

# 中医超声促透给药疗法研究进展<sup>※</sup>

唐 琰 张胜容<sup>△</sup>

(首都医科大学附属北京中医医院肾内科,北京 100010)

【关键词】 投药,皮肤;超声透入疗法;中药离子透入;综述

【中图分类号】 R319.2;R-5 【文献标识码】 A 【文章编号】 1002-2619(2015)04-0609-05

超声促透给药,即超声给药(ultrasound drug delivery),又称超声促渗、声透(phonophoresis),是指利用超声波促进药物经皮肤或黏膜吸收而达到全身治疗的效果<sup>[1]</sup>,是经皮给药系统(transdermal drug delivery system, TDDS)的一种物理促渗方法,可分为低频超声促渗(LFS, 20 ~ 100 kHz)和 高频超声促渗(HFS, 0.7 ~ 1.6 MHz)。它是突破超声波在现代医学中大多被运用在诊断上的一种新型的、用于治疗的手段。这种经皮给药方式已有将近 60 年历史,20 世纪 50 年代便出现关于超声药物导入的应用,如非侵入性治疗神经性疾病,包括帕金森病<sup>[2]</sup>。其中 Fellinger 和 Schmid(1954 年)利用超声导入氢化可的松治疗手指多发性关节炎备受关注。此后,超声促透给药技术在国内外医药学者的大量临床及实验研究中日趋成熟,并

逐渐渗透到中国传统医学领域。兹就超声促透给药疗法的优势、作用机制、中医临床应用相关研究等进行系统探讨及总结。

## 1 优势

作为一种非侵入性、无创性的新型给药方式,TDDS 逐渐发展成为继口服、注射之后的第三代给药方法。因其独特的优点,更容易被患者所接受:①避免口服药物在胃肠道灭活及肝脏首过效应的降解;②具有释放药物的人为可控性,可自主减少个体差异;③维持恒定的血药浓度或药理效应;④避免因注射带来的疼痛等不适;⑤提高药物安全性,降低不良反应。尽管有这些优势,经皮给药制剂仍被人体的先天屏障—皮肤的防御功能所限制,而其中角质层屏障是药物透皮的最主要障碍<sup>[3]</sup>。一般来说,相对分子量 < 500 的亲脂性小分子有着较高的透皮渗透率<sup>[4]</sup>,大多数药物透过皮肤的速度慢,给药时间长,并且不能达到有效的治疗浓度,尤其是大分子药物,甚至需要借助特殊的方法才能提高皮肤渗透率。研究如何克服皮肤的屏障作用,逐渐成为新型经皮给药制剂研发的重点。而众多超声促透的研究已经被证明能够增加皮肤渗透性,包括亲水性和大分子量

的化合物,特别是在低频超声促透中<sup>[1,2,5]</sup>,最早且研究最广泛的是蛋白质。20 世纪 90 年代初,Tachibana 等<sup>[6]</sup>应用 48 kHz 超声促透对无毛小鼠成功导入胰岛素。Tezel 等<sup>[7]</sup>甚至能够运用高分子量疫苗(破伤风内毒素)作用于小鼠模型朗格汉斯细胞发生免疫反应,低频超声经皮输送 1.3 μg 可相当于皮下注射 10 μg。

## 2 机制

超声促透的原理主要是通过超声波产生的能量,直接或间接作用于人体皮肤组织,产生某种生物效应,从而达到治疗疾病的效果。目前较公认的超声促透机制是 Mitragotri 等<sup>[8]</sup>提出的 4 个方面:①热效应,②空化作用,③机械效应,④对流作用。

2.1 热效应 超声波在传播过程中,被药物介质、皮肤、组织吸收部分能量,由声波转化成热能,引起目标组织局部温度升高,同时与周围组织产生温差,造成热传导,从而增强局部血液循环,扩张皮肤毛囊、汗腺等进入点的导管口径,增加药物扩散率,达到提高皮肤透气性、促进药物吸收的效果。

2.2 空化作用 空化作用被认为是超声促透的主要机制,可分为稳态空化和瞬间空化。是指超

※ 项目来源:国家中医药管理局 2012“开发一批项目”(编号:ZYZLSB—2012);首都医学科技发展基金资助项目(编号:SF-2009-1-06)

△ 通讯作者:首都医科大学附属北京中医医院肾内科,北京 100010

作者简介:唐琰(1989—),女,硕士研究生在读,学士。研究方向:中医慢性肾脏病的防治。

声波引起药物介质(尤其是液体介质)和皮肤细胞内的气泡形成、增长、振荡、破裂,形成冲击波,导致细胞膜出现空隙,这样形成的通道大大增加了药物的经皮透过。有学者使用电子显微镜发现,低频超声辐照后的皮肤角质层有亚微米水平的凹面出现,推测这可能由皮肤表面的空化效应形成<sup>[9]</sup>。Lavon 等<sup>[10]</sup>通过数字模型发现,超声波会引起分布在角质层脂质双分子层中气泡的振动,整流扩散后角质层中相邻的气泡合并并继续增长扩散,形成通道。若不断引向边界,最终形成内部传输路径。亦有学者认为,在低频超声给予过程中,空化作用主要发生在耦合剂(超声换能器和皮肤之间的介质)中<sup>[11]</sup>。

**2.3 机械效应** 超声波将声能转化为机械能,其本质便是一种机械震动,可以直接用来治疗(如超声手术刀、超声碎石等)。超声波通过震动传递能量,产生声压,促进细胞组织和药物分子产生运动,从而增加渗透性,多用于改善局部循环障碍、促进慢性伤口愈合或软化坚硬的结缔组织等。Wollina 等<sup>[12]</sup>应用不同频率的低频超声作用于下肢静脉曲张伤口患者发现,34 kHz 的低频超声具有暂时性刺激、改善伤口微循环的作用。

**2.4 对流作用** 超声波在多孔介质作用下,引起周围液体产生流动和旋转,出现对流。这种对流能促使药物向皮肤、汗腺、毛囊的通道流动和转运,并能产生切变力,降低皮肤屏障,增加药物的扩散性。

### 3 临床应用

早在公元前 1 300 年的甲骨文中就有关于中药外治的记载,随着医学理论的发展、制药技术

的改进及用药辅料的多元化等,中医经皮给药逐渐在临床中受到重视。超声促透技术因其能有效增强药物局部浓度,方便应用于不同病变部位的特点,被广泛应用于中医领域。目前,中药超声促透疗法在临床中应用比较成熟的主要涉及以下几个领域。

**3.1 皮肤美容** 张俊等<sup>[13]</sup>运用超声波治疗寻常性痤疮 195 例,其中对照组 98 例应用超声波美容仪给予超声导入夫西地酸乳膏并外擦。治疗组 97 例先予中药面膜(主要成分为黄芩、野菊花、大黄、白芷、金银花、赤芍药、丹参)外敷,再予超声导入夫西地酸乳膏及外擦。结果:治疗组痊愈率(57.73%)和有效率(80.41%)均显著高于对照组(6.28%,4.95%,均  $P < 0.05$ ),2 组不良反应轻微,停药可消失。邱雁等<sup>[14]</sup>将 635 例痤疮患者分为肺经风热、湿热蕴结、痰湿凝结 3 型,研究组 300 例以中药面膜辨证加减作为耦合剂进行穴位超声透入治疗,其效果(88.00%)明显优于口服西药治疗(50.67%, $P < 0.01$ )。秦建文等<sup>[15]</sup>亦证明了中药超声导入辅助治疗痤疮的有效性及安全性。

**3.2 组织损伤修复** 周明儒等<sup>[16]</sup>对闭合性亚急性软组织损伤的给药途径的研究发现,应用多功能理疗仪于损伤患部行 1 000 kHz 高频超声导入中药制剂(主要药物为黄柏、延胡索、血竭、红花、桂枝、羌活、伸筋草、芦荟),效果优于中频离子导入。杨鹏飞等<sup>[17]</sup>对 50 例膝关节骨性关节炎患者进行超声治疗(应用超声关节炎治疗仪,探头频率:1 MHz,参数:先进入治疗模式 1,档位为 4,时长 15 min;再进入康复模式 2,档位为 1,时长

20 min),并与无超声安慰治疗 50 例对照。结果:治疗组疼痛视觉模拟评分(VAS)低于对照组( $P < 0.05$ ),明确了超声在治疗膝关节骨性关节炎中的应用价值,可缓解关节肿胀疼痛,减轻炎症反应,促进组织修复。董海欣等<sup>[18]</sup>则以中药药液(药物组成:白芷 10 g,赤芍药 10 g,当归 15 g,制川乌头 6 g,川芎头 10 g,羌活 5 g,威灵仙 20 g,制草乌头 6 g,制天南星 6 g,蒲公英 5 g,乳香 10 g,没药 10 g)加淀粉为耦合剂超声透入治疗膝关节骨性关节炎(于患者膝关节压痛和肿胀处行超声透药,频率为 1 MHz,声强 1.0 ~ 1.8 W/cm<sup>2</sup>,声头直径 3.5 cm,连续波与脉冲波交替,每日 1 次,每次 15 ~ 20 min)25 例,并与普通耦合剂超声透入治疗 25 例对照观察。结果:治疗组总有效率、膝关节 Lysholm 评分均高于对照组( $P < 0.05$ ),VAS 评分低于对照组( $P < 0.05$ )。说明中药超声透入治疗膝关节骨性关节炎具有显著疗效。马玉峰<sup>[19]</sup>在对膝关节骨性关节炎的临床研究中发现,通络止痛凝胶片(主要药物为桃仁、红花、桂枝、草乌头等)的超声促透法疗效优于其外敷法,并证明超声通过降低患者血清炎性因子水平来发挥治疗作用。

**3.3 心血管系统** 欧莉君<sup>[20]</sup>选取 120 例冠心病患者,随机分为中药组、中药+超声波组、西药+超声波组,每组各 40 例。中药组给予单纯口服补肾活血化瘀方(药物组成:制何首乌 20 g,补骨脂 20 g,怀牛膝 20 g,三七 15 g,川芎 20 g,石菖蒲 20 g),中药+超声波组在此基础上联合虚里、内关穴超声波治疗,西药+超声波组则给予口服西药单硝酸异山

梨酯缓释片联合超声治疗。经治疗后中药 + 超声波组在改善患者心绞痛评分、心电图疗效及降低内皮素 (ET) - 1、白细胞介素 (IL) - 18 值方面疗效明显优于单纯中药组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

**3.4 消化系统** 刘淑艳等<sup>[21]</sup> 研究超声透药治疗慢性乙型病毒性肝炎 (以下简称乙肝) 肝纤维化的效果。对照组 26 例给予基本保肝治疗, 治疗组 26 例在此基础上加用黄芪注射液肝俞穴超声导入 (将黄芪注射液充分浸润药垫, 置于患者肝俞穴, 选用 PW - 5 多功能超声波治疗仪进行导入, 输出频率 1.6 MHz, 功率 1.5 W/cm<sup>2</sup>, 速度 2 ~ 3 cm/s, 时长 25 min)。结果: 治疗后 2 组患者在厌食、腹胀、胁痛、肝脾大方面均有明显改善 ( $P < 0.05$ ), 治疗组肝纤维化指标下降程度明显优于对照组 ( $P < 0.05$ ), 肝功能及影像学指标 [(门静脉内径 (PV)、脾静脉内径 (SV)] 改善亦优于对照组 ( $P < 0.01$ )。陆勇等<sup>[22]</sup> 观察腹部手术后患者胃肠功能的恢复情况, 其中对照组 50 例给予常规支持治疗, 治疗组 50 例在此基础上联合超声导入胃肠宁 (即大承气汤加减, 将胃肠宁贴片置于术后患者降结肠腹部体表部位, 利用超声药物导入仪进行药物导入 30 min, 再将胃肠宁贴片保留 60 min, 每日 2 次, 连续治疗 5 d。超声治疗剂量为 2 W/cm<sup>2</sup>, 低强度  $\leq 25$  W/cm<sup>2</sup>)。结果: 治疗组术后肠鸣音、排气、排便等胃肠功能恢复时间及手术前后纳差、恶心呕吐的发生例数均少于对照组 ( $P < 0.05$ )。孙立民等<sup>[23]</sup> 对比胃肠宁的超声药物透入与口服 2 种给药方式改善胸腰骨折后腹胀的临床效果发现,

超声导入组排气、排便时间明显缩短, 总有效率明显高于口服药物组 ( $P < 0.05$ )。林伟等<sup>[24]</sup> 研究证明, 胃肠宁超声促透给药治疗可明显促进粘连性肠梗阻患者胃肠道功能的恢复。

**3.5 呼吸系统** 韩春生等<sup>[25]</sup> 将中药温肺化饮散 (药物组成: 细辛 3 g, 芥子 10 g, 干姜 10 g, 莱菔子 10 g) 加入凝胶片内, 经双侧肺俞穴超声导入治疗缓解期哮喘 60 例。超声导入参数: 致孔强度 4 档, 超导强度 3 档, 电导强度 5 档。并与必可酮气雾剂吸入治疗 40 例对比。结果: 2 组均可预防哮喘急性发作, 改善肺功能, 但差异不大 ( $P > 0.05$ )。超声给药的优势主要体现在降低嗜酸粒细胞 (EOS) 计数及血免疫球蛋白 (Ig) E 上, 并随治疗时间而加强, 与对照组比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。王微等<sup>[26]</sup> 运用超声导入温肺化饮散治疗支气管哮喘 (寒哮证), 证明了该法主要通过降低血 IgE、IL - 5 及 EOS 水平来改善肺功能来治疗哮喘。赵长江<sup>[27]</sup> 于小儿肩胛下区超声透入中药 (主要药物为柴胡、金银花、杏仁、川贝母、板蓝根、鱼腥草、蒲公英、陈皮、胆南星、款冬花等) 辅助治疗支气管肺炎 30 例, 并与对照组常规抗感染、化痰、退热等治疗 30 例对照观察。结果: 治疗组患儿平均住院日、咳嗽咯痰消失时间、肺部啰音消失时间等观察指标均短于对照组, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。

**3.6 妇科疾病** 王雅娟<sup>[28]</sup> 运用红藤散 (药物组成: 川续断 10 g, 淫羊藿 10 g, 大血藤 30 g, 赤芍药 10 g, 白芍药 10 g, 生山楂 10 g, 延胡索 15 g, 皂角刺 10 g, 三棱 10 g, 蒲公英 30 g, 败酱草 30 g, 薏苡仁 30 g, 黄柏 10 g) 配合双侧

子宫穴应用超声电导仪 (额定功率 8 W, 超声频率 1 MHz, 功率 1.5 W) 超声透入复方当归注射液治疗肾虚瘀浊型盆腔炎性疾病后遗症, 效果明显。治疗早期出现皮肤瘙痒、红肿等不良反应, 考虑贴片贴敷时间过长引起。刘辉等<sup>[29]</sup> 以中低频超声波频率 20 kHz 的超声电导仪导入中药型超声电导凝胶贴片 (药由三棱、莪术、贯众、三七粉、丹参等组成) 透射治疗妇科炎症、子宫内膜异位症等 71 例。总有效率达 98.6%, 且见效快, 疗程短。

**3.7 男科泌尿系统疾病** 宁克勤等<sup>[30]</sup> 应用超声电导前列腺治疗仪经体内直肠及体外关元穴超声导入八味黄柏败酱汤治疗 III 型前列腺炎 113 例。其中体内治疗头超声频率为 1.2 MHz, 体外治疗头超声频率为 600 kHz。经治疗后, 患者排尿、疼痛、生活质量评分均较治疗前明显改善 ( $P < 0.05$ ), 总有效率 85.85%, 未见严重不良反应。

**3.8 癌性疼痛** 肖俐等<sup>[31]</sup> 将 90 例中晚期癌症患者根据疼痛程度随机分为 3 组。治疗组 30 例于疼痛部位超声导入中药镇痛方 (药物组成: 川乌头 10 g, 草乌头 10 g, 花椒 10 g, 细辛 6 g, 丁香 10 g, 延胡索 10 g, 没药 15 g, 干蟾皮 15 g, 桂枝 15 g, 全蝎 10 g, 蜈蚣 2 条。打粉备用) 治疗, 观察组 30 例使用中药镇痛方局部外敷治疗, 对照组 30 例予布桂嗪肌肉注射治疗。结果: 治疗组总有效率、显效率、起效时间及持续时间均优于观察组及对照组 ( $P < 0.05$ ), 尤其表现在治疗中重度疼痛上。何佩珊等<sup>[32]</sup> 证明中药超声导入具有优越性, 但过程中出现轻微皮肤不良反应。

#### 4 实验研究

李小晶等<sup>[33]</sup>研究在超声波作用下马钱子液中加入透皮促进剂氮酮是否对其透过小白鼠皮有加速作用,证明药液透皮主要是靠超声波的生物学效应,透过小白鼠皮的药液量与超声时间成正比,氮酮对药物透入有加强作用,并在其对超声波促进中药红花透皮的实验研究中再次证明了上述结论<sup>[34]</sup>。王庆甫等<sup>[35]</sup>通过在膝关节腔内注射木瓜蛋白酶制备兔膝关节炎动物模型,对其进行低频超声促透通络止痛汤治疗 3 周,并与无干预模型组对照。结果显示,实验组滑膜 Mankin's 组织学评分优于模型对照组( $P < 0.05$ ),关节液内炎性因子水平显著降低( $P < 0.05$ ),而血清中含量较模型对照组无明显变化( $P > 0.01$ )。说明超声促透中药可以通过抑制滑膜细胞炎性因子达到治疗膝关节炎的作用,而且作用靶点在局部。邱宇等<sup>[36]</sup>在超声透药促进骨折愈合机制的研究中,将桡骨骨折模型兔随机分成 3 组:中药组予以接骨 I 号(药物组成:由红花、桃红、桂枝、川芎、乳香、没药、延胡索、自然铜、续断、狗脊各 10 g)为耦合剂的低强度超声透药,超声组予普通耦合剂超声透药治疗,对照组行无输出超声波的探头假刺激。结果:中药组骨折愈合效果最好,愈合时间最短( $P < 0.05$ );中药组骨形态发生蛋白 7(BMP-7)表达及平均吸光度值均高于超声组和对照组( $P < 0.05$ ),在术后第 9 d 和 12 d 最明显( $P < 0.01$ )。毛碧峰<sup>[37]</sup>证明了低频超声促透自然铜能够明显提高家兔骨痂中微量元素的含量,上调 BMP-2 基因的表达,提高血清碱性磷酸酶(ALP)的活性,增加

钙、磷的沉积,促进骨折愈合。

#### 5 小结与展望

中药外治法历史悠久,与中药内服法有异曲同工之妙,早在《内经》中就有“内者内治,外者外治”的记载,为外治法的形成和发展提供了理论依据。张仲景在《伤寒论》中描述了“外敷、药浴”等具体经皮给药方法。清代名医徐灵胎则用“用膏贴之,闭塞其气,使药性从毛孔而入其腠理,通经贯络,或提而出之,或攻而散之,较之服药尤有力,此至妙之法也”,阐述了皮肤吸收的机制,提出了中医内病外治的新途径。时至今日,中医内病外治的理论为经皮给药提供了研究基础,而超声促渗技术又赋予了中医外治法以新的生命力,其优势在内科、外科、皮科、妇科、男科、儿科等各方面得到证明,然其在中医肾脏病领域的研究仍是空白。肾脏病作为危害人类健康的常见病、多发病,开创局部给药新途径已经发展成为近年来学者关注的热点。早在 90 年代就有报道通过向大鼠肾囊内注射川芎嗪证明肾脏病局部给药的有效性<sup>[38]</sup>,经肾区进行离子导入疗法在肾病领域也应用广泛。但利用超声波促透中药经皮治疗肾脏病在国内外未见任何研究。综上所述,笔者认为超声促透药物经皮治疗肾脏病具有很好的应用前景及价值。同时值得注意的是,目前超声促透给药技术并不成熟,中药透皮给药的安全性、中药耦合剂型及剂量、不同机制的促渗法合用以及其在中医肾病方面的研究仍有所欠缺,如何开发利用、传承发扬还需进一步研究。

#### 参考文献

[1] Polat BE, Hart D, Langer R, et al. Ultrasound-mediated transdermal

drug delivery: mechanisms, scope, and emerging trends [J]. J Control Release, 2011, 152 (3): 330 - 348.

- [2] Park D, Park H, Seo J, et al. Sonophoresis in transdermal drug deliveries [J]. Ultrasonics, 2014, 54 (1): 56 - 65.
- [3] Candi E, Schmidt R, Melino G. The cornified envelope: a model of cell death in the skin [J]. Nat Rev Mol Cell Biol, 2005, 6 (4): 328 - 340.
- [4] Bos JD, Meinardi MM. The 500 Dalton rule for the skin penetration of chemical compounds and drugs [J]. Exp Dermatol, 2000, 9 (3): 165 - 169.
- [5] Lopez RF, Seto JE, Blankschtein D, et al. Enhancing the transdermal delivery of rigid nanoparticles using the simultaneous application of ultrasound and sodium lauryl sulfate [J]. Biomaterials, 2011, 32 (3): 933 - 941.
- [6] Tachibana K, Tachibana S. Transdermal delivery of insulin by ultrasonic vibration [J]. J Pharm Pharmacol, 1991, 43 (4): 270 - 271.
- [7] Tezel A, Paliwal S, Shen Z, et al. Low-frequency ultrasound as a transcutaneous immunization adjuvant [J]. Vaccine, 2005, 23 (29): 3800 - 3807.
- [8] Mitragotri S, Edwards DA, Blankschtein D, et al. A mechanistic study of ultrasonically-enhanced transdermal drug delivery [J]. J Pharm Sci, 1995, 84 (6): 697 - 706.
- [9] Terahara T, Mitragotri S, Kost J, et al. Dependence of low-frequency sonophoresis on ultrasound parameters, distance of the horn and intensity [J]. Int J Pharm, 2002, 235 (1-2): 35 - 42.
- [10] Lavon I, Grossman N, Kost J, et

- al. Bubble growth within the skin by rectified diffusion might play a significant role in sonophoresis [J]. J Control Release, 2007, 117(2):246-255.
- [11] Ahmadi F, McLoughlin IV, Chauhan S, et al. Bio-effects and safety of low-intensity, low-frequency ultrasonic exposure [J]. Prog Biophys Mol Biol, 2012, 108(3):119-138.
- [12] Wollina U, Heinig B, Naumann G, et al. Effects of low-frequency ultrasound on microcirculation in venous leg ulcers [J]. Indian J Dermatol, 2011, 56(2):174-179.
- [13] 张俊, 孙彩虹, 胡飞虎. 中药面膜联合夫西地酸乳膏导入治疗寻常性痤疮 97 例临床观察 [J]. 中国皮肤性病学杂志, 2013, 27(9):966-967.
- [14] 邱雁, 郭鹏, 王立凤, 等. 中药面膜加超声波治疗面部痤疮的疗效观察 [J]. 中国麻风皮肤病杂志, 2006, 22(7):606-607.
- [15] 秦建文, 宋志刚. 中药面膜超声波导入治疗中度寻常性痤疮 60 例 [J]. 中国民间疗法, 2013, 21(5):14-15.
- [16] 周明儒, 汪晓阳, 李绒. 复方中药制剂超声波导入与中频离子导入治疗闭合性亚急性软组织损伤疗效研究 [J]. 搏击: 体育论坛, 2012, 4(10):86-90.
- [17] 杨鹏飞, 李东, 张世模, 等. 超声治疗膝关节关节炎的疗效分析 [J]. 临床超声医学杂志, 2011, 13(5):296-300.
- [18] 董海欣, 谢文霞, 叶天申, 等. 中药超声透入治疗膝关节骨性关节炎的临床观察 [J]. 中华中医药学刊, 2009, 27(6):1276-1277.
- [19] 马玉峰. 低频超声促透通络止痛中药对膝骨性关节炎炎症因子的影响 [D]. 北京: 北京中医药大学, 2013.
- [20] 欧莉君. 超声波穴位刺激治疗冠心病心绞痛的临床研究 [D]. 广州: 广州中医药大学, 2010.
- [21] 刘淑艳, 杨小明, 孟宪红, 等. 超声导入疗法治疗慢性乙型肝炎肝纤维化临床研究 [J]. 现代生物医学进展, 2013, 13(25):4953-4956.
- [22] 陆勇, 张跃营, 黎豪, 等. 超声中药导入促进腹部手术后胃肠功能恢复临床观察 [J]. 新中医, 2010, 42(10):43-44.
- [23] 孙立民, 王鹏, 王宝鹏, 等. 超声药物透入靶向性治疗胸腰椎骨折后腹胀的疗效研究 [J]. 医学与哲学, 2013, 34(5B):40-41.
- [24] 林伟, 王绍明, 魏东, 等. 中药超声电导透入治疗粘连性肠梗阻的临床研究 [J]. 成都中医药大学学报, 2012, 35(1):24-25.
- [25] 韩春生, 胡廉君, 王微, 等. 温肺化痰散经肺腧靶向给药预防哮喘急性发作临床观察 [J]. 中国现代医药杂志, 2005, 7(6):69-70.
- [26] 王微, 韩春生, 符思, 等. 温肺化痰散经肺腧靶向给药对支气管哮喘(寒哮证)肺功能及生化指标影响的临床研究 [J]. 新中医, 2005, 37(12):26-27.
- [27] 赵长江. 中药超声脉冲电导透入法治疗小儿支气管肺炎临床观察 [J]. 光明中医, 2013, 28(10):2125-2126.
- [28] 王雅娟. 补肾化痰清利法配合超声透入治疗盆腔炎症性疾病后遗症肾虚瘀浊型的临床疗效观察 [D]. 南京: 南京中医药大学, 2010.
- [29] 刘辉, 罗楠楠, 王南竹, 等. 超声电导药物透射治疗妇科疾病疗效观察 [J]. 长春中医药大学学报, 2012, 28(2):346-347.
- [30] 宁克勤, 周玉春, 樊千, 等. 中药灌肠耦合汤剂联合超声电导透药治疗Ⅲ型前列腺炎临床观察 [J]. 辽宁中医药大学学报, 2013, 15(5):10-12.
- [31] 肖俐, 何秀兰, 刘传波, 等. 超声电导结合中药镇痛方外用治疗癌性疼痛的临床研究 [J]. 中国中医基础医学杂志, 2013, 19(2):174-178.
- [32] 何佩珊, 李泉旺, 安超, 等. 超声电导结合中药镇痛方外治阴证癌性疼痛的临床研究 [J]. 世界中医药, 2013, 8(10):1199-1201.
- [33] 李小晶, 汪洋. 超声促进中药透皮的实验研究 [J]. 实用医技杂志, 2008, 15(13):1650-1651.
- [34] 李小晶, 彭红艳. 超声波对中药红花透皮的实验研究 [J]. 现代中西医结合杂志, 2009, 18(25):3030-3031.
- [35] 王庆甫, 马玉峰, 殷岳衫, 等. 低频超声促透中药对兔膝关节炎细胞因子的影响 [J]. 北京中医药大学学报, 2013, 36(2):108-112.
- [36] 邱宇, 高仕长, 倪卫东, 等. 中药接骨 I 号治疗超声透入桡骨骨折愈合过程中骨形态发生蛋白 7 的表达 [J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(15):2781-2785.
- [37] 毛碧峰. 中药自然铜低频超声透入给药促进骨折愈合的实验研究 [D]. 沈阳: 辽宁中医药大学, 2009.
- [38] 王玉柱, 蔡美顺, 于仲元, 等. 大鼠肾囊川芎嗪肾内转运动态研究 [J]. 北京医科大学学报, 1996, 28(4):292-294.

(收稿日期:2014-04-03)

(本文编辑:曹志娟)