

DOI:10.3724/SP.J.1008.2012.01090

· 论 著 ·

倾向指数平衡组间混杂因素后的原发性肝癌疗效评价

王素珍^{1*}, 孟维静², 安洪庆¹, 石福艳¹, 王小礼³

1. 潍坊医学院公共卫生学院统计学教研室, 潍坊 261053

2. 山东省昌邑市疾病预防控制中心, 潍坊 261300

3. 山东省肿瘤医院放射科, 济南 250117

[摘要] **目的** 通过倾向指数平衡混杂因素, 评价手术切除(SR)和经导管肝动脉化疗栓塞(TACE)两种方法治疗早期原发性肝癌(HCC)患者的疗效。**方法** 收集2003至2011年间在山东省肿瘤医院接受SR或TACE治疗的早期HCC患者350例, 其中接受SR患者192例, 接受TACE患者158例。采用倾向指数卡钳匹配法均衡组间的协变量, 对匹配后的数据进行生存分析, 比较两组的生存率。**结果** 倾向指数匹配前, 两组间协变量不均衡, SR组的1年、2年、3年、4年生存率分别为80.92%、49.44%、33.73%、19.72%, 中位生存期为2.00年; TACE组的1年、2年、3年、4年生存率分别为80.02%、53.92%、31.21%、13.42%, 中位生存期为2.40年; log-rank检验结果表明SR与TACE两组生存曲线差异无统计学意义($P=0.7108$)。倾向指数匹配之后, 两组间协变量均衡; SR组的1年、2年、3年、4年生存率分别为84.22%、57.68%、36.80%、24.09%, 中位生存期为2.50年; TACE组的1年、2年、3年、4年生存率分别为73.84%、47.26%、28.31%、10.69%, 中位生存期为2.00年; log-rank检验结果表明两组间生存曲线的差异有统计学意义($P=0.0182$), SR组的生存率高于TACE组。**结论** 采用倾向指数匹配法降低混杂偏倚后, SR对早期HCC患者的治疗效果优于TACE。

[关键词] 倾向指数; 匹配法; 肝肿瘤; 生存分析; 肝切除术; 经导管肝动脉化疗栓塞

[中图分类号] R 735.7

[文献标志码] A

[文章编号] 0258-879X(2012)10-1090-05

Outcome evaluation of hepatocellular carcinoma patients after balancing the covariates between groups through propensity score

WANG Su-zhen^{1*}, MENG Wei-jing², AN Hong-qing¹, SHI Fu-yan¹, WANG Xiao-li³

1. Department of Health Statistics, Faculty of Preventative Medicine, Weifang Medical College, Weifang 261053, Shandong, China

2. Center for Disease Control of Changyi, Shandong Province, Weifang 261300, Shandong, China

3. Department of Radiology, Shandong Tumor Hospital, Jinan 250117, Shandong, China

[Abstract] **Objective** To balance the covariates by propensity score matching for better evaluating the efficiencies of surgery resection (SR) and transcatheter arterial chemoembolization (TACE) for treatment of early-stage hepatocellular carcinoma (HCC) patients. **Methods** A total of 350 early-stage HCC patients treated by SR(192 cases) or TACE (158 cases) were collected from Shandong Tumor Hospital(2003 to 2011). Propensity score caliper matching was used to balance the covariance between the two groups. And then the matched data were subjected to survival analysis and the survival rates were compared between the two groups. **Results** The covariates were imbalanced before matching; the 1-, 2-, 3-, and 4-year survival rates and the median survival time of SR group were 80.92%, 49.44%, 33.73%, 19.72%, and 2.00 years, respectively; those of TACE group were 80.02%, 53.92%, 31.21%, 13.42%, and 2.40 years, respectively; and log-rank test showed no significant differences in the survival rates between the two treatment groups ($P=0.7108$). The covariates were balanced after matching; the 1-, 2-, 3-, and 4-year survival rates and the median survival time of SR group were 84.22%, 57.68%, 36.80%, 24.09%, and 2.50 years, respectively; those of TACE group were 73.84%, 47.26%, 28.31%, 10.69%, and 2.00 years, respectively; and log-rank test showed significant difference in the survival rates between the two groups ($P=0.0182$). The survival rate of SR group was higher than that of TACE group. **Conclusion** After reducing the confounding bias

[收稿日期] 2012-06-07

[接受日期] 2012-07-06

[基金项目] 国家自然科学基金(81141112, 81101290), 山东省自然科学基金(ZR2009CM117). Supported by National Natural Science Foundation of China (81141112, 81101290) and Natural Science Foundation of Shandong Province, China (ZR2009CM117).

[作者简介] 王素珍, 博士, 教授.

* 通信作者(Corresponding author). Tel: 0536-8462425, E-mail: wangsz@wfmc.edu.cn

by Propensity score matching method, SR shows a better efficiency for early HCC patients compared with TACE.

[Key words] propensity score; matching method; liver neoplasms; survival analysis; hepatectomy; transcatheter arterial chemoembolization

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2012, 33(10): 1090-1094]

在原发性肝癌(hepatocellular carcinoma, HCC)众多的治疗方法中,手术切除(surgery resection, SR)和经导管肝动脉化疗栓塞(transcatheter arterial chemoembolization, TACE)因安全性好、疗效高而成为 HCC 的常用治疗手段^[1-4]。但是,就 HCC 患者个体而言,SR 和 TACE 两种方法的合理选择仍是一个值得探讨的问题。理论上,随机化的临床试验结果可就此提供准确的判断依据,但在临床实践中受伦理学等因素的制约,实现起来有一定的困难。通过临床的实际观测数据对 SR 和 TACE 的疗效进行评判是目前常用的方法。但因为观测数据来自医疗实践,未经随机化,组间存在着多个协变量,这些协变量对患者的生存时间、预后等会产生较大影响。这些在组间分布不均的协变量即为混杂因素。混杂因素会导致分析结果的较大偏倚,使疗效评判变得复杂,无法判定组间的差异是由治疗引起还是由混杂因素所致。倾向指数法是解决此问题的一种实用方法^[5]。该方法由 Rosenbaum 和 Rubin^[6] 在 1983 年首次提出,表示为多个协变量的一个函数,倾向指数数值的变化代表了多个协变量的共同作用结果。倾向指数评分相同的个体,其所代表的一组协变量在治疗组间的分布是相同的。因此该方法主要用于观察性研究数据组间混杂因素的事后均衡,对观察性研究的混杂因素进行类似随机化的均衡处理,目的是减少选择偏倚。

本研究收集 2003 至 2011 年山东省肿瘤医院接受 SR 或 TACE 治疗的 HCC 患者资料,首先利用倾向指数卡钳匹配法平衡 SR 和 TACE 两治疗组间的混杂因素,以减少协变量的不平衡性对生存分析结果的影响,达到近似随机化的目的^[7-9],然后比较 SR 和 TACE 两组的生存率,探讨 SR 和 TACE 的治疗效果,为合理应用 SR 和 TACE 治疗 HCC 提供客观依据。

1 资料和方法

1.1 资料来源 所有病例来自 2003 至 2011 年山东省肿瘤医院收治的 HCC 患者。收集指标:性别、年龄、职业、Child 分级、HCC 家族史、乙肝史、甲胎蛋白(AFP)、谷氨酰转氨酶(GGT)、肿瘤大小、肿瘤数量以及治疗方式等。其中,治疗方式分为 SR 治疗和 TACE 治疗两种。排除协变量有缺失值的病例

后,共收集病例资料 307 例,其中 SR 治疗 192 例, TACE 治疗 158 例。治疗后在山东省肿瘤医院随访科的配合下,通过电话和书信随访获得生存时间。

1.2 研究方法 倾向指数方法的实质是将影响处理结果的多个协变量表示为倾向指数,据之在不同治疗组间进行匹配,以均衡组间协变量造成的偏倚,实际是对观测性数据中的混杂因素做类似随机化的均衡处理^[10-12]。

本研究 SR 和 TACE 两治疗组中,倾向指数即为多个协变量影响下患者接受 SR 处理的条件概率。首先将对生存时间及预后均有较大影响的多个协变量放入非简约 logistic 回归模型^[13],计算患者被分配到 SR 组的概率,这个概率就是每例患者的倾向指数。然后通过倾向指数进行匹配,即从 TACE 组中选出与 SR 组倾向指数差值小于某确定值的个体做卡钳匹配^[14-15],以减少选择偏倚。

卡钳匹配的具体步骤为:(1)以分组变量为因变量,以可能影响研究对象治疗结果和预后的协变量为自变量,建立 logistic 模型。(2)根据 logistic 模型计算每例肝癌患者的倾向指数。(3)以倾向指数为依据,在 SR、TACE 两组间做卡钳匹配。具体过程为:将 SR 组受试对象随机排序,选择第 1 个,在 TACE 组中查找倾向指数差别在卡钳值范围内的个体,只需找到一个即匹配成功;如果找到多个,则基于马氏距离进行匹配;如果找不到则匹配不成功,舍掉该个体,继续 SR 组中第 2 个个体的匹配。(4)对两组间的匹配效果进行评价并进行组间疗效比较。

经过倾向指数调整的组间个体,除了处理因素和结果变量分布不同外,其他协变量应当均衡可比,相当于“事后随机化”,使观察性数据达到“接近随机分配数据”的效果^[16-18]。

1.3 统计学处理 按照 1:1 的比例进行匹配,去除匹配不成功的个体。为保留原始数据提供的信息,增加匹配成功的对数,设置卡钳值为 0.10^[14]。采用 SAS 9.2 软件进行倾向指数的匹配及统计学分析。计量资料采用 t 或 t' 检验,计数资料采用 χ^2 检验。采用 Kaplan-Meier 法绘制生存曲线以分析生存趋势,采用 log-rank 检验比较生存曲线的差异。检验水平(α)为 0.05。

2 结果

2.1 倾向指数匹配前后协变量的分布 如表 1 所

示,SR、TACE 两治疗组所有协变量中,Child 分级、家族史、HBsAg 阳性、肿瘤大小、肿瘤数量在组间的分布不均衡($P < 0.05$)。采用倾向指数法对两组数

据进行卡钳匹配后,有 119 对匹配成功,匹配后所有协变量在两组间达到了平衡。

表 1 倾向指数匹配前后协变量在两组 HCC 患者之间的分布

Tab 1 Distributions of covariates between two HCC group before and after propensity score matching

Covariant	Before propensity score matching			After propensity score matching		
	SR group (N=192)	TACE group (N=158)	P	SR group (N=119)	TACE group (N=119)	P
Gender n(%)			0.415 8			0.733 8
Male	163(84.90)	129(81.65)		99(83.19)	97(81.51)	
Female	29(15.10)	29(18.35)		20(16.81)	22(18.49)	
Profession n(%)			0.288 8			0.681 2
Worker	48(25.00)	38(24.05)		29(24.37)	30(25.21)	
Farmer	99(51.56)	74(46.84)		58(48.74)	58(48.74)	
Cadre	29(15.10)	26(16.46)		18(15.13)	20(16.81)	
Doctor	3(1.56)	0(0.00)		3(2.52)	0(0.00)	
Teacher	7(3.65)	11(6.96)		5(4.20)	5(4.20)	
Others	6(3.13)	9(5.70)		6(5.04)	6(5.04)	
Age(year) $\bar{x} \pm s$	53.09 \pm 8.95	54.16 \pm 10.84	0.318 9	53.95 \pm 9.28	53.45 \pm 10.99	0.705 1
AFP $\rho_B / (\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}) \bar{x} \pm s$	518.80 \pm 684.10	418.20 \pm 594.90	0.147 4	422.29 \pm 539.98	437.20 \pm 631.36	0.830 9
GGT $z_B / (\text{U} \cdot \text{L}^{-1}) \bar{x} \pm s$	152.10 \pm 179.40	152.30 \pm 180.20	0.989 5	141.67 \pm 167.40	160.35 \pm 172.27	0.331 1
Child scale n(%)			0.003 7			0.895 4
A	93(48.44)	101(63.92)		69(57.98)	70(58.82)	
B	99(51.56)	57(36.08)		50(42.02)	49(41.18)	
Family history n(%)			0.001 6			0.472 0
Yes	168(87.50)	153(96.84)		116(97.48)	114(95.80)	
No	24(12.50)	5(3.16)		3(2.52)	5(4.20)	
HBsAg n(%)			0.001 2			0.895 4
Positive	51(26.56)	68(43.04)		49(41.18)	50(42.02)	
Negative	141(73.44)	90(56.96)		70(58.82)	69(57.98)	
Tumor size n(%)			<0.000 1			0.435 9
≤ 5 cm	125(65.10)	54(34.18)		59(49.58)	53(44.54)	
> 5 cm	67(34.90)	104(65.82)		60(50.42)	66(55.46)	
Tumor number n(%)			0.017 9			0.786 2
Single	66(34.38)	74(46.84)		43(36.13)	41(34.45)	
Multiple	126(65.62)	84(53.16)		76(63.87)	78(65.55)	

SR: Surgery resection; TACE: Transcatheter arterial chemoembolization; AFP: Alpha-fetoprotein; GGT: Glutamyltranspeptidase

2.2 倾向指数匹配前后的生存分析结果 匹配前后 SR 组和 TACE 组的生存时间如表 2 所示。倾向指数匹配前,SR 组和 TACE 组的中位生存时间(95%CI)及 1、2、3、4 年生存率均不相同;log-rank 检验结果表明两组生存曲线之间差异无统计学意义($P=0.710 8$),由此不能判断 SR 和 TACE 两种治疗方法的优劣。采用倾向指数匹配法排除协变量的

影响后,SR 组和 TACE 组的中位生存时间(95%CI)及 1、2、3、4 年生存率均发生了变化,匹配后 SR 组的生存率上升,而 TACE 组却下降;log-rank 检验结果表明两组生存曲线之间差异有统计学意义($P=0.018 2$),见图 1,说明在早期 HCC 患者的临床治疗中,SR 的疗效优于 TACE。

表 2 倾向指数匹配前后两组 HCC 患者的生存率比较

Tab 2 Comparison of survival rates between two HCC group before and after propensity score matching

Survival index	Before propensity score matching		After propensity score matching	
	SR group (n=192)	TACE group (n=158)	SR group (n=119)	TACE group (n=119)
Survival time (year) Median(95%CI)	2.00(1.80,2.50)	2.40(1.90,2.60)	2.50(2.10,2.80)	2.00(1.60,2.20)
Survival rate(%)				
1-year	80.92	80.02	84.22	73.84
2-year	49.44	53.92	57.68	47.26
3-year	33.73	31.21	36.80	28.31
4-year	19.72	13.42	24.09	10.69

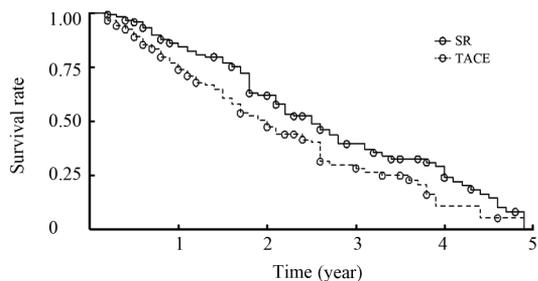


图 1 匹配后 SR 和 TACE 两组 HCC 患者的生存曲线
Fig 1 Survival curve of two groups of HCC patients after propensity score matching

SR: Surgery resection; TACE: Transcatheter arterial chemoembolization

3 讨论

临床上的观察性研究中,受试对象往往具有选择某种治疗方法的意愿或倾向,因此所获得的数据没有经过严格的随机化,协变量在不同组间的分配存在不平衡性,此时对不同组的疗效做出比较或评判,首先需要均衡组间的协变量。采用倾向指数平衡组间协变量的不平衡性被认为是一种有效的方法。

倾向指数揭示了个体在处理组间的分配与潜在的混杂因素之间的联系。在观察性研究中,一些受试者更倾向于选择进入处理或对照组。根据倾向指数的法则,假如进入处理组的某个受试对象与进入对照组的另外一名受试对象具有相同的倾向指数,即使二者拥有的协变量并不同,也可认为该倾向指数代表的多个协变量在二者之间是均衡的。如果将倾向指数相同或相近的研究对象在不同的组间进行匹配,则总体上处理组和对照组各个特征变量的分布是均衡的。因此通过倾向指数的调整可以均衡处理组和对照组间的协变量分布,得到处理效应的无偏估计,减少非随机化观察性研究中的选择性偏倚^[18]。同时,通过倾向指数对组间混杂因素的调整,可以将海量的临床观测性数据变为循证医学的诊疗证据,而这些数据不仅获取成本低,且更能够反映医疗实践中实际存在的疾病谱。因而,在混杂因素很多、结局变量发生率很低的情况下,采用倾向指数法无疑是明智的选择。

近年来,倾向指数越来越多地受到人们的关注,并被应用于不同类别的临床观测数据的评价之中。目前倾向指数应用的主要领域除了对癌症的研究,如肝癌、肺癌的疗效评价^[1,5,7-9,19-20]之外,还包括:心脑血管病的研究,如心肺复苏的生存分析^[21]、心肌梗死、冠状动脉搭桥术或成形术的效果评价^[15,22-24];慢性病的研究,如糖尿病的疗效分析^[25];药物的临床效

果研究^[26]以及护理效果的评价研究^[27]等。在上述研究中,均利用倾向指数对混杂因素进行了调整,多数采用的是倾向指数匹配法,少数采用了分层法。通常来说,倾向指数匹配法对混杂因素的均衡作用较分层法更强,也可以较好地保留原始样本的信息。因此,本次研究采用了倾向指数匹配法。匹配前在两组之间分配不平衡的变量如 Child 分级、HCC 家族史、HBsAg 阳性、肿瘤大小、肿瘤数量在匹配后均达到了均衡;本来均衡的变量如性别、职业、年龄、AFP、GGT,匹配后虽然在两组间分配有变化,但仍然是均衡的。即经倾向指数匹配后两组间的协变量已经具备了可比性。在倾向指数匹配法的应用中,卡钳值的选择会影响匹配成功的对数,卡钳值越小,匹配成功的对数越少,匹配精确度越高;相反,卡钳值越大,匹配成功对数越多,匹配精确度越低。为了保持原有样本的结构,增加匹配成功的对数,本研究卡钳值设为 0.10。结果表明,倾向指数匹配法简单、易行、可操作性强,能较好地处理临床观测数据,有利于对临床疗效等作出正确评判。

SR 和 TACE 是早期 HCC 的常用疗法,由于各自特点不同,如何选择适当的治疗方式,对于取得最佳疗效、延长患者寿命具有重要意义。本研究采用倾向指数法对 HCC 患者的临床观测数据进行匹配研究,分析不同治疗方式下 HCC 患者的生存时间,结果显示 SR 组的生存率高于 TACE 组。这与 Hsu 等^[1]和 Luo 等^[28]的研究结果相一致。由此可提示临床工作者,对于 SR 和 TACE 两种方法均可实施的 HCC 患者,为获得更好的疗效可优先选择前者。

4 利益冲突

所有作者声明本文不涉及任何利益冲突。

[参考文献]

- [1] Hsu C Y, Hsia C Y, Huang Y H, Su C W, Su C W, Lin H C, et al. Comparison of surgical resection and transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma beyond the Milan criteria: a propensity score analysis[J]. *Ann Surg Oncol*, 2012, 19: 842-849.
- [2] Salhab M, Canelo R. An overview of evidence-based management of hepatocellular carcinoma: a meta-analysis[J]. *J Cancer Res Ther*, 2011, 7: 463-475.
- [3] 李文涛,董生,贾宁阳,欧阳强,严嵩. 门静脉金属内支架结合经动脉化疗栓塞手术治疗肝癌门静脉癌栓[J]. *第二军医大学学报*, 2006, 27: 771-773.
Li W T, Dong S, Jia N Y, Ouyang Q, Yan B. Portal vein stenting combined with transcatheter hepatic arterial chemoembolization in treatment of portal vein tumor thrombus in patients with primary hepatic carcinoma[J]. *Acad J Sec Mil Med Univ*, 2006, 27:

- 771-773.
- [4] 中国抗癌协会肝癌专业委员会;中国抗癌协会临床肿瘤学协作委员会;中华医学会肝病学会分会肝癌学组.原发性肝癌规范化诊治专家共识[J].临床肿瘤学杂志,2009,14:259-269.
- [5] Hsu C Y, Huang Y H, Chiou Y Y, Su C W, Lin H C, Lee R C, et al. Comparison of radiofrequency ablation and transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma within the Milan criteria: a propensity score analysis[J]. *Liver Transpl*, 2011, 17: 556-566.
- [6] Rosenbaum P R, Rubin D B. The central role of the propensity score in observational studies for causal effects[J]. *Biometrika*, 1983, 70: 41-55.
- [7] Hsu C Y, Hsia C Y, Huang Y H, Su C W, Lin H C, Chiou Y Y, et al. Differential prognostic impact of renal insufficiency on patients with hepatocellular carcinoma: a propensity score analysis and staging strategy[J]. *J Gastroenterol Hepatol*, 2012, 27: 690-699.
- [8] Su C W, Lei H J, Chau G Y, Hung H H, Wu J C, Hsia C Y, et al. The effect of age on the long-term prognosis of patients with hepatocellular carcinoma after resection surgery: a propensity score matching analysis[J]. *Arch Surg*, 2012, 147: 137-144.
- [9] Kline J A, Pollack C V, Schreiber D, Briese B. Propensity-adjusted risk of mortality with fibrinolysis for normotensive pulmonary embolism: results from the EMPEROR registry [J]. *J Thromb Haemost*, 2012, 10: 1973-1974.
- [10] Linden A, Adams J L. Combining the regression discontinuity design and propensity score-based weighting to improve causal inference in program evaluation[J]. *J Eval Clin Pract*, 2012, 18: 317-325.
- [11] Austin P C, Mamdani M M. A comparison of propensity score methods: a case-study estimating the effectiveness of post-AMI statin use[J]. *Stat Med*, 2006, 25: 2084-2106.
- [12] Hullsiek K H, Louis T A. Propensity score modeling strategies for the causal analysis of observational data[J]. *Biostatistics*, 2002, 3: 179-193.
- [13] Ahmed A, Aban I B, Vaccarino V, Lloyd-Jones D M, Goff D C Jr, Zhao J, et al. A propensity-matched study of the effect of diabetes on the natural history of heart failure: variations by sex and age[J]. *Heart*, 2007, 93: 1584-1590.
- [14] Scrutinio D, Passantino A, Catanzaro R, Farinola G, Lagioia R, Mastropasqua F, et al. Inpatient cardiac rehabilitation soon after hospitalization for acute decompensated heart failure: a propensity score study[J]. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 2012, 32: 71-77.
- [15] Yaginuma K, Kasai T, Miyauchi K, Kajimoto K, Amano A, Dai-da H. Propensity score analysis of 10-year long-term outcome after bypass surgery or plain old balloon angioplasty in patients with metabolic syndrome[J]. *Int Heart J*, 2011, 52: 372-376.
- [16] 郑亮,夏结来,王素珍,蔡宏伟,钟成梁,辛卫权.非随机化临床试验中倾向指数的应用[J].现代预防医学,2009,15:2805-2806,2809.
- [17] 王永吉,蔡宏伟,夏结来,蒋志伟.倾向指数:第二讲 倾向指数常用研究方法[J].中华流行病学杂志,2010,31:584-585.
- [18] 王永吉,蔡宏伟,夏结来,蒋志伟.倾向指数:第一讲 倾向指数的基本概念和研究步骤[J].中华流行病学杂志,2010,31:347-348.
- [19] Jimenez M F, van Baardwijk A, Aerts H J, De Ruyscher D, Novoa N M, Varela G, et al. Effectiveness of surgery and individualized high-dose hyperfractionated accelerated radiotherapy on survival in clinical stage I non-small cell lung cancer. A propensity score matched analysis[J]. *Radiother Oncol*, 2010, 97: 413-417.
- [20] Wisnivesky J P, Halm E A, Bonomi M, Smith C, Mhango G, Bagiella E. Postoperative radiotherapy for elderly patients with stage III lung cancer[J]. *Cancer*, 2012, 118: 4478-4485.
- [21] Lin J W, Wang M J, Yu H Y, Wang C H, Chang W T, Jerng J S, et al. Comparing the survival between extracorporeal rescue and conventional resuscitation in adult in-hospital cardiac arrests: propensity analysis of three-year data[J]. *Resuscitation*, 2010, 81: 796-803.
- [22] Hong S, Youn Y N, Yi G, Yoo K J. Long term results of ST-segment elevation myocardial infarction versus non-ST-segment elevation myocardial infarction after off-pump coronary artery bypass grafting: propensity score matching analysis[J]. *J Korean Med Sci*, 2012, 27: 153-159.
- [23] Berger J S, Herout P M, Harshaw Q, Steinhubl S R, Frye C B, Becker R C. Bleeding-associated outcomes with preoperative clopidogrel use in on- and off-pump coronary artery bypass[J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2012, 34: 56-64.
- [24] Korhonen M, Biancari F, Söderström M, Arvela E, Halmesmäki K, Albäck A, et al. Femoropopliteal balloon angioplasty vs. bypass surgery for CLI: a propensity score analysis[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2011, 41: 378-384.
- [25] Segal J B, Griswold M, Achy-Brou A, Herbert R, Bass E B, Dy S M, et al. Using Propensity Scores Subclassification to estimate effects of longitudinal treatments: an example using a new diabetes medication[J]. *Med Care*, 2007, 45(10 Suppl 2): S149-S157.
- [26] Perkins S M, Tu W, Underhill M G, Zhou X H, Murray M D. The use of propensity scores in pharmacoepidemiologic research [J]. *Pharmacoepidemiol Drug Saf*, 2000, 9: 93-101.
- [27] Qin R, Titler M G, Shever L L, Kim T. Estimating effects of nursing intervention via propensity score analysis[J]. *Nurs Res*, 2008, 57: 444-452.
- [28] Luo J, Peng Z W, Guo R P, Zhang Y Q, Li J Q, Chen M S, et al. Hepatic resection versus transarterial lipiodol chemoembolization as the initial treatment for large, multiple, and resectable hepatocellular carcinomas: a prospective nonrandomized analysis [J]. *Radiology*, 2011, 259: 286-295.

[本文编辑] 周燕娟,邓晓群