

口服阴性对比剂在磁共振胰胆管成像中的研究进展*

万承鑫 张志伟*

重庆医科大学附属第一医院放射科 (重庆 400042)

【摘要】 磁共振胰胆管成像(MRCP)是临床诊断和评估胰胆管系统疾病及解剖变异的重要影像学方法。临床应用中,胃肠道内液体在重T₂加权的MRCP图像中与胰胆管同为高信号,对周围胰胆管显示造成遮盖,消除或降低胃肠道内液体高信号对于优化胰胆管的观察效果非常必要。口服阴性对比剂对胃肠道内液体高信号的抑制效果显著,且能在不同程度上提升胰胆管的显示质量,具有极大的临床和科研价值。钆喷酸葡胺等商业型对比剂和蓝莓汁等天然饮品均具有在MRCP检查中作为阴性对比剂的可行性,且人们普遍认为天然饮品具备更高的安全性和简易性,更利于在临床推广。随着相关研究的不断深入,阴性对比剂的合理应用在优化MRCP整体图像质量和提升胰胆管系统疾病的诊断效能方面扮演着愈加重要的角色。本文基于研究现状介绍了MRCP检查阴性对比剂的作用原理,综述了各类型阴性对比剂在抑制胃肠道内液体高信号和提升胰胆管显示的研究进展,展望了阴性对比剂在MRCP中的临床应用价值。

【关键词】 磁共振; 胰胆管成像; 对比剂

【中图分类号】 R445.2

【文献标识码】 A

【基金项目】 重庆市科卫联合医学科研项目(2021MSXM251)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.01.001

Research Progress of Oral Negative Contrast Agents in Magnetic Resonance Cholangiopancreatography*

WAN Cheng-xin, ZHANG Zhi-wei*

Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400042, China

【Abstract】 Magnetic resonance cholangiopancreatography is an important imaging method for clinical diagnosis and evaluation of pancreaticobiliary system diseases and anatomical variations. In clinical application the high signal of gastrointestinal fluid in the T₂-weighted MRCP image is the same as that of the pancreatic duct, thus masking the display of the peripheral pancreatic duct. Eliminating or reducing the high signal of the fluid in the gastrointestinal tract is necessary to optimize the observation effect of the pancreaticobiliary duct. Oral negative contrast agent has significantly inhibitory effect on high-intensity fluid in the gastrointestinal tract and can improve the display quality of the pancreaticobiliary duct to varying degrees, which has great clinical and scientific research value. Commercial contrast agents such as gadopentetate gluconate and natural beverages such as blueberry juice are both feasible to be used as negative contrast agents in MRCP examination. It is generally believed that natural beverages have higher safety and simplicity and are more conducive to clinical promotion. With the deepening of related research, the reasonable application of negative contrast agents plays an increasingly important role in optimizing the overall image quality of MRCP and improving the diagnostic efficiency of pancreaticobiliary system diseases. Based on the research status, this article introduces the principle of the negative contrast agent in the MRCP examination, reviews the research progress of various types of negative contrast agents in suppressing the high signal in the gastrointestinal tract and enhancing the pancreaticobiliary duct display, and prospects the clinical application value of negative contrast agents in MRCP.

Keywords: *Magnetic Resonance; Cholangiopancreatography; Contrast Agent*

第一作者: 万承鑫, 男, 初级技师, 主要研究方向: MRI新技术临床应用。

E-mail: chengxinwan@hospital.cqmu.edu.cn

*通讯作者: 张志伟, 男, 副主任技师, 主要研究方向: CT与MRI新技术临床应用。

E-mail: zhangzhiwei@cqmu.edu.cn

磁共振胰胆管成像(magnetic resonance cholangiopancreatography, MRCP)自1991年问世以来,已成为临床诊断和评估胰胆管系统疾病和解剖变异的重要影像学检查方法之一^[1]。MRCP基于重T₂加权的水成像原理使人体静止或流动缓慢的胰胆管内液体呈高信号显示,达到与内窥镜逆行胰胆管造影^[2](endoscopic retrograde cholangiopancreatography, ERCP)相近的图像效果。肾盂、肾盏、胸导管、脊髓和胃肠道内液体因为处于静止或缓慢流动状态,会以高信号同时与胰胆管在MRCP图像中显示,换言之,MRCP的扫描序列对成像视野(field of view, FOV)内所有静止或缓慢流动的液体不具备选择性。肾盂、肾盏、胸导管和脊髓内液体信号可通过调整FOV大小进行适当避免,而胃和十二指肠与胰胆管系统比邻,无法通过扫描设计进行规避。因此,MRCP技术应用于临床之初,如何有效减少胃肠道内液体高信号便成为影像学者们关注的主要问题。

为了尽量减少胃肠道内液体信号,通常在MRCP检查前要求患者禁食禁饮6~8h,但仍有部分固有消化液会以高信号形式存在。影像学研究者受静脉用磁共振对比剂通过内外界弛豫效应和磁化率效应间接改变组织信号强度(signal intensity, SI)的启示,用于消除胃肠道内液体高信号的口服阴性对比剂逐渐被运用到MRCP检查中。铁磁性和高浓度的钆类对比剂具有负性增强效果,可缩短组织的T₂值或T₂*值,使其在重T₂加权图像上呈低信号。钆喷酸葡胺(gadolinium diethylenetriaminepentaacetic acid, Gd-DTPA)、四氯化锰(manganese chloride tetrahydrate, MCT)和枸橼酸铁胺(ferric amine citrate, FAC)等商业型对比剂在重T₂加权的MRCP序列中对胃肠道内液体信号具有显著抑制作用,但出于对价格、口感和毒副反应风险等的考虑,研究者们不断尝试寻找具有这类对比剂相同效应的替代品。1995年, Hiraishi等^[3]率先发现蓝莓汁可有效消除胃肠道内液体高信号,并指出其作为口服阴性对比剂在MRCP检查中的可行性。根据这一发现,学者们将研究重点转移到了大批天然果汁和茶饮中。

本文基于国内外研究现状介绍了MRCP检查阴性对比剂的

作用原理, 综述了口服阴性对比剂在抑制胃肠道内液体高信号和提升胰胆管显示的研究进展, 展望了阴性对比剂在MRCP中的临床应用价值。

1 口服阴性对比剂在MRCP检查的作用原理

组织的SI主要取决于质子的密度和弛豫特性。当质子密度一定时, 需引入具有一定浓度的顺磁性或超顺磁性的对比剂以影响组织内质子的弛豫时间, 进而改变组织的SI。理论上多种过渡金属和镧系金属如钆(Gd)、锰(Mn)、铁(Fe)等都可用作磁共振对比剂, 因为其本身及化合物中未配对电子数目较多, 电子绕核产生的轨道磁矩、电子自旋产生的自旋磁矩和质子等其它基本粒子的自旋磁矩使得此类金属具备较强的顺磁性。以二乙烯三胺五乙酸钆(Gd-DTPA)为例, 在三价态钆的外层电子排布中, 7个未配对电子具有较大磁矩, 其顺磁性极强, 在与具有优良配位性能的二乙烯三胺五乙酸结合后仍可与水分子有效结合, 通过缩短组织中氢质子的 T_1 值和 T_2 值进而改变组织的SI。

在MRCP检查前口服顺磁性金属配合物可使胃肠道内液体中氢质子局部磁场产生波动, 造成氢质子横向弛豫加快, 进而抑制MRCP中胃肠道内液体高信号。这种重 T_2 WI中液体高信号被抑制的现象被称为对比剂的阴性造影效果, 即此类富含顺磁性金属的对比剂也可被称为磁共振阴性对比剂。同理于Gd-DTPA, MCT、FAC、葡萄糖酸亚铁糖浆(ferrous gluconate syrup, FGS)、超顺磁性氧化铁(manganese chloride tetrahydrate, SPIO)、菠萝汁、蓝莓汁、枣糖浆和茶饮等阴性对比剂中的主要顺磁性金属元素为锰或(和)铁, 两者外层电子排布中多个未配对电子及其独特的生化特性是其发挥阴性对比效应的核心作用成分。

2 阴性对比剂在MRCP检查中的研究现状

2.1 商业型对比剂

2.1.1 钆基商业型对比剂 以Gd-DTPA为代表的钆基对比剂被较早作为口服阴性对比剂应用于MRCP检查, 可分为口服静脉用Gd-DTPA稀释液和专用的Gd-DTPA制剂, 两者对液体信号的抑制具备同等效果。2000年, Chan等^[4]在一项针对23例患有胰胆管系统疾病患者的研究中较早证实了静脉用Gd-DTPA稀释液(稀释比例为1:15)具备消除胃肠道内液体信号的可行性, 且部分胰胆管显影效果因此提升($P<0.05$), 其认为这可能是胆汁和胰液受低温对比剂刺激后大量分泌的结果。陈翼等^[5]在一项体外实验和针对24例怀疑有胰胆管病变的患者的临床实验研究中指出, 100mL浓度为0.01mol/L的Gd-DTPA稀释液即可使胃和十二指肠内液体高信号被完全抑制, 在口服对比剂5~15min后进行成像, 肝内各级胆管、肝总管、胆囊、胆总管、胰管的显示质量均有提升($P<0.05$)。

MRCP图像中肝脏等背景组织信号会在静脉团注Gd-DTPA后降低。李岭等^[6]在一项针对30例患者口服Gd-DTPA稀释液(30mL, 含2mL Gd-DTPA)联合静脉团注Gd-DTPA(20mL)后行MRCP检查的研究中发现, 口服联合静脉团注Gd-DTPA的方式可在抑制胃肠道内液体高信号的同时进一步消除胰胆管树背景



万承鑫, 于2018年7月在重庆医科大学获得学士学位, 现为重庆医科大学附属第一医院放射科技师, 主要从事腹部MRI相关技术的临床应用。



张志伟, 毕业于重庆医科大学, 博士, 现于重庆医科大学附属第一医院担任副主任医师。从事CT、MRI检查技术工作17年, 具有扎实的医学影像检查技术理论和实践功底, 擅长CT、MRI检查技术的高级临床应用。主持省部级课题1项; 以第一作者或通讯作者发表科研论文10篇, 其中SCI论文3篇。以第一作者或通讯作者发表教育教学研究论文3篇。参编人民卫生出版社

“十三五”医学影像技术学规划教材2部。荣获重庆市卫生局医学科技成果一等奖和二等奖各一项。

内小血管和肠系膜上静脉等血液信号。但此方案不被推荐, 理由是附加建立静脉通道与MRCP检查的无创性优势相背离, 且大量Gd-DTPA的使用将提高患者的毒副反应风险和经济负担。因此, 需对静脉团注Gd-DTPA在MRCP检查中的效益和风险作必要权衡。

2.1.2 铁基商业型对比剂 铁基配合物在上世纪80年代后期即被作为对比剂用于临床磁共振科学研究, FAC和SPIO属于MRCP中常用的铁基对比剂。FAC又称柠檬酸铁铵, 是由柠檬酸铁($FeC_6H_5O_7$)和柠檬酸铵 $[(NH_4)_3C_6H_5O_7]$ 组成的复合盐。1995年, 日本学者Takahara等^[7]率先报道了FAC在MRCP中的应用, 并指出12倍于正常浓度(0.2mg/dl)的FAC溶液可作为有效的MRCP阴性对比剂, 这一发现掀起了业界对FAC的研究热潮。FAC在MRCP中作为阴性对比剂的可靠性在后续被广泛证实, 有研究者将其拓展应用到MRU中也取得良好效果^[8]。

反转恢复(inversion recovery, IR)序列可通过设置特定反转时间(inversion time, TI)以选择性抑制组织信号, 这为优化FAC的应用提供了思路。Kato等^[9]将FAC与SSFIR序列联合使用, 发现可进一步提高了2D厚层序列的MRCP图像质量。类似的研究方法也被延伸到3D序列, 张立娜等^[10]将FAC运用到TI为130ms的3D-FASE序列, 在进一步消除液体信号的同时提供了优质的3D-MRCP图像。但在实际应用中, 需根据患者个体差异情况对TI作适度调整。SPIO常作为静脉用磁共振对比剂应用于伴有网状内皮系统改变的肝脏病变的评价。2001年, 韩国学者Lee等^[11]较早尝试将SPIO稀释液作为口服阴性

对比剂应用到MRCP, 研究发现500mL铁浓度为2.24mg/dl的SPIO稀释液对抑制胃肠道内液体高信号有效, 胆总管和胰管疾病的诊断率提升25%。2003年, 胡蓉^[12]通过SPIO与Gd-DTPA在MRCP中的对比研究后还发现SPIO的作用效果优于Gd-DTPA。此外, 作为常用补铁制剂的FGS也可用于MRCP检查, 并表现出良好效果^[13]。

2.1.3 锰基商业型对比剂 过渡态金属锰是人体必需的微量元素之一。锰基对比剂毒性较低, 且具有多样化的存在形式, 诸如锰盐、有机螯合物和氧化物纳米颗粒等。上世纪七十年代初, Lauterbur等^[14]首次将MnSO₄作为对比剂用于增强组织SI, 这标志着锰离子增强MRI的重大突破。

锰基对比剂在MRCP中的运用主要是口服适量的MCT稀释液。Morita等^[15]通过比较两组患者分别口服MCT或FAC后的MRCP图像胃肠道内液体信号的抑制效果, 发现MCT对胃肠道内液体信号的抑制效果与FAC相当, MCT组的总体图像质量、肝外胆管、胰管和胆囊的显示评分均高于FAC组, 但差异无统计学意义($P>0.05$)。该研究使用的MCT(0.73mmol/L)与FAC(35.8mmol/L)中顺磁性金属离子浓度差异较大, 但MCT表现出比FAC更高效的T₂缩短效应, 这与Renzulli等^[16]的研究结论一致。MCT的作用效果可能与溶液温度密切相关, 在一项体内、外联合研究中, Watanabe等^[17]通过分析不同温度(10°C、15°C、23°C、35°C和40°C)下MCT的弛豫特性后发现, MCT的弛豫缩短效能与温度呈负相关, 口服低温MCT的效果优于常温MCT(图1)。此外, Marugami等^[18]还建议在口服MCT后立即行MRCP检查, 可保证更优质的胰胆管显示效果。

2.1.4 其它商业型对比剂 除了钆基、铁基和锰基商业型对比剂之外, 其它医用胃肠道对比剂也被尝试应用于MRCP的相关研究。BaSO₄混悬液作为胃肠道对比剂被广泛运用于食道、胃、十二指肠和小肠的X线造影检查。1995年, 王毅翔等^[19]通过BaSO₄混悬液的磁共振临床实验发现, BaSO₄混悬液中Ba²⁺具有良好的悬浮稳定性, 以180%(W/V)的浓度口服后可使胃肠道呈低信号。即使BaSO₄混悬液具备作为阴性对比剂的理论条件, 但其在MRCP中的应用效果并不理想。2000年, 梁宗辉等^[20]较早将BaSO₄混悬液[50%(W/V)]运用于MRCP后发现, BaSO₄混悬液在口服后出现分层现象, 易受胃内潴留液含量的影响, 对胃肠道内液体信号的抑制作用不稳定。2007年, 孙琦等^[21]在一项关于60例患者口服100%(W/V)浓度的BaSO₄混悬液后行MRCP的临床研究中同样发现胃内BaSO₄混悬液的分层现象, 致使胃底部液体仍呈高信号。

BaSO₄混悬液为超顺磁性对比剂, 可加快周围氢质子的弛豫恢复, 但其主要成分BaSO₄难溶于水, 部分研究者通过在BaSO₄混悬液中添加胃肠药物以减少胃液分泌量。Liu等^[22]发现, 200mLBaSO₄混悬液[50%(W/V)]和50mL氢氧化镁铝(37.5mg/dl)的混合液可进一步降低胃肠道内液体高信号。实际工作中, 需要根据胃内潴留液含量个性化设置BaSO₄混悬液口服方案以提升对胃肠道液体的抑制效果。总之, BaSO₄混悬液作为阴性对比剂在MRCP中的应用价值还需进一步明确和优化。

2.2 天然饮品型对比剂 商业型对比剂的价格、口感和不可预

知的副反应风险是业内的主要担忧, 且重金属钆的排放对地下水环境造成影响。基于上述内容, 研究者们试图寻找既安全又高效的非商业型对比剂作为替代品, 理论上铁、锰含量较高的天然饮品均可达到类似效果。1995年, 第一篇关于天然饮品的研究在日本报道, Hiraiishi等^[3]发现口服900mL的蓝莓汁可降低胃肠道内液体高信号, 且含锰量高的蓝莓汁对组织T₂弛豫的影响与MCT类似。随着蓝莓汁在MRCP中的应用效果被证实, 揭示了天然果汁作为MRCP阴性对比剂的可行性, 这一研究被不断复制和拓展。2004年, 英国学者Riordan等^[23]率先报道了关于菠萝汁的初步研究, 其研究发现400mL锰浓度为2.76mg/dl的菠萝汁在有效抑制胃肠道内液体信号的同时提升了胆总管、肝总管、肝内胆管和胰管的可视化程度($P<0.05$)。作为对菠萝汁相关研究的优化, Coppens等^[24]建议在菠萝汁(180mL)中加入Gd-DTPA(1mL)以减少患者口服用量。

尽管天然果汁在MRCP中的应用效果显著, 但不同国家对果品的偏好差异致使其在世界范围内的普及度受到限制。茶饮在亚洲国家被视为日常饮品, 较高的锰含量使其作为MRCP阴性对比剂成为可能。2008年, 景传博等^[25]发现锰浓度为1.2mg/dl的绿茶可有效抑制胃(底部、体部和窦部)和十二指肠(球部、降部和水平部)内液体高信号($P<0.01$)。此后, 红茶的作用效果也被证实。2013年, 唐鹤茵等^[26]对包括红茶在内的15种饮品(牛奶、咖啡、蜂蜜汁和各类茶饮等)在MRCP中可能存在的应用价值作了系统性评估, 体外试管实验结果显示狮峰龙井和红茶表现出最低的T₂值、T₁值、SI和信噪比(signal to noise ratio, SNR)。在同一研究中, 其通过比较20例患者口服红茶(6g/250mL)前、后的MRCP图像质量后发现, 胃和十二指肠的信号在口服红茶后明显丢失($P<0.05$), 胆总管、胰管、胆囊及胆胰壶腹部的图像质量提升($P<0.05$)。此外, 玫瑰花茶^[27]和茉莉花茶^[28]在MRCP中的可行性也被先后证实。

上述天然饮品中的主要顺磁性金属均为锰, Renzulli等^[16]也证实组织的T₂弛豫变化对锰浓度的敏感性高于铁浓度, 但某些铁浓度较高的饮品对液体信号的抑制同样有效。2014年, Govindarajan等^[29]发现红枣糖浆在MRCP中对胃肠道内液体高信号的抑制效果显著($P<0.001$), 且可改善胆总管、胆囊管和胰管的显示质量($P<0.001$), 其中铁和锰的浓度分别为2.6mg/dl和0.3mg/dl。总之, 天然饮品型对比剂的作用原理与商业型对比剂类似, 但其实际作用效果取决于顺磁性金属浓度和具体应用方案。

2.3 其它 多数应用于MRCP的阴性对比剂均为液态, 这便于患者口服且能快速充盈胃和十二指肠, 也有少数固态食物表现出在MRCP中的应用潜力。2005年, Mikkelsen等^[30]在对10名患者直接进食香蕉后行MRCP发现, 胃和十二指肠内液体高信号减少或消失, 其认为可能的原因是香蕉中高含量的钾对此发挥作用, 但该报道并未披露相关图像数据分析和金属含量测定结果。香蕉作为世界范围内的日常果品, 具有获取方式便捷和使用前无需预处理的优点, 但其在胃肠道内的流通性不如液态对比剂, 且作用原理尚不明朗。因此, 香蕉在MRCP中的应用规范和价值需作进一步评估。

文献报道, 口服一定规格的雷尼替丁可降低胃肠道内液体

高信号^[31]。这类药物通过竞争性地阻断组胺与胃壁细胞上的H₂受体结合,有效抑制基础胃酸分泌,进而减少胃液量,在MRCP中表现为胃肠道内液体高信号减少。雷尼替丁等药物具有各自独特的禁忌证和副反应可能,给MRCP检查带来了新的担忧。严格意义上,药物的作用机理不符合对比剂定义范围,本文不作综述。

3 口服阴性对比剂后行MRCP检查面临的挑战

3.1 阴性对比剂在MRCP中的应用策略 阴性对比剂在MRCP中的应用效果受多种因素影响,包括胃肠道准备、对比剂浓度、对比剂用量及扫描延迟时间等,任一对比剂均没有统一的应用方案。胃肠道准备主要为患者在检查前数小时内禁食禁饮以减少胃肠道内容物。已知研究中的最短时限要求为3h^[9],最长达12h^[32],准备过程中可嘱患者用水湿润口唇以减轻不适。

顺磁性金属离子的浓度从根本上决定胃肠道内液体的抑制效果。在一定范围内,阴性对比剂的T₂缩短效应与顺磁性金属离子浓度呈正相关,可有效抑制胃肠道内液体高信号的最低金属浓度被认为是对比剂最佳浓度。在商业型对比剂中,包括主流的钆类对比剂在内,关于最佳浓度的设定均没有公认的标准,建议在临床实验前进行体外试验以获取最佳浓度。在天然型对比剂中,植物的金属含量受环境、气候和人为因素等影响,即使为同类饮品,其配比方案在不同地区也可能存在差异。在既往研究中,Hiraishi等^[3]使用的蓝莓汁中锰浓度高达3.0mg/dl,枣糖浆^[29]中铁、锰总浓度也达到2.9mg/dl,而茶饮中金属离子含量相对较低,其中乌龙茶^[33]的锰浓度仅为0.225mg/dl。对比剂作用范围受用量决定,既往使用的对比剂用量在10mL~1000mL不等,但多集中于100mL~500mL。对比剂浓度和用量需根据患者实际情况作适当调整^[34]。

对比剂被口服后几乎即刻与胃内液体混合,经过胃肠蠕动后进入十二指肠,对比剂充满胃和十二指肠的最短时间被视为最佳延迟成像时间。既往研究对比分析了口服对比剂后多个时间点的MRCP图像,结论为3min~30min内图像质量无显著差异。出于流通性的差异,包括枣糖浆在内的非液态对比剂的延迟时间普遍较液态对比剂长。总之,口服对比剂在MRCP中的应用需根据实际情况进行合理化选择和个性化制定。

3.2 阴性对比剂在MRCP中的使用安全与局限 安全性是所有外源性对比剂引入人体前必须被妥善评估的问题。现有报道中尚未发现任何严重毒副反应情况,但在铁、钆类制剂的研究中常发生包括上腹部不适、恶心和呕吐等中轻度副反应^[13,15]。相较于商业型对比剂,以果汁和茶饮为代表的天然饮品作为阴性对比剂的安全性普遍更高,尚未发现此类对比剂的副反应报道。

随着相关研究的不断深入,越来越多的患者被认为不适宜接受口服对比剂后行MRCP检查。患者口服对比剂后,胃肠道随即进入消化期,经神经调节和体液调节的双重作用,胆汁和胰液大量分泌和排出,对于急性胰腺炎和其它医嘱禁食禁饮的患者,应考虑口服对比剂后引发的消化反应对患者自身疾病的影响。另一方面,包括经ERCP和经内镜乳头括约肌切开术(endoscopic sphincterotomy, EST)等在内引起的Oddi括

约肌功能障碍^[35]的患者也不被建议使用此方案。胆总管与胰管在十二指肠降部中份的后内侧壁内汇合形成肝胰壶腹,并开口于十二指肠大乳头。壶腹周围被Oddi括约肌包绕,其主要功能为防止十二指肠内容物反流。若Oddi括约肌功能障碍,十二指肠内对比剂将部分反流至壶腹部甚至胆总管等其它胆胰管道,导致感兴趣部位显影消失。Sugita等^[36]较早报道了相关案例,83岁的女性患者在口服FAC溶液后胆总管显影消失,原因是该患者在EST后Vater乳头功能不足,乳头内Oddi括约肌动力异常,进而造成部分FAC经壶腹反流入胆总管(图2)。因此,患有壶腹部相关疾病的患者应谨慎采用此方案,可取的解决办法是在口服对比剂前先行常规MRCP。另外,怀疑或已知铁负荷过量、铁剂过敏、完全性肠梗阻和肠穿孔的患者应禁止口服FAC等含铁制剂。

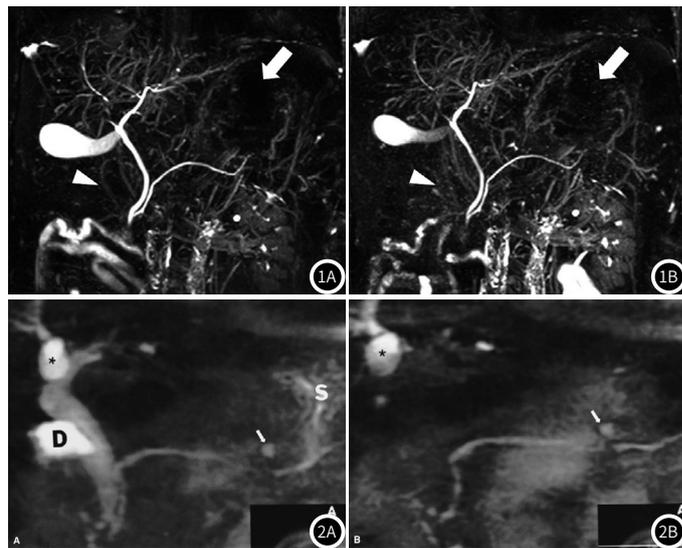


图1 同一患者(信息不详)的两幅最大密度投影(MIP)图像,且窗宽(350)和窗位(150)相同。低温MTC(图1A, 10°C)较常温MTC(图1B, 23°C)对胃(白箭头)和十二指肠(白箭头)内液体高信号的抑制作用更明显。此图片摘自 *Japanese Journal of Radiology*, 2013, 31(11)。

图2 患者,女,83岁,EST手术史。图2A:口服FAC前MRCP图像,胃(S)和十二指肠(D)内液体信号对图像干扰明显,肝囊肿(星号)和胰腺囊肿(白箭头);图2B:口服FAC后MRCP图像,胃和十二指肠内液体信号被抑制,胆总管因FAC反流后显影完全消失,肝囊肿(星号)和胰腺囊肿(白箭头)可见。此图片摘自 *J Comput Assist Tomogr*, 2002, 26(3): 448-450。

4 结论与展望

近年来,随着计算机科学、应用数学及制造业等的迅猛发展和广泛交叉,MRI在软件系统和硬件配置等方面得到提升。依托于MRI高空间分辨率和加速成像等技术的完善和发展,MRCP的扫描方式逐渐从2D厚层序列过渡为3D薄层序列为主,口服阴性对比剂在MRCP中的研究重点也逐渐向3D薄层序列转移。商业型对比剂作为传统的磁共振对比剂,在MRCP中的应用效果显著。相较于商业型对比剂,天然饮品具有价格的低廉性、制备的简易性、口感的适宜性和检查的安全性等优势。长远看来,天然饮品的应用前景广阔,可作为MRCP检查中商业型对比剂的替代品在临床推广。但不同国家和地区的天然饮品内金属成分差异性较大,需根据实际情况结合体内、外实验结果以明确最佳应用方案。

根据全球疾病负担相关报告,中国占全球糖尿病发病率的

最大比例(19.1%)^[37], 而MRCP检查前的空腹要求对糖尿病患者不利。出于阴性对比剂对胃肠道内液体信号的抑制作用, 糖尿病患者和诸多饥饿耐受低下的老年患者可被适当允许在检查前进食牛奶等流质食物, 这为非空腹状态下行MRCP检查提供了可能, 但相关内容需进一步研究佐证。此外, 部分阴性对比剂被认为可提高胆管的可视化程度, 这对提升胰胆管系统疾病的诊断效能是有益的。虽然鲜有针对性报道关于阴性对比剂对胰胆管系统疾病诊断效能的提升作用, 但已知口服阴性对比剂对导管内乳头状粘液性肿瘤^[38]和近乳头状十二指肠憩室^[39]的诊断是有效的。在未来, 随着口服阴性对比剂在MRCP中的应用价值被不断发掘, 其为临床筛查和诊断胰胆管系统疾病所带来的益处会愈加明显。

致谢

万承鑫参与了论文选题、文献资料收集并起草了论文初稿; 张志伟教授指导了论文选题、提出修改意见并审阅论文。感谢重庆市科卫联合医学科研项目(2021MSXM251)提供经费支持。

参考文献

[1] Welle C L, Miller F H, Yeh B M. Advances in MR imaging of the biliary tract[J]. Magn Reson Imaging Clin N Am, 2020, 28 (3): 341-352.

[2] Testoni P, Mariani A, Aab Akken L, et al. Papillary cannulation and sphincterotomy techniques at ERCP: European Society of Gastrointestinal Endoscopy (ESGE) Clinical Guideline[J]. Endoscopy, 2016, 48 (7): 657-683.

[3] Hiraishi K, Narabayashi I, Fujita O, et al. Blueberry juice: preliminary evaluation as an oral contrast agent in gastrointestinal MR imaging[J]. Radiology, 1995, 194 (1): 119-123.

[4] Chan J, Tsui E, Yuen M K, et al. Gadopentetate dimeglumine as an oral negative gastrointestinal contrast agent for MRCP [J]. Abdominal Imaging, 2000, 25 (4): 405-408.

[5] 陈翼, 赵云辉, 许乙凯, 等. 口服静脉用钆喷替酸葡甲胺对MR胰胆管成像质量影响的研究[J]. 中华放射学杂志, 2008, 42 (12): 1292-1297.

[6] 李岭, 于金芬, 鲁德会, 等. 静脉注射联合口服钆喷替酸葡甲胺磁共振胰胆管成像在低场强MR的应用[J]. 医学影像学杂志, 2012 (3): 430-433.

[7] Takahara T, Saeki M, Nosaka S, et al. The use of high concentration ferric ammonium citrate (FAC) solution as a negative bowel contrast agent: Application in MR cholangiography[J]. Nihon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi, 1995, 55 (9): 697-699.

[8] Hirohashi S, Hirohashi R, Uchida H, et al. MR cholangiopancreatography and MR urography: Improved enhancement with a negative oral contrast agent[J]. Radiology, 1997, 203 (1): 281-285.

[9] Kato J, Kawamura Y, Watanabe T, et al. Examination of intra-gastrointestinal tract signal elimination in MRCP: Combined use of T₁-shortening positive contrast agent and single-shot fast inversion recovery[J]. J Magn

Reson Imaging, 2001, 13 (5): 738-743.

[10] 张立娜, 徐克, 任克, 等. 使用枸橼酸铁铵抑制3D-MRCP图像中胃肠信号的初步研究[J]. 中国医学影像技术, 2003, (6): 762-764.

[11] Lee J M, Song W K, Lee C D. Usefulness of superparamagnetic iron oxide (SPIO) as a negative oral contrast agent in MR cholangiopancreatography[J]. 2001, 1213-8118 (print): 1804-7521.

[12] 胡蓉. 口服SPIO对比剂在MRCP中的应用研究[D]. 广州: 中国人民解放军第一军医大学, 2003.

[13] 江时忠, 郑勇明. 口服葡萄糖酸亚铁糖浆在磁共振胰胆管成像中的应用[J]. 医药导报, 2009, 28 (11): 1470-1471.

[14] Lauterbur P C. Image formation by induced local interactions: Examples employing nuclear magnetic resonance[J]. Nature, 1973, 242 (5394): 190-191.

[15] Morita S, Ueno E, Ai M, et al. Prospective comparative study of negative oral contrast agents for magnetic resonance cholangiopancreatography[J]. Jpn J Radiol, 2010, 28 (2): 117-122.

[16] Renzulli M, Biselli M, Fabbri E, et al. What is the best fruit juice to use as a negative oral contrast agent in magnetic resonance cholangiopancreatography? [J]. Clin Radiol, 2019, 74 (3): 220-227.

[17] Watanabe K, Ishimori Y, Sakurai H, et al. A low-temperature manganese chloride tetrahydrate improves the image quality of magnetic resonance cholangiopancreatography [J]. Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi, 2016, 72 (4): 311-318.

[18] Marugami N, Takewa M, Iwaki Y, et al. MR signal changes on hepatobiliary imaging after oral ingestion of manganese chloride tetrahydrate: Preliminary examination[J]. Jpn J Radiol, 2013, 31 (11): 713-723.

[19] 王毅翔, 沈天真, 孙兮文, 等. 硫酸钡混悬液用作MRI胃肠腔造影剂的研究——II、临床试用观察[J]. 中国医学计算机成像杂志, 1995, 1 (3): 196-198, 201.

[20] 梁宗辉, 冯晓源, 黎元, 等. 阴性胃肠道造影剂在磁共振胆胰管成像(MRCP)中的应用[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2000 (5): 316-319.

[21] 孙琦, 丁小龙, 柴维敏, 等. Gd-DTPA和BaSO₄在改善磁共振胰胆管成像质量中的应用[J]. 上海交通大学学报(医学版), 2007 (1): 103-107.

[22] Liu G C, Jaw T S, Kuo Y T, et al. Magnetic resonance cholangiopancreatography: The usefulness of a negative oral contrast agent—mixture of barium sulfate and magaldrate[J]. Gut, 1997, 41: 135-137.

[23] Riordan R D, Khonsari M, Jeffries J, et al. Pineapple juice as a negative oral contrast agent in magnetic resonance cholangiopancreatography: A preliminary evaluation[J]. Br J Radiol, 2004, 77 (924): 991-999.

[24] Coppens E, Metens T, Winant C, et al. Pineapple juice labeled with gadolinium: A convenient oral contrast for magnetic resonance cholangiopancreatography[J]. Eur Radiol, 2005, 15 (10): 2122-2129.

[25] 景传博, 韩庆森, 开治国. 新型口服对比剂茶在MRCP中的临床应用 [J]. 中国CT和MRI杂志, 2008, 6 (4): 40-43.

[26] 唐鹤菡, 宋彬, 黄子星, 等. 红茶作为口服阴性对比剂在磁共振胰胆管成像中的应用[J]. 四川大学学报(医学版), 2013, 44 (3): 476-480.

- [27] Varavithya V, Phongkitkarun S, Jatchavala J, et al. The efficacy of roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) flower tea as oral negative contrast agent for MRCP study[J]. *J Med Assoc Thai*, 2005, 88 (Suppl 1): S35-S41.
- [28] Utami H S, Mulyantoro D K, Fatimah F. Jasmine tea as a negative oral contrast agent in magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) [J]. *J Physic*, 2021, 1943(1): 012039.
- [29] Govindarajan A, Lakshmanan P M, Sarawagi R, et al. Evaluation of date syrup as an oral negative contrast agent for MRCP [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2014, 203(5): 1001-1005.
- [30] Mikkelsen D, Watson J, Vallø J. The use of banana in MRCP [J]. *Acta Radiol*, 2005, 46(2): 215-216.
- [31] Bowes M T, Martin D F, Melling A, et al. Single dose oral ranitidine improves MRCP image quality: A double-blind study[J]. *Clin Radiol*, 2007, 62(1): 53-57.
- [32] Sanchez T A, Elias J, JR., Colnago L A, et al. Clinical feasibility of Açai (*Euterpe oleracea*) pulp as an oral contrast agent for magnetic resonance cholangiopancreatography[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2009, 33(5): 666-671.
- [33] Fatimah, Suwondo A, Sugiyanto, et al. Oolong tea drink as an alternative to oral negative contrast media in magnetic resonance cholangio pancreatography (MRCP) [J]. *Indian J Pub Health Res Dev*, 2018, 9(9): 224.
- [34] 郑松柏, 项平, 徐富星, 等. 空腹胃液量及胃内酸度的增龄变化 [J]. *中华老年医学杂志*, 2008, 27(4): 283.
- [35] Cheon Y K, Lee T Y, Kim S N, et al. Impact of endoscopic papillary large-balloon dilation on sphincter of Oddi function: a prospective randomized study[J]. *Gastrointest Endosc*, 2017, 85(4): 782-790. e1.
- [36] Sugita R, Nomiya T. Disappearance of the common bile duct signal caused by oral negative contrast agent on MR cholangiopancreatography[J]. *J Comput Assist Tomogr*, 2002, 26(3): 448-450.
- [37] Cooper C. Global, regional, and national, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 [J]. *Lancet*, 2017, 390(10100): 1211-1259.
- [38] Tajima N, Utano K, Kijima S, et al. Intraductal papillary mucinous neoplasm penetrating to the stomach, duodenum, and jejunum demonstrated on MR cholangiopancreatography with an oral negative contrast agent[J]. *J Magnetic Reson Imaging*, 2013, 38(1): 206-209.
- [39] Gong J, Hong Z, Liu T, et al. Value of MRCP using oral Gd-DTPA as negative contrast materials in diagnosis of atypical juxtapapillary duodenal diverticulum[J]. *Clin Imaging*, 2009, 33(5): 361-364.

(收稿日期: 2021-10-05)