·肾移植影像学专题·

肾移植术后脑默认网络和认知功能变化的研究

陈惠娟，孔祥，文吉秋，戚荣丰，许强，张喆，李雪，卢光明，张龙江

【摘要】 **目的**：采用静息态功能磁共振成像(rs-fMRI)研究肾移植对终末期肾病患者脑默认网络(DMN)的影响。**方法**：21 例拟行肾移植手术的终末期肾病患者(患者组)和 22 例健康志愿者(对照组)纳入本组研究。22 例健康志愿者及 21 例患者术前、术后(平均 38d，范围 25～69d)均行 rs-fMRI 检查。利用独立成分分析方法分离得到各受试者的默认网络脑区，采用单样本 t 检验对患者术前和对照组进行组内分析，观察各自的 DMN 空间分布模式；分别对患者肾移植术前与正常对照组、肾移植后与术前 DMN 功能连接进行组间比较，观察静息状态下脑默认网络的改变情况。**结果**：肾移植术前患者组和正常对照组均显示出典型的脑默认网络空间分布模式。与正常对照组相比，肾移植术前患者组默认网络脑区功能连接既有降低也有增高，降低脑区包括双侧额上回、双侧海马旁回、右侧颞中回及颞上回；增高脑区主要位于双侧楔前叶、双侧顶下小叶及内侧前额叶。与肾移植术前相比，肾移植术后患者出现右侧颞中回、双侧内侧额上回及额上回功能连接的增强。**结论**：终末期肾病患者肾移植术后早期即出现脑默认网络功能连接的增强，提示肾移植可改善终末期肾病患者默认网络脑区的功能。

【关键词】 肾移植；脑默认网络；认知；磁共振成像

【中图分类号】R692.9；R445.2 【文献标识码】A 【文章编号】1000-0313(2015)05-0513-06

DOI：10.13609/j.cnki.1000-0313.2015.05.004

Default mode network alteration following kidney transplantation in patients with end stage renal disease：a resting state functional MRI study

CHEN Hui-juan，KONG Xiang，WEN Ji-qiu，et al. Department of Medical Imaging，Nanjing General Hospital of Nanjing Military Command/Jinling Hospital，Medical School of Nanjing University，Nanjing 210002，P. R. China

【**Abstract**】 **Objective**：To investigate the default mode network (DMN) alteration following kidney transplantation in patients with end stage renal disease (ESRD) using resting－state functional MRI (rs-fMRI). **Methods**：Twenty one ESRD patients scheduled for kidney transplantation and 22 healthy controls (control group) were recruited in this study. All control subjects underwent rs-fMRI and patients did repeated rs-fMRI examinations before and after kidney transplantation (mean：38 days；range：25～69 days). Group spatial independent component analysis (ICA) was performed to extract the DMN. Independent sample t-test was performed for comparison between patient group before and after kidney transplantation as well as control group to study the inter-group DMN functional brain connectivity patterns with rs-fMRI. **Results**：Typical spatial distributions of the DMN were found in both control group and patient group before kidney transplantation. Compared with control group，there were reduced and increased functional connectivity of DMN regions in ESRD patients. The brain areas with reduced functional connectivity included bilateral superior frontal gyri，bilateral parahippocampal gyri and right middle/superior temporal cortex. The brain areas with increased functional connectivity were mainly located in bilateral precuneus，bilateral inferior parietal cortices and medial prefrontal cortex. Compared with pre-kidney transplantation patients，post-kidney transplantation patients showed increased functional connectivity in right middle temporal gyrus，bilateral superior medial frontal gyri and superior frontal gyri. **Conclusion**：Increased functional connectivity appears in the early stage following kidney transplantation，indicating that DMN functional connectivity could be improved after kidney transplantation.

【**Key words**】 Kidney transplantation；Default mode network；Cognition；Magnetic resonance imaging

认知功能损害在终末期肾病患者中很常见，采用功能磁共振成像技术已发现终末期肾病患者脑功能连接受到损害[1-6]，而且血浆尿素水平可能与脑功能连接的损害有关[1-2]。肾移植被认为是改善终末期肾病患者认知功能最有效的方法[7-9]，但是关于肾移植手术对脑功能影响的神经病理学机制还不清楚。脑默认网络(default mode network，DMN)是近年来功能磁共振成像研究的热点，在静息状态下 DMN 有着高代谢，而活动时受到抑制，主要与自我意识、情景记忆、认知及情绪的加工等有关[6]。Ni 等[3]采用独立成分分析(independent component analysis，ICA)方法发现终末期肾病患者 DMN 功能连接降低，提示其 DMN 已经发

作者单位：210002 南京，南京军区南京总医院/南京大学医学院附属金陵医院医学影像科
作者简介：陈惠娟(1988－)，女，广东韶关人，硕士研究生，主要从事脑功能磁共振成像研究工作。
通讯作者：张龙江，kevinzhlj@163.com
基金项目：国家自然科学基金项目资助(81230032，81322020)

生损害，目前尚未见到关于终末期肾病患者肾移植术后脑功能网络的研究报道。本研究采用基于 ICA 的静息态功能磁共振成像（resting-state functional MRI，rs-fMRI）技术观察肾移植术后终末期肾病患者脑默认网络的变化。

材料与方法

1. 研究对象

自 2012 年 6 月－2014 年 5 月，本研究共纳入 24 例行肾移植手术的终末期肾病患者，其中 2 例患者肾移植术前由于头动大于 1.0 mm 而被排除，1 例患者由于神经精神量表不齐而被排除，最终 21 例行肾移植手术的终末期肾病患者纳入本组研究，其中男 14 例，女 7 例，平均年龄（33.87±9.45）岁。同期 22 例健康志愿者作为对照组纳入本组研究，其中男 14 例，女 8 例，平均年龄（34.09±12.85）岁。所有受试者均为右利手，无不良生活习惯（如酗酒）、药物滥用史及神经精神疾病病史，头颅常规 MRI 扫描未见明显异常病灶。所有患者及志愿者均以书面形式告知本研究内容，该研究经南京军区南京总医院医学伦理委员会批准通过。

2. 神经心理学测试

本研究的神经心理学测试采用数字连接实验 A（number connection test type A，NCT-A）、数字符号测试（digit symbol test，DST）、轨迹实验（line-tracing test，LTT）、系列印记实验（serial dotting test，SDT）、焦虑自评量表（self-rating anxiety scale，SAS）、抑郁自评量表（self-rating depression scale，SDS）。所有神经心理学测试均在 MRI 检查前完成。

3. 实验室检查

所有患者术前及术后（平均 38 d，范围 25～69 d）行 rs-fMRI 检查后 3d 的标本分别接受血液生化检查，主要包括肌酐、尿素、尿酸、钙（Ca^{2+}）、磷（P）、氯（cl）、血清半胱氨酸蛋白酶抑制剂-C（血 Cystain C）、红细胞比容、血红蛋白（Hb），正常对照组未接受相关实验室检查。

4. MRI 数据采集

采用 Siemens Magnetom Trio 3.0T 超导磁共振扫描仪行 MRI 检查。数据采集时用海绵固定受试者头部，并嘱其放松，闭目保持清醒状态。采用高分辨力横轴面 T_1-FLASH 序列获取全脑结构图像，扫描参数：TR 350 ms，TE 2.46 ms，视野 240 mm×240 mm，矩阵 320×256，层厚 4 mm，层间距 0.4 mm，共 30 层，平行于胼胝体前后联合扫描。采集 T_2-FLAIR 数据以排除脑器质性病变，扫描参数：TR 9000 ms，TE 93 ms，视野 220 mm×220 mm，层厚 4 mm，共 25 层，翻转角 130°，平行于胼胝体前后联合扫描。采用基于梯度回波脉冲的单次激发平面回波成像（gradient-echo echo-planar imaging，GRE-EPI）序列采集静息态功能磁共振数据，扫描参数：TR 2000 ms，TE 30 ms，翻转角 90°，视野 240 mm×240 mm，矩阵 64×64，层厚 4 mm，层间距 0.4 mm，采集 250 个时间点，共 500 s。

5. fMRI 数据分析

数据预处理：首先采用 SPM8 软件对 fMRI 数据进行处理。对每例受试者的 fMRI 数据进行时间和头动校正，用以排除头部转动大于 1.0°、平动大于 1.0 mm的受试者，本组 2 例患者肾移植术前由于头动超 1.0 mm 而被排除；再将校正后的图像归一化到标准的蒙特利尔空间，同时将每个体素以 3 mm×3 mm×3 mm 重新采样；最后采用全宽半高值为 8 mm 的高斯核函数进行平滑处理，以降低空间噪声。采用 GIFT 软件对肾移植患者术前、术后及正常对照者数据分别进行个体独立成分分析，分别估算 20 个成分，对各个独立成分结果归一化为 Z 值，分别得到 20 个独立的空间激活分布图和对应的时间序列。Z 值是单个体素的时间序列和整个独立成分的时间序列相关系数的度量，Z 值越大，可认为功能连接度越强。使用两个步骤来自动识别最适合的 DMN 成分：首先去除高频信号（>0.1 Hz）成分，在剩余的成分中用一个模板匹配程序选择与 DMN 标准模板最匹配的成分[3]，该模板匹配程序主要是计算每个成分中落在模板内体素的 Z 值的平均值与模板外体素 Z 值的均值之差，定义为拟合度值，选择拟合度最大的成分作为最匹配的成分，即可认为该成分是 DMN。

6. 统计学分析

对 fMRI 数据采用以下统计学方法进行分析：①采用单样本 t 检验分别对患者组术前、术后和正常对照组进行比较，取阈值 $P<0.05$（错误发现率校正），以观察各组 DMN 分布的空间模式；②采用两样本 t 检验比较患者组术前与正常对照组 DMN 功能连接度改变情况（$P<0.05$，AlphaSim 校正）；③采用配对 t 检验，联合强度（$P<0.05$，AlphaSim 校正）与广度（最小聚类>41 个体素）阈值分析患者组术后与术前 DMN 功能连接度改变的情况；④采用 REST 软件提取配对 t 检验结果差异最明显脑区的拟合度值，然后按公式（Δ值＝术后值－术前值）分别计算出每例患者差异最明显脑区拟合度差值、临床生化指标值及精神心理学量表（NCT-A、DST、LTT、SDT、SAS、SDS）差值。采用相关分析方法分别检测术后与术前差异最明显脑区拟合度差值与血氨、精神心理学量表差值的相关性。

对于非 fMRI 数据采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析。定量数据用均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，定性数据采用相对比或百分比表示。定量数据均先检验其

正态性，若服从正态分布采用均数比较检验，若不服从则采用非参数检验。相关性分析采用双变量相关分析方法，双变量正态分布资料采用 Pearson 相关分析，双变量非正态分布资料采用 Spearman 相关分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。术前患者组与正常对照组的年龄、NCT-A、DST、LTT、SDT、SAS 及 SDS 值都服从正态分布，采用独立样本 t 检验，教育程度属于等级资料，采用两独立样本非参数检验；患者组随访资料如肌酐、尿素、eGFR、尿酸、Ca^{2+}、P、cl、血细胞比容、血红蛋白、NCT-A、DST、LTT、SDT、SAS、SDS 服从正态分布，采用配对 t 检验；血清 Cystain C 不服从正态分布，采用两相关样本的非参数检验。因术前和术后肌酐、尿素、eGFR、尿酸、Ca^{2+}、P、cl、血清 Cystain C、血细胞比容、血红蛋白、NCT-A、DST、LTT、SDT、SAS、SDS 差值、颞中回、右侧内侧额上回、左侧内侧额上回的拟合度差值均服从正态分布，所有这些临床指标、量表差值与拟合度差值的相关性检验均采用 Pearson 相关分析。

结 果

1. 受试者的一般临床特征

患者组与正常对照组年龄、性别、教育程度差异无统计学意义（表 1）。肾移植术前患者组及对照组 NCT-A、DST、LTT、SDT 差异无统计学意义，正常对照组 SAS、SDS 分值明显低于患者组（$P=0.004$、0.024，表 1）。

表 1 患者组与正常对照组一般临床特征比较

指标	肾移植术前	正常对照组	统计值	P 值
性别（男/女）	14/7	14/8	0.043	0.835[a]
年龄（岁）	33.87±9.45	34.09±12.85	−0.068	0.946[b]
教育程度（年）	12.67±3.04	12.68±4.0	−0.481	0.631[c]
NCT-A（s）	39.95±19.21	36.27±12.79	0.743	0.462[b]
DST（个）	58.81±13.40	60.45±14.40	−0.387	0.700[b]
LTT（s）	53.90±19.21	52.86±19	0.177	0.861[b]
SDT（s）	45.20±9.86	46.05±13.29	−0.265	0.792[b]
SAS	32.10±6.54	27.00±4.15	3.064	0.004[b]
SDS	33.43±7.05	28.23±7.53	2.335	0.024[b]

注：a 卡方检验；b 独立样本 t 检验；c 独立样本非参数检验。

21 例患者随访资料齐全。肌酐、尿素、尿酸、P、血清 Cystain C 肾移植术后值明显低于肾移植术前，差异有统计学意义（表 2）。肾移植术后 eGFR、Ca^{2+}、cl、血细胞比容、血红蛋白值明显高于术前，差异有统计学意义。术后 NCT-A、LTT、SAS 均低于术前，但差异无统计学意义。肾移植术后 DST 高于术前，差异有统计学意义（$P<0.05$）；术后 SDS 较术前明显降低，差异有统计学意义（$P=0.009$）。

2. 正常对照组、患者组肾移植术前和术后的脑图统计结果

肾移植患者术前、术后和正常对照组均显示出典型的静息态脑默认网络空间分布模式。正常对照组在静息状态时双侧后扣带回以及邻近的楔前叶、顶下小叶、前扣带回、内侧前额叶、颞叶呈现明显的功能连接（图 1a）。患者组 DMN 显示经校正后双侧楔前叶、顶下小叶及颞叶的功能连接度明显下降（图 1b），肾移植术后患者组 DMN 双侧楔前叶、顶下小叶及颞叶的功能连接度明显升高（图 1c）。

表 2 肾移植患者术前、术后临床随访数据比较

指标	肾移植术前	肾移植术后	统计值	P 值
肌酐（mg/dl）	10.91±3.40	1.28±0.36	−13.156	<0.001[b]
尿素（mg/dl）	59.10±17.52	22.15±6.39	−8.174	<0.001[b]
eGFR[mL/(min·1.73m²)]	5.80±2.54	70.63±21.38	13.592	<0.001[b]
尿酸（umol/L）	409.43±123.61	331.14±79.12	−3.116	0.005[b]
Ca2+（mmol/L）	2.20±0.28	2.40±0.18	2.670	0.015[b]
P（mmol/L）	1.91±0.58	0.79±0.24	−7.470	<0.001[b]
Cl（mmol/L）	98.32±5.80	106.18±2.81	5.578	<0.001[b]
血清 Cystain C（mg/dl）	6.81±2.74	1.68±0.44	−4.015	<0.001[c]
血细胞比容	0.31±0.53	0.39±0.45	5.315	<0.001[b]
Hb（g/L）	101.95±18.91	124.29±15.25	4.281	<0.001[b]
NCT-A（s）	39.95±19.21	35.33±13.71	−1.619	0.121[b]
DST（个）	58.81±13.40	64.10±14.21	4.843	<0.001[b]
LTT（s）	53.90±19.21	52.95±19.65	−0.296	0.770[b]
SDT（s）	45.10±9.86	51.14±12.22	2.635	0.016[b]
SAS	32.10±6.54	30.62±7.30	−1.495	0.150[b]
SDS	33.43±7.05	29.57±6.57	−2.897	0.009[b]

注：b 独立样本 t 检验；c 独立样本非参数检验。

3. 肾移植术前患者组与正常对照组两样本 t 检验结果

与正常对照组相比，肾移植术前患者 DMN 脑区功能连接既有降低也有增高，降低的脑区包括额上回、双侧海马旁回及颞叶，增高的脑区主要包括双侧后楔前叶、顶下小叶及内侧前额叶（图 2，表 3）。

表 3 肾移植术前患者组与正常对照组两样本 t 检验结果

差异脑区	MNI 坐标（mm）（x,y,z）	T 值	体素数
楔前叶（双）	18,−66,33	7.03	797
顶下小叶（双）	−33,−57,48	4.8	109
额内侧回（双）	3,60,−6	7.35	28
额上回（双）	−15,42,45	−4.95	336
海马旁回（左）	−21,−9,−24	−4.33	59
颞上回（右）	54,−15,3	−4.68	150
颞中回（右）	63,−3,−30	−4.86	130
颞下回（右）	63,−3,−21	−3.47	31
海马旁回（右）	27,−6,−28	−3.08	74

4. 终末期肾病患者术前、术后配对 t 检验结果

相比于肾移植术前，肾移植术后患者仅出现了 DMN 功能连接的增高，表现为右侧颞中回和双侧内侧前额叶功能连接的增强（图 3，表 4）。

表 4 终末期肾病患者术前、术后配对 t 检验结果

差异脑区	MNI 坐标（mm）（x,y,z）	T 值	体素数
颞中回（右）	54,−72,39	4.4	33
内侧额上回（右）	3,66,33	3.2	80
额上回	−12,51,−9	4.88	40
内侧额上回（左）	−3,69,3	4.00	29

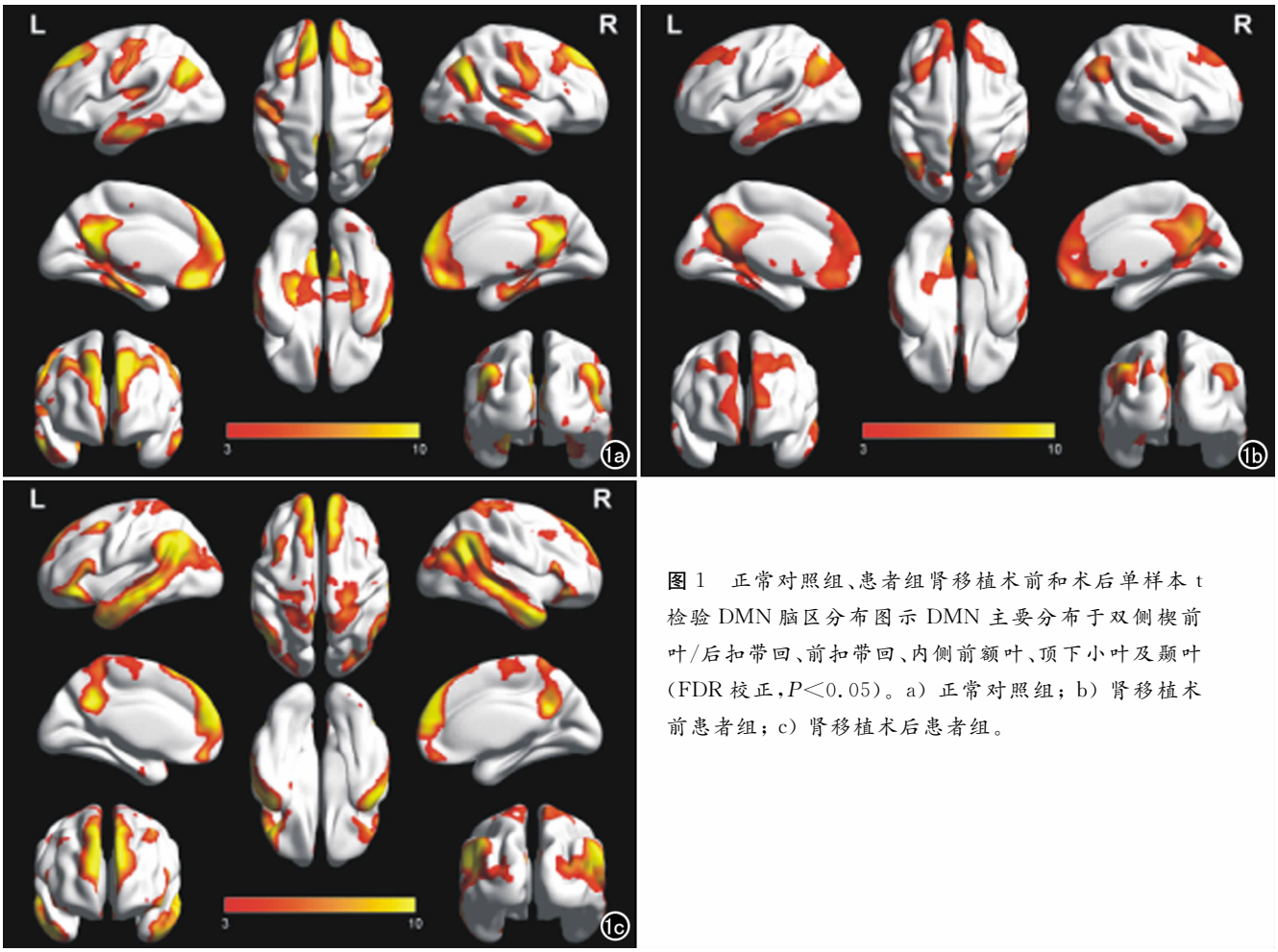

图 1 正常对照组、患者组肾移植术前和术后单样本 t 检验 DMN 脑区分布图示 DMN 主要分布于双侧楔前叶/后扣带回、前扣带回、内侧前额叶、顶下小叶及颞叶(FDR 校正，$P<0.05$)。a) 正常对照组；b) 肾移植术前患者组；c) 肾移植术后患者组。

5. 相关分析结果

相关分析结果显示肾移植术后与术前右颞中回功能连接度差值与尿素差值($r=-0.611$，$P=0.003$)及尿酸差值相关($r=-0.572$，$P=0.007$)。其他肾移植术后与术前差异最明显不同脑区拟合度差值与临床生化指标及精神心理学量表差值无明显相关性(表 5)。

表 5 不同脑区拟合度差值与临床指标、精神心理学量表差值结果分析

指标	颞中回(右)		内侧额上回(右)		内侧额上回(左)	
	r 值	P 值	r 值	P 值	r 值	P 值
肌酐(mg/dl)	−0.378	0.091	0.004	0.985	−0.284	0.213
尿素(mg/dl)	−0.611	0.003	0.180	0.435	−0.218	0.242
eGFR[mL/(min·1.73m²)]	0.093	0.689	−0.087	0.709	0.123	0.596
尿酸(umol/L)	−0.572	0.007	−0.097	0.675	−0.058	0.802
Ca^{2+}(mmol/L)	0.016	0.946	−0.40	0.072	−0.418	0.059
P (mmol/L)	−0.207	0.368	0.310	0.172	−0.179	0.437
Cl (mmol/L)	0.181	0.432	0.035	0.881	0.164	0.477
血清 Cystain C(mg/dl)	0.292	0.199	−0.01	0.966	0.078	0.735
红细胞比容	0.164	0.478	−0.204	0.376	−0.011	0.961
Hb (g/L)	0.09	0.697	−0.226	0.325	−0.05	0.830
NCT-A (s)	0.383	0.086	−0.325	0.151	−0.137	0.553
DST (个)	−0.078	0.736	0.284	0.212	0.086	0.712
LTT (s)	0.246	0.283	−0.012	0.959	0.016	0.944
SDT (s)	0.230	0.316	−0.134	0.562	0.095	0.682
SAS	−0.354	0.115	0.132	0.567	−0.077	0.740
SDS	−0.418	0.059	−0.039	0.867	−0.289	0.203

注：P 值为 Pearson 相关分析。

讨 论

脑默认网络最早由 Raichle 等[10]用正电子发射体层成像术发现，它包括前扣带回、楔前叶、内侧前额叶、后扣带回、两侧顶下小叶、颞下回、颞中回、海马旁回及额上回等脑区。默认网络在静息状态下保持活跃，参与维持基线大脑活动，如与情景记忆的提取、对周围环境和自我内省状态的监控以及持续进行的认知和情感过程有关，且与诸如运动系统和视觉系统一样具有独性。

一般认为功能连接强度降低反应了脑区功能的损害，而功能连接度增加反应了脑区功能的代偿，可能起到调节代偿静息网络功能受损的作用。本研究发现，与正常对照组相比，肾移植术前患者默认网络区功能连接既有增高脑区也有降低脑区，原因可能是终末期肾病患者发生了大脑内源性功能的损伤，但与此同时也出现了功能连接的增加，这些功能增加的脑区可能起到了代偿作用，这也许可以解释本研究中终末期肾病患者与健康志愿者在神经心理学量表方面的表现并没有差异。

与肾移植术前相比，肾移植术后仅出现右侧颞中回、双侧内侧额上回、额上回功能连接强度的增强，未发现功能连接强度的下降。通过神经心理量表的评估也显示肾移植术后患者的测试评分有改善或者改善的

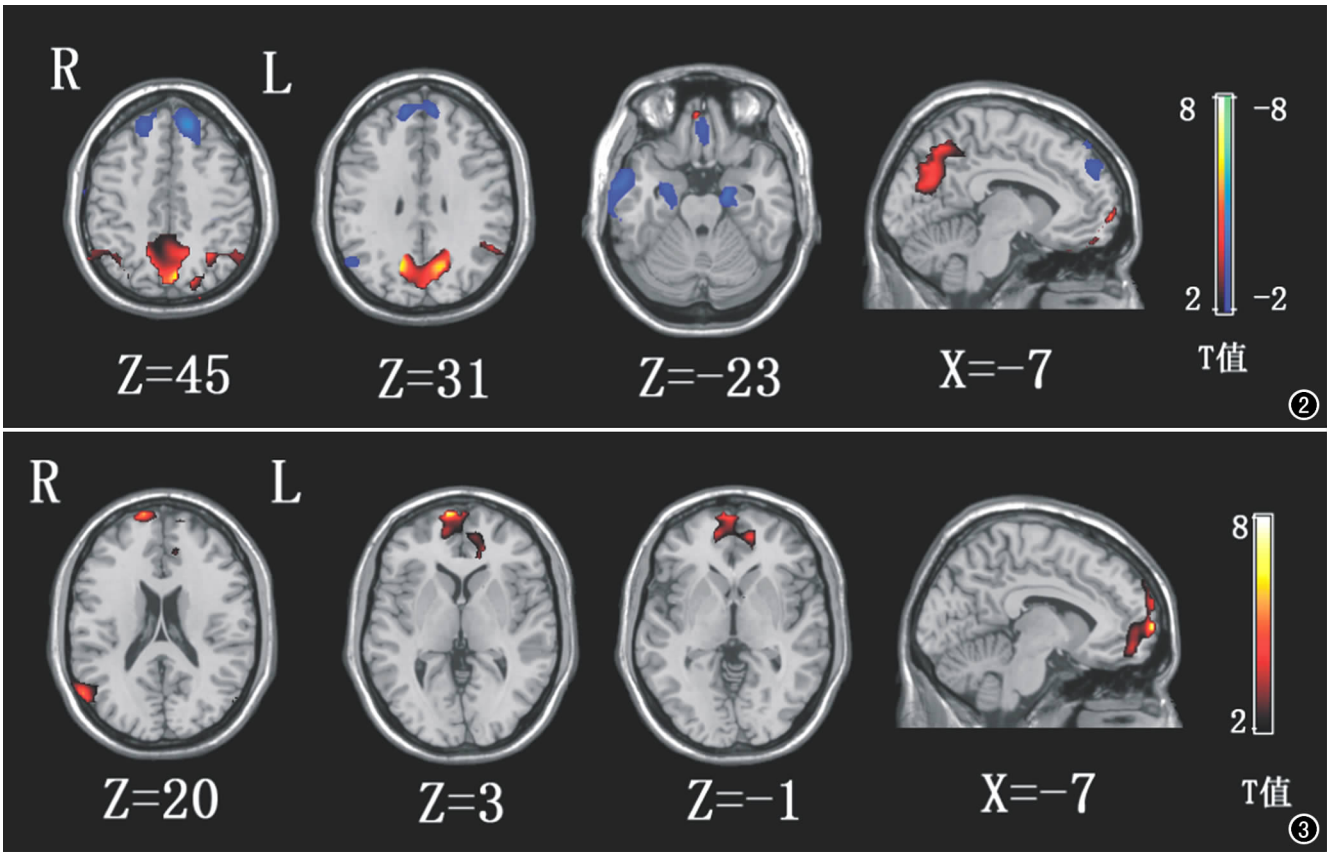

图 2　肾移植术前患者组与正常对照组两样本 t 检验结果（$P<0.05$，AlphaSim 校正）。红色区域代表功能连接强度增高脑区，蓝色区域代表功能连接强度降低脑区。降低脑区包括双侧额上回、双侧海马旁回及双侧颞叶，增高脑区主要包括双侧后楔前叶、顶下小叶及内侧前额叶。　**图 3**　肾移植术后随访配对 t 检验结果（$P<0.05$，AlphaSim 校正）。红色区域代表功能连接强度增高脑区，表现为右侧颞中回和双侧内侧前额叶功能连接的增强。

趋势。这些发现均提示成功的肾移植手术能够明显改善终末期肾病患者的认知功能。数字符号试验测试的是心理运动速度、注意力和视觉记忆。肾移植术后数字符号试验的表现明显较术前改善，表明肾移植术后短期内即出现认知功能的改善。这与 Harciarek 等[7]的研究结果一致。推测可能的原因是肾移植术前认知功能的损害主要与大脑毒素的蓄积有关。肾移植术后患者的各项生化指标有所恢复，毒素也得以排出，因此脑功能得到改善。Jassal 等[11]的研究也支持这一假设，在由每周 3 次透析改为每天透析后患者的心理运动速度得到提高。值得注意的是，本研究中肾移植术后患者的 SDS 得分明显低于术前，所以尚不能排除认知功能的改善得益于抑郁和焦虑的改善。

本组相关分析结果显示肾移植术后与术前右侧颞中回功能连接度差值与尿素差值、尿酸差值相关，而其他差异最明显脑区拟合度差值与其他临床实验室检查及精神心理学量表无明显相关性，这可能提示尿素和尿酸对功能连接有着明显的影响，这与我们之前的研究结果一致。Liang 等[2]发现终末期肾病患者的尿素水平与额顶叶多发脑区的局域一致性值呈负相关，由此推测尿素水平在轻微肾性脑病的发展过程中可能起着重要作用。同样，Zhang 等[1]的研究结果也表明尿素水平是终末期肾病患者发生肾性脑病的危险因素。肾移植前，终末期肾病患者尽管会做替代治疗（如透析）从而维持患者基本的生理能力，但是透析往往不能完全清除体内代谢物，因此透析患者体内的尿素仍处于较高水平。肾移植术后，患者的各项生理指标迅速得到改善，包括尿素和尿酸也迅速下降，尿素、尿酸的术后术前差值与右侧颞中回功能连接度差值呈明显负相关，提示尿素和尿酸的改变可能与默认网络功能连接的变化有关。

总之，本研究采用基于 ICA 的 fMRI 技术分析了终末期肾病患者肾移植术后 DMN 功能连接变化情况，发现肾移植术后早期脑默认网络功能连接即出现功能连接的增强和部分认知功能的改善，提示肾移植认知功能的改善可能与患者脑默认网络功能连接的增强有关，而尿素和尿酸的改变与肾移植患者脑默认网络功能/认知功能的改变有关。

参考文献：

[1]　Zhang LJ, Wen J, Ni L, et al. Predominant gray matter volume loss

in patients with end-stage renal disease: a voxel-based morphometry study[J]. Metab Brain Dis, 2013, 28(4): 647-654.

[2] Liang X, Wen J, Ni L, et al. Altered pattern of spontaneous brain activity in the patients with end-stage renal disease: a resting-state functional MRI study with regional homogeneity analysis[J]. PLoS One, 2013, 8(8): e71507.

[3] Ni L, Wen J, Zhang LJ, et al. Aberrant default-mode functional connectivity in patients with end-stage renal disease: a resting-state functional MR imaging study[J]. Radiology, 2014, 271(2): 543-552.

[4] Zheng G, Wen J, Zhang L, et al. Altered brain functional connectivity in hemodialysis patients with end-stage renal disease: a resting-state functional MR imaging study[J]. Metab Brain Dis, 2014, 29(3): 777-786.

[5] Kong X, Wen JQ, Qi RF, et al. Diffuse interstitial brain edema in patients with end-stage renal disease undergoing hemodialysis: a tract-based spatial statistics study[J]. Medicine (Baltimore), 2014, 93(28): e313.

[6] 孔祥, 戚荣丰, 梁雪, 等. 基于低频振荡振幅算法静息态功能 MRI 研究终末期肾病血液透析患者的脑活动[J]. 中华放射学杂志, 2014, 48(1): 1-5.

[7] Harciarek M, Biedunkiewicz B, Lichodziejewska-Niemierko M, et al. Cognitive performance before and after kidney transplantation: a prospective controlled study of adequately dialyzed patients with end-stage renal disease[J]. J Int Neuropsychol Soc, 2009, 15(5): 684-694.

[8] Harciarek M, Biedunkiewicz B, Lichodziejewska-Niemierko M, et al. Continuous cognitive improvement 1 year following successful kidney transplant[J]. Kidney Int, 2011, 79(12): 1353-1360.

[9] Griva K, Thompson D, Jayasena D, et al. Cognitive functioning pre- to post-kidney transplantation-a prospective study[J]. Nephrol Dial Transplant, 2006, 21(11): 3275-3282.

[10] Raichle ME, MacLeod AM, Snyder AZ, et al. A default mode of brain function[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2001, 98(2): 676-682.

[11] Jassal SV, Devins GM, Chan CT, et al. Improvements in cognition in patients converting from thrice weekly hemodialysis to nocturnal hemodialysis: a longitudinal pilot study[J]. Kidney Int, 2006, 70(5): 956-962.

(收稿日期: 2015-03-02 修回日期: 2015-03-12)

国际心血管磁共振学会中国分会
第一届心血管磁共振学术会议及征文通知

为了推广心血管磁共振临床应用, 规范心血管磁共振临床检查, 促进心血管疾病影像学诊断, 介绍心血管磁共振新技术、新进展, 国际心血管磁共振学会(SCMR)中国分会第一届全国心血管磁共振学术会议将于 2015 年 8 月 7～9 日在四川省成都市召开。本次会议主题为: 心血管磁共振临床应用推广及规范化。会议将包括如下内容: 心血管磁共振临床应用技术规范, 心血管磁共振科研应用、心血管磁共振新技术、心血管疾病影像诊断、心肌组织特征成像等。届时将邀请国内外著名的临床及心脏影像学专家做专题讲座, 并组织临床磁共振检查规范示范、优秀论文交流、疑难病例讨论、专家互动指导等多种形式的学术交流活动。本次会议将设优秀论文奖、优秀壁报奖。现将有关征文事项通知如下:

一、征文内容

1、CMR 检查技术; 2、心血管疾病各种影像学检查方法的联合应用及比较; 3、心血管疾病 MR 诊断; 4、心血管 MR 影像技术新进展; 5、心血管影像介入诊疗技术的应用研究; 6、心血管分子影像技术及诊断等。

二、征文要求

1、为未公开发表过的论文, 要求真实、科学性强、数据可靠、重点突出、文字简练, 中英文均可。

2、请提交 800～1000 字(中文)或 1800～3000 字符(英文)摘要一份, 包括目的、方法、结果、结论四部分。

三、投稿方式

论文电子版本发送至邮箱: cacmr_paper@163.com 不接收纸质投稿。

四、截稿日期: 2015 年 7 月 7 日

五、联系方式

陈伟 TEL: 13880159770 E－mail: acmr_china@163.com

夏春潮 TEL: 18080903999 E－mail: xiachunchao@126.com

通讯地址: 610041 四川省成都市武侯区国学巷 37 号 四川大学华西医院放射科

六、会议地点

成都市银河王朝大酒店 蜀都大道下西顺城街 88 号(近春熙路)

(中华医学会放射学分会)