

双脉冲波多普勒超声观察电刺激腓神经对小腿血液循环的影响

薛丹 杨艳 张宇新 段云友 袁丽君 曹铁生

摘要 **目的** 应用双脉冲波多普勒超声同步测量腘动、静脉血流动力学变化,探讨电刺激腓神经对小腿血液循环的影响。**方法** 选取健康志愿者 20 例,应用双脉冲多普勒超声测量刺激前及佩戴 geko T-1 装置电刺激腓神经 15 min、30 min、45 min 及 60 min 后的腘动脉和腘静脉血流峰值速度、每搏量、单位时间流量变化、阻力指数(RI)及搏动指数(PI),并与刺激前进行比较分析。**结果** 电刺激腓神经后,腘静脉的血流峰值速度较刺激前显著增加,在电刺激 30 min 后达高峰,与刺激前比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);腘动脉的血流峰值速度、每搏量及单位时间流量明显减低,RI 及 PI 显著升高,与刺激前比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。**结论** 电刺激腓神经可以促进小腿血液循环,增加肢体远端动脉血管阻力,促进下肢静脉回流。双脉冲波多普勒超声可同步监测腘动、静脉血流动力学变化。

关键词 超声检查;多普勒;电刺激;腓神经;腘动脉;腘静脉
[中图法分类号] R454.1;R445.1 [文献标识码] A

Effects of stimulating peroneal nerve on the lower extremity circulation using dual pulse wave Doppler ultrasonography

XUE Dan, YANG Yan, ZHANG Yuxin, DUAN Yunyou, YUAN Lijun, CAO Tiesheng

Department of Ultrasound Diagnosis, Tangdu Hospital, the Fourth Military Medical University, Xi'an 710038, China

ABSTRACT **Objective** To observe the hemodynamic changes of the lower extremity caused by the stimulation of the peroneal nerve using dual pulse wave Doppler ultrasonography. **Methods** Twenty healthy volunteers were enrolled. The peak flow velocity, stroke volume, flow volume changes, RI and PI of popliteal artery and popliteal vein were measured at basic state and at the time of 15 min, 30 min, 45 min, 60 min after geko T-1 stimulating the peroneal nerve using dual pulse wave Doppler ultrasonography. **Results** Compared with before stimulation, the velocity of popliteal vein increased significantly, and reached to the peak at 30 min after stimulation ($P < 0.05$). The peak flow velocity, stroke volume and flow volume of popliteal artery decreased obviously, but RI and PI increased significantly ($P < 0.05$). **Conclusion** Regularly stimulating of the peroneal nerve can promote the lower extremity circulation, increase the arterial resistance and the venous return. Dual pulse wave Doppler ultrasonography can measure synchronously hemodynamic changes of popliteal artery and popliteal vein.

KEY WORDS Ultrasonography, Doppler; Electrical stimulation; Peroneal nerve; Popliteal artery; Popliteal vein

长时间静坐或卧位容易导致下肢静脉回流减慢,严重时形成血栓和栓塞。与仰卧位相比,坐姿腿部静脉受压导致静脉血液更易淤滞,静脉回流速度可降低 2/3,可引起血液浓稠性增加和纤溶活性降低^[1-2]。理论上,电刺激位于腘窝的内侧和/或外侧神经,可

以使小腿肌肉泵激活,刺激肌肉收缩,加快小腿静脉回流。英国海威科姆 FirstKind 公司设计了一种体积较小、可独立使用的电刺激装置,即 geko T-1 装置, Barnes 等^[3]研究显示,应用该装置通过刺激腓神经,可增强下肢静脉血液流动,从而防止或减轻静脉血流淤

滞。本研究拟应用双脉冲波多普勒超声检查技术观察电刺激腓神经后不同时间节段,正常成人腘动脉和腘静脉血流动力学变化,进一步明确该装置临床应用价值。

资料与方法

一、研究对象

选取 2015 年 9 月至 2016 年 4 月我院健康自愿受试者 20 例,男、女各 10 例,年龄 20~40 岁,平均(29.25±6.62)岁;体质量指数为 18~34 kg/m²。

二、仪器与方法

所有检查均在温度和湿度相同的房间内进行,即温度:(24±1)°C,相对湿度:30%~40%。研究对象均着短裤俯卧位于一张平板床上。

1.电刺激操作:使用英国海威科姆 Firstkind 公司神经肌肉电刺激装置(geko T-1),见图 1。电刺激强度选择 4 级,进行持续作用。连接心电图,正确佩戴 geko T-1 装置(图 2),当脉冲强度达到适当水平时,小腿肌

肉会出现轻微动感,同时足部会有轻微的向外和向上的动作。

2.超声检查:使用日立 Ascendus 彩色多普勒超声诊断仪,L74M13-5 探头,频率为 5~13 MHz。受检者取俯卧位,备检肢体略外展、外旋,膝关节略弯曲,将备检肢体轻搭于对侧肢体上。因左侧肢体更靠近检查者,易于操作,因此选取左侧的腘动、静脉进行测量。首先在基础状态下,用双脉冲波模式记录腘动脉及腘静脉血流频谱,选择测量软件包点击 Flow volume 选项,系统自动包络频谱并选择连续 5 个心动周期取其平均值,分别获得腘动、静脉的血流峰值速度(V_p)、每搏量(SV)、单位时间流量(FV)及腘动脉的阻力指数(RI)及搏动指数(PI)等相关血流参数。对于腘动脉,系统自动采取正负向全包络模式。然后分别于电刺激腓神经 15 min、30 min、45 min、60 min 后取相同部位重复上述步骤,测量方法同上。在试验间歇期间,所有受试者采用双膝下垂,坐位,等待下一个时间点再次检测。

三、统计学处理

应用 SPSS 19.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用单因素方差分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

电刺激腓神经不同时间点腘动、静脉血流参数见表 1 和图 3~7。电刺激腓神经后,腘静脉的血流峰值速度较刺激前显著增加,在电刺激 30 min 时达高峰,与刺激前比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$);腘动脉的血流峰值速度、每搏量及单位时间流量明显减低,RI 及 PI 显著升高,与刺激前比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。不同时间点两两比较,腘动、静脉各血流参数差异均无统计学意义。

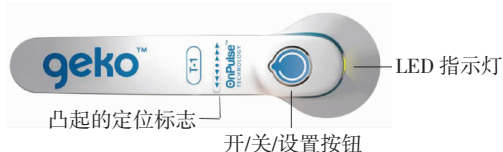


图 1 神经肌肉电刺激装置图

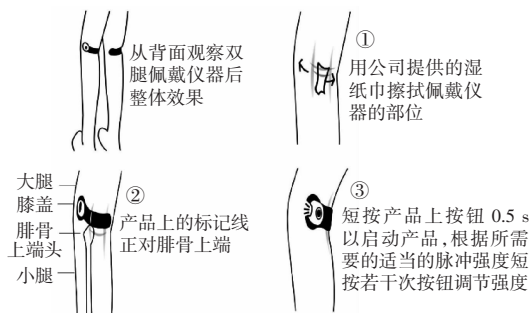


图 2 神经肌肉电刺激装置佩戴方法示意图

表 1 电刺激腓神经不同时间点腘动、静脉血流参数比较($\bar{x} \pm s$)

时间	腘静脉				腘动脉					
	V _p (cm/s)	SV(ml)	FV(L/min)	HR(次/min)	V _p (cm/s)	SV(ml)	FV(L/min)	RI	PI	HR(次/min)
刺激前	20.01±9.06	18.63±8.96	1.50±0.93	77.70±11.12	67.02±11.65	4.28±2.57	0.31±0.14	0.93±0.05	3.49±1.04	77.70±11.12
电刺激腓神经 15 min	27.63±12.38	21.84±15.77	1.68±1.33	74.80±11.81	54.25±10.15	2.89±2.41	0.20±0.14	0.99±0.09	5.21±2.79	74.80±11.81
电刺激腓神经 30 min	30.48±13.89	21.57±14.85	1.63±1.16	74.00±10.43	52.68±5.68	2.33±0.76	0.17±0.05	0.99±0.08	4.41±1.32	74.00±10.43
电刺激腓神经 45 min	25.90±9.42	17.55±8.27	1.34±0.69	75.90±11.78	51.08±8.96	2.12±0.83	0.15±0.06	1.10±0.21	4.75±1.69	75.90±11.78
电刺激腓神经 60 min	26.05±8.85	19.88±11.42	1.48±0.93	74.00±10.71	51.07±5.07	2.46±1.26	0.18±0.11	1.00±0.11	4.41±1.89	74.00±10.71
F 值	3.029	0.896	0.849	2.556	5.288	5.540	5.702	3.336	6.000	2.556
P 值	0.029	0.476	0.504	0.146	0.036	0.033	0.030	0.020	0.043	0.146

V_p:最大血流速度;SV:每搏量;FV:单位时间流量;HR:心率;RI:阻力指数;PI:搏动指数。

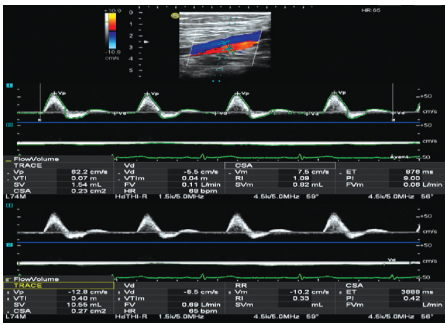


图 3 基础状态下双脉冲波多普勒声像图

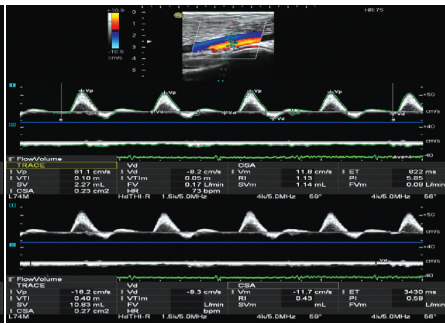


图 4 电刺激腓神经 15 min 双脉冲波多普勒声像图

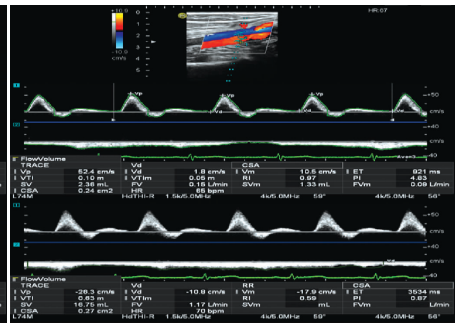


图 5 电刺激腓神经 30 min 双脉冲波多普勒声像图

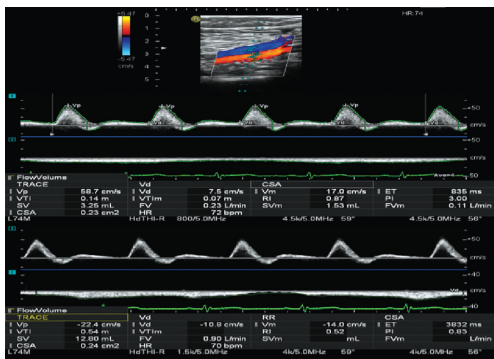


图 6 电刺激腓神经 45 min 双脉冲波多普勒声像图

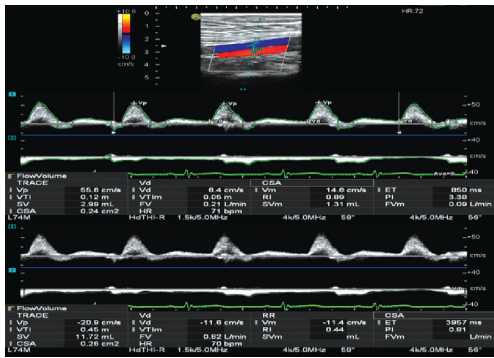


图 7 电刺激腓神经 60 min 双脉冲波多普勒声像图

讨论

在深静脉血栓形成中,血流淤滞是其发生的重要因素之一。研究^[4]表明,电刺激可降低深静脉血栓栓塞的发病率。以往所应用的电刺激仪器体积较大,需要供电源,不便携带,限制了其应用。本研究所采用的电刺激装置 geko T-1,是英国海威科姆公司开发的新型的神经肌肉电刺激装置,具有体型小、独立式、自粘贴及电池供电等优点。其采用腓总神经电刺激技术,以 1 Hz 的频率通过对腓窝部位的腓总神经进行低强度神经肌肉电刺激,激活腿部的小腿肌肉泵和足泵,使得下肢肌肉群收缩,产生有节奏的足背屈,将深浅静脉系统中的血液排出,促进血液循环和血液回流。这种通过神经进行的间接肌肉刺激,可以在很低的刺激水平

实现肌肉收缩,相比直接肌肉刺激更易被耐受,患者无不适感,因此更容易在临床推广应用。理论上,刺激膝盖远侧的腓总神经的分支,可使整个下肢肌肉群收缩,包括负责足背屈的小腿前群肌和负责稳固膝关节和踝关节的小腿后群深层肌。研究^[5]表明,足背屈提供了较跖屈更有效的血液泵送,足背屈产生的小腿静脉排血(通过扩张)较腓肠肌收缩产生的排血更加有效。本研究与以往相关研究^[5-6]结果均表明,该方法能够有效刺激下肢肌肉群收缩,提高下肢静脉血流速度,改善下肢血液循环。本研究通过双脉冲多普勒超声观察发现,电刺激腓神经后,腓静脉的血流峰值速度较刺激前显著增加,在电刺激 30 min 达高峰,5 个时间点两两比较,腓静脉各血流参数差异无统计学意义,说明对正常年轻人群,电刺激 30 min 就可以达到较好效果。本研究还发现,电刺激腓神经后,腓动脉的 V_p 、 SV 及 FV 明显减低, RI 及 PI 显著升高,差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。说明在生理情况下,弹性动脉和肌性动脉的中层管壁平滑肌很发达,小动脉的肌层较薄,在植物性神经系统的支配下,动脉做舒缩运动,可调节血流状态。

综上所述,双脉冲波多普勒超声可同步监测腓动、静脉血流动力学变化。电刺激腓神经可能通过使小腿肌肉收缩从而导致远端血管阻力增加,腓动脉 RI 及 PI 增高。该装置在各种血管疾病状态下血液循环改善中的作用尚有待进一步研究。

参考文献

- [1] Schwamm LH, Jaff MR, Dyer KS, et al. Case 13-2016. A 49-year-old woman with sudden hemiplegia and aphasia during a transatlantic flight[J]. N Engl J Med, 2016, 374(17): 1671-1680.
- [2] Lapostolle F, Surget V, Borron SW, et al. Severe pulmonary embolism associated with air travel[J]. N Engl J Med, 2001, 345(11): 779-783.
- [3] Barnes R, Madden LA, Chetter IC. Fibrinolytic effects of peroneal nerve stimulation in patients with lower limb vascular disease[J].

Blood Coagul Fibrinolysis, 2016, 27(3):275-280.

[4] Czymy JJ, Kaplan RE, Wilding GE, et al. Electrical foot stimulation: a potential new method of deep venous thrombosis prophylaxis [J]. Vascular, 2010, 18(1):20-27.

[5] Tucker A, Maass A, Bain D, et al. Augmentation of venous, arterial and microvascular blood supply in the leg by isometric neuromuscular

stimulation via the peroneal nerve[J]. Int J Angiol, 2010, 19(1):e31-e37.

[6] Jawad H, Bain DS, Dawson H, et al. The effectiveness of a novel neuromuscular electrostimulation method versus intermittent pneumatic compression in enhancing lower limb blood flow[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2014, 2(2):160-165.

(收稿日期:2017-02-15)

· 病例报道 ·

Ultrasonic diagnosis of fetal body pedicle abnormalities and polydactyly in the medial plantar margin near the ankle: a case report

超声诊断胎儿体蒂异常并足底内侧缘近踝部多趾 1 例

马绍华

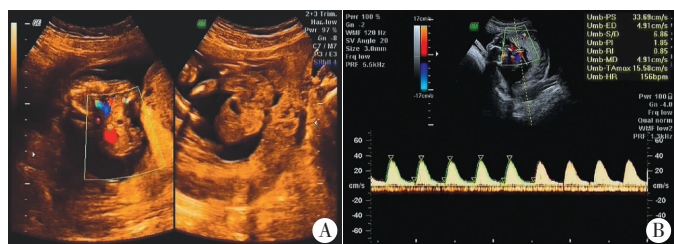
[中图法分类号] R714.43;R445.1

[文献标识码] B

孕妇, 25 岁, 孕 2 产 0, 孕 16 周。超声检查: 宫内见一活胎, 双顶径 36 mm、头围 134 mm、股骨长 21.9 mm, 胎心率 156 次/min。四腔心切面显示, 二、三尖瓣彩色多普勒血流频谱正常。胎儿腹部偏右侧探及一形态不规则复杂回声包块, 大小约 36 mm×27 mm, 内可见肝脏、胃泡及肠管回声, 包块内缘腹壁连续性中断, 缺损宽约 16 mm(图 1A); 包块内侧边缘紧贴胎盘, 脉冲多普勒频谱显示边缘有较短脐血流声像(图 1B); 膀胱充盈差, 彩色多普勒显示左侧脐动脉, 右侧缺失; 胎儿脊柱腰段显著前凸、侧凸并成角; 胎儿右侧小腿长轴与足底显示呈同一平面; 胎盘位于宫腔前

壁, 成熟度 0 级, 羊水最大深度 29 mm。超声诊断: 孕 16 周, 单胎存活; 胎儿腹裂、脊柱显著前凸并侧凸成角、单脐动脉, 右足内翻? 考虑胎儿体蒂异常可能。建议终止妊娠。

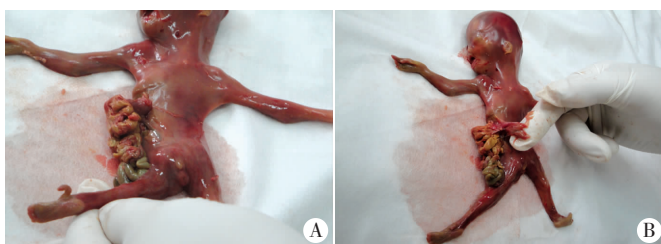
孕妇入院后行引产术, 3 d 后娩出一畸形死胎, 死胎可见右侧腹裂, 肝胆、胃、肠管位于腹腔外(图 2A), 腹部正中无脐部及脐带, 腹壁缺损处内缘与胎盘边缘相连, 剪断后内可见 2 条管状结构(图 2B); 背部腰段前凸侧弯; 右足底内侧缘近内踝下方见一趾状物, 前端与其脚趾前端相似, 触摸内有骨质感(图 2A)。



A: 二维超声示腹部偏右侧形态不规则复杂回声包块, 包块内侧边缘紧贴胎盘; B: 脉冲多普勒频谱显示包块边缘有较短脐血流。

图 1 胎儿体蒂异常并足底内侧缘近踝部多趾声像图

讨论: 体蒂异常是一种严重的腹壁缺损, 其特点是体蒂形成失败而造成无脐部, 无脐带。确切病因尚不清楚, 分析原因可能为早期羊膜破裂, 造成胚胎及羊膜囊包卷终止; 也可能是胚胎包卷异常, 导致胚外体腔不能消失, 羊膜腔形成异常。另外, 胚胎广泛血供受损, 也会影响腹壁及胚外体腔的闭合。超声表现为内脏直接与胎盘相连, 其间有脐血管, 但是往往很短且仅见一条



A: 右侧腹裂, 肝胆、胃、肠管位于腹腔外, 右足底内侧缘近内踝下方见一趾状物, 前端与其脚趾前端相似, 触摸内有骨质感; B: 腹壁缺损处内缘与胎盘边缘相连, 剪断后内可见 2 条管状结构。

图 2 胎儿引产图

脐动脉。由于无脐带, 造成胎儿腹侧与胎盘相贴, 胎体强直, 胎动极度受限, 继发骨骼畸形如脊柱前凸、侧凸及下肢畸形等。本病例胎儿体蒂异常并足底内侧缘近踝部多趾, 实属罕见。超声表现较为典型, 很容易做出诊断。体蒂异常为致死性畸形, 所以一旦超声做出诊断应立即终止妊娠。

(收稿日期:2016-06-10)