

## 2型糖尿病视网膜病变眼部血管血流动力学超声检测及其发生发展相关因素分析

袁江峰, 明敏

作者单位:(435200)中国湖北省阳新县人民医院眼科  
作者简介:袁江峰,男,主治医师,研究方向:眼科临床。  
通讯作者:明敏,主治医师,研究方向:眼科临床。10527982@qq.com  
收稿日期:2015-07-30 修回日期:2015-10-22

### Analysis of the changes of ocular vascular hemodynamics ultrasonic detection and the occurrence and development of related factors in type 2 diabetic retinopathy

Jiang-Feng Yuan, Min Ming

Department of Ophthalmology, Yangxin County People's Hospital, Yangxin 435200, Hebei Province, China

**Correspondence to:** Min Ming. Department of Ophthalmology, Yangxin County People's Hospital, Yangxin 435200, Hebei Province, China. 10527982@qq.com

Received:2015-07-30 Accepted:2015-10-22

### Abstract

• **AIM:** To observe hemodynamic changes of supratrochlear artery (STCA) and posterior ball related artery in type 2 diabetic retinopathy (DR) by color Doppler ultrasound detection, analyze the occurrence and development of related factors, and provide the evidences to find the DR incidence trends at early stage, prevent the occurrence of DR and adopt effective interventions to prevent progression of DR.

• **METHODS:** A total of 106 cases (106 eyes) with type 2 diabetes mellitus were divided into DR group (56 eyes of 56 cases), non-diabetic retinopathy group (NDR group, 50 eyes of 50 cases), healthy volunteers were selected in our hospital outpatient medical examination in 40 cases (40 eyes) as control group (HC group). Color Doppler ultrasound was used to detect the hemodynamic changes of STCA, central retinal artery (CRA), posterior ciliary artery (PCA) of all research subjects. The changes of blood spectrum morphology and hemodynamics parameters including peak systolic diastolic blood flow velocity (PSV), end diastolic blood flow velocity (EDV) and vascular resistance index (RI) in diabetics were observed. Fasting blood glucose (FBG), serum total cholesterol (TC), triglyceride (TG), low density lipoprotein-cholesterol (LDL-C), high density lipoprotein-cholesterol (HDL-C) in all research subjects were detected. The duration of diabetes, body mass index (BMI), past medical history (hypertension, diabetes, hyperlipidemia, etc.), family genetic history, smoking

and drinking history were recorded. Non-conditional Logistic regression analysis was used to analyze the related factors.

• **RESULTS:** The results showed that the changes of blood spectrum morphology in DR and NDR group were significant. In terms of hemodynamic parameters, STCA, CRA, PCA, PSV, EDV decreased sequentially and RI increased sequentially in the CH and NDR, DR group. Compared the eye artery hemodynamic parameters of DR and NDR group with HC group, the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The differences on STCA, CRA, PCA, PSV, EDV, RI between DR and NDR group had statistical significance ( $P < 0.05$ ). In aspect of the occurrence and development of related factors, diabetes duration, hypertension history, the number of cases with hyperlipidemia history, diastolic blood pressure, fasting blood glucose, triglyceride, and low density lipoprotein cholesterol of DR group were statistically different with NDR group ( $P < 0.05$ ).

• **CONCLUSION:** For patients with diabetes, hemodynamics ultrasonic detection can be used as the principal means of early prevention and detection of DR. Hemodynamic ocular vascular abnormalities can occur before the retina obvious lesions, and its change degree is positively correlated with retinal lesions. Blood glucose, blood pressure, blood lipid level and duration of diabetes and other related factors are closely related to the occurrence and development of DR.

• **KEYWORDS:** supratrochlear artery; posterior ball related artery; color Doppler ultrasound; hemodynamics; diabetic retinopathy; related factors

**Citation:** Yuan JF, Ming M. Analysis of the changes of ocular vascular hemodynamics ultrasonic detection and the occurrence and development of related factors in type 2 diabetic retinopathy. *Guoji Yanke Zazhi(Int Eye Sci)* 2015;15(11):1938-1941

### 摘要

**目的:**利用彩色多普勒超声检测2型糖尿病视网膜病变(diabetic retinopathy, DR)患者的滑车上动脉(supratrochlear artery, STCA)与球后相关动脉的血流动力学变化,并分析影响2型糖尿病DR发生发展的因素,以为糖尿病患者早期发现DR发病趋势、预防DR发生、采取有效干预措施阻止DR进展提供依据。

**方法:**选取2型糖尿病患者106例106眼,区分为糖尿病视网膜病变组(DR组)56例56眼右眼、糖尿病无视网膜病变组(NDR组)50例50眼右眼,选取同期于我院门诊体检的健康志愿者40例40眼右眼作为对照组(HC组);彩色多普勒超声检测所有研究对象的STCA、视网膜中央动

脉(central retinal artery, CRA)、睫状后动脉(posterior ciliary artery, PCA)的血流动力学变化,观察糖尿病患者血流频谱形态与血流动力学参数收缩期峰值流速(peak systolic blood flow velocity, PSV)、舒张末期血流速度(end diastolic blood flow velocity, EDV)与血管阻力指数(vascular resistance index, RI)的改变情况;检测所有研究对象空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、血清总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(Triglyceride, TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-C);记录DR组与NDR组的糖尿病病程、体重指数(body mass index, BMI)、既往病史(高血压、糖尿病、高血脂等)、家族遗传病史、吸烟饮酒史,对相关因素做非条件 Logistic 多因素回归分析。

**结果:**在血流频谱形态方面,DR组与NDR组均发生了较明显的频谱形态改变;在血流动力学参数方面,STCA、CRA、PCA的PSV、EDV在CH组、NDR组、DR组依次下降,RI依次上升;NDR组、DR组眼部动脉各血流参数值与HC组相比差异均有统计学意义( $P < 0.05$ ),DR组STCA、CRA、PCA的PSV、EDV、RI与NDR组相比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );在DR发生发展相关因素方面,DR组与NDR组相比较,糖尿病病程、高血压病史与高血脂病史例数、舒张压、FBG、TG、LDL-C的差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。

**结论:**对于糖尿病患者,超声检测血流动力学可作为早期预防DR、早期发现DR的主要手段,视网膜发生明显病变之前眼部血管血流动力学即可发生异常改变,且其改变程度与视网膜病变程度呈正相关,DR的发生发展与血糖、血压、血脂水平以及糖尿病病程等相关因素有密切关系。

**关键词:**STCA;球后动脉;彩色多普勒超声;血流动力学;糖尿病视网膜病变;相关因素

DOI:10.3980/j.issn.1672-5123.2015.11.27

**引用:**袁江峰,明敏.2型糖尿病视网膜病变眼部血管血流动力学超声检测及其发生发展相关因素分析.国际眼科杂志2015;15(11):1938-1941

## 0 引言

糖尿病视网膜病变(diabetic retinopathy, DR)是糖尿病患者常见的并发症之一,严重损害患者的视力甚至导致失明。我国糖尿病患者中近一半人数罹患糖尿病视网膜病变,其中8%的患者发生失明<sup>[1]</sup>。高血糖状态导致全身微血管损害并累及视网膜毛细血管,微循环障碍与视网膜血管血流动力学改变是DR发生的基础。目前根治DR并没有较好的方法,因此做好DR的预防工作是降低DR发病率与致盲率的关键,早期发现并采取有效干预措施可有效阻止尚未发生病理学改变的视网膜病变。检眼镜、眼底血管造影等常用于DR诊断与分期的技术易受多种因素的干扰而造成漏诊<sup>[2]</sup>,彩色多普勒超声可以直观地显示出眼底血管的血流动力学状态,有利于早期发现DR的病变基础。近年来相关研究报道<sup>[3]</sup>,在DR的发生发展过程中,糖尿病病程以及患者血糖、血脂、血压水平等全身性因素与眼压、眼底血管神经状态等眼部局部因素均有关,表明DR发病机制复杂,病程受各种因素影响,既往单纯从控制血糖入手的方法并不能完全阻止疾病的进展。在本研究中,我们利用彩色多普勒超声检测DR患者的滑车上

动脉(supratrochlear artery, STCA)与球后相关动脉(视网膜中央动脉、睫状后动脉)的血流动力学变化,并分析影响2型糖尿病DR发生发展的因素,为糖尿病患者早期发现DR发病趋势、预防DR发生、采取有效干预措施阻止DR进展提供依据。

## 1 对象和方法

**1.1 对象** 选取我院内分泌科2014-01/12收治的2型糖尿病患者106例,106眼右眼为观察组对象,所有患者经眼底镜、眼底血管造影检查区分为糖尿病视网膜病变组(DR组)56例,56眼右眼、糖尿病无视网膜病变组(NDR组)50例,50眼右眼。DR组男32例,女24例,年龄49~73(平均 $60 \pm 12.1$ )岁;NDR组男28例,女22例,年龄42~72(平均 $57 \pm 11.3$ )岁。选取同期于我院门诊体检的健康志愿者40例,40眼右眼作为对照组(HC组),其中男25例,女15例,年龄47~72(平均 $58 \pm 11.9$ )岁。三组病例性别、年龄的差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。入选标准:观察组(DR组和NDR组)所有患者均符合1999年世界卫生组织(WHO)的2型糖尿病诊断标准<sup>[4]</sup>;DR与NDR的诊断符合中华医学会眼科分会制定的《糖尿病性视网膜病变临床分期标准》<sup>[5]</sup>;所有观察组对象排除有青光眼、屈光不正、白内障、眼部外伤及手术史等其他眼病;所有对照组(HC组)对象排除有糖尿病、原发性或继发性眼部疾病、肾病、高血压等。

## 1.2 方法

**1.2.1 超声检测方法** 采用麦迪逊A70彩超机,L5-13IS线阵探头,频率8.0MHz,收集三组研究对象右眼的STCA、视网膜中央动脉(central retinal artery, CRA)与睫状后动脉(posterior ciliary artery, PCA)彩色多普勒血流信息。患者取仰卧位,瞳孔直视前方,双眼闭合,于右眼上眼睑处均匀涂抹耦合剂,手握探头轻置于眼睑上。先于眉毛内侧端1/3处的眼眶上缘内侧,即STCA于眶上孔出颅的部位,探头取横切面或斜切面检测STCA。探头于眼睑上保持水平轴位扫查,在眼球后三角区可清晰显示出视盘与视神经眶内段暗区,于视盘中心与视神经暗区汇合处后方约3mm左右处检测CRA,并于CRA水平面上紧靠视神经两侧,取视神经暗区颞侧球后约3.5~6.0mm处检测PCA。引出各眼部动脉的彩色血流信号,观察其频谱形态,于最佳频谱时冻结图像,测量各眼部动脉收缩期峰值流速(peak systolic blood flow velocity, PSV)、舒张末期血流速度(end diastolic blood flow velocity, EDV)与血管阻力指数(vascular resistance index, RI)三个参数,每个参数测量3次后取平均值。

**1.2.2 观察方法** 观察三组各眼部动脉的频谱形态,比较血流参数PSV、EDV、RI的变化情况;所有研究对象于安静状态下坐位测量右上肢血压,取非同日三次血压平均值;所有研究对象于清晨空腹采集静脉血5mL送检,检测空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、血清总胆固醇(total cholesterol, TC)、甘油三酯(Triglyceride, TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein-cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白(high density lipoprotein-cholesterol, HDL-C);采取问卷调查方式记录DR组与NDR组的糖尿病病程、体重指数(body mass index, BMI)、既往病史(高血压、糖尿病、高血脂等)、家族遗传病史、吸烟饮酒史等。

**统计学分析:**所有数据均采用SPSS 17.0统计学软件进行处理,计数资料采用率表示,组间比较采用 $\chi^2$ 检验;计量资料采用均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )的形式表示,采用单因

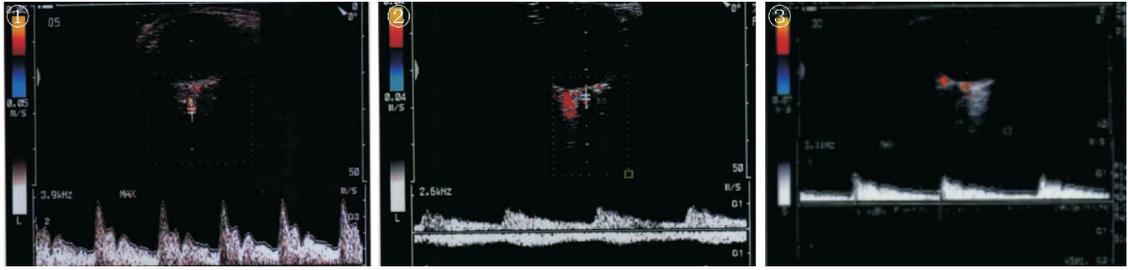


图1 正常STCA超声血流频谱图。图2 正常CRA超声血流频谱图。图3 正常PCA超声血流频谱图。

表1 三组眼部动脉STCA、CRA、PCA的血流动力学参数比较

眼部动脉	血流参数	DR组(n=56)	NDR组(n=50)	HC组(n=40)	F	P
STCA	PSV(cm/s)	26.03±6.07 <sup>a</sup>	26.95±7.62 <sup>a,b</sup>	32.62±5.30	6.724	0.03
	EDV(cm/s)	4.97±1.56 <sup>a</sup>	6.59±3.54 <sup>a,b</sup>	9.80±1.76	5.912	0.03
	RI	0.82±0.04 <sup>a</sup>	0.78±0.05 <sup>a,b</sup>	0.71±0.04	2.176	0.01
CRA	PSV(cm/s)	10.59±2.35 <sup>a</sup>	12.13±2.47 <sup>a,b</sup>	13.41±3.54	6.172	0.02
	EDV(cm/s)	2.67±1.23 <sup>a</sup>	3.99±1.16 <sup>a,b</sup>	4.31±1.23	4.331	0.01
	RI	0.74±0.05 <sup>a</sup>	0.68±0.03 <sup>a,b</sup>	0.54±0.04	2.097	0.01
PCA	PSV(cm/s)	11.67±1.93 <sup>a</sup>	13.23±2.14 <sup>a,b</sup>	13.70±4.54	4.295	0.00
	EDV(cm/s)	4.78±1.84 <sup>a</sup>	5.69±1.35 <sup>a,b</sup>	6.78±2.45	3.138	0.02
	RI	0.71±0.07 <sup>a</sup>	0.61±0.05 <sup>a,b</sup>	0.52±0.06	2.864	0.01

注:<sup>a</sup>P<0.05 vs HC组;<sup>b</sup>P<0.05 vs DR组。

表2 DR发生发展相关因素的统计

相关因素	DR组	NDR组	HC组	F/χ <sup>2</sup>	P
糖尿病病程(a)	10.89±6.41	5.78±4.32	-	3.789	<0.05
有糖尿病家族病史(例)	32	26	9	0.854	>0.05
有高血压病史(例)	33	19	0	4.198	<0.05
有高血脂病史(例)	30	20	0	5.196	<0.05
有吸烟史(例)	31	25	17	1.108	>0.05
有饮酒史(例)	18	14	7	0.647	>0.05
BMI	26.58±3.76	25.14±2.49	25.43±3.38	1.147	>0.05
舒张压(DBP,mmHg)	94.23±11.51	87.54±18.69	80.45±13.75	2.071	<0.05
收缩压(SBP,mmHg)	140.47±32.86	135.79±17.37	130.43±14.68	1.076	>0.05
FBG(mmol/L)	12.04±3.57	9.27±4.10	4.78±2.23	9.102	<0.05
TC(mmol/L)	4.57±2.32	5.23±1.43	4.23±1.56	0.471	>0.05
TG(mmol/L)	2.68±1.84	1.69±0.67	1.24±1.35	2.371	<0.05
LDL-C(mmol/L)	2.82±1.43	3.58±0.73	2.67±1.28	8.942	<0.05
HDL-C(mmol/L)	1.89±1.51	1.67±1.34	1.56±1.47	2.942	>0.05

素方差分析,多组数据间两两比较采用LSD-t检验、SNK-q检验等方法;对相关因素做非条件Logistic多因素回归分析;以P<0.05为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 糖尿病患者眼部动脉的血流频谱形态改变** 糖尿病患者106例106眼右眼STCA均检出,彩色血流信号显示清晰,呈红条状或花色条状,正常STCA血流频谱(图1)的两个收缩峰SP1峰与SP2峰形态关系为SP1峰下降后的凹陷处形成略上凸的SP2峰,SP1峰大于SP2峰,DR组STCA血流频谱表现为SP1峰形态圆钝,SP2增高,部分SP1峰与SP2峰发生融合,部分SP2峰大于SP1峰;正常CRA与PCA血流频谱(图2、3)相似,均表现为动脉搏动性,陡直上升,顶部圆钝,下降放缓呈斜坡型,表明血管内血流呈高速低阻状态,DR组以CRA血流频谱改变较为明显,S峰降低、变圆钝,D峰降低、宽大低平或不显现,呈

“沙堆样”频谱改变。NDR组中31例(62%)出现与DR组类似的动脉血流频谱改变,19例(38%)未发生明显血流频谱的改变。

**2.2 糖尿病患者与健康对照组STCA、CRA、PCA的血流动力学参数比较** 三组眼部动脉血流参数值见表1;STCA、CRA、PCA的PSV、EDV在CH组、NDR组、DR组依次下降,RI依次上升,以DR组的PSV、EDV值最低,RI最高;NDR组、DR组眼部动脉各血流参数值与HC组相比差异均有统计学意义(P<0.05),DR组STCA、CRA、PCA的PSV、EDV、RI与NDR组相比较,差异有统计学意义(P<0.05)。

**2.3 影响DR发生发展的多因素分析** 所有研究对象的各相关因素统计结果见表2;统计结果表明DR组与NDR组相比较,糖尿病病程、高血压病史与高血脂病史例数、舒张压、空腹血糖、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇的差异有统计学意义(P<0.05);糖尿病家族病史、吸烟饮酒史、

表3 DR发生发展相关因素的 Logistic 逐步回归

相关因素	B	Std. Error	Beta	t	Sig	OR 值(95% CI)
糖尿病病程	0.053	0.032	0.231	2.676	0.043	1.732(1.180~2.654)
DBP	0.031	0.019	0.163	1.953	0.089	1.436(1.120~1.732)
FBG	0.094	0.012	0.480	3.971	0.006	1.257(1.005~1.501)
TG	0.071	0.007	0.376	2.886	0.023	1.123(1.212~1.485)
LDL-C	0.066	0.010	0.284	2.014	0.037	1.137(1.126~1.180)

BMI 指数、收缩压、血清总胆固醇、HDL-C 的差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。以五项相关因素糖尿病病程、舒张压、FBG、TG、LDL-C 为自变量,DR 为应变量,行 Logistic 逐步回归,见表 3。

### 3 讨论

DR 是糖尿病患者常见的眼部并发症,也是重要的致盲眼病之一,是糖尿病微血管病变在眼局部的体现<sup>[6]</sup>。DR 形成的机制,一方面,糖尿病患者长期的高血糖状态造成视网膜毛细血管的损害,内皮细胞的增生、基底膜的肥厚使血管迂曲、硬化,管腔狭窄甚至闭塞,引起视网膜的缺血缺氧;另一方面,糖基化产物长期堆积于机体各系统组织,破坏血红蛋白的携氧能力、促进红细胞的聚集与黏附,在加重视网膜缺血缺氧的同时,使视网膜相关血管内血流阻力增加、速度下降,微循环障碍引起各种功能紊乱<sup>[7]</sup>,逐渐形成不可逆转的视网膜病理改变。

视网膜微循环障碍、眼底血流动力学的异常改变是 DR 发生的基础,而 DR 一旦发生,目前尚没有特效治疗方法来逆转疾病的发展,因此监测与评估糖尿病患者视网膜微循环状态,可以为采取积极措施预防 DR、早期发现 DR 以及阻止 DR 进展提供依据。相关研究报道<sup>[8]</sup>,眼底血管血流动力学参数改变在糖尿病早期、视网膜尚未发生明显病变时即可发生,且其改变程度与视网膜病变程度呈正相关。彩色多普勒超声运用多普勒血流成像技术(CDFI)清晰显示出眼底血管的血流动力学情况,在视网膜发生明显病变之前即可提示血流动力学的异常改变,因此已被广泛应用于糖尿病患者眼部血管血流的监测中。在本研究中,超声检测 NDR 组的 STCA、PRA、PCA 的血流参数值与健康对照相比有明显差异,表明血流动力学参数的改变可发生在视网膜明显病变之前。眼部动脉血流低速高阻状态导致视网膜发生缺血性病变,随疾病病变程度的加重,又可进一步降低血流速度、增加阻力,使得 DR 的发展呈恶性循环的进行性改变。

STCA 为眼动脉的终末支,位置表浅较恒定,不易受探头角度、取样深度以及眼球转动等因素的影响,因此是彩色多普勒超声检测面部出颅血管血流的首选<sup>[9]</sup>。相关研究表明<sup>[10]</sup>,糖尿病患者的 STCA 的 SP2 峰明显升高甚至超过 SP1 峰,SP1 峰形态变圆钝,部分 SP1 峰与 SP2 峰融合,这与本研究中观察 DR 患者与 NDR 患者 STCA 血流频谱形态改变是一致的,在血流动力学参数方面,DR 组的 STCA 的 PSV、EDV、RI 较 NDR 组改变更为显著,表明其视网膜微循环障碍在三组中最为严重。CRA 是营养视网膜、维持视觉的重要眼部动脉,其血流检测可以直接反映视网膜病变的情况,PCA 为视网膜、脉络膜、睫状体等组织供应营养<sup>[11]</sup>;在三个主要血流动力学参数中,PSV 反映血管内血流的充盈情况,EDV 反映组织的血液供应状况,RI 则反映微血管内阻力的变化。在本研究中,DR 组与 NDR 组各眼部动脉的 PCA、PSV 较正常组均显著降低,表明糖尿病时眼部血管血流强度降低、组织灌注下降,RI 显著升高,说

明血管内血流呈高阻低速状态;DR 组与 NDR 组眼部动脉各血流动力学参数相比较,DR 组的 PCA、PSV 显著低于 NDR 组,RI 显著高于 DR 组,差异均有统计学意义,表明在视网膜发生明显病变之前眼部血管血流动力学即可发生异常改变,且其改变程度与视网膜病变程度呈正相关。

另外,通过本研究我们发现 DR 的发生发展与糖尿病病程、血糖、血脂、血压的控制水平具有密切关系,病程越长,或血糖、血脂、血压的水平越高,则 DR 发病的几率越高、病变程度越重,可能的机制在于高血糖以及糖基化产物对全身微血管造成长期损害,高血脂、高血压进一步加重血流的高阻低速状态,累及视网膜血管,血流缓慢、淤滞<sup>[12]</sup>,造成微循环障碍加重,导致 DR 发生或加重 DR 的病情进展。

综上,超声检测眼部滑车上动脉、球后动脉血流动力学变化可以评估视网膜微循环状况,对于糖尿病患者,我们应将超声检测血流动力学作为早期预防 DR、早期发现 DR 的主要手段,视网膜发生明显病变之前眼部血管血流动力学即可发生异常改变,且其改变程度与视网膜病变程度呈正相关。DR 的发生发展与血糖、血压、血脂水平以及糖尿病病程有密切关系。因此,积极控制血糖、血压、血脂等多种因素,对预防 DR 发生、延缓 DR 进展有重要意义。

### 参考文献

- 1 张晓云,徐力,张小杉,等.早期糖尿病视网膜病变球后血流动力学改变的研究.内蒙古医科大学学报 2015;11(2):102-107
- 2 高鑫,杨华,马琳,等.彩色多普勒超声检测糖尿病患者滑车上动脉及球后动脉的血流动力学改变.中华全科医学 2015;24(6):949-950,955
- 3 王晶,韦旭.糖尿病患者不同时期球后血管血流动力学变化.医学研究与教育 2015;32(2):35-39
- 4 杨华,马琳,阚艳敏,等.2型糖尿病视网膜病患者滑车上动脉及其相关动脉的超声表现.临床超声医学杂志 2014;29(1):21-23
- 5 杨华,马琳,高鑫,等.彩色多普勒超声检测 2 型糖尿病视网膜病患者滑车上动脉及眼动脉.中国煤炭工业医学杂志 2014;16(5):718-721
- 6 王兴木,尤巧英. Ang-2/Tie、VEGF 与 2 型糖尿病视网膜病变关系的研究.中华全科医学 2014;13(9):1391-1393
- 7 陈炜,张立,张亚.彩色多普勒超声对糖尿病眼球后血管血流动力学的研究.国际眼科杂志 2014;14(9):1644-1645
- 8 李洁,吴荣秀.超声彩色多普勒对糖尿病眼部血管血流动力学的研究.天津医科大学学报 2010;30(2):316-318,321
- 9 周纯,牛佳媛,蔡洁,等.糖尿病视网膜病变细胞因子及视网膜血流变化的意义.国际眼科杂志 2015;15(6):1030-1032
- 10 李庆雨,谷淑颖.2 型糖尿病视网膜病变血清相关因素分析.中国现代药物应用 2014;40(24):66-67
- 11 李培英,田华,罗永科,等.彩色多普勒超声对糖尿病眼底微循环障碍及其慢性并发症评估的临床意义.中国中西医结合影像学杂志 2013;21(4):374-376,342
- 12 黄厚斌.彩色多普勒对正常人和糖尿病患者眼血流的研究现状.医学综述 2000;32(1):33-36