

• 论 著 •

2 型糖尿病肾病的临床生化指标变化特征和危险因素分析*

肖梦瑶, 杨 迎, 刘松梅[△]

武汉大学中南医院检验科/基因诊断中心, 湖北武汉 430071

摘要:目的 分析 2 型糖尿病发生糖尿病肾病(DN)的临床生化指标变化特征, 寻找 DN 的危险因素。方法 选择该院 2015 年 9 月至 2019 年 5 月收治的 209 例 2 型糖尿病患者为研究对象, 根据有无 DN 分为 DN 组和非糖尿病肾病(non-DN)组, 比较两组临床指标的变化。结果 与 non-DN 组相比, DN 组多项临床指标水平明显异常。二元 Logistic 回归分析, 发现血压、体质量指数(BMI)、尿素氮(BUN)、血清肌酐(Scr)、唾液酸(SA)、补体 C1q 是 DN 的危险因素。ROC 曲线分析发现 C1q 对于 DN 的预测有很好的参考价值。结论 糖尿病患者控制血糖的同时应控制好血压和体质量, 关注 C1q 和肾功能指标变化可以尽早发现 DN。

关键词: 2 型糖尿病; 糖尿病肾病; 生化指标; 危险因素

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2021.14.002

中图法分类号: R587.2

文章编号: 1673-4130(2021)14-1671-05

文献标志码: A

Analysis of clinical biochemical characteristics and risk factors of 2 diabetic nephropathy*

XIAO Mengyao, YANG Ying, LIU Songmei[△]

Department of Clinical Laboratory, Zhongnan Hospital of Wuhan University,
Wuhan, Hubei 430071, China

Abstract: **Objective** To investigate the characterization of clinical biochemical parameters in diabetic nephropathy (DN) and to find out the risk factors of DN. **Methods** Two hundred and nine patients with type 2 diabetes (T2D) from September 2015 to May 2019 were enrolled and classified into DN group and non-DN group. Compared the basic characteristics between the two groups and assessed which was a risk factor of DN. **Results** Compared with non DN group, the levels of several clinical indexes in DN group were significantly abnormal. Binary Logistic regression analysis showed that blood pressure, body mass index (BMI), urea nitrogen (BUN), serum creatinine (Scr), sialic acid (SA) and complement C1q were risk factors for DN. ROC curve analysis showed that C1q has a good reference value for DN prediction. **Conclusion** Diabetic patients should control blood pressure and body weight while controlling blood glucose, and pay attention to the changes of C1q and renal function indexes, so as to find DN as soon as possible.

Key words: type 2 diabetes mellitus; diabetic nephropathy; biochemical parameters; risk factor

2 型糖尿病(T2DM)是以高血糖和胰岛素抵抗为主要特征的复杂代谢性疾病^[1]。糖尿病肾病(DN)是糖尿病常见的微血管并发症, 约 1/3 糖尿病患者会发展为 DN^[2]。并且, DN 是终末期肾病(ESRD), 是糖尿病高病死率的原因之一, 但尿液蛋白和血清肌酐(Scr)的灵敏度不足以发现 DN 的早期变化^[3]。因此, 本文通过比较 DN 患者和非糖尿病肾病(non-DN)患者血清生化结果, 旨在揭示 DN 生化指标变化特征, 评价其在 DN 早期诊断的临床应用价值, 致力于为 DN 的早期诊断提供更优指标。

1 资料与方法

1.1 一般资料 收集 2015 年 9 月至 2019 年 5 月在本院住院的 209 例 T2DM 患者的临床信息和实验室检查结果, 根据是否发生 DN, 分为 DN 组($n=106$ 例, 男 70 例, 女 36 例)和 non-DN 组($n=103$ 例, 男 68 例, 女 35 例)。DN 组和 non-DN 组的平均年龄分别为(61.87 ± 13.56)岁和(59.80 ± 11.42)岁, 两组研究对象的年龄、性别等一般资料比较差异无统计学意义($P>0.05$), 具有可比性。纳入标准: 以 2017 年《中国 2 型糖尿病防治指南》为诊断标准筛选 T2DM 患者,

* 基金项目: 国家自然科学基金项目(81972009); 武汉大学中南医院优博基金项目(ZNYB2019001); 湖北省卫生健康委员会联合基金项目(WJ2019H005)。

作者简介: 肖梦瑶, 女, 在读硕士研究生, 主要从事糖尿病研究。 [△] 通信作者, E-mail: smliu@whu.edu.cn。

本文引用格式: 肖梦瑶, 杨迎, 刘松梅. 2 型糖尿病肾病的临床生化指标变化特征和危险因素分析[J]. 国际检验医学杂志, 2021, 42(14): 1671-1674.

依据 2014 年《糖尿病肾病防治专家共识》进行分组。排除标准:1 型糖尿病, T2DM 合并恶性肿瘤、感染性疾病、其他内分泌系统疾病及心血管慢性疾病。

1.2 研究方法 采集所有研究对象禁食 12 h 后的清晨空腹外周静脉血。使用贝克曼奥林巴斯 5800 全自动生化分析仪检测血清糖脂、肝肾功能指标、唾液酸(SA)、补体 C1q(C1q)及电解质水平。临床上采用的 eGFR 的计算公式为:基于 Scr 的慢性肾脏病流行病合作组(CKD-EPI2009Scr)公式(2009)^[4]。

1.3 统计学处理 采用 SPSS20.0 软件进行数据分析。单样本 K-S 检验评价数据是否为正态分布, 正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 两组之间的比较采用 t 检验; 非正态分布的资料采用 $M(P_{25} \sim P_{75})$ 表示, 两组之间的比较采用两独立样本的非参数检验。相关性分析采用 Spearman 相关分析; DN 的危险因素分析采用二元 Logistic 回归, 以受试者工作特征

(ROC)曲线评价危险因素的检测效能。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 DN 的生化指标变化特征 两组一般临床资料差异性比较结果, 见表 1。与 non-DN 组相比, DN 组收缩压(SBP)、舒张压(DBP)和体质指数(BMI)明显升高, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 肝功能指标中总胆红素(TBIL)、间接胆红素(IDBIL)和清蛋白(ALB)明显降低, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 肾功能指标中, 尿素氮(BUN)、Scr 和胱抑素 C(CysC)均明显升高, 差异有统计学意义($P < 0.05$), 而肾小球滤过率(eGFR)明显降低; SA 和 C1q 水平升高; 血清总胆固醇(TC)水平升高而钙离子(Ca^{2+})浓度降低, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。其他指标在两组间差异无统计学意义($P > 0.05$)。

表 1 一般临床资料及生化指标在 DN 组与 non-DN 组中的比较 [$\bar{x} \pm s$ 或 $M(P_{25} \sim P_{75})$]

项目	non-DN($n=103$)	DN($n=106$)	P
糖尿病病程(年)	7.5(2.00~14.75)	9.5(2.75~20.00)	0.173
SBP(mm Hg)	130.03±18.49	143.34±21.07	0.001*
DBP(mm Hg)	78(69.5~82.00)	80(75.25~90.00)	0.001*
BMI(kg/m ²)	24.28±3.29	26.11±5.35	0.006*
ALT(U/L)	20(15.25~39.00)	20(13.00~36.75)	0.413
AST(U/L)	20(15.00~27.00)	20(14.00~29.00)	0.777
TBIL(μmol/L)	12.35(9.27~16.30)	10.04(7.20~14.60)	0.005*
DBIL(μmol/L)	2.2(1.80~3.20)	2.1(1.30~3.40)	0.157
IDBIL(μmol/L)	10.2(7.60~13.25)	8.8(5.80~11.60)	0.001*
TP(g/L)	67.92±6.90	66.00±7.27	0.063
ALB(g/L)	40.61±4.77	38.00±7.24	0.004*
GLB(g/L)	27.16±5.69	28.47±5.47	0.105
GGT(U/L)	24.5(17.00~38.50)	24(17.00~41.00)	0.585
ALP(U/L)	84.5(66.00~99.00)	81(64.00~95.00)	0.580
TBA(μmol/L)	4.05(2.43~6.60)	3.8(2.30~5.70)	0.349
BUN(mmol/L)	5.48(4.69~6.91)	7.2(5.45~10.99)	0.001*
Scr(μmol/L)	61(53.95~74.25)	84(60.65~156.50)	0.001*
UA(μmol/L)	336.10±104.23	357.13±117.39	0.198
CO ₂ (mmol/L)	25.4(23.55~27.15)	25(23.00~27.60)	0.919
CysC(mg/L)	0.94(0.78~1.12)	1.12(0.92~1.70)	0.001*
eGFR(mL/min/1.73 m ²)	1 710(1 506.15~2 447.95)	77.91(34.22~100.09)	0.001*
SA(mmol/L)	565.69±171.11	640.51±152.60	0.024*
C1q(g/L)	188.97±45.96	221.15±53.63	0.001*
TC(mmol/L)	4.4(3.59~5.04)	4.81(4.03~5.75)	0.013*
TG(mmol/L)	1.6(1.04~2.51)	1.8(1.09~2.88)	0.254
HDL-C(mmol/L)	1.10±0.31	1.07±0.29	0.547
LDL-C(mmol/L)	2.54±0.91	2.92±0.87	0.004*
K ⁺ (mmol/L)	4.02(3.79~4.21)	4.02(3.74~4.27)	0.840
Na ⁺ (mmol/L)	140(138.00~141.55)	139.9(137.40~141.70)	0.733

续表 1 一般临床资料及生化指标在 DN 组与 non-DN 组中的比较[$\bar{x} \pm s$ 或 $M(P_{25} \sim P_{75})$]

组别	non-DN(<i>n</i> = 103)	DN(<i>n</i> = 106)	<i>P</i>
Cl ⁻ (mmol/L)	102. 4(99. 80~104. 65)	103. 3(99. 80~105. 20)	0. 412
Ca ²⁺ (mmol/L)	2. 26±0. 15	2. 20±0. 19	0. 012 *
Mg ²⁺ (mmol/L)	0. 9(0. 85~0. 95)	0. 89(0. 82~0. 97)	0. 507
P(mmol/L)	1. 17(1. 05~1. 28)	1. 16(1. 04~1. 30)	0. 865
FBG(mmol/L)	9. 24(7. 36~12. 69)	8. 48(6. 465~12. 21)	0. 230

注: ALT 为丙氨酸氨基转移酶; AST 为天门冬氨酸氨基转移酶; GLB 为球蛋白; GGT 为 γ -谷氨酰转肽酶; ALP 为碱性磷酸酶; UA 为尿酸; CO₂ 为二氧化碳; TG 为三酰甘油; HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇; LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇; K⁺ 为钾离子; Na⁺ 为钠离子; Cl⁻ 为氯离子; Ca²⁺ 为钙离子; Mg²⁺ 为镁离子; P 为磷; FBG 为空腹血糖; * $P < 0. 05$ 。

2.2 DN 的危险因素分析 以两组研究对象有差异的生化指标为自变量, DN 的有无作为因变量进行单因素二元 Logistic 回归分析, 发现 SBP($P = 0. 001$)、DBP($P = 0. 015$)、BMI($P = 0. 008$)、BUN($P = 0. 002$)、Scr($P = 0. 001$)、SA($P = 0. 032$)和 C1q($P = 0. 002$)是 DN 的危险因素。见表 2。

表 2 DN 的危险因素分析

组别	<i>B</i>	<i>SE</i>	<i>Wals</i>	<i>P</i>	<i>OR</i>	<i>OR</i> 的 95% <i>CI</i>	
						下限	上限
SBP	0. 034	0. 008	19. 013	0. 001 *	1. 035	1. 019	1. 051
DBP	0. 028	0. 011	5. 965	0. 015 *	1. 028	1. 006	1. 052
BMI	0. 107	0. 040	7. 031	0. 008 *	1. 113	1. 028	1. 205
TBIL	-0. 047	0. 026	3. 347	0. 067	0. 954	0. 907	1. 003
IDBIL	-0. 099	0. 036	7. 624	0. 006 *	0. 906	0. 844	0. 972
ALB	-0. 079	0. 028	7. 893	0. 005 *	0. 924	0. 875	0. 976
BUN	0. 140	0. 046	9. 392	0. 002 *	1. 150	1. 052	1. 257
Scr	0. 016	0. 004	12. 887	0. 001 *	1. 016	1. 007	1. 025
CysC	0. 000	0. 001	0. 136	0. 713	1. 000	0. 999	1. 002
eGFR	-0. 029	0. 006	25. 610	0. 001 *	0. 971	0. 961	0. 982
SA	0. 003	0. 001	4. 575	0. 032 *	1. 003	1. 000	1. 006
C1q	0. 013	0. 004	9. 577	0. 002 *	1. 014	1. 005	1. 022
TC	-0. 182	0. 110	2. 701	0. 100	0. 834	0. 672	1. 036
LDL-C	-0. 491	0. 178	7. 595	0. 006 *	0. 612	0. 431	0. 868
Ca ²⁺	-2. 186	0. 899	5. 911	0. 015 *	0. 112	0. 019	0. 655

注: * $P < 0. 05$ 。

2.3 部分指标对 DN 的诊断性能评价 对 DN 的危险因素绘制 ROC 曲线, 发现曲线下面积最大的是 Scr, Scr 预测 DN 的特异度为 0. 867, 灵敏度为 0. 647, ROC 曲线下面积为 0. 796(95% CI : 0. 695~0. 898, $P < 0. 01$); 其次是 C1q 和 BUN, C1q 预测 DN 的特异度为 0. 867, 灵敏度为 0. 529, ROC 曲线下面积为 0. 730(95% CI : 0. 623~0. 838, $P < 0. 01$); BUN 预测 DN 的特异度为 0. 917, 灵敏度为 0. 441, ROC 曲线下面积为 0. 676(95% CI : 0. 556~0. 796, $P < 0. 01$)。见表 3。BMI 和 SA 对 DN 的发生无预测价值($P < 0. 05$)。

选取曲线下面积排前 3 的指标 Scr、C1q 和 BUN,

探究这些指标联合检测的性能, Scr 和 C1q 联合曲线下面积达 0. 843(95% CI : 0. 751~0. 934, $P < 0. 01$), 特异度为 0. 767, 灵敏度为 0. 853; 其次为 Scr 和 BUN 联合, 曲线下面积为 0. 803(95% CI : 0. 701~0. 905, $P < 0. 01$), 特异度为 0. 817, 灵敏度为 0. 735; Scr、C1q 和 BUN 联合曲线下面积为 0. 842(95% CI : 0. 753~0. 932, $P < 0. 01$), 特异度为 0. 800, 灵敏度为 0. 857。见图 1。

表 3 差异指标的诊断性能

检验变量	曲线 下面积	特异度	灵敏度	<i>P</i>	95%置信区间	
					下限	上限
SBP	0. 633	0. 400	0. 853	0. 033 *	0. 518	0. 747
DBP	0. 665	0. 500	0. 794	0. 008 *	0. 554	0. 776
BMI	0. 576	0. 767	0. 412	0. 221	0. 451	0. 702
C1q	0. 730	0. 867	0. 529	0. 001 *	0. 623	0. 838
SA	0. 612	0. 867	0. 382	0. 072	0. 492	0. 733
Scr	0. 796	0. 867	0. 647	0. 001 *	0. 695	0. 898
BUN	0. 676	0. 917	0. 441	0. 005 *	0. 556	0. 796
BUN+C1q	0. 589	0. 667	0. 559	0. 154	0. 461	0. 717
Scr+C1q	0. 843	0. 767	0. 853	0. 001 *	0. 751	0. 934
Scr+BUN	0. 803	0. 817	0. 735	0. 001 *	0. 701	0. 905
Scr+C1q+BUN	0. 842	0. 800	0. 857	0. 001 *	0. 753	0. 932

注: * $P < 0. 05$ 。

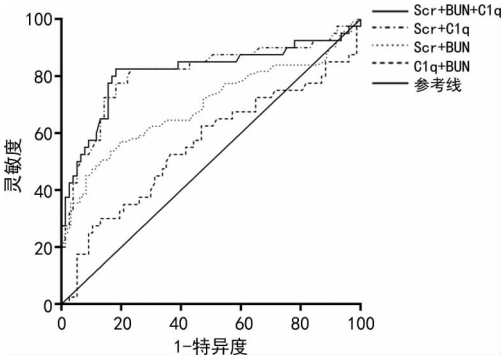


图 1 联合指标对 DN 预测价值的 ROC 曲线

3 讨 论

本研究选择的 T2DM 非肾病和 DN 患者的年龄、性别相匹配, 通过对比两组的 DBP 和 SBP, 发现 DN

患者的 DBP 和 SBP 均高于 T2DM 非肾病患者,结合 Logistic 回归分析结果,高血压为 DN 的危险因素。在中国,近 60%~75% 的糖尿病患者同时患有高血压。高血压的存在会加重肾病和视网膜病等糖尿病血管并发症的进展^[5]。一项前瞻性研究表明,控制高血压可将终末期肾衰竭的发生率降低 23%^[6-7]。BMI 是用来衡量一个人是否肥胖的指标,而在 DN 组中该指标偏高,说明肥胖与 DN 有着一定的相关性,可以引起肾脏的损伤^[8]。

与 non-DN 组相比, DN 组的 ALB、TBIL 和 ID-BIL 降低。蛋白尿是肾功能受损的主要指征, DN 可导致 ALB 从尿液中丢失。另一方面, ALB 是反映肝脏蛋白质合成功能的指标, DN 长期服用的控糖和治疗肾脏疾病的药物会对肝脏有一定的损伤作用^[9]。本文分析的 DN 组的 TBIL 和 ID-BIL 降低这一结果与之前文献报告^[10]基本相符。DN 伴有氧化应激反应,过量的胆红素对机体是有害的,可作为一种内源性的抗氧化剂,适量的胆红素在心、脑、肝脏和血管等多种组织器官有保护作用^[11]。随着 DN 的进展,胆红素水平降低,可作为一种保护因素^[12-13]。

C1q 是构成补体 C1 的一个重要成分,参与补体经典激活途径,调节免疫反应^[14]。在 DN 中发挥促炎、促纤维化的作用。在肾组织中 C1q 沉积与患者的肾功能相关^[15]。与之前研究结果一致^[16], DN 患者的 C1q 高于糖尿病非肾病患者,而且是 DN 的危险因素。SA 是细胞膜表面的一种细胞因子的辅助受体。有研究表明,与健康者相比, T2DM 患者的 SA 水平升高。糖尿病的血管发生损伤,血管壁的细胞膜大量的 SA 脱落,所以循环中 SA 的浓度升高^[17]。在本研究中, SA 在 DN 组升高,提示 SA 水平的检测或许可以指示糖尿病早期肾损伤。

相对于 non-DN 组而言, DN 组的肾功能指标 BUN、Scr、CysC 均升高,而 eGFR 降低。这些指标是反映肾功能受损最直接和敏感的指标^[18],可以指导临床对 DN 进行及时的诊断和干预,阻止或延缓向 DN 的进展^[19]。

由于葡萄糖和脂质的代谢密切相关,脂质的异常是糖尿病发展的危险因素。与 non-DN 组相比, DN 组中 LDL-C 和 TC 是升高的,脂质的异常沉积造成血管通透性增加和基底膜增厚,促进肾小球的硬化,加重 DN 的进展^[20]。当肾功能异常的时候,体内电解质也会有一定的紊乱,钙离子流失严重,体内血清中的钙离子呈现下降的趋势,可以通过检测电解质的变化来观察患者的病情发展情况^[21]。

通过选取 DN 的危险因素绘制 ROC 曲线,本文发现除常规肾功能指标外, C1q 对于 DN 的预测有很好的参考价值,曲线下面积仅低于 Scr;随后进行指标联合检测发现, Scr 和 C1q 联合曲线下面积高达 0.843,甚至优于 Scr、C1q 和 BUN 3 项指标联合检

测。有文献报道 C1q 与 T2DM 血管并发症相关,且与 DN 的严重程度有关^[22]。C1q 的异常升高可提示 T2DM 患者血管并发症的存在,并可以和 Scr 联合预测 DN 的发生。

综上所述, DN 是一个复杂的病理过程,氧化应激、慢性炎症反应是 DN 进展的重要因素。多项临床指标都可以反映 DN 的存在。本文需要控制它的危险因素,尽早地进行预防和干预来降低 ESRD 的风险。

参考文献

- [1] RW D, LEONOR G, CLARA W, et al. IDF diabetes atlas: global estimates of the prevalence of diabetes for 2011 and 2030[J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2011, 94(3): 311-321.
- [2] DMN M S B, FRCPMW T M. An updated overview of diabetic nephropathy: diagnosis, prognosis, treatment goals and latest guidelines[J]. *Diabetes Obes Metab*, 2020, 22(1): 3-15.
- [3] WILSON P C, WU H, KIRITA Y, et al. The single-cell transcriptomic landscape of early human diabetic nephropathy[J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2019, 116(39): 19619-19625.
- [4] LEVEY A S, STEVENS L A, SCHMID C H, et al. A new equation to estimate glomerular filtration rate[J]. *Ann Intern Med*, 2009, 150(9): 604-612.
- [5] HU F, ZHANG T. Study on Risk Factors of Diabetic nephropathy in obese patients with type 2 diabetes mellitus[J]. *Int J of Gen Med*, 2020, 6(13): 351-360.
- [6] KRISTI R, DONGFENG G, PAUL M, et al. A population-based, prospective study of blood pressure and risk for end-stage renal disease in China[J]. *J American Soc Nephrol*, 2007, 18(6): 1928-1935.
- [7] 刘金杨. 糖尿病肾病危险因素及血压控制临界值的相关分析[J]. *按摩与康复医学*, 2020, 11(4): 53-54.
- [8] 付丽华. 体重指数与糖尿病肾病相关性研究[D]. 唐山: 华北理工大学, 2018.
- [9] 张金锋, 石梅, 邢建华, 等. 糖尿病肾病血清白蛋白、尿酸与肾小球滤过率的相关性评价[J]. *中国临床医生*, 2014, 42(9): 41-43.
- [10] 张斌, 张珏, 孟佳丽, 等. 2 型糖尿病肾病患者血清 TBIL、SOD、TNF- α 水平分析[J]. *检验医学与临床*, 2016, 13(19): 2738-2740.
- [11] 苏广瑞, 施劭锋. 2 型糖尿病患者血清总胆红素水平和糖尿病肾病发生相关性分析[J]. *当代医学*, 2020, 26(17): 143-144.
- [12] 高爱滨, 魏兆丽. 老年 2 型糖尿病肾病患者血清胆红素、胱抑素 C 水平变化及意义[J]. *山东医药*, 2017, 57(14): 63-65.
- [13] ZHANG D, YE S, PAN T. The role of serum and urinary biomarkers in the diagnosis of early diabetic nephropathy in patients with type 2 diabetes[J]. *Peer J*, 2019, 7: e7079.
- [14] HEND J, KALLEL S M, IMEN S, et al. New C1q mutation in a Tunisian family[J]. *Immunobiology*, 2014, 219(3): 241-246.

不同类型的神经外科手术分型的用血备血情况今后还有待于进一步研究。

综上所述,临床医生可以通过严格掌握输血指征、完善术中止血措施、合理进行自体血回输等方法来减少患者异体血的输注,并根据患者疾病、手术种类及患者自身的整体情况进行备血评估,适当降低不必要的备血量,减轻患者经济负担、提高血液预订和使用效率。

参考文献

[1] NARAIN A S,HIJJI F Y,HAWS B E,et al. American Society of anesthesiologists score is not predictive of complication incidence after minimally invasive posterior lumbar spine procedures[J]. *Int J Spine Surg*,2020,14(1):32-33.

[2] SARINGCARINKUL A,CHUASUWAN S. Maximum surgical blood order schedule for elective neurosurgery in a university teaching hospital in northern thailand[J]. *Asian J Neurosurg*,2018,13(2):329-335.

[3] YAZDI A P,ALIPOUR M,JAHANBAKHS S S,et al. A survey of blood request versus blood utilization at a university hospital in Iran[J]. *Arch Bone Jt Surg*,2016,4(1):75-79.

[4] MIRCHI N,BISSONNETTE V,YILMAZ R,et al. The Virtual operative assistant;an explainable artificial intelligence tool for simulationbased training in surgery and medicine[J]. *PLoS One*,2020,15(2):e0229596

[5] 许靖,姚小红,谢和宾,等. 闭合性颅脑外伤患者围术期输血与术后院内感染的关系[J]. *中南大学学报*,2015,40(7):797-801.

[6] 乔剑,赵丽,李春坡,等. 贮存式自体输血和异体输血对老年脑外科手术患者炎症反应及 T 淋巴细胞亚群的影响[J]. *现代生物医学进展*,2020,20(21):4109-4112.

[7] MA M,YU X R,WANG Y,et al. Irrationality of allogeneic red blood cell transfusion in intraoperative cell salvage patients;a retrospective analysis[J]. *Chin Med Sci J*,2018,33(2):77-83.

[8] PATIL H,GARG N,NAVAKAR D,et al. Clinical experience of autologous blood transfusion in neurosurgery;prospective study in Central India[J]. *World Neurosurg*,2018,115:539-543.

[9] ZHOU J. A review of the application of autologous blood transfusion[J]. *Braz J Med Biol Res*,2016,49(9):5493.

[10] MATSUZAWA R,MURATA H,SATO M,et al. Autologous transfusion of blood aspirated during suction decompression in clipping of large or giant cerebral aneurysm[J]. *Neurol Med Chir (Tokyo)*,2019,59(9):351-356.

[11] 张斌,王静,陈玉清. 神经外科手术中预存自体血输注技术应用价值研究[J]. *中国疾病实用神经疾病杂志*,2016,19(22):62-63.

[12] 卢应连,宋媛. 大量输血患者输血指征评分的临床研究[J]. *国际检验医学杂志*,2018,39(5):585-587.

[13] 刘清源,王诺川,吴俊,等. 未破裂颅内单发动脉瘤夹闭术在术前如何合理备血:1 项倾向性评分研究[J]. *中国输血杂志*,2019,32(5):457-461.

[14] JOSEPH B R, TIFFANYC L,KAYLEIGH K,et al. Perioperative blood ordering optimization process using information from an anesthesia information management system[J]. *Transfusion*,2016,56(4):938-945.

[15] HASHEMI S M,SOLEIMANZADEH, M S,TAVAKOLIKIA Z. Determining model for maximum blood request (MSBOS) for surgery;an elective surgery in Imam Ali Hospital,Zahedan, Iran[J]. *Int J Hematol Oncol Stem Cell Res*,2019,13(2):95-101.

[16] MOGHADDAMAHMADI M,KHOSHRANG H,KHATAMI S S,et al. Survey of Maximum Blood Ordering for Surgery (MSBOS) in elective general surgery,neurosurgery and orthopedic surgery at the Poursina Hospital in Rasht,Iran,2017[J]. *Hematol Transfus Cell Ther*,2020,1379(20):30285-30286.

(收稿日期:2020-10-26 修回日期:2021-01-19)

(上接第 1674 页)

[15] 黄山,洪燕英,张雅然. 肾组织补体 C1q 沉积水平在糖尿病肾病的临床应用价值研究[J]. *标记免疫分析与临床*,2017,24(9):979-981.

[16] 佟佳俊. 血清补体 C1q 与 2 型糖尿病及糖尿病肾病的相关性研究[D]. 沈阳:中国医科大学,2018.

[17] SHAHVALI S,SHAHESMAEILI A,SANJARI M,et al. The correlation between blood oxidative stress and sialic acid content in diabetic patients with nephropathy,hypertension,and hyperlipidemia[J]. *Diabetol Int*,2020,11(1):19-26.

[18] 董立娜,白艳华. 糖尿病肾病患者肾功能检验指标的临

分析[J]. *中国医药指南*,2020,18(6):66-67.

[19] 李建屏. 糖尿病肾病患者肾功能检验指标的价值研究[J]. *世界最新医学信息文摘*,2019,19(A3):208.

[20] 董寿岳,刘洁,卫华,等. 2 型糖尿病患者血脂水平与糖尿病肾病的相关性研究[J/CD]. *临床医药文献电子杂志*,2020,7(40):59.

[21] 冯亚兵. 糖尿病肾病患者血清电解质水平变化的研究[J]. *世界最新医学信息文摘*,2017,17(79):28.

[22] 赵文倩. 血清补体 C1q 水平与 2 型糖尿病微血管病变关系的研究[D]. 沈阳:中国医科大学,2019.

(收稿日期:2020-11-25 修回日期:2021-02-20)