

目前现状

循环 高压

门静脉 高压

肺动脉 高压

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

目前现状

对门静脉压力测量新技术的开发

对患者无创、微创的检测

安全

直接、准确反映门静脉压力、预测疾病预后

可靠

便于临床应用推广

经济

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

无创评估之一：多层螺旋CT门脉造影

多层螺旋CT门静脉血管造影术  
(multitudinous spiral CT portography, MSCTP)

- 通过向患者的外周静脉中注射增强对比剂，分别进行动脉期、静脉期以及平衡期三期的动态增强扫描，从而获得原始图像数据，将其送工作站进行薄层重建出二维或三维的血管模型。
- 从图像上可以测量记录门静脉主干、脾静脉或肠系膜上静脉的直径以及侧枝循环的开放情况，从而评价门静脉的病变。

Dig Dis Sci. 2014; 59(9): 2333-2343  
当代医学. 2013; 19 (29): 40-44

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

无创评估之一：多层螺旋CT门脉造影

- 正常门脉（管径 $1.0 \pm 0.1\text{cm}$ ）：可显示5级分支
- 门脉高压（管径 $1.4 \pm 0.2\text{cm}$ ）：可显示3级左右

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

无创评估之一：多层螺旋CT门脉造影

优点

- 具有无创、快速、简便、可重复性
- 可以立体显示门静脉全貌，实现对门静脉系统多角度、全方位观察，更加直观地评价门静脉位置、管径和病变程度
- 对观察侧支循环的形成情况有更大的价值

缺点

- MSCTP无法准确测量门静脉的压力、速度等血流动力学参数
- 与金标准的相关分析存在一定难度

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

无创评估之二：磁共振门脉造影

磁共振门静脉造影术(MR portography, MRP), 包括时间飞跃法、相位对比法和动态增强法

- 通过MRP研究患者肝、脾的储存模量、损耗模量等与金标准HVPG的相关性，结果显示脾损耗模量为预测严重门脉高压和高风险食管胃底静脉曲张的良好指标

Eur Radiol. 2014; 24(6):1394-1402  
放射医学. 2011; 23 (8): 1566-1568

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院



无创评估之二：磁共振门脉造影

**优点**

- ◆ MRP具有安全、简便易行的优点
- ◆ 能够清晰地显示门静脉3-4级分支，反映门脉高压侧支循环情况

**缺点**

- ◆ 获得的三维图像常出现阶梯征，同时细小血管的显示效果差
- ◆ 会因为血管内涡流等造成信号丢失，出现血管狭窄的假象
- ◆ 延迟时间较难把握，未能实现对门静脉压力的量化分析
- ◆ 昂贵的诊断费用

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

无创评估之三：超声造影和多普勒超声

◆ 多普勒超声(Doppler-US) 可以检查肝门静脉、脾静脉等，可获得门静脉、脾静脉的内径、流速、肝动脉阻力指数、搏动指数等多个指标

◆ 肝静脉波形改变和减震指数与肝静脉压力相关性较大

如门静脉血流最大速度 < 16cm/s，平均速度 < 13cm/s，提示门脉高压的敏感性80%-88%，特异性80%-96%；  
门静脉淤血指数  $CI = \pi \times (D/2)^2 \times V \geq 0.08$ ，诊断门脉高压的敏感性为67%-95%，特异性为100%

BMC Gastroenterol. 2011; 11: 84  
实践外科杂志, 2014; 49 (1): 96-99

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

无创评估之三：超声造影和多普勒超声

**优点**

- ◆ 安全无创、相对简便和廉价
- ◆ 能够获得肝门静脉相关的参数指标，其中门静脉血流速度和门静脉淤血指数的特异性和敏感性均较高

**缺点**

- ◆ 部分指标与门脉压力的相关性仍存在有争议
- ◆ 测量过程中患者的体位、呼吸等情况改变也会影响准确性

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

无创评估之四：同位素<sup>99m</sup>Tc-MIBI（甲氧基异腈）灌肠后检测心肝比值（H/L）

灌肠90分钟后，γ相机拍照，计算心肝比值（H/L）

**优点**

- H/L < 0.4 正常
- H/L 0.4~0.6 肝硬化
- H/L 0.6~0.8 门脉高压，食道静脉轻度曲张
- H/L 0.8~1.0 门脉高压，食道静脉重度曲张
- H/L > 1.0 曲张静脉破裂出血高危人群

**缺点**

- ◆ 主要与侧枝循环分流明显相关，而与门脉压力的相关性仍存在有争议
- ◆ 仍为定性检测；
- ◆ 部分高龄患者不耐受灌肠

J Gastroenterol Hepatol. 1995;10(2): 165-73  
胃肠病学, 2001;6(2):90-93

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

无创评估之五：肝瞬时弹性成像+血小板

**优点**

- ◆ 肝瞬时成像得到的肝硬度指标（LS）和血小板计数、脾大小用来精确肝硬化代偿期患者的门脉压力，  
即  $LS \times \text{脾大小} / \text{血小板计数}$
- ◆ 回顾性研究表明，该方法的敏感度高达91.8%

**缺点**

- ◆ 定性检测
- ◆ 无法对肥胖体型、腹水患者进行

Gastroenterology. 2013; 144(1): 102-111  
J Hepatol. 2011; 56(3): 696-703

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

临床难题

指导临床

技术创新

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

磁共振 影像学

### 新进展之一：基于磁共振的形态学+APRI

回顾性研究 基于MRI的非创性指标评估门脉高压的诊断价值

- ◆脾脏体积、脾静脉横径、门静脉横径、门静脉截面积

对门脉高压症有较好的识别能力

- ◆Child-Pugh分级与门脉高压症分布无明显相关性

张倩雯, 谢耀芬, 2015

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

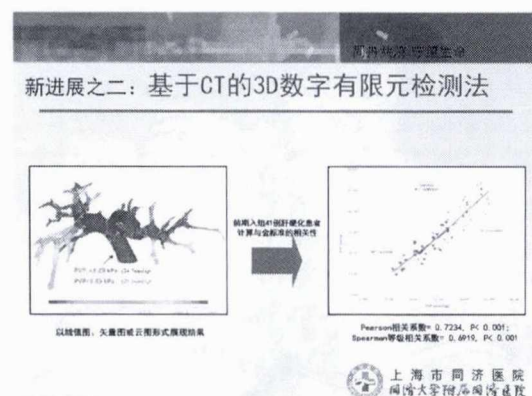
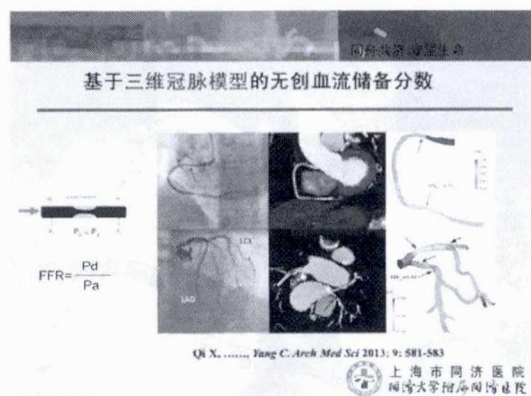
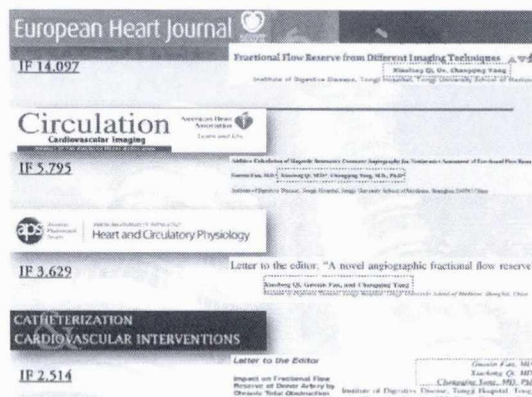
磁共振 影像学

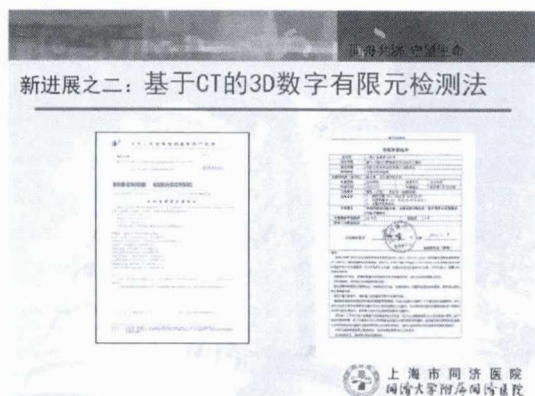
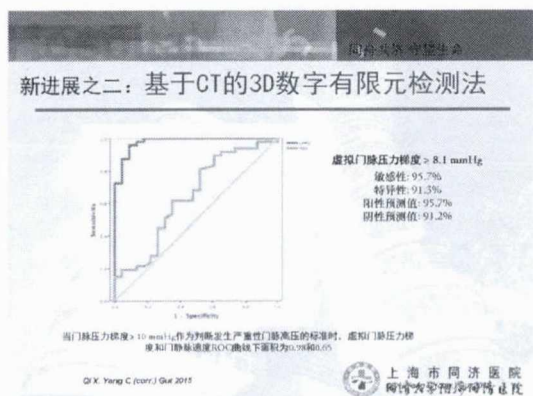
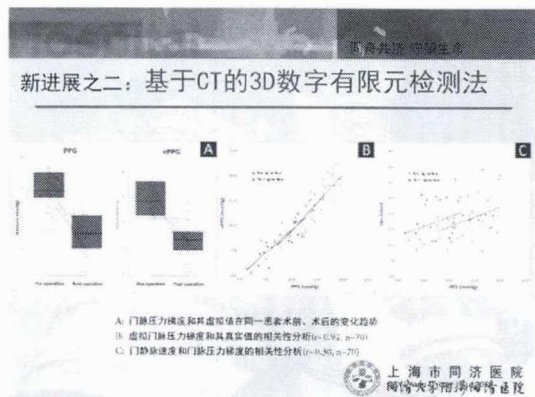
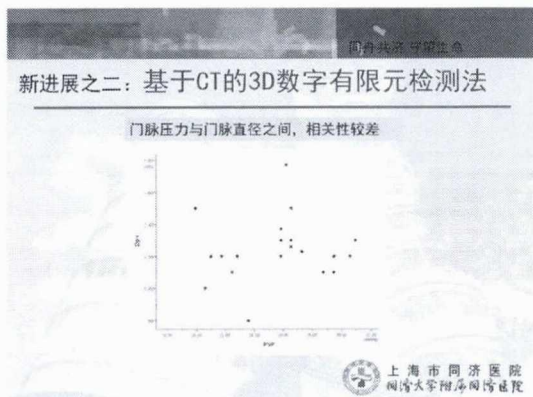
### 新进展之一：基于磁共振的形态学+APRI

#### 血清学和影像学参数与门静脉压力相关性分析

Parameters	Univariate analysis		Multivariate analysis	
	Pearson r	P-value	Spearman rho	P-value
SPV (L)	-0.612	<0.001	-0.546	<0.001
PIV (cm <sup>2</sup> )	-0.602	<0.001	-0.627	<0.001
SPV (cm <sup>2</sup> )	-0.315	<0.001	-0.289	<0.001
ALF (L)	0.189	0.162	0.346	0.009
AST (U/L)	-0.154	0.047	-0.148	0.054
PT (s)	-0.174	<0.001	-0.124	0.001
APRI	-0.754	<0.001	-0.680	<0.001
胆红素 (mmol/L)	-0.178	<0.001	-0.149	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.165	<0.001	-0.166	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.109	<0.001	-0.109	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.113	<0.001	-0.113	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.112	<0.001	-0.112	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.111	<0.001	-0.111	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.110	<0.001	-0.110	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.109	<0.001	-0.109	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.108	<0.001	-0.108	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.107	<0.001	-0.107	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.106	<0.001	-0.106	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.105	<0.001	-0.105	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.104	<0.001	-0.104	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.103	<0.001	-0.103	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.102	<0.001	-0.102	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.101	<0.001	-0.101	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.100	<0.001	-0.100	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.099	<0.001	-0.099	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.098	<0.001	-0.098	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.097	<0.001	-0.097	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.096	<0.001	-0.096	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.095	<0.001	-0.095	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.094	<0.001	-0.094	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.093	<0.001	-0.093	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.092	<0.001	-0.092	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.091	<0.001	-0.091	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.090	<0.001	-0.090	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.089	<0.001	-0.089	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.088	<0.001	-0.088	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.087	<0.001	-0.087	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.086	<0.001	-0.086	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.085	<0.001	-0.085	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.084	<0.001	-0.084	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.083	<0.001	-0.083	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.082	<0.001	-0.082	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.081	<0.001	-0.081	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.080	<0.001	-0.080	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.079	<0.001	-0.079	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.078	<0.001	-0.078	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.077	<0.001	-0.077	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.076	<0.001	-0.076	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.075	<0.001	-0.075	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.074	<0.001	-0.074	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.073	<0.001	-0.073	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.072	<0.001	-0.072	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.071	<0.001	-0.071	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.070	<0.001	-0.070	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.069	<0.001	-0.069	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.068	<0.001	-0.068	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.067	<0.001	-0.067	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.066	<0.001	-0.066	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.065	<0.001	-0.065	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.064	<0.001	-0.064	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.063	<0.001	-0.063	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.062	<0.001	-0.062	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.061	<0.001	-0.061	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.060	<0.001	-0.060	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.059	<0.001	-0.059	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.058	<0.001	-0.058	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.057	<0.001	-0.057	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.056	<0.001	-0.056	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.055	<0.001	-0.055	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.054	<0.001	-0.054	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.053	<0.001	-0.053	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.052	<0.001	-0.052	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.051	<0.001	-0.051	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.050	<0.001	-0.050	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.049	<0.001	-0.049	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.048	<0.001	-0.048	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.047	<0.001	-0.047	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.046	<0.001	-0.046	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.045	<0.001	-0.045	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.044	<0.001	-0.044	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.043	<0.001	-0.043	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.042	<0.001	-0.042	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.041	<0.001	-0.041	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.040	<0.001	-0.040	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.039	<0.001	-0.039	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.038	<0.001	-0.038	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.037	<0.001	-0.037	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.036	<0.001	-0.036	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.035	<0.001	-0.035	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.034	<0.001	-0.034	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.033	<0.001	-0.033	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.032	<0.001	-0.032	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.031	<0.001	-0.031	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.030	<0.001	-0.030	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.029	<0.001	-0.029	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.028	<0.001	-0.028	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.027	<0.001	-0.027	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.026	<0.001	-0.026	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.025	<0.001	-0.025	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.024	<0.001	-0.024	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.023	<0.001	-0.023	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.022	<0.001	-0.022	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.021	<0.001	-0.021	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.020	<0.001	-0.020	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.019	<0.001	-0.019	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.018	<0.001	-0.018	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.017	<0.001	-0.017	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.016	<0.001	-0.016	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.015	<0.001	-0.015	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.014	<0.001	-0.014	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.013	<0.001	-0.013	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.012	<0.001	-0.012	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.011	<0.001	-0.011	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.010	<0.001	-0.010	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.009	<0.001	-0.009	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.008	<0.001	-0.008	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.007	<0.001	-0.007	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.006	<0.001	-0.006	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.005	<0.001	-0.005	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.004	<0.001	-0.004	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.003	<0.001	-0.003	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.002	<0.001	-0.002	<0.001
胆红素 (mg/dL)	-0.001	<0.001	-0.001	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.000	<0.001	0.000	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.001	<0.001	0.001	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.002	<0.001	0.002	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.003	<0.001	0.003	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.004	<0.001	0.004	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.005	<0.001	0.005	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.006	<0.001	0.006	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.007	<0.001	0.007	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.008	<0.001	0.008	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.009	<0.001	0.009	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.010	<0.001	0.010	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.011	<0.001	0.011	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.012	<0.001	0.012	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.013	<0.001	0.013	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.014	<0.001	0.014	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.015	<0.001	0.015	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.016	<0.001	0.016	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.017	<0.001	0.017	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.018	<0.001	0.018	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.019	<0.001	0.019	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.020	<0.001	0.020	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.021	<0.001	0.021	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.022	<0.001	0.022	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.023	<0.001	0.023	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.024	<0.001	0.024	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.025	<0.001	0.025	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.026	<0.001	0.026	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.027	<0.001	0.027	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.028	<0.001	0.028	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.029	<0.001	0.029	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.030	<0.001	0.030	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.031	<0.001	0.031	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.032	<0.001	0.032	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.033	<0.001	0.033	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.034	<0.001	0.034	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.035	<0.001	0.035	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.036	<0.001	0.036	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.037	<0.001	0.037	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.038	<0.001	0.038	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.039	<0.001	0.039	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.040	<0.001	0.040	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.041	<0.001	0.041	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.042	<0.001	0.042	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.043	<0.001	0.043	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.044	<0.001	0.044	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.045	<0.001	0.045	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.046	<0.001	0.046	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.047	<0.001	0.047	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.048	<0.001	0.048	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.049	<0.001	0.049	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.050	<0.001	0.050	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.051	<0.001	0.051	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.052	<0.001	0.052	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.053	<0.001	0.053	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.054	<0.001	0.054	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.055	<0.001	0.055	<0.001
胆红素 (mg/dL)	0.056	<0.001		









同舟共济 守望生命

## 新进展之二：基于CT的3D数字有限元检测法

基于新技术的软件开发及网站建设



采用Matlab软件进行编程、计算，自主开发一套专业的基于三维数字模型的无创性门静脉压力检测软件，并在此基础上开展大规模前瞻性研究

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

同舟共济 守望生命

## 上海市联合攻关重大项目

(2014ZYJB0201)

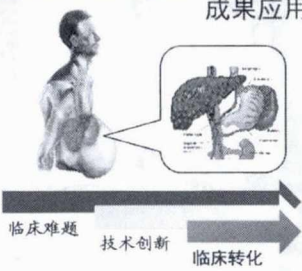


上海市长征医院  
上海市同济医院  
上海市新华医院  
上海市第十人民医院  
上海市东方医院

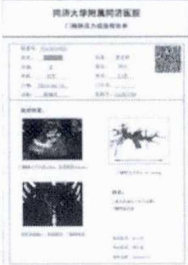
同舟共济 守望生命

## 新进展之二：基于CT的3D数字有限元检测法

### 成果应用



临床难题 → 技术创新 → 临床转化




同济大学附属同济医院  
(上海同济医院附属同济医院)

同舟共济 守望生命

## 创新性

- 安全无创
- 量化特异
- 经济重复



上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

同舟共济 守望生命

## 新进展之二：基于CT的3D数字有限元检测法

特点	特点
◆安全、无创，直接、量化 (mmHg)	◆纳入验证的样本量偏小
◆基于3D数字和有限元分割计算	◆需要一定的计算机运用技术
◆门脉及其分支的每个部位均可检测压力值	

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

同舟共济 守望生命

## 齐心协力

宋雅平 硕士	祁小龙 博士
王菲 博士	李靖 博士
宋阳 博士	常义志 博士
赵莹莹 博士	解洪敏 硕士
宋美怡 博士	沈倩雯 硕士
卢昭霞 博士	程陶 硕士
陈育瑜 硕士	崔北永 硕士
曹燕 硕士	曾楚雄 硕士
夏明 硕士	

感谢国家自然科学基金委、上海市科委及卫计委的大力资助

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

同舟共济 守护生命

## 小 结

多层螺旋CT门脉造影 磁共振门脉造影 多普勒彩超及造影 肝硬度值+脾脏体积/血小板 .....	各有优缺点 均无法直接量化
---	------------------

基于磁共振的形态学+APRI——统计学（谢谓芬，等）  
 基于CT的3D数字有限元检测法——计算机（杨长青，等）

安全、无创，量化  
有待于更大样本的验证

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院

# 谢 谢

杨长青  
2016.9.

上海市同济医院  
同济大学附属同济医院