

·综述 General review·

肝动脉化疗栓塞治疗中碘油用量的现状与研究进展

杨永波, 程红岩

【摘要】 肝动脉化疗栓塞治疗已成为不可切除性肝癌的重要治疗方法,而到目前为止,碘化油的应用剂量尚无客观标准,多依靠术者的经验而定。本文分析了常规 TACE 与超常规剂量 TACE 的优劣,并对碘油剂量术前量化的可行性展开综述。

【关键词】 肝癌;肝动脉化疗栓塞;碘油剂量

中图分类号:R735.7 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2012)-04-0348-05

The volume of Lipiodol used in TACE: its current situation and research progress YANG Yong-bo, CHENG Hong-yan. Department of Radiology, Eastern Hepatobiliary Surgery Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200438, China

Corresponding author: CHENG Hong-yan, E-mail: chengys9304@yahoo.com.cn

【Abstract】 Transarterial chemoembolization has already been accepted as an important treatment for unresectable hepatocellular carcinomas. Until now, there is no objective standard for the volume of Lipiodol which can be effectively and safely used in TACE. Clinically, the amount of Lipiodol used in interventional procedure is always decided by the operator's experience. This paper aims to discuss the advantages and disadvantages of using routine dose or super-routine dose of Lipiodol in TACE, and to make a review about the feasibility of preoperative quantization of Lipiodol dose. (J Intervent Radiol, 2012, 21: 348-352)

【Key words】 hepatocellular carcinoma; transarterial chemoembolization; Lipiodol volume

肝癌在我国好发,发现时患者多已失去了手术治疗的机会,肝动脉化疗栓塞术(transarterial chemoembolization, TACE)已被公认为是不能手术切除的中晚期肝癌的重要治疗方法,其标准方法为碘油栓塞化疗(Lipiodol-TACE, Lp-TACE)^[1]。

1 碘油是影响 TACE 疗效的重要因素

肝癌主要由肝动脉供血,经肝动脉注入的碘油,可选择性地停滞在肝癌的肝窦、组织间隙和细小血管内,使癌细胞失去血液供应而缺血坏死;缺血而产生的氧自由基对肝肿瘤细胞也有杀灭作用^[2];混合在碘油中的化疗药物在肿瘤中缓慢释放,可发挥较持久的局部化疗作用。而正常肝组织主要由肝动脉和门静脉供血,并对碘油有清除作用,故影响较小。

近年来, Lp-TACE 已经收到较好的治疗效果,可有效延长肝癌患者的总生存期^[3],但对大部分患者仍无法控制病变的生长及肿瘤的转移,具有较高的复发率和较低的长期生存率。治疗后肿瘤易发生中央坏死。而由于栓塞不完全、肿瘤细胞的耐药以及肿瘤侧支血供的重新建立等原因^[4],瘤周易残存癌细胞,并具有或产生更强的增殖和侵袭能力^[5],如有的病例 TACE 后短期内出现多处或弥漫性播散灶,有的出现肺内多发转移灶等。由此可见,肿瘤组织完全栓塞、碘油在肝癌中沉积良好是 TACE 获得较好疗效的主要因素,碘油用量直接影响临床疗效^[6]:剂量过小则栓塞不完全,导致肿瘤病灶残留、侧支动脉的开放和门静脉供血的明显增加^[7],疗效不佳;提高碘油用量,有利于使瘤体得到较完全栓塞的效果,但剂量过大会加重肝功能损害,影响患者的生活质量及长期生存率^[8]。

2 碘油的应用现状

尽管 Lp-TACE 在世界范围内都已得到相当广

泛的应用,但到目前为止,碘油用量较混乱,缺乏客观标准,多以术者的经验而定。2001 年由中华医学会发布的《肝癌介入治疗规范化条例(草案)》^[9]中要求碘油的用量和分配应根据肿瘤的大小、血供情况、肿瘤供血动脉的多寡灵活掌握。术中仔细观察碘油流向和聚集情况,碘油如有反流和血管持续铸型,应停止注射。在 2009 年新发布的《原发性肝癌规范化诊治专家共识》^[10]中仍无明确规定。查阅近期国外文献也未见指导性的标准。各地区介入组为了规范化治疗,纷纷提出自己的推荐标准,如在《2011 年上海市常见恶性肿瘤介入治疗指南》^[11]中提出,在条件允许情况下,碘油剂量应充足,但一次剂量不宜超过 30 ml。

2.1 常规剂量

以往多根据肿瘤的大小来决定碘油的用量,即参考肿瘤最大径与碘油用量的比值。Nakao 等^[12]认为当碘油用量与肿瘤的横径之比 ≤ 1.5 , 疗效较好。Matsuo 等^[13]研究认为,当肿瘤直径 ≤ 5 cm 时,碘油剂量应 ≥ 5 ml;而当肿瘤 > 5 cm 时,碘油最大剂量为 10 ml。有日本学者认为以每平方厘米肿瘤最大截面积用碘化油 0.25 mg 计算碘化油用量,几乎可使肿瘤发生完全坏死^[14]。国内大都主张用 10 ~ 30 ml,有作者提出肿瘤最大直径 ≥ 5 cm 时碘化油用量公式^[15]:碘化油用量(ml):肿瘤最大直径(cm)=1:1。

以上作者的观点多基于小肝癌或直径小于 10 cm 的肝癌的研究所得。我国肝癌多为巨块型,临床工作中发现,常规碘油用量常不能将肿瘤完整充填,疗效较差。董永华等^[16]采用常规 TAE 治疗肝癌 1、2、3 年生存率分别为 54.6%、35.2%和 22.6%。这与动脉栓塞不全后门脉供血增加、大量化疗药直接进入血液循环引起全身的不良反应、非高度选择性栓塞引起非癌肝的氧气供应减少而损害肝功能^[17]、细小的子灶滋养动脉继续存在等密切相关。碘油与最大截面直径的比值只能作为相对参考值。因为如果肿瘤坏死区较大,碘油一般不进入坏死区域内,用量可能会少于预定量。反之,如果无坏死区,肿瘤血管相当丰富,碘化油用量可能会大于预定量。

2.2 超常规剂量

超常规剂量是相对于常规剂量而言的。常规应用碘油栓塞肝动脉治疗肝癌的碘油用量一般为肿瘤的直径(cm)与碘油的用量(ml)比为 1:1,最多不超过 1:1.5 或将肿瘤血管完全充满产生反流为止;而超常规剂量则远大于此,更重要以观察碘化油灌注栓塞肿瘤较完全并有碘化油反流入靶血管内为

用量指标^[18]。

肝癌以动脉供血为主,门静脉是肝癌的主要引流血管。而动脉血供被阻断后,门脉血供明显增多,对肿瘤细胞残存和继续发展及肝内转移起着重要作用^[19];肝癌的子瘤和播散灶也大多以门静脉供血为主。可见,TACE 中对门静脉的栓塞也非常重要。肝动脉与门脉通过直接连通、胆管周围动脉丛、肝窦水平、门脉滋养动脉 4 个途径相交通,通常情况下并不开放^[20]。显微病理观察发现,随着碘油用量增加,从肝动脉分流到门脉分支的碘油逐渐增多。已证实门脉显影率与注射的碘油量有关^[21]:在注入不足 10 ml 碘油时门脉显影率为 29%,10 ~ 20 ml 时为 67%,20 ml 以上时为 86%。可以设想,当肝动脉内栓塞剂灌注达一定量时,交通支开放,使碘油通过交通支进入肿瘤周围门静脉微小分支;肝癌的引流血管(主要为门静脉小分支)明显较供血血管小,因此适当大小的栓塞剂可能会通过供血动脉而不能通过引流血管,从而达到动-门脉双重栓塞的目的。

基于这一原理,近年来已有多名学者提倡应用超常规剂量碘油栓塞技术治疗大肝癌。《肝癌综合性介入治疗规范化方案(草案)》^[22]中提出依据肿瘤区碘油沉积是否浓密、瘤周是否已出现少许门静脉小分支影为界限,通常为 10 ~ 20 ml,一般不超过 30 ml。程红岩等^[23]报道长径 12 cm 以下的肿瘤,灌注碘化油量为 20 ~ 30 ml;13 cm 以上的肿瘤可达 25 ~ 60 ml;超选后以碘油灌满肿瘤并有反流时为限并停止碘油的灌注。李辛等^[24]对基础条件较好的患者碘油用量通常在 20 ml 以上,最长达 40 ml。如碘油全部进入肿瘤,20 ~ 40 ml 的用量患者通常能够耐受^[25]。对照研究发现,应用超常规剂量碘油超选择 TAE 治疗原发性肝癌效果明显好于碘油常规计量 TAE^[26]。

然而,并非所有病例都适合采用碘油最大剂量法。随着碘化油剂量的增加,TAE 术后的不良反应随之增加^[27]。除考虑肿瘤的直径及肿瘤染色外,碘油的剂量还应受多种因素影响^[24],如肝功能及血象情况、有无门静脉癌栓、动门脉瘘及门静脉高压、插管位置、患者年龄以及其对疼痛的耐受性等。超常规剂量碘油栓塞容易造成肝功能损害,严重者导致肝功能衰竭^[25]。如果是富血供型肿瘤,肝功能 Child A 级,碘化油的剂量可用到 20 ~ 40 ml^[28]。对于 Child B/C 级者,切不可只求疗效,一定要严格控制碘油用量,不应超过 20 ml^[29]。肖金成等^[30]对于合

并有黄疸的肝癌患者采用小剂量化疗栓塞,连续 3~4 疗程,可显著降低介入治疗的肝损害,并使肝脏肿瘤得到有效控制。对于肿瘤区有明显的动静脉、门静脉分流及门静脉癌栓者,如果用大剂量碘油栓塞会引起碘药经门静脉或肝静脉流失,可引起异位栓塞导致急性肝功能衰竭或呼吸衰竭^[2]。

3 根据肿瘤血供指导碘油使用剂量

碘油的初期聚积量与肿瘤的血供相关而与肿瘤的组织类型并无相关,肿瘤的血供丰富程度决定了碘油在肿瘤组织聚积的多少^[31]。肿瘤血管越丰富,碘化油沉积量越多,相反则碘化油聚积越少,乏血供的肝癌无或少有碘化油沉积^[32]。肿瘤内不同部分的肝动脉期强化的程度及血供情况与其碘油聚积量也有一定关系^[33]:肿瘤明显强化区碘油聚积量一般多且致密;肿瘤轻度强化区碘油聚积量一般较少(也有少部分病例碘油聚积量较丰富);肿瘤无强化区,多呈无碘油聚积缺损区。由此可见,虽然碘剂量的确定受多种因素的影响,但肿瘤血供情况是重要的决定因素之一^[34]。

3.1 DSA 指导

DSA 可以直接评估肿瘤的动脉血供。一般根据 DSA 显示肿瘤组织供血血管是否增粗、血流的速度、供血血管分支及新生血管的多少,有无肝动脉-肝静脉瘘和(或)肝动脉-门静脉瘘,以及肿瘤染色的深浅将肿瘤血供分型^[35]。DSA 表现为富血供,碘化油沉积好,TACE 疗效好,反之亦然。但有部分病例 DSA 中肿瘤血管并无明显增粗和增多,但治疗前 CT 显示明显的强化,且灌注碘油后积聚良好^[36],可能是由于 DSA 上微小动脉未能很好地显示。

虽然 TACE 的碘油剂量可以在术中灵活掌握,但是 DSA 是有创的检查技术,行 DSA 时 TACE 的手术已经开始,特别是对于以下情况,需要在术前制订一个较为准确的碘油指导剂量:①术前未深入了解患者的肝功能情况或是患者的长期治疗方案,剂量过大会加重肝功能损害,过小则疗效不佳。②有时候碘油灌注较快,DSA 显示有碘油反流,但减慢灌注速度或停止灌注片刻,仍可灌入碘油。③部分病例 DSA 示肿瘤血管并无明显增粗和增多,无法判断是乏血供还是微小动脉显示不清。因此探讨 TACE 术前简单、快捷、无创地评价原发性肝癌动脉血供检查方法,对 TACE 有非常重要的意义。

3.2 CT 指导

起初 Swenson 等^[37]通过测量 107 例孤立性肺部

占位的强化峰值发现,恶性肿瘤的强化明显高于良性肿瘤的强化,进一步研究发现,强化程度与血管增生的微血管密度(microvessel density, MVD)相关。目前多认为肿瘤强化的生理学基础和肿瘤新生血管的病理生理学基础是相近的^[38]:肿瘤血管的增生使肿瘤组织内的毛细血管数量增加,加大了血液与组织液的交换面积;新生血管增加了细胞外间隙的容量、灌注和毛细血管的渗透性,从而导致了对比剂在肿瘤组织的分布增加,强化明显增强。

Katyal 等^[36]利用 CT 研究肝癌的血供及其与碘油栓塞后碘油分布与滞留的关系,发现动脉期扫描能反映血供的丰富程度,对判断 TACE 疗效及制订治疗方案有重要意义。

目前已有多名学者对 CT 的强化提出了分型标准:Guan 等^[39]根据动脉期及门静脉期、延迟期病灶强化程度不同分为 4 型:肝动脉供血为主型、门静脉供血为主型、混合型、乏血供型。肝动脉供血型可作肝动脉栓塞可使肿瘤实质坏死;门静脉供血型须行门静脉栓塞;双重血供型需作肝动脉及门静脉双重栓塞才能更好的阻断肿瘤血供;而乏血供型则不宜栓塞治疗,可行手术或射频治疗。借助计算机软件可对肿瘤的 CT 图像进行血供分型,程红岩等^[34]采用 Rad Works, 5.1[™] 版本图像分析软件,根据其强化程度,将肝癌分为 4 型:富血供型、乏血供型、混合型、动-静脉瘘型。多血供者,碘油剂量为肿瘤最大径的 2~3 倍;中等血供者,碘油剂量为肿瘤最大径的 1~1.5 倍;少血供者以最大径相近或一半,并根据实际情况灌注,以完全充满为止;混合性血供者主要根据多血供区域的大小而定。术前制订碘油剂量与实际灌注剂量的符合率达 82%,且与未进行剂量指导的对照组差别有明显统计学意义($\chi^2 = 21.868, P < 0.01$)。

徐大伟等^[40]以动脉期肿瘤的强化面积占肿瘤最大截面积的百分比进行强化分型,4 种 CT 分型肿瘤经 TACE 治疗后,强化面积比例与碘化油沉积率呈显著正相关($r = 0.704, P < 0.01$)。

由此可见,从 CT 动脉期肿瘤内强化血管及血供情况,可以初步预测其介入栓塞后碘油分布的大概形态及肿瘤内碘油聚积量多少情况^[33]。将 CT 扫描的结果结合瘤体的大小,调整碘化油的用量,与仅凭瘤体大小估计出来的碘化油剂量进行比较,此法的治疗效果明显优于前者^[41]。然而,Ohishi 等^[42]和 Cheng 等^[41]都曾报道过数例肿瘤在 CT 上无典型的团状、放射状等的强化表现,肿瘤在三期扫描中始

终呈低密度而误诊为少血供,但 DSA 显示丰富的血管,并碘油完全充填。因此,也有学者认为 MVD 与肝癌血供分型没有明确的正相关关系^[43]:因为肝癌的血供不仅与 MVD 有关,还与肿瘤新生血管直径、肿瘤新生血管梁索直径比和肿瘤新生血管分型有关,是多种因素共同作用的结果。

3.3 MRI 指导

严福华等^[44]报道 5 例做 TACE 的 SHCC,CT 强化不明显而 MR 动脉期增强。而术前 DSA 显示其血供丰富,与 MR 增强所见一致。因此,MR 可能比 CT 有更好的指导作用。

动态强化 MR 灌注成像方法在常规动态增强检查的基础上结合快速扫描技术 EPI 等而建立起来的动态 MRI 技术,可以对肿瘤 MVD 进行分析。当对比剂首过期间,主要存在于血管内,血管外极少,血管内外梯度最大,信号的变化受扩散因素的影响很小,评价此时信号强度改变的最大速率,可以反映肿瘤的血流灌注率,准确提供比传统图像准确的肿瘤血供信息。Ma 等^[45]研究发现,肿瘤最高灌注区的 MVD 与该区域时间-信号强度曲线的最大线性斜率有显著相关性:在肿瘤生长迅速的区域,主要为肿瘤的周边区域,血管分布较丰富,血管灌注率也较高;而在肿瘤生长缓慢的区域,主要为中心区域,血流灌注率降低。磁共振水分子扩散加权成像(Diffusion Weighted Imaging,DWI)是目前唯一能检测活体组织内水分子扩散运动的无创性影像技术。当 b 值过小时,水分子扩散的比率就越小,受血流灌注的影响就越大。袁正等^[46]认为选择扩散梯度系数 $b = 500 \text{ s/mm}^2$ 的 ADC 值在一定程度上可以反映肿瘤的血供。目前尚无类似研究。

综上所述,碘油的剂量对 TACE 的疗效有着重要影响,可以在术前充分利用影像手段对碘油剂量进行指导,力求使 TACE 治疗更加规范化,从而有望其疗效得以进一步提高。

【参考文献】

- [1] Pelletier G, Ducreux M, Gay F, et al. Treatment of unresectable hepatocellular carcinoma with transarterial chemoembolization: a double randomized trial. Groupe CHC[J]. J Hepatol, 1998, 29: 129 - 132.
- [2] 李红,赵云,张在沛,等. 肝癌肝动脉化疗栓塞术疗效与碘油用量的关系[J]. 中华肝脏病杂志, 2000, 8: 211.
- [3] 陈光. 肝细胞癌的治疗: 一个医疗中心经验[J]. 国外医学-临床放射学分册, 2004, 27: 56.
- [4] Kim R, Tanabe K, Uchida Y, et al. Current status of the molecular mechanisms of anticancer drug induced apoptosis [J]. Cancer Chemoth Pharm, 2002, 50: 343 - 352.
- [5] Seong J, Chul PH, Hyub HK, et al. Local radiotherapy for unresectable hepatocellular carcinoma patients who failed with transcatheter arterial chemoembolization [J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2000, 47: 1331 - 1335.
- [6] Dumortier J, Chapuis F, Borson O, et al. Unresectable hepatocellular carcinoma: survival and prognostic factors after lipiodol chemoembolisation in 89 patients [J]. Dig Liver Dis, 2006, 38: 125 - 133.
- [7] 罗鹏飞,陈晓明. 肝癌介入治疗中的完全性充填法[J]. 中华放射学杂志, 1996: 6.
- [8] Caturelli E, Siena DA, Fusilli S, et al. Transcatheter arterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma in patients with cirrhosis: evaluation of damage to nontumorous liver tissue-long-term prospective study[J]. Radiology, 2000, 215: 123 - 128.
- [9] 中华医学会中华放射学杂志编委会介入放射学组. 肝癌介入治疗规范化条例(草案)[J]. 中华放射学杂志, 2001, 35: 887 - 891.
- [10] 中国抗癌协会肝癌专业委员会,中国抗癌协会临床肿瘤学协作委员会. 中华医学会肝病学会肝癌学组. 原发性肝癌规范化诊治专家共识[J]. 临床肿瘤学杂志, 2009, 14: 259 - 269.
- [11] 上海市疾病预防控制中心肿瘤介入治疗专业委员会. 上海市介入治疗质量控制中心, 上海市医学会放射学会介入放射学组,上海市常见恶性肿瘤介入治疗指南[M],上海: 上海疾病预防控制中心, 2011.
- [12] Nakao N, Uchida H, Kamino K, et al. Determination of the optimum dose level of lipiodol in transcatheter arterial embolization of primary hepatocellular carcinoma based on retrospective multivariate analysis [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 1994, 17: 76 - 80.
- [13] Matsuo N, Uchida H, Sakaguchi H, et al. Optimal lipiodol volume in transcatheter arterial chemoembolotherapy for hepatocellular carcinoma: study based on lipiodol accumulation patterns and histopathologic findings[J]. Semin Oncol, 1997, 24: S6 - S61.
- [14] 諏访各宏,佐藤守男,滨地顺子. 肝细胞癌门脉肿瘤(门本,一次分枝闭塞例)にニ対す为 Smanes-Lipiodol 动脉内注入疗法の检讨[J]. 肝脏, 1989, 30: 898 - 900.
- [15] 肖承江,郑丽吟,蒋晓红. 肝动脉栓塞化疗对肝损害的观察(附 100 例分析)[J]. 中华放射学杂志, 1997, 31: 54 - 56.
- [16] 董永华,林贵,郭振华,等. 肝癌介入治疗后患者预后因素的 Cox 回归型分析[J]. 中华放射学杂志, 1996: 833.
- [17] 郭顺林,张令. 肝动脉栓塞后肝功能改变及病理基础[J]. 实用放射学杂志, 1997: 6 - 9.
- [18] 高伟明,孙东立,袁明远. 碘化油用量与原发性肝癌介入治疗疗效关系研究[J]. 现代诊断与治疗, 2006, 17: 346 - 347.
- [19] Risse JH, Menzle C, Grunwald F, et al. Therapy of hepatocellular Cancer with Iodized oil[J]. Rom J Gastroenterol, 2004, 13: 119 - 124.
- [20] Kan Z, Ivancev K, Lunderquist A, et al. In vivo microscopy of

- hepatic tumors in animal models: a dynamic investigation of blood supply to hepatic metastases[J]. *Radiology*, 1993, 187: 621 - 626.
- [21] Nakamura H, Hashimoto T, Oi H, et al. Iodized oil in portal vein after artery embolization[J]. *Radiology*, 1988, 167: 415 - 417.
- [22] 王建华, 周康荣. 肝癌综合性介入治疗规范化方案(草案)[J]. *临床放射学杂志*, 2002, 21: 497 - 500.
- [23] 程红岩, 陈 栋, 徐爱民, 等. 大剂量碘油治疗大肝癌的初步体会[J]. *介入放射学杂志*, 2002, 11: 24 - 26.
- [24] 李 辛, 刘海泉, 郭 旻. 肝癌介入治疗的一些体会[J]. *中国肿瘤*, 2001, 10: 533 - 535.
- [25] 陈敏山, 李锦清, 张亚奇, 等. 大剂量碘油肝动脉栓塞化疗治疗巨块型肝癌[J]. *中华肿瘤杂志*, 2001, 23: 165 - 167.
- [26] 刘福全, 岳振东, 徐建国, 等. 不同剂量碘油肝动脉栓塞术治疗原发性肝癌[J]. *中国肿瘤临床与康复*, 2001, 8: 85 - 87.
- [27] 何志明, 谢晓东, 吴 戈. TAE 副反应与碘化油剂量的关系及临床分析[J]. *川北医学院学报*, 2003, 18: 60 - 61.
- [28] Chen MS, Li JQ, Zhang YQ, et al. High-dose iodized oil transcatheter arterial chemoembolization for patients with large hepatocellular carcinoma[J]. *World J Gastroenterol*, 2002, 8: 74 - 78.
- [29] Hwang JI, Chow WK, Hung SW, et al. Development of a safety index of transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma to prevent acute liver damage [J]. *Anticancer Res*, 2005, 25: 2551 - 2554.
- [30] 肖金成, 张宏凯, 张建伟. 连续小剂量 TACE 治疗肝细胞黄疽性肝癌[J]. *医药论坛杂志*, 2006, 27: 107 - 107.
- [31] Nakakuma K, Tashiro S, Hiraoka T, et al. Hepatocellular carcinoma and metastatic Cancer detected by iodized oil [J]. *Radiology*, 1985, 154: 15 - 17.
- [32] Dumortier J, Chapuis F, Borson O, et al. Unresectable hepatocellular carcinoma: survival and prognostic factors after lipiodol chemoembolisation in 89 patients[J]. *Dig Liver Dis*, 2006, 38: 125 - 133.
- [33] 谭理连, 李扬彬, 韩铭钧, 等. 螺旋 CT 肝动脉期肝癌强化形态及血供与介入栓塞治疗后碘油聚集形态及量的关系[J]. *影像诊断与介入放射学*, 2005, 14: 234 - 237.
- [34] 程红岩, 徐爱民, 陈 栋, 等. 根据大肝癌血供特点决定 TACE 时碘油剂量的可行性研究[J]. *介入放射学杂志*, 2003, 12: 357 - 361.
- [35] 史 跃, 李 玺, 董生良, 等. 肝细胞癌血供类型及其治疗意义[J]. *山东医药*, 2007, 47: 17 - 19.
- [36] Katyal S, Oliver JH, Peterson MS, et al. Prognostic significance of arterial phase CT for prediction of response to transcatheter arterial chemoembolization in unresectable hepatocellular carcinoma: a retrospective analysis[J]. *Am J Roentgenol*, 2000, 175: 1665 - 1672.
- [37] Swensen SJ, Brown LR, Colby TV, et al. Lung nodule enhancement at CT: prospective findings[J]. *Radiology*, 1997, 205: 471 - 478.
- [38] 燕 霞, 王 滨. 肝癌的血管生成与螺旋 CT 和动态 MRI 的强化[J]. *医学影像学杂志*, 2005, 15: 56 - 59.
- [39] Guan YS, Zheng XH, Zhou XP, et al. Multidetector CT in evaluating blood supply of hepatocellular carcinoma after transcatheter arterial chemoembolization [J]. *World J Gastroenterol*, 2004, 10: 2127 - 2129.
- [40] 徐大伟, 卢武胜, 金文辉, 等. 原发性肝癌 CT 动脉期强化程度与 TACE 的碘化油沉积相关性[J]. *武警医学院学报*, 2011, 20: 91 - 93.
- [41] Cheng HY, Shou Y, Wang X, et al. Adjustment of lipiodol dose according to tumor blood supply during transcatheter arterial chemoembolization for large hepatocellular carcinoma by multidetector helical CT[J]. *World J Gastroenterol*, 2004, 10: 2753 - 2755.
- [42] Ohishi H, Uchida H, Yoshimura H, et al. Hepatocellular carcinoma detected by iodized oil. Use of anticancer agents [J]. *Radiology*, 1985, 154: 25 - 29.
- [43] 李功杰, 杨 立, 史晓林, 等. 原发性肝癌肿瘤新生血管形态特征与其 DSA 血供分型关系的研究 [J]. *介入放射学杂志*, 2005, 14: 135 - 138.
- [44] 严福华, 周康荣, 沈继章, 等. MR 和 CT 动态扫描对小肝癌强化特征的比较研究[J]. *中华肿瘤杂志*, 2001, 23: 413 - 416.
- [45] Ma LD, Frassica FJ, McCarthy EF, et al. Benign and malignant musculoskeletal masses: Mr imaging differentiation with rim-to-center differential enhancement ratios [J]. *Radiology*, 1997, 202: 739 - 744.
- [46] 袁 正, 肖湘生, 刘士远, 等. 磁共振扩散加权成像在肝癌 TACE 术后随访中的定性和定量应用 [J]. *介入放射学杂志*, 2007, 16: 820 - 824.

(收稿日期:2011-10-17)

(本文编辑:俞瑞纲)