

以单光子发射计算机断层摄像观察针刺 对局部脑血流量和脑功能活动的影响

王 凡¹ 贾少微²

内容提要 采用单光子发射计算机断层(SPECT)摄像技术对 11 例健康人和 9 例脑血管病患者针刺前后局部脑血流量(rCBF)及脑功能活动进行对比观察。结果表明:留针和电针刺激对对侧大脑半球皮质、对侧丘脑、同侧基底核和双侧小脑的作用有显著性差异($P < 0.01$),电针者血流功能变化率高于留针者。推测针刺肢体穴位对脑血供的改善和激发脑神经细胞功能活动有赖于中枢神经的调节,主要是通过特异感觉和非特异感觉传入系统,同时亦有锥体外系和小脑的参与。脑血管病患者对电针刺激比健康人敏感。

关键词 单光子发射计算机断层 局部脑血流量 针刺 脑功能活动

Effect of Acupuncture on Regional Cerebral Blood Flow and Cerebral Functional Activity Evaluated with Single-photon Emission Computed Tomography WANG Fan, JIA Shao-wei Huguosi TCM Hospital, Beijing(100035)

Observation on effect of acupuncture on regional cerebral blood flow (RCBF) and cerebral functional activity was conducted in 11 healthy volunteers and 9 patients with cerebral vascular disease by using single-photon emission computed tomography. Results showed a significant difference in effect of needle retention and electro-acupuncture stimulation on contralateral cerebral hemisphere cortex and thalamus, ipsilateral basal ganglion and bilateral cerebella, the change on cerebral blood flow induced by electroacupuncture was greater than that induced by the former method. It is speculated that the improvement of cerebral blood supply and stimulation of functional activity of brain nerve cells induced by acupuncture on point of extremities depend on the regulatory function of central nerve system. Stimulations were transmitted in mainly through specific and non-specific sensory afferent systems, also the involvement of extrapyramidal system and cerebellum. Patients with cerebral vascular diseases are more sensitive to electro-acupuncture than healthy subjects.

Key words single-photon emission computed tomography, regional cerebral blood flow, acupuncture, cerebral functional activity

为了探讨针刺对脑血管神经功能活动的影响,我们采用单光子发射计算机断层(Single photon emission computed tomography, SPECT)摄像对健康人和脑血管病患者针刺前后局部脑血流量(Regional Cerebral blood flow, rCBF)及脑功能活动做了对比观察,现报告如下。

资料与方法

1 临床资料 受检者共 20 例,健康人组 11 例,男 5 例,女 6 例;年龄 21~59 岁,平均 36.6 岁;全部为海军总医院健康职工。脑血管病组 9 例,男 8 例,女 1 例;年龄 31~67 岁,平均 56 岁;病程 15 天~4 年,平均 9 个月;其中短暂性脑缺血发作(TIA)8 例,脑梗塞 1 例,全部为海军总医院门诊及住院患者。

2 选穴 手阳明大肠经合谷、曲池;足阳明胃经足三里和足太阴脾经三阴交。所有穴位均用 WQ-1001 型多用电子穴位测定治疗仪

1. 北京市护国寺中医医院(北京 100035); 2. 深圳市人民医院核医学科

(北京海淀东华电子仪器厂)确定。健康人组随机选侧,脑血管病组选患肢侧。(1)针具:苏州产环球牌一次性不锈钢针,直径 0.3 mm,长度 25~75 mm。(2)电针仪:安隆公司产 WQ 1002 韩氏多功能治疗仪。双向波,波幅 10 V,波宽 400 μ s,强度 2.3(约 20 mA)左右,频率 3.75 Hz,连续档。(3)SPECT 系统:系美国 GE 公司生产 Starcam 600 XR/3200 型。

3 观察方法 观察前 1 h 令受检者空腹口服过氯酸钾 400 mg,封闭甲状腺和脉络丛,然后令受检者平卧于检查床上,固定头部,闭目戴黑色眼罩,用耳塞塞住外耳道以封闭视听。在非针刺侧上肢常规建立静脉通道。

观察时采用 3 次显像技术。在状态 A(安静状态)时,通过静脉通道第 1 次弹丸注射双半胱乙酯(99m LC-L, L-ECD)444 KBq(12 mCi);在第 2 次注射前 10 min 刺入毫针,不加任何手法留针至电刺激开始。第 2 次注射时即留针时为状态 B,注射 99m LC-L, L-ECD 666 KBq(18 mCi);第 3 次注射前 10 min,在保留的毫针上接通电针仪刺激(局部可见轻微的肌肉收缩,受检者无任何痛苦)直至第 3 次注射后 5 min。第 3 次注射 99m LC-L, L-ECD 888 KBq(24 mCi),此时为状态 C。全部针刺操作由同一人完成。分别在状态 A、B、C 注射后 5 min 显像采集数据,每次间隔 30 min。

4 影像处理与像素匹配减影 将 3 次显像的原始数据重建断层影像,然后做减影处理。状态 A 断层影像为针刺前自身对照影像;第 2 次显像的断层影像减去状态 A 的影像为状态 B 像,即留针刺激影像;第 3 次显像的断层影像减去第 2 次的(状态 A 和 B 的叠加像)为状态 C 像,即电针刺激影像。

5 变化差值像与定理分析 以状态 B 像和 C 像分别减去状态 A 像,即得到留针刺激变化差值像和电针刺激变化差值像。用显示软件分别将状态 A 像、状态 B 像和留针刺激变化差值像换同层顺序组合在屏幕上拍片;状态

A 像、状态 C 像和电针刺激变化差值像亦按同法拍片。

用状态 A 像求出不同部位摄取显像剂浓度的 Ff 比值(局部脑/全脑比值);用状态 B 像求出 Fsr 比值(留针局部脑/全脑比值);用状态 C 像求出 Fse 比值(电针局部脑/全脑比值)。然后用公式

$$BFCR\% = \frac{F_s - F_f}{F_f} \times 100\%$$

注:(BFCR%为血流功能变化率,Fs 为状态 B 或 C 像某局部/全脑比值)分别求出留针血流功能变化率(BFCRr%)和电针血流功能变化率(BFCRe%)

6 统计学处理 用配对 t 检验检测额叶、顶叶、颞叶皮质、视皮质区、丘脑、基底核和小脑 7 个局部区域针刺前和针刺中脑的血流和功能变化差异。

结 果

1 视觉分析健康人状态 A、B 像及二者变化差值像的组合像,针刺前双侧大脑皮层放射性分布基本对称,右侧丘脑大于左侧,右侧基底核(右尾状核为著)的放射性分布低于左侧;留针刺激右侧穴位时,可见同侧基底核和对侧丘脑明显增大,这一表现在变化差值像中更为明显,但双侧皮质无明显变化。表明留针刺激可即时改变 rCBF 和脑神经元的功能活动,以对侧丘脑和同侧基底核为明显。定量分析,与针刺前 Ff 比值相比, Fsr 的变化因人而异,有的部位 Fsr 增高,有的部位不变或减低,其中对侧丘脑和同侧小脑 Fsr 增高有显著性意义($P < 0.05$),见表 1。多数局部 BFCRr%亦表现为增高,和 BFCR%自然变化 99%可信区间比较(自然状态下 BFCR%的计算方法另文介绍),对侧额叶、同侧顶叶、双侧基底核、丘脑和小脑的变化有显著性意义($P < 0.05 \sim 0.01$),见表 2。

视觉分析状态 A、C 像及二者变化差值像的组合像,可见对侧丘脑和对侧额叶、顶叶皮质变化最明显。定量分析, Fse 比值增高以双侧额叶、顶叶皮质、丘脑、基底核和小脑的增高有显著性意义($P < 0.05 \sim 0.01$),以刺激

表 1 11 例健康人 Ff、Fsr 和 Fse 比值的比较 ($\bar{x} \pm S$)

部 位 侧	Ff 比值	Fsr 比值	Fse 比值
额 叶	同 6.08±0.69	6.32±0.78	6.65±0.62*
	对 6.02±0.60	6.49±0.54	6.71±0.64**
顶 叶	同 5.86±0.49	6.23±0.39	6.45±0.54*
	对 5.94±0.39	6.19±0.60	6.67±0.48**
颞 叶	同 6.35±0.70	6.33±0.29	6.60±0.65
	对 6.27±0.66	6.16±0.53	6.76±0.81
视皮质	同 6.94±0.42	7.03±0.90	7.35±1.07
	对 6.27±0.64	6.92±0.54	7.30±0.92
丘 脑	同 6.10±0.67	6.60±0.65	6.69±0.66*
	对 5.91±0.42	6.61±0.57*	6.94±0.65***
基底核	同 6.16±0.60	6.74±0.61	7.23±0.52***
	对 6.11±0.62	6.65±0.78	6.88±0.58**
小 脑	同 6.33±0.31	6.80±0.42*	7.26±0.44***
	对 6.37±0.58	6.73±0.51	7.21±0.41***

注: 与 Ff 配对比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

表 2 11 例健康人 BFCR% 比较 ($\bar{x} \pm S$)

部 位 侧	自然状态 BFCR%	BFCRr%	BFCRe%
额 叶	同 2.52±2.69	9.08±11.71	10.46±12.55
	对 1.98±4.18	8.70±8.90**	11.89±9.97 $\Delta\Delta$
顶 叶	同 2.29±3.11	9.18±6.37**	10.83±12.04
	对 1.27±3.63	4.42±11.21	10.80±7.87 Δ
颞 叶	同 2.84±3.26	2.92±10.61	4.60±10.26
	对 2.68±2.33	0.57±12.03	8.44±14.59 $\Delta\Delta$
视皮质	同 0.18±3.01	1.63±14.03	5.57±12.64
	对 0.89±4.08	2.38±10.75	8.13±18.06 $\Delta\Delta$
丘 脑	同 1.37±6.04	11.85±13.85*	10.64±14.73
	对 1.22±5.83	13.90±6.08***	17.72±10.69 $\Delta\Delta$
基底核	同 0.62±4.22	11.17±13.52**	18.09±9.94 Δ
	对 2.31±6.05	11.95±13.21*	13.27±12.01
小 脑	同 0.48±4.49	6.57±5.02***	15.23±9.39 $\Delta\Delta$
	对 0.13±4.93	6.62±5.97***	15.83±9.19 $\Delta\Delta$

注: 与自然状态 BFCR% 配对比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$; 与 BFCRr% 比较, $\Delta P < 0.05$, $\Delta\Delta P < 0.01$

穴位对侧额叶、顶叶皮质、对侧丘脑、同侧基底核和双侧小脑的增高更明显。BFCRr% 和 BFCRe% 比较, 后者增高以刺激穴位的对侧额叶、顶叶、颞叶、对侧丘脑、双侧小脑和同侧基底核为明显, 有非常显著性差异 ($P < 0.05 \sim 0.01$), 见表 2。

2 脑血管病组针刺前 SPECT 影像皆见脑内有限局性放射性减低区, 留针刺激时原有减低区有放射性填充现象, 但电针刺激时放射性填充十分明显。说明针刺可即时改善 rCBF 低灌区的血供和增强脑细胞功能活动。为进行

相对定量比较, 以 BFCRr% 和 BFCRe% 的数据做指标, 将放射性填充分成 4 个等级: (1) ±: 略填充, $10\% \leq \text{BFCR}\% < 15\%$; (2) +: 填充, $15\% \leq \text{BFCR}\% < 20\%$; (3) ++: 明显填充, $20\% \leq \text{BFCR}\% < 25\%$; (4) +++: 非常明显填充, $25\% \leq \text{BFCR}\%$ 。从表 3 可见电针刺激改善局部缺血区比留针作用强。

表 3 脑血管病组临床诊断 CT 与 SPECT 所见

No	临床诊断	CT 所见	SPECT 所见		
			状态 A 所见	状态 B 填充	状态 C 填充
1	TIA	(-)	左枕及视皮质区减低区	+	++
2	TIA	(-)	左颞叶皮质轻度减低区	±	++
3	TIA	(-)	左顶颞叶皮质减低区	+	+
4	TIA	(-)	右额叶皮质减低区	++	+++
5	TIA	(-)	左额叶皮质减低区	+	++
6	TIA	(-)	右顶叶轻度减低区	+	++
7	腔隙性脑梗塞	左底节区低密度	左底节区局限减低区	±	+
8	TIA	(-)	双顶皮质局限减低区	+	++
9	TIA	(-)	右枕叶皮质局限减低区	++	++

3 脑血管病组 Ff 和 Fsr、Fse 比值的比较, 见表 4。脑血管病组留针刺激和电针刺激的定量分析结果总的趋势与健康人组大致相同, 留针刺激时 Fsr 比值的增高以对侧额叶、

表 4 9 例脑血管病患者 Ff、Fsr 和 Fse 比值的比较 ($\bar{x} \pm S$)

部 位 侧	Ff 比值	Fsr 比值	Fse 比值
额 叶	同 5.73±0.39	6.09±0.88	6.68±0.60**
	对 5.80±0.39	6.29±0.59*	6.76±0.87**
顶 叶	同 5.76±0.56	6.18±0.73	6.70±0.57**
	对 5.53±0.41	6.27±0.82*	6.78±0.70**
颞 叶	同 6.14±0.68	6.35±0.83	6.84±0.90*
	对 5.83±0.46	6.54±0.57*	7.23±0.74***
视皮质	同 6.79±0.56	7.17±0.77	7.81±1.08**
	对 6.89±0.88	6.98±0.74	8.04±1.17**
丘 脑	同 5.88±0.62	5.91±0.76	6.60±0.84***
	对 5.75±0.63	6.44±0.70*	7.24±0.79***
基底核	同 5.92±0.73	6.42±0.88	7.33±1.08**
	对 6.10±0.70	6.51±0.89	6.98±0.11*
小 脑	同 6.32±0.61	7.02±0.81	7.55±1.21**
	对 6.36±0.67	6.86±0.74	7.58±1.11**

注: 与 Ff 配对比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$

顶叶、颞叶及对侧丘脑为著, 有显著性意义 ($P < 0.05$), 但小脑 Fsr 比值的增高无统计学意义。电针刺激时各局部脑 Fse 比值皆增高 ($P < 0.05 \sim 0.001$)。

4 脑血管病组 BFCR% 比较, 见表 5。
BFCRr% 以刺激穴位的对侧额叶、顶叶、颞

表 5 9 例脑血管病患者 BFCR% 比较 ($\bar{x} \pm S$)

部 位	侧	自然状态 BFCR%	BFCRr%	BFCRe%
额 叶	同	2.52±2.69	8.42±15.26	16.78±8.41 [△]
	对	1.98±4.18	8.62±9.78*	16.59±14.36 [△]
顶 叶	同	2.29±3.11	8.17±15.23	17.51±16.84 [△]
	对	1.27±3.63	13.81±16.58**	23.66±18.90 [△]
颞 叶	同	2.84±3.26	5.26±15.78	11.93±15.37 [△]
	对	2.68±2.33	12.10±13.47*	24.43±13.94 [△]
视皮质	同	0.18±3.01	6.78±8.76	14.25±11.78 [△]
	对	0.89±4.08	2.90±13.88	17.08±11.90 [△]
丘 脑	同	1.37±6.04	0.50±10.02	12.00±5.80 [△]
	对	1.22±5.83	8.56±15.74*	26.33±9.69 [△]
基底核	同	0.62±4.22	8.25±18.38*	24.61±17.78 [△]
	对	2.31±6.05	8.61±11.00	15.32±16.64 [△]
小 脑	同	0.48±4.49	11.12±8.04**	19.02±11.08 [△]
	对	0.13±4.93	8.18±10.05**	19.13±13.23 [△]

注: 与自然状态 BFCR% 配对比较, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$; 与 BFCRr% 比较, $\Delta P < 0.01$

叶及丘脑、双侧小脑和同侧基底核为明显, 而电针刺激时各局部脑 BFCRe% 比 BFCRr% 均明显增高 ($P < 0.01$)。

讨 论

1 应用核医学技术研究人脑的功能活动及脑神经疾病不同阶段的功能变化是当今世界科学研究的前沿之一。目前最受公认的核医学检测方法是正电子发射型计算机断层 (PET) 摄像技术, 但 PET 设备昂贵、辅助设施复杂, 故难以做为一种常用的研究手段广泛应用。现在已知正常生理状态和大多数慢性病理状态下脑的血流灌注与脑功能以及代谢是密切相关的, 因此测定全脑血流量和 rCBF 既可以评价脑的血流灌注, 又能间接反映脑的功能活动和代谢。近年来随着单光子脑血流灌注显像剂的出现和 SPECT 系统的商品化, SPECT 已基本替代 PET 测定全脑血流量和 rCBF。本研究即是运用此种技术来观察针刺对 rCBF 及脑神经功能活动影响的。

2 有人以 PET 研究观察到, 当电针刺激合谷和手三里时, 可见对侧中央前后回和对侧丘脑 rCBF 和 ^{11}C -DG 摄取增高, 说明针刺

可即时增加脑血供并激活相应部位的脑神经元能量代谢^①。本研究也得出类似的结果, 当留针刺激时, 健康人主要以对侧丘脑和同侧小脑 Fsr 和 BFCRr% 增高最明显, 脑血管病患者以对侧额叶、顶叶、颞叶和对侧丘脑最明显。电针刺激时两组各局部脑 Fse 和 BFCRe% 皆增高, 以穴位刺激的对侧大脑半球及对侧丘脑、同侧基底核和双侧小脑最明显。虽然留针与电针刺激对两组的效应有所差异, 但针刺能增强大脑局部血供改善脑的代谢却是肯定的。

3 大量事实表明, 针刺效应是在中枢神经系统参与下实现的。根据本实验结果我们推测: 针刺信号通过传入系统经脊髓上行, 一部分进入网状结构, 通过非特异感觉系统使全脑神经元活动都有增强; 另一部分进入对侧丘脑激活神经元使其活动增强; 同时上行传入信号也激活同侧小脑。当信号较强 (电针) 时, 穴位刺激对侧半球皮质, 特别是额叶、顶叶感觉运动区神经元活动增强明显, 此外同侧基底核和双侧小脑神经元活动亦增强, 这和上述各结构已知的功能基本一致。因此认为针刺肢体穴位对 rCBF 和脑功能活动的影响是通过特异感觉和非特异感觉传入系统实现的, 同时亦有锥体外系和小脑的参与。

4 电针刺激对脑血管病组各局部脑的影响趋势虽与健康人组大致相同, 但从 Fre 与 Ffi 比较的定量分析可见前者效应强于后者, 说明脑血管病患者对电针的刺激较健康人更敏感, 原因有待探讨。另外, 无论健康人还是脑血管病患者, 电针刺激均比单纯留针刺激效果明显, BFCRe% 高于 BFCRr%, 二者相比差异非常显著。提示针刺时加入适当的手法或一定频率、强度等的电脉冲刺激是必要的。

(本研究得到海军总医院检验科核医学室汪允干主任、翟又新医师大力协助, 谨谢)

参 考 文 献

1. 森 和, 矢野忠. ポジトロン CT (PET) カゲよた 鍼灸の効果. 日本东洋医学 1983; 33: 105—111.

(收稿: 1995—10—30 修回: 1996—02—25)