶体颗粒沉淀到细菌纤维素上制备成纳米氧化锌/细菌纤维素复合抗菌敷料,并观察到其对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌均具有抗菌活性,但此种方法制备的复合抗菌敷料中纳米颗粒存在聚集现象,这将影响纳米颗粒的分布及其抗菌活性。有研究显示,引入的纳米氧化锌颗粒占据细菌纤维素膜孔隙的空间,降低孔隙率,继而会降低细菌纤维素膜的透气性<sup>[24]</sup>。

银制剂是在复合抗菌敷料中应用最广泛的无机物。有研究者以细菌纤维素膜为模板,通过原位合成法合成纳米银/细菌纤维素复合抗菌敷料,并证明其对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌及铜绿假单胞菌均具有99%以上抗菌率<sup>[25]</sup>。有学者分别采用原位合成法和沉淀法合成纳米银/细菌纤维素复合抗菌敷料,结果显示这2种方法合成的复合抗菌敷料对金黄色葡萄球菌和肺炎克雷伯菌均具有抗菌作用<sup>[26]</sup>。引入磺胺嘧啶银是赋予细菌纤维素抗菌性能的另一方法。由于其广谱的抗细菌和抗真菌作用,磺胺嘧啶银被用于创面治疗,作用机制与电离作用和银离子释放有关<sup>[27]</sup>。相关研究表明,与单纯细菌纤维素敷料相比,磺胺嘧啶银/细菌纤维素复合抗菌敷料对铜绿假单胞菌、大肠杆菌和金黄色葡萄球菌有明显的抗菌活性;而且,磺胺嘧啶银/细菌纤维素复合抗菌敷料对KC和Fb均无细胞毒性,磺胺嘧啶银的引入不影响敷料的生物相容性。但研究证明,银制剂的毒性是其作为复合抗菌敷料应用中不可忽视的问题。有关硝酸银和纳米银对斑马鱼的毒性研究显示,硝酸银会产生急性毒性作用;纳米银则无明显的急性毒性作用,但在斑马鱼体内蓄积,产生比硝酸银更广泛的毒性作用<sup>[28]</sup>。在临床使用中,特别是大面积烧伤和慢性创面的治疗中,需要大量或长期使用银制剂复合抗菌敷料,可能会造成银在体内大量蓄积,产生全身的毒性作用。

非金属纳米颗粒是另一种具有抗菌活性的无机物。其中,蒙脱石是一种黏土矿物,在生物医学方面有广泛应用。蒙脱石能吸附金黄色葡萄球菌和大肠杆菌,且可固化细菌分泌的细胞毒素,进而起到抗菌作用。Ul-Islam等<sup>[29]</sup>研究指出,蒙脱石/细菌纤维素复合抗菌敷料的理化性质满足敷料的应用要求,但蒙脱石本身无抗菌性能,部分有机物修饰的蒙脱石以及钠、钙、铜修饰的蒙脱石与细菌纤维素结合形成的复合材料对金黄色葡萄球菌和大肠杆菌均具有抗菌活性,并且其抗菌活力与蒙脱石的量呈正相关。除此之外,氧化石墨烯/细菌纤维素复合抗菌敷料对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌也具有明显的抗菌活性<sup>[30]</sup>。

## 3 小结与展望

细菌纤维素具有作为理想敷料的主要特征,但其不具备抗菌性能。针对细菌纤维素的不足,其复合抗菌敷料的研究

发展迅速,这些细菌纤维素复合抗菌敷料通过不同机制起到抗菌作用:与细菌细胞膜的静电作用,改变细胞壁、细胞膜的结构和通透性,导致细菌的裂解;带正电荷的基团吸附细菌,抑制细菌的分裂增殖;阻碍细菌细胞内蛋白质的合成;通过光催化作用产生活性氧类物质,与有机物反应,起到抗菌作用。尽管目前各类细菌纤维素复合抗菌敷料均被证实具有抗菌性能,但都存在各自的问题,如机械性能的下降、局限的抗菌谱及抗菌性能的持久性不足。大部分的细菌纤维素复合抗菌敷料中抗菌物质的引入会影响到细菌纤维素优良的理化性质。因此,在未来的探索中,应研究如何保持或提高细菌纤维素复合抗菌敷料中细菌纤维素的理化性质。此外,目前细菌纤维素复合抗菌敷料仍处于动物实验研究阶段,且其生物安全性的检测时间比较局限,其在人体的使用可行性、长期使用的生物安全性、疗效等仍需探索和研究。

### 参考文献

- [1] 汪丽粉,李政,贾士儒,等. 细菌纤维素性质及应用的研究进展[J]. 微生物学通报,2014,41(8): 1675-1683. DOI: 10.13344/j. microbiol. china. 130655.
- [2] Lee KY, Buldum G, Mantalaris A, et al. More than meets the eye in bacterial cellulose: biosynthesis, bioprocessing, and applications in advanced fiber composites[J]. Macromol Biosci, 2014, 14(1): 10-32. DOI: 10.1002/mabi. 201300298.
- [3] Fu L, Zhang J, Yang G. Present status and applications of bacterial cellulose-based materials for skin tissue repair [J]. Carbohydr Polym, 2013, 92(2): 1432-1442. DOI: 10.1016/j. carbpol. 2012. 10. 071.
- [4] Melandri D, De Angelis A, Orioli R, et al. Use of a new hemi-cellulose dressing (Veloderm®) for the treatment of split-thickness skin graft donor sites[J]. Burns, 2006, 32(8): 964-972. DOI: 10.1016/j. bjps. 2006. 03. 013.
- [5] Martínez-Camacho AP, Cortez-Rocha CO, Ezquerro-Brauer JM, et al. Chitosan composite films: thermal, structural, mechanical and antifungal properties[J]. Carbohydr Polym, 2010, 82(2): 305-315. DOI: 10.1016/j. carbpol. 2010. 04. 069.
- [6] Zhang P, Chen L, Zhang Q, et al. Using in situ dynamic cultures to rapidly biofabricate fabric-reinforced composites of chitosan/bacterial nanocellulose for antibacterial wound dressings [J]. Front Microbiol, 2016, 7: 260. DOI: 10.3389/fmicb. 2016. 00260.
- [7] Kingkaew J, Kirdponpattara S, Sanchavanakit N, et al. Effect of molecular weight of chitosan on antimicrobial properties and tissue compatibility of chitosan-impregnated bacterial cellulose films [J]. Biotechnol Bioproc E, 2014, 19(3): 534-544. DOI: 10.1007/s12257-014-0081-x.
- [8] Ji W, Panus D, Palumbo RN, et al. Poly(2-aminoethyl methacrylate) with well-defined chain length for DNA vaccine delivery to dendritic cells [J]. Biomacromolecules, 2011, 12(12): 4373-4385. DOI: 10.1021/bm201360v.
- [9] Li Y, Armes SP. Synthesis of model primary amine-based branched copolymers by pseudo-living radical copolymerization and post-polymerization coupling of homopolymers [J]. Macromolecules, 2009, 42(4): 939-945. DOI: 10.1021/ma802750x.
- [10] Figueiredo AR, Figueiredo AG, Silva NH, et al. Antimicrobial bacterial cellulose nanocomposites prepared by in situ polymerization of 2-aminoethyl methacrylate [J]. Carbohydr Polym, 2015, 123: 443-453. DOI: 10.1016/j. carbpol. 2015. 01. 063.
- [11] Gilbert P, Moore LE. Cationic antiseptics: diversity of action under a common epithet [J]. J Appl Microbiol, 2005, 99(4): 703-715. DOI: 10.1111/j. 1365-2672. 2005. 02664. x.
- [12] Li SA, Lee WH, Zhang Y. Efficacy of OH-CATH30 and its analogs against drug-resistant bacteria in vitro and in mouse models [J]. Antimicrob Agents Chemother, 2012, 56(6): 3309-3317. DOI: 10.1128/AAC. 06304-11.
- [13] Benke SN, Thulasiram HV, Gopi HN. Potent antimicrobial activity of lipidated short  $\alpha$ ,  $\gamma$ -hybrid peptides [J]. ChemMedChem, 2017, 12(19): 1610-1615. DOI: 10.1002/cmdc. 201700370.
- [14] Basmaji P, de Olyveira GM, dos Santos ML, et al. Novel antimicrobial peptides bacterial cellulose obtained by symbioses culture between polyhexanide biguanide (PHMB) and green tea [J]. J Biomater Tiss Eng, 2014, 4(1): 59-64. DOI: 10.1166/jbt. 2014. 1133.
- [15] 崔玉树,陈璐. 胍类消毒剂及其研究进展[J]. 中国消毒学杂志, 2011, 28(6): 749-751.
- [16] Wiegand C, Moritz S, Hessler N, et al. Antimicrobial functionalization of bacterial nanocellulose by loading with polyhexanide and povidone-iodine [J]. J Mater Sci Mater Med, 2015, 26(10): 245. DOI: 10.1007/s10856-015-5571-7.
- [17] Nikaido H. Prevention of drug access to bacterial targets: permeability barriers and active efflux [J]. Science, 1994, 264(5157): 382-388. DOI: 10.1126/science. 8153625.
- [18] Xaplanteri MA, Andreou A, Dinos GP, et al. Effect of polyamines on the inhibition of peptidyltransferase by antibiotics: revisiting the mechanism of chloramphenicol action [J]. Nucleic Acids Res, 2003, 31(17): 5074-5083. DOI: 10.1093/nar/ gkg686.
- [19] Laçin NT. Development of biodegradable antibacterial cellulose based hydrogel membranes for wound healing [J]. Int J Biol Macromol, 2014, 67: 22-27. DOI: 10.1016/j. ijbiomac. 2014. 03. 003.
- [20] Moghimi SM, Farhangrazi ZS. Nanoparticles in medicine: nanoparticle engineering for macrophage targeting and nanoparticles that avoid macrophage recognition [M]//Diana B, Albert D. Nanoparticles and the immune system. Oxford; Elsevier, 2014: 77-89. DOI: 10.1016/B978-0-12-408085-0. 00006-6.
- [21] Rai M, Yadav A, Gade A. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials [J]. Biotechnol Adv, 2009, 27(1): 76-83. DOI: 10.1016/j. biotechadv. 2008. 09. 002.
- [22] Stankic S, Suman S, Haque F, et al. Pure and multi metal oxide nanoparticles: synthesis, antibacterial and cytotoxic properties [J]. J Nanobiotechnology, 2016, 14(1): 73. DOI: 10.1186/s12951-016-0225-6.
- [23] Katepetch C, Rujiravanit R, Tamura H. Formation of nanocrystalline ZnO particles into bacterial cellulose pellicle by ultrasonic-assisted in situ synthesis [J]. Cellulose, 2013, 20(3): 1275-1292. DOI: 10.1007/s10570-013-9892-8.
- [24] Ul-Islam M, Khattak W, Ullah M, et al. Synthesis of regenerated bacterial cellulose-zinc oxide nanocomposite films for biomedical applications [J]. Cellulose, 2014, 21(1): 433-447. DOI: 10.1007/s10570-013-0109-y.
- [25] Wu J, Zheng Y, Song W, et al. In situ synthesis of silver-nanoparticles/bacterial cellulose composites for slow-released antimicrobial wound dressing [J]. Carbohydr Polym, 2014, 102: 762-771. DOI: 10.1016/j. carbpol. 2013. 10. 093.
- [26] Pinto RJ, Marques PA, Neto CP, et al. Antibacterial activity of nanocomposites of silver and bacterial or vegetable cellulosic fibers [J]. Acta Biomater, 2009, 5(6): 2279-2289. DOI: 10.1016/j. carbpol. 2013. 10. 093.
- [27] Dellera E, Bonferoni MC, Sandri G, et al. Development of chitosan oleate ionic micelles loaded with silver sulfadiazine to be associated with platelet lysate for application in wound healing [J]. Eur J Pharm Biopharm, 2014, 88(3): 643-650. DOI: 10.

1016/j. ejpb. 2014. 07. 015.

[28] Cambier S, Røgeberg M, Georgantzopoulou A, et al. Fate and effects of silver nanoparticles on early life-stage development of zebrafish (*Danio rerio*) in comparison to silver nitrate[J]. *Sci Total Environ*, 2018, 610/611: 972-982. DOI: 10. 1016/j. scitotenv. 2017. 08. 115.

[29] Ul-Islam M, Khan T, Park JK. Nanoreinforced bacterial cellulose-montmorillonite composites for biomedical applications[J]. *Carbohydr Polym*, 2012, 89(4): 1189-1197. DOI: 10. 1016/j. carbpol. 2012. 03. 093.

[30] Shao W, Liu H, Liu X, et al. Anti-bacterial performances and biocompatibility of bacterial cellulose/graphene oxide composites

[J]. *RSC Adv*, 2015, 5(7): 4795-4803. DOI: 10. 1039/C4RA13057J.

(收稿日期:2017-10-17)  
(本文编辑:贾津津)

本文引用格式

罗争辉, 张家平. 细菌纤维素复合抗菌敷料的研究进展[J]. *中华烧伤杂志*, 2018, 34(5): 314-317. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1009-2587. 2018. 05. 014.

Luo ZH, Zhang JP. Advances in the research of antibacterial composite dressings based on bacterial cellulose[J]. *Chin J Burns*, 2018, 34(5): 314-317. DOI: 10. 3760/cma. j. issn. 1009-2587. 2018. 05. 014.

## 《中华烧伤杂志》第五届编辑委员会通讯编委名单

(按姓氏拼音排序)

- |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 巴 特 | 贲道锋 | 卞徽宁 | 蔡 晨 | 曹永倩 | 查天建 | 陈 辉 | 陈 婧 | 陈铭锐 | 陈晓东 |
| 陈忠勇 | 程君涛 | 程 勇 | 迟云飞 | 储国平 | 丁国兵 | 丁若虹 | 段红杰 | 段 鹏 | 樊东力 |
| 冯 光 | 付忠华 | 傅跃先 | 郭毅斌 | 韩兆峰 | 侯春胜 | 胡德林 | 胡炯宇 | 胡晓燕 | 胡晓燕 |
| 黄红军 | 黄 沙 | 纪世召 | 贾晓明 | 贾学峰 | 江 华 | 姜笃银 | 姜丽萍 | 黎 宁 | 李东杰 |
| 李栋梁 | 李 峰 | 李晓东 | 李晓鲁 | 李永林 | 李永勤 | 李跃军 | 梁 钢 | 梁鹏飞 | 梁尊鸿 |
| 林 源 | 林 才 | 林国安 | 刘德伍 | 刘宏伟 | 刘 军 | 刘淑华 | 刘文军 | 刘 勇 | 吕大伦 |
| 吕开阳 | 马 兵 | 马思远 | 宁方刚 | 牛轶雯 | 欧阳军 | 乔 亮 | 邱学文 | 曲 滨 | 沈运彪 |
| 石继红 | 宋华培 | 苏海涛 | 孙 勇 | 孙 瑜 | 覃凤均 | 谭江琳 | 唐修俊 | 陶 克 | 滕 苗 |
| 田宝祥 | 田社民 | 汪 虹 | 王德运 | 王光毅 | 王洪涛 | 王良喜 | 王献珍 | 王新刚 | 王 杨 |
| 王志永 | 邬佳敏 | 吴 红 | 吴继炎 | 吴巍巍 | 吴祖煌 | 向 飞 | 向 军 | 谢举临 | 谢松涛 |
| 许顺江 | 许喜生 | 许学文 | 薛 斌 | 杨建民 | 杨 磊 | 杨敏烈 | 杨仁刚 | 姚 明 | 姚兴伟 |
| 叶祥柏 | 易 南 | 尹会男 | 于东宁 | 于 蓉 | 于 冶 | 岳丽青 | 翟红军 | 张 兵 | 张 博 |
| 张 诚 | 张东霞 | 张红艳 | 张玲娟 | 张庆红 | 张 涛 | 张彦琦 | 张 寅 | 张元海 | 张 志 |
| 赵洪良 | 赵 全 | 赵 雄 | 赵永健 | 郑东风 | 郑健生 | 郑 军 | 周金武 | 周俊峰 | 周慨武 |
| 周 琴 | 周万芳 | 朱 峰 | 朱维平 | 邹立津 | 邹晓防 |     |     |     |     |