技术与方法 文章编号:0253-3626(2009)07-0938-05

TCD 无创监测颅脑外伤患者 ICP 变化的临床价值探讨

邓 超,孙晓川

(重庆医科大学附属第一医院神经外科,重庆 400016)

【摘 要】目的:通过对颅脑外伤患者的颅内压(Intracranial pressure,ICP)和经颅多普勒(Transcranial doppler ultrasonography,TCD)监测结果进行对比分析,以进一步评估 TCD 无创监测 ICP 的临床应用价值。方法:对进行手术治疗的 32 名脑外伤患者行持续床旁 ICP 监测,术后次日采用经颅多普勒超声床旁检测患侧大脑中动脉的频谱图像及各参数并记录即时的颅内压值,按颅内压进行分组,将颅内压增高的各组的 TCD 频谱图像和参数与颅内压正常组进行比较分析。结果:(1)频谱图像:颅内压轻度增高组的频谱图像和颅内压正常组无明显差别,在颅内压中度增高组中有 D 峰前切迹加深现象,颅内压重度增高组中有 S_2 峰消失和"单尖峰"出现,舒张期血流下降明显。(2)TCD 参数:随着 ICP 增高,Vs、Vd 和 Vm 均逐渐下降,以 Vd 下降最明显,而 PI 和 RI 则逐渐升高。结论:TCD 进行无创的颅内压监测有一定的临床应用价值,对颅脑外伤患者在颅内压增高明显时能有提示,但不能在颅内压增高的早期作出明确的提示,对颅内压增高的判断频谱图像优于参数。

【关键词】颅内压;经颅多普勒;颅脑外伤;临床应用

【中国图书分类法分类号】R651 【文献标识码】A 【收稿日期】2008-10-10

Study of clinical value of noninvasive intracranial pressure monitoring with TCD in patients with traumatic brain injury

DENG Chao, et al

(*Department of Neurosurgery, the First Affiliated Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstract】*Objective*: This study was designed to analyze the results from ICP and TCD monitoring in patients with traumatic brain injury (TBI) in order to further evaluate the clinical significance of noninvasive ICP monitoring with TCD. *Methods*:The monitoring and measurements with TCD were performed beside beds on the following day of surgery to record the spectral atlas and parameter of the middle cerebral artery (MCA) of suffering side in 32 patients with TBI. The values of ICP were recorded at the same time. The patients were divided into four groups according to ICP. The comparative analyses of results of TCD and ICP monitoring were carried out.*Results*: (1)Spectral atlas: The spectral atlas of Mild ICP Increase Group showed no visible differences from those of Normal ICP Group.A phenomenon of deepened notch before reaching D peak was found in some cases of Moderate ICP Increase Group while occurrence of single cusp peak and disappearance of S_2 peak with decreased diastolic velocity were observed in Severe ICP Increase Group. (2) Parameter of TCD: With the increase of ICP, Vs, Vd and Vm were decreased accordingly with the most significant dropping in Vd while PI and RI were elevated gradually. *Conclusion*:This study suggests that TCD can be applied to monitor noninvasively ICP and indicate the significant increase of ICP in patients with TBI, but fail to detect mild increase of ICP. Spectral atlas is superior to parameters of TCD in judgment of increased ICP

【Key words】Intracranial pressure(ICP);Transcranial doppler ultrasonography(TCD);Traumatic brain injury(TBI);Clinic application

颅内压增高症是多学科疾病引起的临床症状之一,在神经外科、神经内科颅内压增高是最常见的症状。颅内压(Intracranial pressure,ICP)监测在临床工作中有非常重要的作用,能提高对疾病的认识和指导临床治疗。近年来国内外的研究表明,经颅多普勒 (Transcranial doppler ultrasonography,TCD) 无创地监测颅内压是一个很有价值的方向,许多动物实验和临床研究报告均证实 TCD 与颅内压有一定的相关性[1-4],特别是颅内高压的末期经颅多普勒的频谱波形有特征性的改变,但临床上到了颅内高压的末期再作处理一般已难挽救患者的生命。在颅

作者介绍:邓 超(1971-),男,主治医师,硕士,研究方向:颅脑损伤。

通讯作者:孙晓川,男,教授,E-mail: sunxch1445@gmail.com。

内高压的早期经颅多普勒是不是能较早的给我们做出一些提示对临床工作非常重要。随着时代的发展颅脑外伤的发病率有增高的趋势，虽然对颅脑外伤的治疗已取得长足的进步，但重型脑伤的死亡率和致残率仍然很高，其中一个重要原因是伤后严重的颅内高压的发生、发展。

1 资料和方法

1.1 病例入选标准及排除标准

①所有病人均为颅脑外伤病人；②病人的损伤部位均主要在幕上；③所有病人入院后均有开颅手术指征；④无颅脑以外的其它重要脏器的合并损伤；⑤超声不能穿透颞窗的病人除外。

1.2 临床资料

根据纳入及排除标准，收集 2005 年 3 月 ~2006 年 3 月收住入涪陵中心医院神经外科符合本标准的颅脑外伤病人共 32 例，其中男 27 例，女 5 例，年龄最大 57 岁，最小 10 岁，平均年龄 39 岁；单纯硬膜下血肿 10 例，硬膜下血肿合并脑挫裂伤 7 例，脑内血肿 6 例，脑内血肿合并脑挫裂伤 9 例；车祸伤 23 人，建筑工地伤 5 人，摔伤 4 人。所有病人均经头颅 CT 检查明确诊断并行手术治疗。

1.3 研究方法

所有入选病人入院后均急诊行开颅手术，清除血肿及挫伤脑组织后于手术部位旁脑实质内放置颅内压监护微型传感器探头（美国强生公司生产），术后传感器探头接颅内压监护仪，持续行床旁监测，术后次日专业人员用 TCD 床旁检测患侧大脑中动脉（Middle cerebral artery，MCA）的收缩期峰血流速度（Systolic peak velocity，Vs），舒张期末血流速度（End of diastolic velocity，Vd），平均血流速度（Mean velocity，Vm），搏动指数（Pulsatility index，PI），阻力指数（Resistance index，RI），超声频率为 2 MHz，作超声检查的同时记录即时的颅内压值。当病人出现 ICP 较前次明显增高时作 TCD 复查。按术后次日 ICP 值将病人分组①ICP 正常组（ICP<15 mmHg），n=9；②ICP 轻度增高组（15 mmHg≤ICP<20 mmHg），n=6；③ICP 中度增高组（20 mmHg≤ICP<40 mmHg），n=10；④ICP 重度增高组（ICP≥40 mmHg），n=7。分别对各组的多普勒频谱图像和参数进行分析。

1.4 统计学处理

将术后次日首次 TCD 检查的结果进行统计学处理，各组数值以均数 ± 标准差表示，对 TCD 参数进行方差分析和 DUNNET T 检验，以 P<0.05 表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 频谱图像的变化

ICP 正常组的频谱图像表现与典型 TCD 正常频谱相似。随着 ICP 的增高，S1 峰逐渐变得锐利，D 峰相对变低，到 ICP 到中重度增高时 S2 峰逐渐消失（图 3），在重度 ICP 增高时，舒张期末血流速度明显下降，几乎为零，频谱基本为单尖峰，即仅有 S1 峰出现。但在轻度 ICP 增高组（图 1）的频谱图像和 ICP 正常组无明显变化。在中度 ICP 增高组中部分可见 D 峰之前的切迹有加深（图 2）。32 例中共有 7 例患者术后因 ICP 明显升高分别于术后不同时间做了 TCD 复查，其中 ICP 正常组 1 例，ICP 轻度增高组 1 例，ICP 中度增高组 4 例，ICP 重度增高组 1 例。发现同一患者随 ICP 的增高，其频谱图像中下降支的下降速率越大，下降支更陡直，即 S_1 峰更尖锐（图 4）。

2.2 TCD 各参数的变化

随着 ICP 的逐渐增高，Vs、Vd、Vm 均呈下降趋势，但 Vs 下降的幅度相对较小，Vd 下降的幅度比较大，Vm 下降的幅度介于 Vs 与 Vd 之间，而随着 ICP 的增高 PI、RI 呈上升趋势。各 ICP 增高组的 Vs 和 ICP 正常组比较无统计学差异（P>0.05）（见表 1）；除 Vs 外，ICP 轻度增高组的各参数和 ICP 正常组各参数比较无统计学差异（P>0.05），ICP 中度增高组各参数和 ICP 正常组各参数比较有统计学差异（P<0.05），ICP 重度增高组各参数和 ICP 正常组各参数比较差异有统计学意义（P<0.01）（见表 1）。

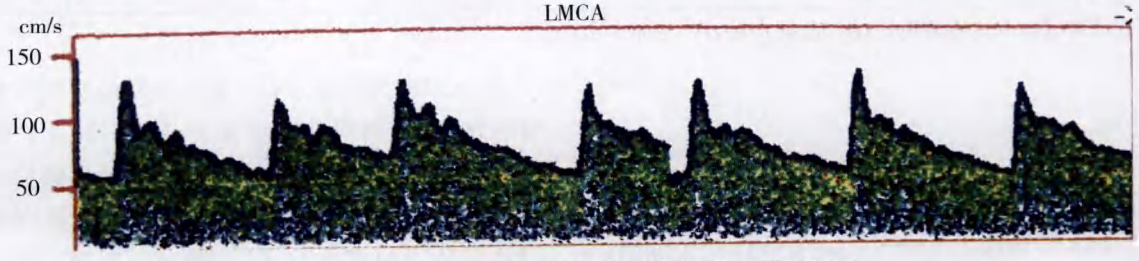


图 1 ICP=17 mmHg 和 ICP 正常的频谱图像无明显差异

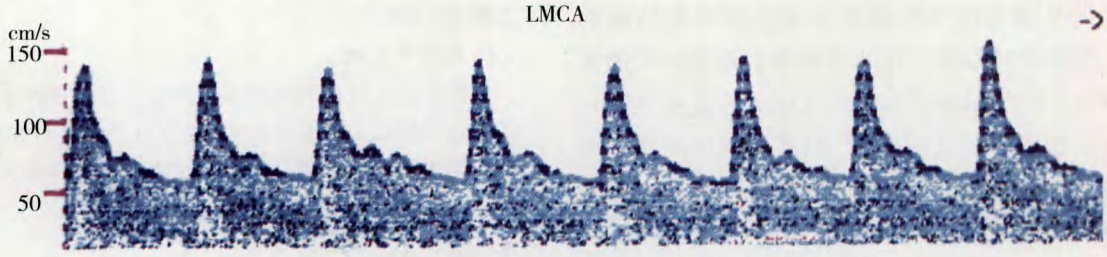


图 2 ICP=32 mmHg 即 ICP 中度增高时出现 D 峰前切迹加深

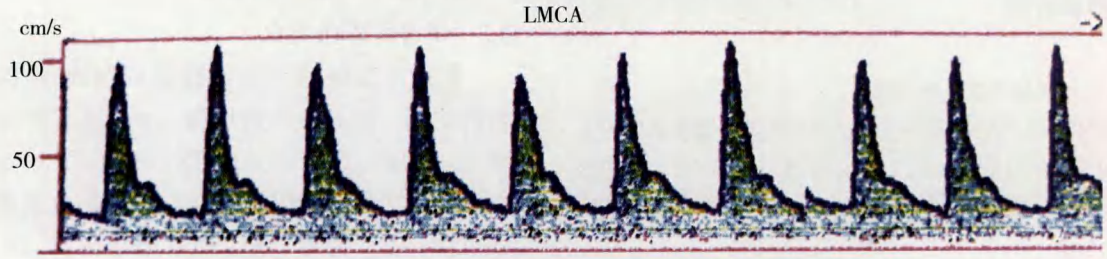
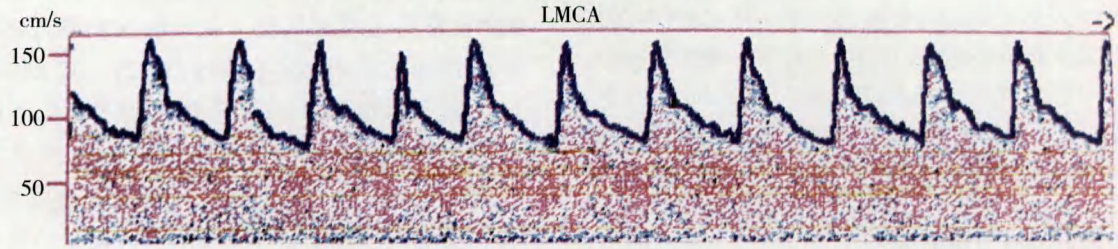
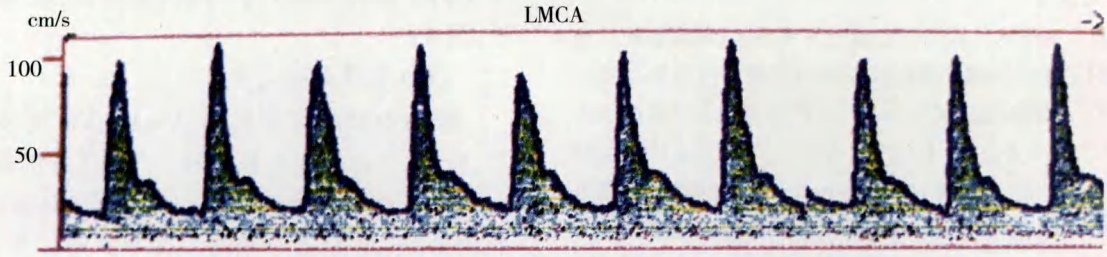


图 3 ICP=45 mmHg 即 ICP 重度增高时出现 S_2 峰消失



A. ICP=37 mmHg



B. ICP=45 mmHg

图 4 A、B 为同一患者不同 ICP 时的频谱图象比较：随着 ICP 的增高，其频谱图像中下降支的下降速率越大，下降支更陡直，即 S_1 峰更尖锐

表 1 各组 TCD 参数值（$\bar{x}\pm s$）

组 别	Vd(cm/s)	Vm(cm/s)	Vs(cm/s)	PI	RI
ICP 正常组	67.63 ± 7.41	89.25 ± 18.91	129.13 ± 28.58	0.70 ± 0.12	0.41 ± 0.06
ICP 轻度增高组	53.5 ± 10.85	75.50 ± 11.39	121.00 ± 21.46	0.95 ± 0.11	0.53 ± 0.05
ICP 中度增高组	38.49 ± 12.35*	53.70 ± 17.48*	127.00 ± 21.33	1.62 ± 2.03*	0.57 ± 0.16*
ICP 重度增高组	18.67 ± 9.90**	36.29 ± 12.93**	93.43 ± 29.86	2.91 ± 1.56**	0.77 ± 0.14**

注：各 ICP 增高组和 ICP 正常组比较，* 表示 $P<0.05$；** 表示 $P<0.01$

3 讨 论

ICP 持续超过 200 mmH_2O（15 mmHg 或者 2.0 kPa）即为颅内压增高或者颅内高压。ICP 15～20 mmHg 为轻度增高，ICP 20～40 mmHg 为中度增高，ICP 大于 40 mmHg 为重度增高。ICP 增高是颅脑疾病中经常出现的，并且是使病情加重甚至引起死亡的最主要的原因之一。因此，ICP 监测是颅脑疾病处理的重要前提[5]。传统检测 ICP 的方法是通过腰穿测定脑脊液的压力而进行的，但这种方法只能是测定 1 次结果，不能持续观察 ICP 变化，对于颅内高压的患

者有导致或加重脑疝的危险。连续脑室、硬膜外、硬脑膜下和脑实质压力记录法，可动态观察ICP的变化，是目前有创监护 ICP 的常用方法，但技术条件要求高，不但增加了患者的创伤，也增加了颅内感染的危险，并且监测时间不能太长等[6,7]。因此，临床需要一种简单、实用的无创 ICP 监护方法。目前，无创 ICP 监测的研究主要有视网膜静脉压法、闪光视觉诱发电位法、耳鼓膜检测法、生物电阻法等，其准确性和可行性尚待进一步证实[8,9]。TCD 监护 ICP 是国内外报道最多的一种无创监护方法，是一种无创性检测工具，具有简便易行、安全无创和床旁检测等诸多优点，国内外学者的研究证实颅底动脉的血流速度与局部脑血流量有良好的相关[10,11]。可根据血流速度和频谱改变对颅内高压患者的脑血流变化进行动态的监测和评估。动物实验和临床研究报告均证实 TCD 与 ICP 有一定的相关性[1-4]，但国内外各学者的研究结果有一定的差异，且在临床研究方面报道还不是很多。本研究对 ICP 增高的颅脑外伤患者按增高的不同程度进行分组研究，对其 TCD 的频谱图像和参数分别进行分析比较，以期能为临床提供一些参考。

3.1 TCD 频谱图像与 ICP 的关系

本研究发现在 ICP 中度增高组中部分病例出现频谱下降支的切迹加深，而 ICP 正常组和 ICP 轻度增高组中的频谱图像没有出现 D 峰前切迹加深，因此该切迹加深可能提示 ICP 已经有明显的增高，在临床治疗上应该予以足够的重视，以防止 ICP 的进一步上升，出现严重的后果。TCD 频谱下降支的切迹是与主动脉瓣的关闭点一致的[10]，因此在中度 ICP 增高组中出现的频谱下降支的切迹加深可能是在此时较高的 ICP 使主动脉内血液短暂地向左心室方向逆流的速度稍快和主动脉的弹性回缩时间稍有延长有关。

本研究还发现在 ICP 重度增高组出现 TCD 频谱的 S_2 峰消失，当 ICP 更高时出现“单尖峰”，即仅有 S_1 峰，S_2 峰和 D 峰均消失。故当出现 S_2 峰消失和“单尖峰”时，提示已存在严重的颅内高压，必须施行强力的综合的降颅压措施。当重度 ICP 增高时，可能扩张了的主动脉和颈总动脉弹性回复的力量已不足以对抗颅内的高阻力，因此使 S_2 峰消失。当颅内压力再进一步升高，舒张期的血流速度已下降至很低水平，几乎接近零时，D 峰也消失，出现“单尖峰”。本研究中共有 7 例患者在术后的不同 ICP 阶段分别做了 TCD 检测，发现对同一患者随 ICP 的增高，其频谱图像中下降支的下降速率越大，下降支更陡直，即 S_1 峰更尖锐，其结果符合在 ICP 中度和重度增高组中见到的频谱图像改变，提示随着 ICP 的增高，频谱图像的改变可能是这样一个渐进的过程：首先是下降支逐渐变陡直，接着 S_2 峰开始消失，然后 D 峰也消失，最后就只剩 S_1 峰了，即“单尖峰”。在临床 TCD 动态监测中如同一患者的频谱形态有出现上述变化即提示 ICP 有增高的趋势，但对 ICP 增高的程度却不能做出明确的提示。

本研究的轻度 ICP 增高组的 TCD 频谱图像没发现特征性的改变，故在 ICP 增高的早期从 TCD 频谱图像尚不能作出提示。

3.2 TCD 参数与 ICP 的关系

国内外许多学者均认为 TCD 的各参数和 ICP 有一定的相关性[2,13-19]。Nagai 等[2]通过猫的颅内高压模型研究发现，ICP 增加时，脑血流量减低，PI 值升高。当 PI>3.0 时，CBF<20%；当 PI>4.0 时，CBF< 10%。Harada 等[16]认为急性颅内高压时 Vm 与 ICP 之间（P<0.01）存在明显的相关关系；PI 与 ICP 之间（P< 0.01）也存在明显的相关关系。Homburg 等对 10 例脑外伤患者的 TCD 与有创 ICP 对比研究认为 ICP 与 TCD 频谱参数 PI 成正指数关系[17]。杨波等认为随 ICP 的升高，PI、RI 增大，Vd 及 Vm 减慢，其中以 Vd 减慢最明显[18]。徐存理[19]等对 30 例腰穿测压证实 ICP 增高的患者和 30 例健康人的 TCD 检查发现随 ICP 的升高，PI、RI 增大，Vd 及 Vm 减慢，其中以 Vd 减慢最明显，与对照组相比有非常显著性差异（P<0.001），Vs 与对照组相比无显著性差异（P>0.05），PI、RI 与 ICP 呈高度正相关，Vm、Vd 与 ICP 呈高度负相差，Vs 与 ICP 低度负相关。本研究也发现了类似的改变，总体趋势是随着 ICP 的升高，PI、RI 增大，Vs、Vd 及 Vm 减慢，其中以 Vd 减慢最明显，在重度 ICP 增高组中 Vd 显著降低几乎为零，但轻度 ICP 增高组的 PI、RI、Vd、Vs 及 Vm 与正常 ICP 组比较无统计学差异（P> 0.05），中、重度 ICP 增高组的 Vs 和 ICP 正常组比较也无统计学差异（P>0.05），中、重度 ICP 增高组的 PI、RI、Vd 及 Vm 和正常 ICP 组比较有统计学差异（P< 0.05）。说明 TCD 在颅内高压的监测中只有在ICP 较高时才出现各参数的明显改变，在 ICP 增高的初期无明显的改变，且参数 Vs 不是一个能反映 ICP 变化的指标，因此提示当 TCD 开始发现有 ICP 增高时说明此时的 ICP 已经较高，应积极复查头颅 CT，了解

是否有再出血或者水肿加重等情况,积极加强脱水降颅压治疗,必要时需要行手术治疗。

上述对 TCD 的频谱图像和参数与 ICP 的关系做了一些阐述,可以看出在临床上 TCD 图像更能直观的反映 ICP 的变化趋势,随着 ICP 的增高频谱图像会出现一些特征性的变化或者一定的变化趋势。TCD 参数总体来说和 ICP 有一定的相关性,但对每个患者个体不一定都能看到每个参数的明显改变。因此本研究认为 TCD 的频谱图像较参数在对颅脑外伤 ICP 的监测中更有临床价值。

4 结 论

TCD 作为一种无创的监测 ICP 的手段现在越来越受到重视,本研究通过对行手术治疗的颅脑外伤患者的 TCD 检查,结合动态的有创 ICP 监测,根据 ICP 结果将患者分成正常 ICP 组、ICP 轻度增高组、ICP 中度增高组和 ICP 重度增高组,结果提示 ICP 轻度增高组和 ICP 正常组的 TCD 频谱图像和参数无明显差异;如果 TCD 频谱图像中出现 D 峰之前的切迹的加深,表示 ICP 已经有中度的增高了;TCD 频谱图像中出现 S_2 峰消失和“单尖峰”,提示 ICP 已是重度增高。各 TCD 参数除 Vs 外在 ICP 中度增高和重度增高时,与正常 ICP 组比较有差异性,但 ICP 轻度增高时,各参数和 ICP 正常时无明显差异。因此本研究认为 TCD 作为无创的 ICP 监测是可行的,但对 ICP 的增高反应相对缓慢,不能早期发现 ICP 的增高,只有在 ICP 相对较高时才能作出提示。同时我们认为颅脑外伤患者用 TCD 对 ICP 进行监测时频谱图像较参数更能直观的反映 ICP 的变化。TCD 作为无创的 ICP 监测有较好的应用前景, 但需要对设备的软硬件进一步改进和完善,提出更实用的监测指标,减少人为的干扰因素,同时在今后的工作中积累更多、更全面的 TCD 参数与即时 ICP 值,建立回归方程,以期能找到 ICP 变化时的 TCD 参数值,更好地发挥 TCD 在无创 ICP 监测中的作用。

参 考 文 献

[1] Hassler W,Slansky I. Monitoring of intracranial hypertension using transcranial doppler sonography[C]. Innsbruck:7th European Congress on Intensive Care Medicine,1994.

[2] Nagai H,Moritake K,Takaya M. Correlation between transcranial doppler ultrasonography and regional cerebral blood flow in experimental intracranial hypertension[J]. Stroke,1997,28(3):603-608.

[3] 魏新亭,廉三虎,杨 波,等.经颅多普勒超声对兔急性颅内压升高的评价[J].中华实验外科杂志,1994,11(2):103-104.

[4] Fukushima U,Miyashita K,Okano S,et al. Evaluation of intracranial pressure by transcranial Doppler ultrasonography in dogs with intracranial hypertension[J]. J Vet Med Sci,2000,62(3):353.

[5] 张拥波.颅内压监测技术研究进展[J].中国急救医学,2002,22(2):122-123.

[6] 华 扬.实用颈动脉超声与颅脑血管超声诊断学[M].北京:科学出版社,2002.113-117.

[7] 只达石,催世民,张 赛.颅脑损伤救治规范[M].北京:人民卫生出版社,2002.52-54.

[8] 马爱军,潘旭东.经颅多普勒与颅内压监测及相关技术[J].国外医学脑血管疾病分册,2003,11(3):199-202.

[9] 王维治,富羽弘.颅内高压症的监测和治疗进展[J].中风与神经疾病杂志,2000,17(6):374-375.

[10] 焦明德,徐丹枫.应用经颅多普勒超声测量会计脑血流量[J]. 中国医学影像技术,1993,9(3):22.

[11] Jorgensen L G,Perko G,Secher N H. Regional cerebral artery mean flow velocity and blood flow during dynamic exercise in humans[J]. J Appl Physiol ,1992,73(5):1825-1830.

[12] 顾慎为.经颅多普勒检测与临床[M] .上海:上海医科大学出版社,1993.66-67.

[13] 李臻琰,刘运生,陈 兵,等.兔急性颅内高压模型的经颅多普勒(TCD)波形改变[J]. 湖南医科大学学报,2002,27(5):441-444.

[14] Hassler W,Steinementz H,Pirschel J.Transcranial Doppler study of intracranial circulatory arrest[J]. J Neurosurgery,1989,71(8):195-201.

[15] 万景雯,吴 钢,林建东.兔颅内压升高终末期 TCD 频谱变化[J].中华神经医学杂志,2005,4(4):342-345.

[16] Harada K,Hayashi T,Anegawa S,et al. Ttanscranial Doppler sonography in acute intracranial hypertension model-usefulness of pulsatility index [J].No To Shinkei,1993,45(9):851-856.

[17] Homburg A M,Jakobsen E,Okano S,et al.Transcranial Doppler recordings in raised intracranial pressure[J]. Acta Neurol Scand,1993,87(6):488-493.

[18] 杨 波,宋来君,吴保平,等.简明经颅多普勒超声学[M].郑州:河南医科大学出版社,1997.232-233.

[19] 徐存理,姬庆文,孔庆霞,等.TCD 参数与颅内压增高症的相关性研究[J].泰山医学院学报,2001,22(2):108-110.

(责任编辑:冉明会)