

超声联合微泡辅助卡铂抑制体外人肺癌 A549 细胞活性的适宜剂量和能量参数研究

李 玥 龚思铭 蒋 帅 杨 希 何 颖 王 龚 刘 政 高云华 卓忠雄

摘要 目的 探讨超声联合微泡辅助卡铂抑制体外人肺癌 A549 细胞活性的适宜剂量和超声能量参数。方法 96 孔板接种 A549 细胞,加入浓度梯度 0~300 $\mu\text{g/ml}$ 的卡铂培养 24 h,每孔加入 10 μl CCK-8 溶液,孵育 1.5 h,酶标仪测定 450 nm 处的吸光度值,计算卡铂 24 h 半数抑制浓度(IC_{50}),选择 IC_{25} 为卡铂适宜剂量。设置无处理组(对照组)和实验组[超声辐照组(US 组)、超声联合微泡组(USMB 组)、卡铂组(CBP 组)、卡铂+超声组(CBP+US 组)、卡铂+超声联合微泡组(CBP+USMB 组)],比较 CBP+USMB 组内不同声强下细胞存活率、相同声强的 US 组、USMB 组与对照组细胞存活率,以及 CBP+US 组、CBP+USMB 组与 CBP 组的细胞存活率。光学倒置显微镜观察各组细胞的形态学变化。**结果** 卡铂 24 h IC_{50} 值为 65.7 $\mu\text{g/ml}$, IC_{25} 值约为 50.0 $\mu\text{g/ml}$,即卡铂适宜剂量。不同声强(0.2~1.0 W/cm^2)CBP+USMB 组细胞存活率比较差异无统计学意义($P=0.691$)。当声强为 0.6 W/cm^2 时,US 组和 USMB 组细胞存活率与对照组比较,差异无统计学意义($P=0.142$)。当声强为 0.6、1.4、2.2 W/cm^2 时,CBP+US 组和 CBP+USMB 组细胞存活率与 CBP 组两两比较,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。抑制 A549 细胞活性由强到弱依次为 CBP+USMB 组、CBP+US 组、CBP 组、USMB 组、US 组。实验组均可见 A549 细胞形态不规则、贴壁性降低,以 CBP+USMB 组为著。**结论** 卡铂 50 $\mu\text{g/ml}$ 、声强 0.6 W/cm^2 为 24 h 联合疗法的适宜剂量和超声能量参数。超声联合微泡可以与卡铂协同抑制 A549 细胞活性,有望成为肿瘤联合疗法的新策略。

关键词 超声;空化效应;微泡;A549 细胞;卡铂

[中图分类号] R445.1;R322

[文献标识码] A

Study on the optimal combination of carboplatin dose and ultrasonic energy parameters for ultrasound and microbubbles in inhibiting A549 cell line activity

LI Yue, GONG Siming, JIANG Shuai, YANG Xi, HE Ying, WANG Gong, LIU Zheng, GAO Yunhua, ZHUO Zhongxiang

Department of Ultrasound, the Second Affiliated Hospital of Army Medical University, Chongqing 400037, China

ABSTRACT Objective To investigate the appropriate dose of carboplatin and ultrasonic energy parameters for ultrasound assisting carboplatin therapy on A549 cell line in vitro. **Methods** A549 cells were planted in 96-well plates and treated with carboplatin in a concentration gradient of 0~300 $\mu\text{g/ml}$ for 24 h. Then 10 μl CCK-8 was added to each well and cells were incubated for 1.5 h. The absorbance at 450 nm was measured. The IC_{50} of carboplatin for 24 h was calculated, IC_{25} was chosen as the appropriate dose. We set 6 groups as follows: the Control, US, USMB, CBP, CBP+US, CBP+USMB. The different survival rates were analyzed, and the appropriate ultrasound intensity was determined. An optical inverted microscope was used to observe the morphological changes of cells in each group. **Results** The IC_{50} and IC_{25} of carboplatin for 24 h were 65.7 $\mu\text{g/ml}$ and 50.0 $\mu\text{g/ml}$, respectively, the latter of which was used as the appropriate dose in the following experiment. No significant difference of the cell viabilities was found among CBP+USMB groups at the intensity from 0.2 W/cm^2 to 1.0 W/cm^2 ($P=0.691$). At the intensity of 0.6 W/cm^2 , there were no significant difference among the US, USMB and control groups ($P=0.142$). However, at the intensity of 0.6 W/cm^2 , 1.4 W/cm^2 , 2.2 W/cm^2 , the cell viabilities of CBP+US, CBP+USMB and the CBP groups were significantly different from each other (all $P<0.05$). The inhibitory effect was ranked as CB+USMB group>CBP+US group>CBP group>USMB

基金项目:国家自然科学基金项目(81371553)

作者单位:400037 重庆市,陆军军医大学第二附属医院超声科[李玥(在读研究生,原单位为中国人民解放军第二〇二医院特诊科)、龚思铭、何颖、刘政、高云华、卓忠雄];解放军 32170 部队卫生队(蒋帅);重庆市沙坪坝区人民医院超声科(杨希);解放军火箭军总医院超声科(王龚)

通讯作者:卓忠雄, Email: zzx64120@163.com

group>US group. Under the microscopy, cells were irregular in shape and adherence was poor in the treatment groups, of which the CBP+USMB group was the most significant one. **Conclusion** 50 $\mu\text{g/ml}$ carboplatin at ultrasound intensity of 0.6 W/cm^2 with microbubbles is the optimal combination for CBP+USMB therapy for A549 cell line in vitro. Ultrasound combined with microbubbles can assist carboplatin and inhibit the viability of A549 cells. This finding will become a promising strategy for cancer therapy.

KEY WORDS Ultrasound; Cavitation effects; Microbubbles; A549 cell; Carboplatin

卡铂虽为肺癌一线化疗药物,但其全身毒副作用和耐药性限制了其在临床中的应用。超声有增强药物递送和辅助化疗的作用,但以往研究^[1-2]发现,由于不同肿瘤细胞对超声的敏感性不同,药物递送增强的持续时间可不同,超声与微泡的作用有一定的随机性;且各研究中超声仪器、参数不同,实验结果无法互相比。因此,探讨安全有效的卡铂剂量和超声能量参数很有必要。本研究将超声联合微泡与卡铂应用于体外培养的人肺癌 A549 细胞,旨在探讨卡铂抑制 A549 细胞活性的适宜剂量和超声能量参数。

材料与方 法

一、仪器与试剂

1.试剂:胎牛血清(AusGeneX,澳大利亚),DMEM/F12 培养基(Procell,中国武汉),HyClone 青-链霉素和 HyClone 胰酶(GE Healthcare Life Sciences,美国),卡铂(贵研所药业,中国昆明)。声诺维微泡(Bracco Suisse SA,瑞士)配制于 5 ml 生理盐水中,含约(2~5) $\times 10^8$ 个微泡/ml。CCK-8 试剂盒(Solarbio,中国北京),医用超声耦合剂(安碧捷,中国重庆)。

2.仪器:Accusonic Plus-AP 170 超声治疗仪(Metron, 澳大利亚),探头型号 901150,面积 5 cm^2 ,中心频率 1 MHz 或 3 MHz,占空比 10%、20%、50%或 100%,脉冲重复频率 100 Hz。声强可调节范围 0~3 W/cm^2 ,辐照时间可调节。Thermo Varioskan Flash 酶标仪(Thermo Fisher Scientific,美国)。

二、实验方法

1.细胞培养与传代:A549 细胞系来自陆军军医大学第二附属医院中心实验室。细胞培养采用含 10%胎牛血清、1%青-链霉素的 DMEM/F12 培养基,于 37 $^{\circ}\text{C}$ 、5%二氧化碳孵箱中培养,待细胞贴壁生长融汇至 80%,用 0.25%含 EDTA 胰酶消化,进行 1:3 传代培养。所有实验均采用对数生长期细胞。

2.CCK-8 细胞毒性实验测定卡铂 24 h 半数抑制浓度(IC_{50}):96 孔板中每孔接种 8000 个 A549 细胞,在 100 μl 培养液中培养 24 h。设置含有细胞但无卡铂的孔为对照组,设置含有细胞且加入浓度为 25、50、75、

100、150、200、300 $\mu\text{g/ml}$ 卡铂的孔为实验组,设置无细胞、无药物但含有细胞培养液的孔作为空白组,每个浓度设置纵向 5 个复孔,培养 24 h。向每孔加入 10 μl CCK-8 溶液,继续孵育 1.5 h,用酶标仪测定 450 nm 处的吸光度值(A)。计算 24 h 各浓度卡铂对 A549 细胞抑制率($\%$)= $(A_{\text{对照组}}-A_{\text{实验组}})/(A_{\text{对照组}}-A_{\text{空白组}})\times 100\%$ 。为确保本实验 A549 细胞活性适中并可检测疗效,后续实验选择低于 IC_{50} 的 IC_{25} 。

3.CCK-8 法测定各组细胞存活率,筛选安全有效的超声参数:96 孔板中 A549 细胞接种密度与培养方法同上。根据不同治疗方法分为无处理组(对照组)和实验组[超声辐照组(US 组)、超声联合微泡组(USMB 组)、卡铂组(CBP 组)、卡铂+超声辐照组(CBP+US 组)、卡铂+超声联合微泡组(CBP+USMB 组)]。在各组超声探头覆盖的范围内设置 9 个复孔(3 \times 3),组间预留空白孔防止重复辐照。超声辐照方法:于 96 孔板下方 3 \times 3 复孔处涂耦合剂,将探头水平紧贴孔板进行辐照,每辐照 15 s 将紧贴孔板的探头水平顺时针旋转 90 $^{\circ}$,以避免探头不同区域输出能量的差异造成误差。超声参数设置:频率 1 MHz,占空比 10%,辐照时间 1 min。为筛选联合疗法中有效声强的最低值,CBP+USMB 组声强梯度设为 0.2 W/cm^2 、0.4 W/cm^2 、0.6 W/cm^2 、0.8 W/cm^2 、1.0 W/cm^2 、1.4 W/cm^2 、2.2 W/cm^2 ,其余各组声强梯度设为 0.6 W/cm^2 、1.4 W/cm^2 、2.2 W/cm^2 。处理完毕培养 24 h,向每孔加入 10 μl CCK-8 溶液,继续孵育 1.5 h,用酶标仪测定 450 nm 处的吸光度值(A),计算 A549 细胞存活率($\%$)= $(A_{\text{实验组}}-A_{\text{空白孔}})/(A_{\text{对照组}}-A_{\text{空白孔}})\times 100\%$ 。比较不同声强下 CBP+USMB 组细胞存活率、相同声强下 US、USMB 组与对照组细胞存活率,以及 CBP+US 组、CBP+USMB 组与 CBP 组的细胞存活率。

4.细胞形态学观察:按每孔 2 $\times 10^5$ /ml A549 细胞接种于 6 孔板,分组同上,CBP 组加入适宜剂量的卡铂,US 组和 USMB 组采用适宜声强、频率 1 MHz、占空比 10%超声辐照 1 min,USMB 组细胞与微泡数量比为 1:1。培养 24 h 后置于光学倒置显微镜观察各组细胞形态。

三、统计学处理

应用 SPSS 24.0 统计软件,计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,

相同超声能量参数下 US 组、USMB 组与对照组比较, 相同超声能量参数和卡铂剂量下 CBP+US 组、CBP+USMB 组与 CBP 组比较, 先采用单因素方差分析和方差齐性检验, 方差齐采用 LSD 法行两两比较; 方差不齐则采用多个独立样本的 K-WH 非参数检验。P<0.05 为差异有统计学意义。

结 果

一、卡铂适宜剂量

卡铂 24 h 的剂量效应曲线见图 1。IC₅₀ 值为 65.7 μg/ml, IC₂₅ 值约为 50.0 μg/ml, 即卡铂适宜剂量。

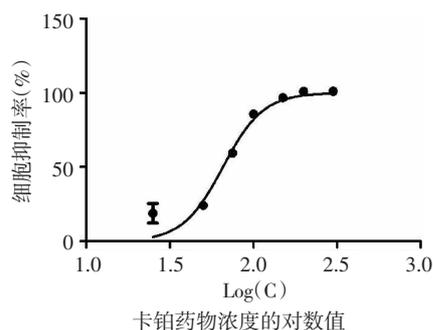


图 1 卡铂 24 h 剂量效应曲线图

二、筛选安全有效的超声参数

当卡铂采用适宜剂量 50 μg/ml 时, 不同声强 CBP+USMB(0.2、0.4、0.6、0.8、1.0 W/cm²) 细胞存活率分别为 (27.23±3.97)%、(25.73±2.18)%、(25.54±2.05)%、(27.40±2.87)% 和 (27.08±3.99)%, 差异无统计学意义 (P=0.691)。不同声强 (0.6、1.4、2.2 W/cm²) CBP+USMB 组细胞存活率比较差异有统计学意义 (P=0.012), 声强 0.6 W/cm² CBP+USMB 组细胞存活率与声强 1.4 W/cm² CBP+USMB 组比较差异无统计学意义 (P=0.063), 与声强 2.2 W/cm² CBP+USMB 组比较差异均有统计学意义 (P=0.003)。见表 1。

对照组细胞存活率为 (100±1.94)%, 将相同声强的 US 组、USMB 组与对照组比较, 当声强为 0.6 W/cm² 时, 三组间比较差异无统计学意义 (P=0.142); 当声强为 1.4 W/cm² 时, 三组间比较差异有统计学意义 (P<0.05); 当声强为 2.2 W/cm² 时, 三组间比较差异均有统计学意义 (均 P<0.05)。

CBP 组细胞存活率为 (75.80±1.39)%, 将相同声强的 CBP+US 组、CBP+USMB 组与 CBP 组比较, 当声强为 0.6、1.4、2.2 W/cm² 时, 三组间两两比较差异均有统计学意义 (均 P<0.05)。当卡铂剂量为 50.0 μg/ml 时, 各处理因素抑制 A549 细胞活性由强到弱依次为 CBP+USMB 组、CBP+US 组、CBP 组、USMB 组、US 组。

表 1 不同声强下各组 A549 细胞存活率比较 ($\bar{x}\pm s$) %

组别	0.6 W/cm ²	1.4 W/cm ²	2.2 W/cm ²
US 组	99.87±10.39	91.99±2.89	89.06±1.82
USMB 组	90.56±7.18	85.23±7.55	82.36±5.16
CBP+US 组	46.45±7.17	47.68±12.74	43.92±4.39
CBP+USMB 组	25.54±2.05	22.41±3.70	20.20±2.88*

与声强 0.6 W/cm² CBP+USMB 组比较, *P<0.05。

三、形态学观察

培养 24 h 后, 对照组细胞大小均一, 形态呈三角形、多边形, 贴壁良好, 连接紧密; 实验组细胞形态不规则, 固缩呈圆形, 贴壁性降低, 以 CBP+USMB 组为著。见图 2。

讨 论

本实验为确保细胞活性适中且疗效可检测, 卡铂选择低于 IC₅₀ 的 IC₂₅, 即 50.0 μg/ml 作为适宜剂量, 同时建立了稳态空化联合卡铂化疗体外人肺癌 A549 细胞模型, 联合疗法的 CBP+USMB 组和 CBP+US 组抑制 A549 细胞活性的作用均优于单纯 CBP 组, 其原因主要为超声的生物效应: 化疗药物经血管-间质-跨膜通路杀伤肿瘤实质细胞。超声的生物效应一方面可以干预肿瘤微环境的天然屏障以增加化疗药物递送, 另一方面可以诱导肿瘤细胞凋亡。

Eggen 等^[3]建立小鼠前列腺肿瘤模型, 超声暴露组中的脂质体在整个肿瘤体积中更为分散, 随着频率从 0.3 MHz 增加到 1.0 MHz, 渗透距离增大, 说明声辐射力增强了药物递送。低声压下, 微泡以对称的线性方式振荡于细胞附近时产生剪切力, 有助于细胞膜上声孔形成^[4]。Hu 等^[5]通过使用 1:1 的细胞与微泡数量比来显示细胞膜的局部穿孔。较高声压下, 微泡的振荡幅度在低压期可以快速增长, 直到崩溃碎裂成许多较小的微泡, 其产生的冲击波导致细胞膜破裂^[4,6]。超声对肿瘤细胞的生物学效应与超声参数密切相关, 声压、辐照时间、机械指数、微泡浓度均为药物递送的正相关参数, 也是细胞活力的负相关参数^[2]。Xu 等^[7]研究显示各参数与细胞凋亡的相关性由高到低依次为超声强度、辐照时间、微泡与细胞悬液的体积比, 确定了低频、低强度和短时间暴露于微泡的超声能促进 DU145 细胞的凋亡和抑制细胞活力。林艳端等^[1]研究证明低频、低功率超声联合声诺维微泡造影剂能够明显诱导人前列腺癌 DU145 和 PC3 细胞的早期凋亡。Shi 等^[8]使用中心频率 1 MHz, 占空比 25%, 重复频率 100 Hz, 辐照时间 60 s 治疗 SMMC-7721 细胞, 结果显示声强>0.5 W/cm²

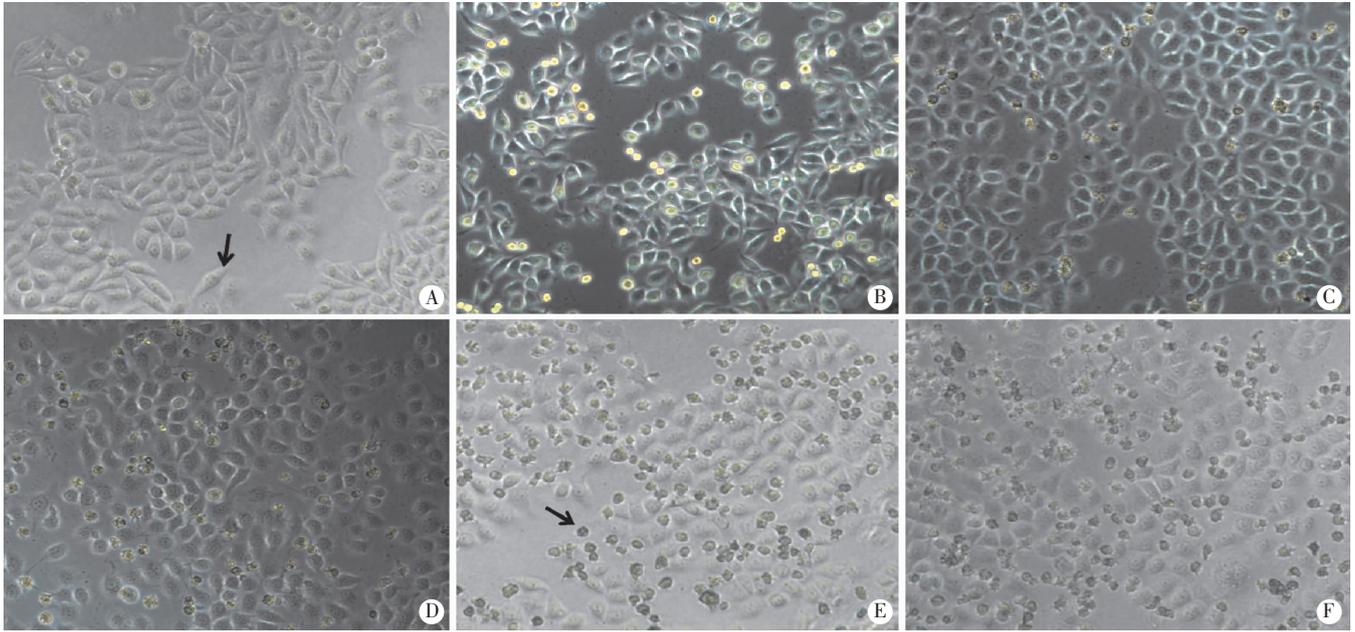


图 2 各组光学倒置显微镜下 A549 细胞形态图($\times 200$)
A: 对照组(箭头示 A549 细胞形态正常、贴壁良好); B: US 组; C: USMB 组; D: CBP 组; E: CBP+US 组(箭头示 A549 细胞固缩呈圆形、贴壁性降低); F: CBP+USMB 组。

图 2 各组光学倒置显微镜下 A549 细胞形态图($\times 200$)

的超声辐照可诱导细胞凋亡。Zhong 等^[9]使用 1:1 的细胞与微泡数量比, 1 MHz 频率, 0.45 MPa 峰值负压, 1 kHz 脉冲重复频率的超声辐照 HL-60 细胞 60 s, 证明声孔效应可能诱导细胞凋亡。参考上述研究结果, 本实验采用 1:1 的细胞与微泡数量比, 设置声强梯度为 0.2~2.2 W/cm², 其中声强 0.6 W/cm² 的峰值负压约为 0.35 MPa。

本实验结果显示, 不同声强(0.2~1.0 W/cm²)CBP+USMB 组 A549 细胞存活率比较差异无统计学意义($P=0.691$), 可能是由于超声能量偏低^[9], 组间能量梯度小, 微泡振荡幅度及其产生的剪切力、声孔效应和抑制细胞活力的作用差异性不显著, 而声强增大至 2.2 W/cm² 时, 与声强 0.6 W/cm² 比较差异有统计学意义($P<0.05$)。声强为 0.6 W/cm² 时, US 组、USMB 组与对照组 A549 细胞存活率比较差异无统计学意义, 说明单独声强 0.6 W/cm² 的超声辐照 1 min 不会明显抑制 A549 细胞活性, 为安全参数。声强为 0.6 W/cm² 时, CBP+US 组、CBP+USMB 组与 CBP 组两两比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$), 说明声强 0.6 W/cm² 的超声辐照、超声联合微泡可以辅助卡铂抑制 A549 细胞活性, 为有效参数。因此, 为确保超声辐照对细胞产生稳态空化作用, 避免不可控的惯性空化造成的细胞死亡, 后续实验选择 0.6 W/cm² 作为安全有效的超声辐照参数。本实验结果显示各处理因素抑制 A549 细胞活性由强到弱依次为 CBP+USMB 组、CBP+US 组、CBP 组、

USMB 组、US 组。CBP+USMB 组抑制细胞活性的作用强于 CBP+US 组的原因可能为微泡作为空化核降低了低声压下的稳态空化的阈值, 产生声孔效应^[2-3], 使卡铂药物递送增加, 诱导 A549 细胞凋亡。

综上所述, 卡铂 50.0 $\mu\text{g/ml}$ 、声强 0.6 W/cm² 为 24 h 联合疗法的适宜剂量和超声能量参数; 超声联合微泡可以与卡铂协同抑制 A549 细胞活性, 有望成为肿瘤联合疗法的新策略, 可为进一步探讨联合疗法的机制建立理论基础。

参考文献

- [1] 林艳端, 申锴, 白文坤, 等. 低频低功率超声联合微泡对 DU145 细胞及 PC3 细胞早期凋亡的影响[J]. 临床超声医学杂志, 2014, 16(1): 1-4.
- [2] Yu H, Xu L. Cell experimental studies on sonoporation: state of the art and remaining problems[J]. J Control Release, 2014, 28(1): 151-160.
- [3] Eggen S, Afadzi M, Nilssen EA, et al. Ultrasound improves the uptake and distribution of liposomal doxorubicin in prostate cancer xenografts[J]. Ultrasound Med Biol, 2013, 39(7): 1255-1266.
- [4] Delalande A, Kotopoulos S, Postema M, et al. Sonoporation: mechanistic insights and ongoing challenges for gene transfer[J]. Gene, 2013, 525(2): 191-199.
- [5] Hu Y, Wan JM, Yu AC. Membrane perforation and recovery dynamics in microbubble-mediated sonoporation[J]. Ultrasound Med Biol, 2013, 39(12): 2393-2405.
- [6] Lentacker I, De Cock I, Deckers R, et al. Understanding ultrasound induced sonoporation: definitions and underlying mechanisms[J]. Adv Drug Deliv Rev, 2014, 72(1): 49-64.
- [7] Xu WP, Shen E, Bai WK, et al. Enhanced antitumor effects of low-

frequency ultrasound and microbubbles in combination with simvastatin by downregulating caveolin-1 in prostatic DU145 cells [J]. *Oncol Lett*, 2014, 7(6):2142-2148.

[8] Shi M, Liu B, Liu G, et al. Low intensity-pulsed ultrasound induced apoptosis of human hepatocellular carcinoma cells in vitro [J].

Ultrasonics, 2016, 64(1):43-53.

[9] Zhong W, Chen X, Jiang P, et al. Induction of endoplasmic reticulum stress by sonoporation: linkage to mitochondria-mediated apoptosis initiation [J]. *Ultrasound Med Biol*, 2013, 39(12):2382-2392.

(收稿日期:2018-05-02)

· 病例报道 ·

Ultrasonic manifestations of sternocleidomastoid proliferative myositis: a case report

胸锁乳突肌增生性肌炎超声表现 1 例

陈顺结 马忠武

[中图分类号] R445.1

[文献标识码] B

患者男, 69 岁, 自诉 9 d 前于右颈部触及一黄豆大小包块, 稍触痛, 无发热、寒战、头晕、头痛等症状。近日肿块逐渐增大, 约鸡蛋大小, 触痛较前加重, 皮肤表面未见明显红肿、破溃。体格检查: 一般情况可, 右颈部 IV 区触及一肿块, 大小 35 mm×20 mm, 质韧, 边界尚清, 稍压痛, 活动可, 心肺腹均未见明显异常。实验室检查: 血红蛋白 381.12 ng/ml, CA50、CA724、CA242、甲胎蛋白、癌胚抗原、CA199、细胞角蛋白 19 片段、鳞癌抗原均未见明显异常; 血常规、丙氨酸氨基转移酶、天门冬氨酸转移酶、总胆红素、总蛋白、葡萄糖等检查均未见明显异常。超声检查: 右颈下部胸锁乳突肌区

探及一低回声区, 大小 34 mm×12 mm, 边界欠清, 未见明显包膜, 纵切面呈梭形, 内部回声欠均匀, 内见较多低回声条状间隔相互交错; CDFI 可探及稀疏点状血流信号(图 1), 横切面示其呈增粗的肌肉断面伴低回声, 呈“龟背状”改变(图 2)。超声提示: 右胸锁乳突肌实质非均质性占位性病变。CT 检查: 右侧胸锁乳突肌内见椭圆形稍低密度影, 边缘光整, CT 值约 26 Hu(图 3)。CT 提示: 右侧胸锁乳突肌良性病变。术中见: 肿块位于颈阔肌深面胸锁乳突肌下段肌肉内, 直径约 25 mm, 质韧, 与周边肌肉粘连明显, 表面光滑, 边界不清。病理结果: (胸锁乳突肌)增生性肌炎(图 4)。



图 1 梭形包块内见低回声间隔(箭头示), CDFI 于其内可探及稀疏点状血流信号

图 2 肌肉面明显增粗伴低回声, 呈“龟背状”改变(箭头示)

图 3 右侧胸锁乳突肌内见椭圆形稍低密度影(箭头示), 边缘光整

图 4 胸锁乳突肌增生性肌炎病理图(HE 染色, ×100)

讨论: 增生性肌炎是横纹肌组织纤维间隔和筋膜的一种成纤维细胞增生性病变, 临床少见, 病变主要累及肌肉间质, 不累及肌束和肌纤维, 肌束被增厚的间质分隔。该病患者发病年龄多为 45 岁以上, 主要发生于躯干和肩胛带的扁平肌, 特别是胸大肌、背阔肌和前锯肌, 多无明显诱因, 以肿块就诊, 生长迅速, 可伴疼痛或触痛。本例患者肿块位于右侧胸锁乳突肌内较少见。增生性肌炎具有自限性, 无需手术治疗, 因此明确诊断尤为重要。临床需与以下疾病鉴别诊断: ①脓性肌炎, 该病变临床红、肿、热、痛症状明显, 脓肿形成时, 低回声肿块中心部可见无回声, CDFI 可探及周边较多血流信号; ②隆起性皮肤纤维肉瘤, 该

病变源于真皮层, 具有局部侵袭生长潜力, 生长缓慢, 肿物表面皮肤为红色, 超声表现为皮肤层内低回声结节, 边界欠清晰, CDFI 于瘤体内可探及丰富血流信号; ③骨化性肌炎, 该病变多伴外伤史, 病程较长, 声像图早期肌肉内肿块回声不均匀, 中期肿块周边开始出现带状或环状薄层钙化强回声, 成熟期肿块完全钙化或骨化, 呈多层强回声, 伴明显声影。临床超声检查时如发现软组织肿块, 生长速度快, 体积逐渐增大, 结合“龟背状”增粗的肌肉断面回声, 在排除其他病变后, 应考虑增生性肌炎的可能, 以避免不必要的手术切除。

(收稿日期:2017-11-10)