

· 论著 ·

基于 Diapact 连续性肾脏替代治疗装置实现
连续性血浆吸附滤过功能的临床安全性研究

燕朋波 李国强 孙亮 全金梅 李志静

(武警后勤学院附属医院呼吸与重症医学科, 天津 300162)

【摘要】目的 探讨基于 Diapact 连续性肾脏替代治疗(CRRT)装置实现连续性血浆吸附滤过(CPFA)功能的临床可行性、安全性及连续性的研究。**方法** 收集 2010 年 1 月至 2013 年 12 月武警后勤学院附属医院呼吸与重症医学科收治的中毒患者行 CPFA(A 组)及连续性静脉-静脉血液滤过(CVVH, B 组)患者的临床资料, 每组 62 例次。对比分析两组患者治疗开始后 5、10、20、30 min 收缩压(SBP)、心率(HR)、中心静脉压(CVP)变化, 以及治疗开始后 30 min 和 3、6、12 h 患者的凝血功能、血流速、动脉压、滤前压、静脉压、跨膜压、滤压降幅。**结果** 两组患者治疗开始后各时间点 SBP、HR、CVP、凝血功能、血流速、动脉压、跨膜压比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$); 而 A 组治疗开始后 30 min 和 3、6、12 h 滤前压、滤压降幅明显高于 B 组, 差异有统计学意义[滤前压(mmHg, 1 mmHg=0.133 kPa)分别为: 189.0 ± 6.6 比 170.0 ± 6.4 , 189.0 ± 7.3 比 169.0 ± 7.8 , 189.0 ± 6.8 比 171.0 ± 6.4 , 190.0 ± 6.2 比 173.0 ± 6.4 ; 滤压降幅(mmHg)分别为: 160.0 ± 4.7 比 138.0 ± 4.6 , 159.0 ± 4.7 比 137.0 ± 4.8 , 166.0 ± 3.8 比 138.0 ± 4.3 , 161.0 ± 4.3 比 139.0 ± 3.8 , 均 $P<0.01$]。**结论** CPFA 治疗对患者凝血功能影响不明显, 无临床出血并发症, 临床使用是安全的。

【关键词】 连续性血液净化治疗; 连续性血浆吸附滤过治疗; 血液净化装置; 可行性; 安全性

A clinical security research on function of continuous plasma filtration adsorption therapy based on Diapact continuous renal replacement therapy device Yan Pengbo, Li Guoqiang, Sun liang, Quan Jinmei, Li Zhijing. Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Affiliated Hospital of Logistic University of Chinese People's Armed Police Forces, Tianjin 300162, China
Corresponding author: Li Guoqiang, Email: zdjzx@163.com

【Abstract】Objective To study the clinical application and security of continuous plasma filtration adsorption (CPFA) therapy based on Diapact continuous renal replacement therapy (CRRT) device. **Methods** Sixty-two patients with intoxication having carried out CPFA once for everyone were assigned in A group, while another sixty-two such patients having undertaken continuous veno-venous hemofiltration (CVVH) once for everyone were assigned in B group. The above patients' clinical data were collected from the departments of respiratory and critical care medicine in Affiliated Hospital of Logistic University of Chinese People's Armed Police Forces from January 2010 to December 2013. The changes of systolic blood pressure (SBP), heart rate (HR) and central venous pressure (CVP) after treatment for 5, 10, 20, 30 minutes, and the patients' coagulation function, blood flow speed, arterial pressure, pre-filter pressure, venous pressure, trans-membrane pressure, filter pressure drop amplitude after treatment for 30 minutes and 3, 6, 12 hours were analyzed in the two groups and compared between them. **Results** There were no statistically significant differences in SBP, HR, CVP, coagulation function, blood flow speed, arterial pressure, trans-membrane pressure in the comparisons between the two groups after treatment at various time points (all $P>0.05$). However, the pre-filter pressure and filter pressure drop amplitude in A group were significantly higher than those in B group at the time points after treatment for 30 minutes, 3, 6, 12 hours, the differences being statistically significant [pre-filter pressure (mmHg, 1 mmHg = 0.133 kPa): 189.0 ± 6.6 vs. 170.0 ± 6.4 , 189.0 ± 7.3 vs. 169.0 ± 7.8 , 189.0 ± 6.9 vs. 171.0 ± 6.4 , 190.0 ± 6.2 vs. 173.0 ± 6.4 ; filter pressure drop (mmHg): 160.0 ± 4.7 vs. 138.0 ± 4.6 , 159.0 ± 4.7 vs. 137.0 ± 4.8 , 166.0 ± 3.8 vs. 138.0 ± 4.3 , 161.0 ± 4.3 vs. 139.0 ± 3.8 , all $P<0.01$]. **Conclusions** CPFA therapy has no significant influence on patients' blood coagulation, and no hemorrhagic complication clinically, thus its clinical application is safe.

【Key words】 Continuous blood purification therapy; Continuous plasma filtration adsorption therapy; Blood purification device; Feasibility; Security

连续性血液净化(CBP)作为各种危重病救治中重要的生命支持措施,近年来在整个危重病医学及中毒急救医学领域得到了快速发展^[1-3]。部分学者

对目前采取的传统血液净化技术清除炎性介质效率提出了质疑^[4-5]。危重症患者不仅仅存在单纯的急性肾衰竭(ARF),同时伴有不同程度的水、电解质和酸碱失衡以及全身炎症反应综合征(SIRS)^[6]。由于许多炎性介质的分子质量超出了血液过滤器滤过膜的滤过系数,因此难以达到理想的清除效率,临床

doi: 10.3969/j.issn.1008-9691.2016.03.020

基金项目: 国家实用新型专利项目(201220318630.X); 武警后勤学院附属医院种子基金项目(FYZ201581)

通讯作者: 李国强, Email: zdjzx@163.com

治疗效果较差^[7-8]。随着生物医学模式和生物材料工艺的不断发展出现了一些新的 CBP 治疗模式,如连续性血浆吸附滤过(CPFA)、双重血浆分子吸附系统(DPMAS)、分子吸附再循环系统(MARS)等技术逐步应用于危重病患者的临床治疗^[9-13]。笔者结合贝朗 Diapact 连续性肾脏替代治疗(CRRT)装置的系统软件设计特点,扩展了原有的连续性静脉-静脉血液滤过(CVVH)治疗模式,较好地实现了 CPFA 治疗,现就其应用的可行性及安全性进行了研究,报告如下。

1 资料与方法

1.1 病例纳入和排除标准

1.1.1 纳入标准^[13-14]: 年龄 18~60 岁; CBP 治疗时间 ≥ 12 h; 急性药物中毒。

1.1.2 排除标准^[15]: 妊娠期、急性脑血管病、肿瘤、血浆凝血酶原活动度 $<60\%$ 、胃肠道出血。

1.2 研究对象: 回顾性分析武警后勤学院附属医院呼吸与重症医学科 2010 年 1 月至 2013 年 12 月利用贝朗 Diapact CRRT 进行 CBP 治疗患者 1 587 例次, 其中 CPFA 治疗 64 例(次), CVVH 治疗 856 例次, 连续性血浆吸附(CPAP)治疗 667 例次。

1.3 伦理学: 本研究符合医学伦理学标准, 并经医院伦理委员会批准, 取得患者或家属知情同意。

1.4 病例分组: 根据纳入标准随机抽取行 CPFA 治疗 62 例次作为 A 组; 行 CVVH 治疗 62 例次作为 B 组。

1.5 CPFA 管路连接^[5-7]: 按照机器操作手册的安装操作流程, 首先连接血路循环及液路循环, 血路循环依次连接动脉端血管路、血浆分离器、血滤器、静脉端血管路, 血滤器与血浆分离器之间使用无菌三通连接管连接(实用新型专利号: 201220318630.X), 血滤器滤出端连接 CVVH 管路滤出管路, 打开所有 CVVH 管路液体经过的夹子建立液路循环; 然后连接血浆循环, 血浆分离泵管路动脉端连接血浆分离器滤出端, 静脉端经血浆分离泵依次连接血液灌流器、三通连接管; 关闭血浆分离泵管路夹子, 待 CBP 装置密闭性自检通过后, 再打开血浆泵管路夹子, 开始冲洗血浆泵管路及排气。

1.6 抗凝

1.6.1 低分子肝素钠抗凝患者^[8,15-17]: CPFA 治疗前 20 min 静脉注射(静注)低分子肝素钠 2.5~3.0 kU, 治疗开始后 0.8~1.0 kU/h。治疗后 30 min 和 3、6、12 h 监测活化凝血时间(ACT)、活化部分凝血活酶时间(APPT), 抗凝后 ACT 延长至 140~180 s, APPT

延长至 100~140 s 才能达到临床抗凝标准。

1.6.2 枸橼酸钠抗凝患者^[8,18-19]: CPFA 治疗时从动脉端(血滤器前)持续泵入 4% 的枸橼酸钠(160~200 mL/h), 同时在静脉端泵入 10% 的葡萄糖酸钙(15~18 mL/h), 治疗后 30 min 和 3、6、12 h 监测血浆游离 Ca^{2+} ($[\text{Ca}^{2+}]_i$) 浓度, 根据抗凝前后的 $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 浓度调节枸橼酸钠及葡萄糖酸钙泵入速度, 使抗凝后体外循环血液 $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 维持在 0.35~0.45 mmol/L 以完成血液净化治疗体外循环, 使患者体内 $[\text{Ca}^{2+}]_i$ 浓度维持在 1.0 mmol/L 以上。

1.7 治疗参数的选择与检测: 在血滤机 CVVH 治疗界面中分别设置为血液流速 180~250 mL/min, 置换基础液流速 2 500~4 500 mL/h, 超率量流速 2 500~4 500 mL/h, 血浆分离泵流速 40~45 mL/min。血浆分离泵流速为血流速度的 10%~30%。各压力报警窗上下限机器显示默认值, 可根据治疗压力情况适当调整。

1.8 CPFA 治疗体外循环的建立^[20]: 根据患者收缩压(SBP)、心率(HR)、中心静脉压(CVP)参数可同时连接动、静脉端以 50~80 mL/min 血流速进行循环, 待开始治疗 5 min 后逐步调节血流速至 180~200 mL/min; 或先连接动脉端以 50~80 mL/min 血流速引血, 待血液引流至静脉壶后连接静脉端, 并逐步调节血流速至 180~200 mL/min。回血时保持血液净化装置参数不变。第一步: 回血浆循环为关闭血浆分离泵管路动脉端夹子, 打开血浆分离泵管路动脉端冲洗液连接管, 调节全血灌流泵流速为 20~30 mL/min 待血浆回完后, 关闭血浆分离泵管路静脉端夹子结束血浆循环; 第二步: 回血路循环为调节血流速至 50~80 mL/min 断开动脉端, 选择氯化钠注射液或空气回血, 待氯化钠注射液或空气到达静脉端时结束治疗。

1.9 检测指标: 观察两组治疗 5、10、20、30 min 的 SBP、HR、CVP 及治疗 30 min 和 3、6、12 h 的凝血功能、血液净化参数血流速、动脉压、静脉压、跨膜压、滤前压、滤压降幅。

1.10 统计学方法: 使用 SPSS 13.0 统计软件分析数据, 计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x}\pm s$)表示, 采用 t 检验; 计数资料采用 χ^2 检验; 等级资料采用 Kruskal-Wallis 检验(统计值为 χ^2)。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料(表 1): A、B 两组患者性别、年龄、中毒毒物、血液净化时间、抗凝方式组间比较

差异无统计学意义($P>0.05$),基线资料均衡,有可比性。

2.2 两组患者 SBP、HR、CVP 比较(表 2): A、B 两组患者治疗开始后 5、10、20、30 min SBP、HR、CVP 比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。

2.3 两组患者抗凝后凝血功能及血液净化治疗参数比较(表 3~4): A、B 两组患者治疗开始 30 min 和 3、6、12 h 后的凝血功能、血流速、动脉压、静脉压、跨膜压比较差异均无统计学意义(均 $P>0.05$); A 组治疗后 30 min 和 3、6、12 h 滤前压、滤压降幅均明显高于 B 组(均 $P<0.01$)。

3 讨论

随着医学生物模式的转变, CBP 治疗技术自 1977 年 Kramer 提出连续性动-静脉血液滤过

(CAVH)后发展至今经历了持续性、创新性、改革性的发展^[21-22]。随着吸附装置与血液透析(HD)装置的联合应用,出现 CPFA、MARS 等医疗设备^[23-24]。部分学者研究发现,吸附作用能有效清除各种毒素介质,极为有利于脓毒症、急性肝衰竭等危重症患者的救治,取得了非常满意的效果^[11]。CPFA 是一种血浆吸附与血液滤过(HF)联合应用的 CBP 新技术,其原理在于通过对流、吸附机制清除多种炎性介质,改善患者免疫功能,可持续、缓慢、等渗地清除水分和溶质,能根据需要不断调节液体平衡,使其符合生理状态,并能纠正急危重症患者存在的各种复杂的水、电解质和酸碱失衡,维持内环境稳定,从而降低脓毒症、急性肝衰竭等危重症患者的病死率,达到提高存活率的临床抢救目标。通过 HF 清除小分子

表 1 两组患者一般资料比较

组别	例数 (例)	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	中毒毒物(例)		血液净化时间 (h/次, $\bar{x} \pm s$)	抗凝方式(例)		
		男性	女性		百草枯	有机磷		肝素	枸橼	肝素 + 枸橼
A 组	62	33	29	37.32 ± 12.84	47	15	26.07 ± 1.41	17	25	20
B 组	62	35	27	36.38 ± 13.12	48	14	25.69 ± 1.76	16	27	19
t/χ^2 值		0.059		0.003	0.073		0.427	1.853		
P 值		0.808		0.981	0.964		0.670	0.271		

注: 抗凝方式中, 肝素为低分子肝素钠, 枸橼为枸橼酸钠

表 2 两组患者 SBP、HR、CVP 比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	SBP(mmHg)				HR(次/min)				CVP(mmHg)			
		5 min	10 min	20 min	30 min	5 min	10 min	20 min	30 min	5 min	10 min	20 min	30 min
A 组	62	112.0 ± 2.4	115.0 ± 2.5	114.0 ± 2.2	111.0 ± 3.0	87.0 ± 1.2	88.0 ± 1.2	88.0 ± 0.8	87.0 ± 1.1	7.3 ± 1.2	7.1 ± 1.2	7.1 ± 1.2	7.9 ± 0.2
B 组	62	113.0 ± 2.8	117.0 ± 2.2	115.0 ± 2.2	119.0 ± 3.0	84.0 ± 1.0	85.0 ± 1.1	85.0 ± 0.7	83.0 ± 1.1	7.3 ± 1.7	7.4 ± 1.8	7.4 ± 1.9	7.4 ± 1.8

表 3 两组患者抗凝后凝血功能比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	ACT(s)				APPT(s)				静脉[Ca ²⁺] _i (mmol/L)			
		30 min	3 h	6 h	12 h	30 min	3 h	6 h	12 h	30 min	3 h	6 h	12 h
A 组	62	156.0 ± 5.3	155.0 ± 4.8	155.0 ± 6.4	154.0 ± 5.1	139.0 ± 6.1	138.0 ± 6.5	137.0 ± 6.3	137.0 ± 6.3	0.42 ± 0.08	0.41 ± 0.04	0.42 ± 0.10	0.42 ± 0.06
B 组	62	155.0 ± 6.8	154.0 ± 5.2	155.0 ± 5.6	153.0 ± 5.3	139.0 ± 5.8	138.0 ± 6.1	136.0 ± 6.8	137.0 ± 6.3	0.41 ± 0.04	0.42 ± 0.10	0.42 ± 0.07	0.42 ± 0.09

表 4 两组患者血液净化治疗参数比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数 (例)	血流速(mL/min)				动脉压(mmHg)				静脉压(mmHg)			
		30 min	3 h	6 h	12 h	30 min	3 h	6 h	12 h	30 min	3 h	6 h	12 h
A 组	62	189.0 ± 4.5	186.0 ± 4.0	185.0 ± 3.8	187.0 ± 3.3	-77.0 ± 2.9	-79.0 ± 2.4	-78.0 ± 2.4	-79.0 ± 2.5	71.0 ± 2.6	70.0 ± 3.2	70.0 ± 2.8	69.0 ± 3.5
B 组	62	189.0 ± 4.6	185.0 ± 4.4	185.0 ± 3.4	187.0 ± 3.2	-76.0 ± 2.1	-78.0 ± 3.8	-78.0 ± 2.6	-79.0 ± 2.3	71.0 ± 2.4	69.0 ± 3.8	70.0 ± 3.8	69.0 ± 3.4

组别	例数 (例)	跨膜压(mmHg)				滤前压(mmHg)				滤压降幅(mmHg)			
		30 min	3 h	6 h	12 h	30 min	3 h	6 h	12 h	30 min	3 h	6 h	12 h
A 组	62	116.0 ± 5.9	115.0 ± 4.5	116.0 ± 5.3	118.0 ± 4.3	189.0 ± 6.6	189.0 ± 7.3	189.0 ± 6.8	190.0 ± 6.2	160.0 ± 4.7	159.0 ± 4.7	160.0 ± 3.8	161.0 ± 4.3
B 组	62	116.0 ± 5.9	115.0 ± 5.3	116.0 ± 4.3	117.0 ± 4.3	170.0 ± 6.4 ^a	169.0 ± 7.8 ^a	171.0 ± 6.4 ^a	173.0 ± 6.4 ^a	138.0 ± 4.6 ^a	137.0 ± 4.8 ^a	138.0 ± 4.3 ^a	139.0 ± 3.8 ^a

注: 与 A 组比较, ^a $P<0.01$; 1 mmHg = 0.133 kPa

炎性介质、内毒素不需要输入外源性血浆或白蛋白,避免了输入血液制品后可能出现的不良反应及并发症,改善了免疫功能和血流动力学。

本研究结果显示,两组患者治疗后各指标均在安全正常参考值范围内,不存在安全隐患,且 A 组抗凝剂量虽较 B 组增加,但患者凝血功能差异无统计学意义,治疗过程中患者未出现出血等异常现象,无临床出血并发症。而对出现低血容量性休克的危重症患者,由于目前缺乏 CPFA 的相关研究,需要进一步的研究证实其临床安全性。

参考文献

- [1] 李国强,魏路清,刘阳,等.持续血浆灌流清除百草枯中毒患者血中百草枯的临床研究[J].中华危重病急救医学,2011,23(10):588-592.
- [2] Gheshlaghi F. Further study is needed to assess ototoxicity from organophosphates and paraquat [J]. J Med Toxicol, 2012, 8(2): 245; author reply 246.
- [3] Chang SS, Lu TH, Eddleston M, et al. Factors associated with the decline in suicide by pesticide poisoning in Taiwan: a time trend analysis, 1987-2010 [J]. Clin Toxicol (Phila), 2012, 50(6): 471-480.
- [4] 徐磊,李智伯,高心晶,等.连续性血液净化治疗危重哮喘的研究[J].中华危重病急救医学,2012,24(11):665-669.
- [5] 燕朋波,李志静,全金梅,等.连续性血浆吸附治疗中血液灌流器的更换方法[J].中国医疗设备,2013,28(3):113-114.
- [6] Wu WP, Lai MN, Lin CH, et al. Addition of immunosuppressive treatment to hemoperfusion is associated with improved survival after paraquat poisoning: a nationwide study [J]. PLoS One, 2014, 9(1): e87568.
- [7] 燕朋波,孙亮,李国强.基于 Diapact CRRT 实现连续性血浆吸附滤过治疗功能的研究[J].中国血液净化,2013,12(4):225,229.
- [8] 李国强,燕朋波,刘阳,等.低分子肝素钠联合枸橼酸钠在血浆吸附灌流中的抗凝效果[J].新乡医学院学报,2013,30(7):527-529.
- [9] 全金梅,燕朋波,姚利秀.连续性血浆吸附滤过治疗急性普罗帕酮中毒 1 例[J].中华灾害救援医学,2014,2(11):657-658.
- [10] 姚利秀,全金梅,燕朋波.连续性血浆吸附滤过治疗急性三氯乙烯中毒致急性肝损害 1 例[J].中华灾害救援医学,2014,2(12):713-714.
- [11] Garlich FM, Goldfarb DS. Have advances in extracorporeal removal techniques changed the indications for their use in poisonings? [J]. Adv Chronic Kidney Dis, 2011, 18(3): 172-179.
- [12] 孙亮,燕彭波,李国锋,等.双罐串联血浆灌流对血浆百草枯清除效果的研究[J].中国血液净化,2013,12(3):149-151.
- [13] 金魁,郭琳红,邵敏,等.急性百草枯中毒患者的血液灌流强度决策及相关预后研究[J].中华危重病急救医学,2015,27(4):263-269.
- [14] Gondar D, López R, Antelo J, et al. Adsorption of paraquat on soil organic matter: effect of exchangeable cations and dissolved organic carbon [J]. J Hazard Mater, 2012, 235-236: 218-223.
- [15] 李蔚,李凤莲.浅析百草枯中毒救治及预防[J].中华危重病急救医学,2011,23(2):107.
- [16] 鲁新.连续性血液灌流透析及激素冲击治疗百草枯中毒伴多器官功能衰竭[J].中华危重病急救医学,2008,20(7):448.
- [17] Genus SJ. Elimination of persistent toxicants from the human body [J]. Hum Exp Toxicol, 2011, 30(1): 3-18.
- [18] 姬喜荣,张全玲,李志刚.连续性血液滤过治疗顽固性心力衰竭的临床研究[J].中华危重病急救医学,2011,23(12):765-766.
- [19] 韩沙沙,孙婷,李志,等.连续性血液净化治疗对严重脓毒症患者内皮细胞功能的影响[J].中华危重病急救医学,2011,23(2):81-84.
- [20] Gawarammana IB, Buckley NA. Medical management of paraquat ingestion [J]. Br J Clin Pharmacol, 2011, 72(5): 745-757.
- [21] 蒋桂华,于凯江,刘文华.早期多次血液灌流对百草枯中毒患者预后的影响[J].中华危重病急救医学,2014,26(6):440-441.
- [22] 朱建波,王新安,甘红梅,等.连续血液净化对严重脓毒症及 CD⁴⁺CD²⁵⁺ 调节性 T 细胞的影响[J].中国呼吸与危重监护杂志,2011,10(3):278-280.
- [23] Janda E, Parafati M, Aprigliano S, et al. The antidote effect of quinone oxidoreductase 2 inhibitor against paraquat-induced toxicity in vitro and in vivo [J]. Br J Pharmacol, 2013, 168(1): 46-59.
- [24] 殷桂春,轧春妹,李谦,等.两台血液灌流机组合实现双重血浆分子吸附系统治疗肝衰竭的临床研究[J].中华危重病急救医学,2013,25(12):738-742.

(收稿日期:2016-03-07)

(本文编辑:邸美仙 李银平)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

本刊对医学名词及术语的一般要求

医学名词应使用全国科学技术名词审定委员会公布的名词。尚未通过审定的学科名词,可选用最新版《医学主题词表(MeSH)》、《医学主题词注释字顺表》、《中医药主题词表》中的主题词。对没有通用译名的名词术语于文内第一次出现时应注明原词。中西药名以最新版本《中华人民共和国药典》和《中国药品通用名称》(均由中国药典委员会编写)为准。英文药物名称则采用国际非专利药名。在题名及正文中,药名一般不得使用商品名,确需使用商品名时应先注明其通用名称。中医名词术语按 GB/T 16751.1/2/3-1997《中医临床诊疗术语疾病部分/证候部分/治法部分》和 GB/T 20348-2006《中医基础理论术语》执行,腧穴名称与部位名词术语按 GB/T 12346-2006《腧穴名称与定位》和 GB/T 13734-2008《耳穴名称与定位》执行。中药应采用正名,药典未收录者应附注拉丁文名称。冠以外国人名体的征、病名、试验、综合征等,人名可以用中文译名,但人名后不加“氏”(单字名除外,例如福氏杆菌);也可以用外文,但人名后不加“s”。文中应尽量少用缩略语。已被公知公认的缩略语可以不加注释直接使用,例如:DNA、RNA、HBsAg、CT、MRI 等。不常用的、尚未被公知公认的缩略语以及原词过长在文中多次出现者,若为中文可于文中第一次出现时写出全称,在圆括号内写出缩略语;若为外文可于文中第一次出现时写出中文全称,在圆括号内写出外文全称及其缩略语。不超过 4 个汉字的名词不宜使用缩略语,以免影响论文的可读性。