

KIR3DL1 基因在 92 例造血干细胞供者中的表达

张静 王苗 鲍晓晶 吴小津 周惠芬 张环环 吴德沛 何军

【摘要】 目的 研究造血干细胞供者NK细胞表面的KIR3DL1表达水平。方法 对92例造血干细胞供者采用序列特异性引物PCR、基因测序法进行KIR和HLA基因分型,流式细胞术检测KIR3DL1的表达,并分析不同KIR基因型、单倍型、KIR/HLA受配体模式组KIR3DL1表达水平的差异性。结果 92例供者中KIR-A/A、Bx1、Bx2基因型的频率分别为46.74%(43/92)、18.48%(17/92)、9.78%(9/92);KIR-A、B1、B2、B3单体型频率分别为70.33%(128/182)、10.99%(20/182)、7.14%(13/182)、4.39%(8/182);KIR3DL1识别HLA-BW4/BW4、HLA-BW4/BW6、HLA-BW6/BW6配体的频率分别为13.79%、67.81%、18.39%($P<0.001$)。在基因型KIR-A/A、KIR-A/B、KIR-B/B组KIR3DL1的中位表达水平分别为18.77%(3.11%~49.24%)、13.14%(1.70%~63.32%)、0.37%(0.20%~2.60%),两两比较差异均有统计学意义($P<0.05$)。KIR-A/A组KIR3DL1的中位表达水平高于KIR-Bx基因型且着丝粒端2DL2阴性组[11.20%(3.50%~36.08%)]($P=0.019$)。KIR3DL1识别HLA-BW4/BW4纯合和HLA-BW4/BW6杂合组KIR3DL1中位表达水平[17.61%(1.40%~49.24%)]高于HLA-BW6/BW6纯合不识别组[10.60%(3.50%~18.56%)]($P=0.006$)。结论 KIR3DL1的表达水平在不同KIR基因型、单倍型以及不同HLA配体组中均存在差异。

【关键词】 造血干细胞移植; 组织供者; 自然杀伤T细胞; 受体,KIR3DL1; 基因型

Analysis of KIR3DL1 expression levels on 92 cases of normal donors for hematopoietic stem cells transplant Zhang Jing, Wang Miao, Bao Xiaojing, Wu Xiaojin, Zhou Huifen, Zhang Huanhuan, Wu Depei, He Jun. The First Affiliated Hospital of Soochow University, Jiangsu Institute of Hematology, Suzhou 215006, China

Corresponding author: He Jun, Email: junhe1964@163.com

【Abstract】 **Objective** To study KIR3DL1 expression level on NK cell surface of normal donors for hematopoietic stem cell transplantation (HSCT). **Methods** Ninety-two donors were performed by using of KIR genotyping, HLA high resolution genotyping and KIR3DL1 expression level using sequence-based testing (SBT), PCR- sequence specific primer (SSP) and flow cytometry methods. **Results** In 92 donors, the frequencies of KIR-A/A, Bx1, Bx2 for common genotypes were 46.74% (43/92), 18.48% (17/92) and 9.78% (9/92) respectively ($P<0.001$); KIR-A, B1, B2, B3 for common KIR haplo-type were 70.33% (128/182), 10.99% (20/182), 7.14% (13/182) and 4.39% (8/182) respectively ($P<0.001$); the frequencies of HLA-BW4/BW4, HLA-BW4/BW6, BW6/BW6 ligands were 13.79%, 67.81% and 18.39% respectively ($P<0.001$). KIR3DL1 middle expression level among haplo-type KIR-A/A and KIR-Bx, KIR-B/B were 18.77%(3.11%~49.24%), 13.14%(1.70%~63.32%) and 0.37%(0.20%~2.60%) respectively ($P<0.05$). KIR3DL1 expression level [18.77%(3.11%~49.24%)] in haplo-type KIR-A/A was higher than haplo-type KIR-Bx at the same time did not express 2DL2 group [11.20%(3.50%~36.08%)] ($P=0.019$). KIR3DL1 expression level in recognition group (HLA-BW4 positive group) [17.61%(1.40%~49.24%)] was higher than KIR3DL1 unrecognized group (HLA-BW4 negative group) [10.60%(3.50%~18.56%)] ($P=0.006$). **Conclusion** The expression levels of KIR3DL1 in different KIR genotypes, haplotypes and

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2727.2015.12.003

基金项目:国家自然科学基金(81072435、81273266);江苏省医学创新团队与领军项目(LJ201138);江苏省临床医学科技专项(BL2014038、SBL201320030);血液学协同创新中心和优势学科

作者单位:215007 苏州大学附属第一医院、江苏省血液研究所

通信作者:何军,Email:junhe1964@163.com

HLA ligands were statistically significance.

【Key words】 Hematopoietic stem cell transplantation; Tissue donors; Natural killer T-cells; Receptors, KIR3DL1; Genotype

杀伤细胞免疫球蛋白样受体(killer cell immunoglobulin-like receptor, KIR)基因分布于自然杀伤细胞(NK细胞)和T细胞表面。KIR基因数目在不同个体不同种族之间有差异,这种差异促使不同的个体可以表现为不同的单倍型。在中国汉族人群KIR基因型以A/A和Bx基因型中的A/B最为常见,单倍型A与单倍型B的比例约为3:1^[1],并且与其他种族相比我国汉族人群Bx基因型的分布有其特点^[2]。以往国内外的研究都集中于KIR基因多态性和基因型在种族间的差异^[3]。我们对正常造血干细胞供者KIR基因型、单倍型分布进行了研究,并从KIR/HLA受配体模式角度分析了抑制性KIR3DL1的表达,以便进一步研究KIR3DL1基因在无关供者造血干细胞移植预后评估中的作用。

材料和方法

1. 研究对象:92份正常人群新鲜外周血标本来源于中华骨髓库(CMDP)造血干细胞无关供者,其中供受者HLA全相合65份,供受者HLA-7/10、HLA-8/10、HLA-9/10相合27份。

2. KIR和HLA基因分型的检测:采用美国Promega公司的试剂盒抽提DNA。采用序列特异性引物聚合酶链反应(PCR-SSP)方法进行KIR基因分型(试剂为美国Invitrogen公司产品)。采用Sequence-base typing(SBT)方法进行HLA-A、B、C、DRB1、DQB1高分辨基因分型。

3. KIR3DL1膜蛋白表达水平的检测:采用流式细胞术直接标记抗体法检测KIR3DL1膜蛋白表达水平,在移植当天留取供者外周血干细胞采集物后进行细胞计数,采用流式细胞术和CD3、CD56、CD159和CD158e单抗检测NK细胞表面抑制性KIR3DL1的表达。根据NK细胞表面标志,CD3⁻CD56⁺细胞群设门,进而对NKG2A⁺的NK细胞设门,分析KIR3DL1的表达。分析1×10⁶个细胞中阳性细胞数目,以荧光抗体染色阳性细胞百分率记录分析结果。

4. KIR基因单倍体分型:A单体型:包含多种iKIR如KIR2DL1、KIR2DL3、KIR2DL4、KIR3DL1、KIR3DL2、KIR3DL3和仅有一种aKIR(KIR2DS4)

的组合;B单体型:包含KIR2DS1、KIR2DS2、KIR2DS3、KIR2DS5、KIR3DS1多种aKIR的组合。KIR A/A基因型仅包含A单体型,KIR A/B基因型同时包含A单体型和B单体型,KIR B/B基因型仅包含B单体型,A/B基因型和B/B基因型合称为Bx基因型。

5. KIR受配体缺失模式:HLA-B位点根据氨基酸的不同分为BW4和BW6两类,其中KIR3DL1识别HLA-BW4配体。当HLA-B位点的配体为BW4/BW4纯合或BW4/BW6杂合时,KIR3DL1能够完全识别HLA-B配体,这两种情况称之为KIR3DL1识别组。而当HLA-B配体等位基因表达为BW6/BW6时,KIR3DL1完全不能识别HLA-B配体,即形成KIR3DL1不识别组。

6. 统计学处理:采用SPSS19.0软件进行数据分析。两组之间KIR3DL1表达水平的比较采用Mann-Whitney U检验。率的比较采用卡方检验。以P<0.05为差异有统计学意义。

结 果

1. KIR基因型分析:92例健康供者KIR基因分型结果显示:4种框架基因3DL3、3DP1、3DL2、2DL4的基因表型频率均为100%,基因频率均为1。12种KIR基因的表型频率:2DS2与2DL2均为19.57%,2DS5为26.08%,2DS3为26.09%,2DS1为41.30%,2DL5为46.74%,3DS1为93.48%,3DL1为94.57%,2DL1与2DL3均为97.83%,2DS4为94.57%,2DP1为97.83%,KIR3DL1的表型频率为94.57%。KIR3DL1基因在A/A以及A/B中均存在,在B/B中除BB15以外,BB1、BB11、BB16均不存在KIR3DL1基因。

2. KIR基因单倍体分析:92例健康供者中KIR-A/A为43例(46.74%),KIR-A/B 43例(46.74%),KIR-B/B 6例(6.52%)。单倍体KIR-A/B:A/B1 17例(18.48%),A/B2 9例(9.78%),A/B3 7例(7.61%),A/B4 2例(2.17%),A/B5 3例(3.26%),A/B9 1例(1.09%),A/B10 2例(2.17%),A/B16 1例(1.09%)。另有1例KIR基因型为Bx20而未能分析单倍型。单倍体KIR-B/B:B1/B2 3例(3.26%),B2/B13、

B3/B10、B10/B12各1例(1.09%)。

3. KIR基因着丝粒端和端粒端分析:KIR3DL1基因分布于19号染色体的端粒端,在A单倍型中均存在;在B单倍型中,除B3、B4、B16存在KIR3DL1外,余均无KIR3DL1基因表达。在92例正常供者中单倍型A与B1构成基因型Bx1,单倍型A与B2构成基因型Bx2,单倍型A与B3构成基因型Bx3,单倍型A与B4构成基因型Bx4。在单倍型B中B1、B2、B16着丝粒端无抑制性KIR2DL2分布,其余着丝粒端均存在抑制性KIR2DL2分布。因此,在研究KIR3DL1的表达时需要区分是否同时存在KIR2DL2的基因。92例造血干细胞供者KIR基因单倍型分布见表1。

4. 供体KIR/HLA受配体模式分析:KIR3DL1识别配体组(HLA-BW4/BW4纯合组、HLA-BW4/BW6杂合组)共71例(81.61%),其中BW4/BW4纯合组12例(13.79%)、BW4/BW6杂合组59例(67.81%),KIR3DL1不识别配体组(HLA-BW6/BW6纯合组)16例(18.39%)。在92例正常供者中以HLA-B配体为BW4/BW6杂合组为主,且其百分率与BW4/BW4纯合组、BW6/BW6纯合组所占的百分率比较差异有统计学意义($P < 0.001$)。

5. 流式细胞术检测KIR3DL1在KIR基因型的表达:在KIR-A/A、KIR-A/B及BB15基因型均有KIR3DL1表达。在KIR-A/A基因型中有43例KIR3DL1阳性表达,中位表达水平为18.77%(3.11%~

49.24%)。在KIR-A/B及BB15基因型中有44例KIR3DL1阳性表达,中位表达水平为13.14%(3.50%~42.50%)。在KIR基因型为B/B中有5例KIR3DL1低表达,中位表达水平为0.37%(0.20%~2.60%)。基因型为KIR-A/A组的KIR3DL1表达水平显著高于KIR-A/B组和KIR-B/B组,三者之间的表达水平差异均有统计学意义(P 值分别为0.039、 < 0.001 、 < 0.001)。

6. KIR3DL1在着丝粒端KIR2DL2基因存在与否的表达水平:KIR-Bx中3DL1阳性表达人群(44例)划分为着丝粒端2DL2阳性组(16例,16.3%)和2DL2阴性组(28例,30.4%),其中着丝粒端2DL2阳性组KIR3DL1中位表达水平为13.70%(3.90%~42.50%),着丝粒端2DL2阴性组KIR3DL1中位表达水平为11.20%(3.50%~36.08%)。在KIR-A/A组KIR3DL1的表达水平[18.77%(3.11%~49.24%)]高于KIR-Bx基因型且着丝粒端2DL2阴性组[11.20%(3.50%~36.08%)]($P=0.019$),与着丝粒端2DL2阳性组[13.70%(3.90%~42.50%)]比较差异无统计学意义($P=0.185$)。

7. KIR3DL1识别不同HLA-B位点的表达水平:KIR3DL1识别HLA-BW4/BW4纯合组和HLA-BW4/BW6杂合组共71例(77.17%),KIR3DL1中位表达水平为17.61%(1.40%~49.24%);KIR3DL1不识别组(HLA-BW6/BW6纯合组)16例(17.39%),KIR3DL1中位表达水平为10.60%(3.50%~

表1 92例正常造血干细胞供者KIR基因单倍型分布

亚型	例数	频率	着丝粒端										端粒端									
			3DL3	2DS2	2DL2	2DL3	2DL5B	2DS3	2DS5	2DP1	2DL1	3DP1	2DL4	3DL1	3DS1	2DL5A	2DS3	2DS5	2DS1	2DS4	1D	3DL2
A1	98	0.540	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	
A2	30	0.160	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	
B1	20	0.110	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+
B2	13	0.070	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+
B3-1	6	0.040	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+
B3-2	2	0.010	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+
B4-1	2	0.010	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+
B5	3	0.020	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+
B9	1	0.005	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	+
B10	4	0.021	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+
B12	1	0.005	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+
B13	1	0.005	+	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
B16	1	0.005	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+

注:+,对应基因阳性;-:对应基因阴性;频率=该单倍型阳性例数/总体单倍型例数

18.56%), 识别组 KIR3DL1 表达水平高于不识别组 ($P=0.006$)。

讨 论

KIR3DL1 框架基因位于人类 19 号染色体 (19q13.4) 的 LRC 区, 从 5'-启动子到 3'-UTR 区全长序列约为 14 000 bp。KIR3DL1 是 NK 细胞表面重要的抑制性受体基因, 特异性识别 HLA-B 位点的 BW4 配体结合后传递抑制信号, 抑制 NK 细胞的杀伤作用。现有研究证实 iKIR 表达水平的高低是反映 NK 细胞潜在活性高低的重要指标, 称之为 iKIR 对 NK 细胞的教育过程^[4-7]。在正常生理下 iKIR 在体内占主导地位, 当 iKIR 缺乏 HLA 配体或 MHC-I 类分子表达下调时, iKIR 无法与其形成受配体, 此时, aKIR 则被激活, 从而促使 NK 细胞产生杀伤功能, 消除包括白血病细胞、病毒等外源性物质^[7]。本研究中 KIR3DL1 基因频率与国内既往研究^[8-9]以及日本人群^[10]、高加索人^[11]相似, 而非非洲裔美国人^[12]有很大区别。KIR3DL1 表型频率为 94.57%, 与文献^[8-11]报道结果一致, 无偏态分布, 其 HLA-B 配体为 BW4/BW6 杂合组为主, 其百分率与 BW4/BW4 和 BW6/BW6 纯合组相比差异均有统计学意义, 并且还发现识别自身 HLA-BW4 配体的供体 3DL1 表达水平显著高于不识别自身配体组。因此, 本实验结果提示不仅要从基因型, 还要从 KIR/HLA 受配体的角度分析 KIR3DL1 的表达。

国外学者在 KIR3DL1 的细胞膜表达水平相关研究中发现不同的 KIR3DL1 等位基因表达的蛋白水平存在差异。Gardiner 等^[13]研究发现 KIR3DL1 各等位基因在细胞膜上表达水平由高到低依次为: KIR3DL1*01502 >*020 >*001 >*007 >*005。以往研究结果显示, 通过 DX9 和 Z27 单克隆抗体与 NK 细胞受体作用, 检测到不同的 KIR3DL1 等位基因转录翻译的蛋白水平 CD158e 平均荧光强度也存在差异^[14-15], 分为①低表达组: 包括 KIR3DL1*028 和 KIR3DL1*053; ②中表达组: KIR3DL1*005、KIR3DL1*006、KIR3DL1*007; ③高表达组: KIR3DL1*001、KIR3DL1*002、KIR3DL1*003、KIR3DL1*008、KIR3DL1*015、KIR3DL1*020; ④不表达组: KIR3DL1*004。Gibels 等^[16]的研究显示了造血干细胞移植供者 NK 细胞表面 KIR3DL1 的表达水平为 18%, 我们研究的 KIR3DL1 膜蛋白总体表达结果与此一致。目前国内尚无正常供者

KIR3DL1 蛋白水平表达的参考标准, 本研究显示 KIR3DL1 的表达水平在不同基因型中存在差异; 在 KIR-A/A 组 KIR3DL1 的表达水平 [18.77% (3.11%~49.24%)] 高于 KIR-Bx 基因型且着丝粒端 2DL2 基因阴性组 [11.20% (3.50%~36.08%)] ($P=0.019$); KIR3DL1 识别组的表达水平 [17.61% (1.40%~49.24%)] 高于不识别组 [10.60% (3.50%~18.56%)] ($P=0.006$)。据此, 我们推测 NK 细胞上存在多个 iKIR 基因共同影响 NK 细胞的功能, 后续将联合研究 NK 细胞表面 iKIR 基因共同表达水平对造血干细胞移植预后的影响。

本实验内容阐述了 KIR3DL1 基因型、单倍型以及蛋白表达之间的关系, 发现在正常供者中 KIR 基因型以及 KIR/HLA 受配体模式均影响 KIR3DL1 的表达水平, 而膜蛋白的表达是基因发挥作用的关键。因此, 除分析 KIR3DL1 在正常供者 NK 细胞表面的表达水平, 从基因型及单倍型、KIR/HLA 受配体角度分析 KIR3DL1 的表达水平是有必要的, NK 细胞 KIR 受体在不同造血干细胞移植类型中均存在影响^[17-18]。本研究结果对分析 KIR3DL1 在造血干细胞移植后的重建以及动态水平的变化提供了实验依据。

参 考 文 献

- [1] 姚宇峰, 史磊, 史荔, 等. 中国汉族群体 KIR 基因多样性的研究进展[J]. 国际遗传学杂志, 2010, 33(4): 230-234.
- [2] Bao X, Wang M, Zhou H, et al. Characterization of Killer cell immunoglobulin-like receptor (KIR) genotypes and haplotypes in Chinese Han population [J]. Tissue Antigens, 2013, 82(5): 327-337.
- [3] 王苗, 何军, 鲍晓晶, 等. 中国汉族人群 KIR2DL1 高分辨等位基因分布频率及识别 HLA-C 配体的特点[J]. 中华血液学杂志, 2013, 34(12): 1038-1043.
- [4] Kim S, Poursine-Laurent J, Truscott SM, et al. Licensing of natural killer cells by host major histocompatibility complex class I molecules[J]. Nature, 2005, 436(7051): 709-713.
- [5] Anfossi N, André P, Guia S, et al. Human NK cell education by inhibitory receptors for MHC class I[J]. Immunity, 2006, 25(2): 331-342.
- [6] Fernandez NC, Treiner E, Vance RE, et al. A subset of natural killer cells achieves self-tolerance without expressing inhibitory receptors specific for self-MHC molecules[J]. Blood, 2005, 105(11): 4416-4423.
- [7] Jobim M, Jobim LF. Natural killer cells and immune surveillance [J]. J Pediatr (Rio J), 2008, 84(4 Suppl): S58-67.
- [8] Zhou H, Bao X, Wu X, et al. Donor selection for killer immunoglobulin-like receptors B haplotype of the centromeric

motifs can improve the outcome after HLA- identical sibling hematopoietic stem cell transplantation [J]. Biol Blood Marrow Transplant, 2014, 20(1):98-105.

[9] 叶倩, 曹莉萍, 谭立明, 等. 江西省汉族人群KIR基因表达频率分析[J]. 中国免疫学杂志, 2014, 30(2): 192-194.

[10] Miyashita R, Tsuchiya N, Yabe T, et al. Association of killer cell immunoglobulin- like receptor genotypes with microscopic polyangiitis[J]. Arthritis Rheum, 2006, 54(3):992-997.

[11] Du Z, Gjertson DW, Reed EF, et al. Receptor-ligand analyses define minimal killer cell Ig-like receptor (KIR) in humans[J]. Immunogenetics, 2007, 59(1):1-15.

[12] Middleton D, Menchaca L, Rood H, et al. New allele frequency database: <http://www.allelefrequencies.net> [J]. Tissue Antigens, 2003, 61(5):403-407.

[13] Gardiner CM, Guethlein LA, Shilling HG, et al. Different NK cell surface phenotypes defined by the DX9 antibody are due to KIR3DL1 gene polymorphism [J]. J Immunol, 2001, 166 (5): 2992-3001.

[14] van Bergen J, Stewart CA, van den Elsen PJ, et al. Structural and functional differences between the promoters of independently expressed killer cell Ig-like receptors [J]. Eur J Immunol, 2005, 35(7):2191-2199.

[15] Pando MJ, Gardiner CM, Gleimer M, et al. The protein made from a common allele of KIR3DL1 (3DL1*004) is poorly expressed at cell surfaces due to substitution at positions 86 in Ig domain 0 and 182 in Ig domain 1 [J]. J Immunol, 2003, 171 (12): 6640-6649.

[16] Giebel S, Dziaczkowska J, Czerw T, et al. Sequential recovery of NK cell receptor repertoire after allogeneic hematopoietic SCT[J]. Bone Marrow Transplant, 2010, 45(6):1022-1030.

[17] 孙爱宁, 李渭阳, 何军, 等. NK细胞KIR配体缺失对无关供者HLA全相合造血干细胞移植的影响[J]. 中华血液学杂志, 2010, 31(9):635-637.

[18] 张弦, 张艳玲, 王建玲, 等. 抑制性和激活性免疫球蛋白样受体在亲缘半相合造血干细胞移植中的作用[J]. 中华血液学杂志, 2011, 32(8):525-528.

(收稿日期:2015-04-17)
(本文编辑:徐茂强)

《中华血液学杂志》第九届编辑委员会委员名单

- 顾问 曹雪涛 陈赛娟 阮长耿
- 名誉总编辑 王建祥
- 总编辑 黄晓军
- 副总编辑 胡豫 马军 邵宗鸿 沈志祥 吴德沛 肖志坚 张凤奎
- 编辑委员(按汉语拼音排序) 艾辉胜 秘营昌 常英军 陈虎 陈方平 陈芳源 陈国安 陈国强
 陈洁平 陈苏宁 陈协群 陈元仲 程涛 董文革 方美云 冯建明 付蓉 高春记
 高子芬 韩明哲 侯健 侯明 胡豫 胡灯明 胡建达 黄河 黄慧强 黄晓军
 纪春岩 江明 江倩 金洁 克晓燕 赖永榕 李娟 李薇 李晓 李艳
 李建勇 李军民 李扬秋 李玉明 梁爱斌 刘红 刘林 刘霆 刘代红 刘开彦
 刘启发 刘卓刚 罗建民 马军 牛挺 裴雪涛 彭军 邱录贵 任汉云 邵宗鸿
 沈志祥 石远凯 宋永平 孙自敏 王椿 王敏 王欣 王季石 王健民 王景文
 王学锋 魏旭东 吴德沛 肖志坚 徐卫 徐开林 杨林花 杨仁池 于力 张梅
 张曦 张凤奎 张广森 张连生 张晓辉 赵洪国 赵维莅 赵永强 郑以州 周晋
 周道斌 周剑峰 朱军 竺晓凡
- 通讯编委(按汉语拼音排序) 白海 常春康 崔久嵬 杜欣 冯四洲 韩冰 韩艳秋 胡炯
 贾永前 姜尔烈 李剑 刘兵 刘澎 钱文斌 邱林 汝昆 施均 宋玉琴
 孙春艳 唐晓文 佟红艳 王迎 王昱 王宏伟 魏辉 吴彤 肖扬 许兰平
 俞文娟 张磊 张翼鹭 郑国光 庄俊玲