综述与评论

我国超声波疗法的研究与应用进展

周 万 松

（北京部队总医院理疗科）

1982 年 4 月 21 日收到

自 1939 年将超声波应用于治疗某些关节痛、神经痛之后，随着时间的进展，其应用范围逐渐扩大。我国超声波疗法是解放后才开始研究与应用的。随着医疗卫生事业的发展，超声波疗法的应用也在不断发展，在长期的临床实践中积累了较丰富的经验。为了有利于超声波疗法的迅速发展，现将我国超声波疗法的进展情况综述如下。

一、临床应用

1. 内科疾病

（1）脑血管疾病所致偏瘫　结合其它方法，应用超声波治疗脑血管疾病所致偏瘫，是我国首先开始试用的，并获得一定的疗效。河南省洛阳市第三人民医院[1]，1972 年应用超声波治疗 1005 例脑血管疾病。据介绍有效率 90.4%，基本痊愈及显著好转率 48.1%；其中脑血栓形成 478 例，脑出血 71 例，脑栓塞 53 例，有效率分别为 90.8%，93% 和 92.5%。显著有效率分别为 54.8%，49.3% 和 58.4%；脑血管病后遗症 403 例，有效率 85.4%、其中显效率 34.1%。为了观察远期疗效。在超声波停止后半个月—2 年、追踪随访病人 366 例、其中疗效巩固或继续好转者 331 例（90.4%）、说明远期疗效也是较好的。1980 年郭志英等[2]报告超声治疗脑血管意外偏瘫 400 例、有效率 93.75%、显效率 47.5%；其中 34 例经超声治疗后 4 个月—3 年进行了随访。疗效巩固和进步 33 例。1975 年和 1976 年其它作者[3—4]报告亦获得一定效果。根据症状体征、确定诊断与患病部位。对头部相应区域进行治疗、一般用脉冲超声、剂量 $0.75—1.25W/cm^2$、儿童酌减。原则上尽早进行超声治疗。但脑出血尚未停止或颅内压增高时不用、血压 200/120*mmHg* 以上时慎用或暂时不用。在超声治疗中、配合按摩、针灸等综合治疗、因此疗效的获得、并非超声单一因素、而是以超声治疗为主的综合治疗。

（2）其它脑病　陕西省人民医院超声协作组[5] 1977 年报道、应用超声治疗流行性乙型脑炎恢复期与后遗征候群 52 例、取得较好效果。对脑外伤性偏瘫、痴呆综合症等中枢神经系统疾病的治疗也取得一定疗效。用超声波治愈中毒型菌痢所致皮质盲[6]与超声治疗多发性大动脉炎并发右颈动脉血栓形成导致偏瘫取得较好效果的报告[7]。还有用脉冲超声治愈病毒性脑炎后遗症的报告[8]。

（3）坐骨神经痛　邹贤华等[9]报告 176 例坐骨神经痛，经超声波治疗后有效率 81.8%、其中明显进步占 26.1%、其疗效与病因有一定关系、椎间盘脱出所致坐骨神经痛的疗效差：为了研究超声波治疗坐骨神经痛的作用机制、部份病人进行了电检查与动脉示波器检查、20 例兴奋阈降低或增高的病人、超声波治疗后 19 例

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

恢复到与健侧相同水平、81 例病人超声波治疗前后进行健患侧下肢动脉示波器检查、其中 64 例在治疗结束后，患侧下肢血管张力恢复到与建例相等.

(4) 支气管炎　解放军 163 医院[10]采用山莨菪碱超声波雾化吸入治疗喘息性支气管炎 23 例、获得较好效果、显效以上者 83%.

(5) 冠心病　齐齐哈尔铁路局中心医院[11] 1975 年首先应用超声波治疗冠心病，据介绍取得较好效果，200 例冠心病人的心绞痛有效率 94%，其中显效率 65%，而 200 例冠心病人中的心电图异常者 183 例，超声波治疗后心电图有不同程度改善者 74.32%. 另一作者[12]报告超声波治疗心绞痛亦获得一定疗效. 但对心室壁瘤、心力衰竭、肺水肿等暂不要进行超声波治疗. 郭友池等[13]报告应用超声波和超声弱直流电治疗冠心病 50 例、症状有效率 96%，其中显效率 32%、心电图改善者 64%. 超声波弱直流电治疗时，10 × 6cm 电极置于左心俞、厥阴俞、与直流电疗机阴极相接、另一分叉导线直径 2.5cm 圆形电极置左内关穴、直流电疗机阳极导线联接超声治疗机壳、电流直通声头，同时作用于心区、电流量 200—400μA.

(6) 其它疾病　有人[14]应用超声波治疗小儿单纯性消化不良 138 例，收到显著效果. 还有[15]用超声波及板兰根直流电导入治疗肝炎也取得一定效果.

2. 外科疾病

(1) 颈肩腰腿软组织疼痛　何春[16]报告超声波治疗颈、肩、腰、腿软组织疼痛 400 例，有效率 90.3%，其中痊愈及显效率 48.9%；并有 90 例经 1—4 年的随访观察，其效果亦较满意，作者认为要提高颈、腰痛超声波治疗效果：1、必须注意掌握痛点要找准. 2、治疗时间要够，每次治疗以 2—3 个痛点为宜，每一痛点治疗时间以 5 分钟为宜. 3、剂量要适当，剂量太小达不到治疗作用，太大病人耐受不了，一般以病人有酸胀感并可耐受的最大剂量为宜. 4、疗程要适当延长，一般每个疗程 15—20 次. 5、休息与锻练要结合，当症状有一定改善时，要帮助或鼓励病人进行积极的循序渐进的被动或主动运动，以促进功能恢复，但要避免过劳，注意适当休息. 另一作者[17]报告超声波治疗颈、肩、腰、腿疼痛 123 例，有效率 85.4%，其中痊愈及显效率 52.9%；并有 52 例经 2 个月—1 年的随访观察，保持疗效与继续好转者 44 例，说明远期效果较满意. 还有作者[18—19]报告颈、肩、腰软组织损伤，超声波治疗后亦获得较好疗效.

(2) 关节、软组织损伤　乔志恒[20]报告超声波治疗关节扭挫伤 56 例均有效，其中痊愈及显著减轻率 89.3%，据作者报告多数病人第一次超声治疗后，局部疼痛肌肉紧张缓解、关节活动范围增大，病程一周以内的痊愈率高于一周以上者. 还有作者[21]报告超声治疗关节、软组织闭合性损伤 110 例，痊愈与明显进步 106 例，无效 4 例. 病程 15 天以内者疗效最佳. 否则，疗效较差，因此，宜早期进行超声治疗. 超声治疗此病取得良好疗效的机制，认为是机械与温热效应综合作用的结果. 另一作者[22]报告超声治疗闭合性损伤 37 例，36 例有效，其中痊愈 26 例，高于超短波，红外线的痊愈率. 用超声治疗颈部软组织疼痛 71 例，痊愈 63 例占 88.73%，其中经 1 次治疗后痊愈者占 63.49%，2 次痊愈占 19.05%. 总有效率 94.37%，说明超声波治疗软组织疼痛效果良好[23].

(3) 肩关节周围炎　孙先洁等[24]报告超声治疗肩关节周围炎 181 例，有效率 97.8%，其中痊愈及显效率达 55.6%. 治疗时声头紧贴于患肩皮肤上，寻找敏感压痛点，即出现有向远端放射和明显酸麻胀感之处，每个敏感点治疗 2—3 分钟，每次治疗 2—3 个敏感点，肩周炎晚期多有肩关节功能障碍，配合医疗体育治疗，对促进功能恢复与提高疗效，是必要的治疗手段.

(4) 乳腺炎　超声波治疗乳腺炎，尤其是对乳腺炎早期，可以促其肿块及疼痛消失，当趋向化脓时，则能促进其液化，便于切开排脓引流. 苏占福等[25]报告 50 例乳腺炎经超声波治疗 2—5 次后有 40 例治愈，7 例经 6—10 次后炎症消失，其它 3 例因化脓而切开引流后治愈，说明超声波治疗急性乳腺炎亦有良好效果. 另

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

一作者[26]报告超声波治疗早期急性乳腺炎也取得较好效果.

(5) 上尿路结石　刘凤云等[27]报告用超声波并用中药排石汤治疗上尿路结石 30 例,其中 8 例曾作过总攻治疗,22 例曾多次服过中药及一般对症治疗,效果均不明显,而用超声波并用中药排石汤治疗后,收到较好效果. 其中输尿管结石 27 例,结石排出体外 13 例,症状消除,X 线片阴影消失 4 例,结石位置下移 6 例,无效 4 例. 肾结石 3 例,结石排出体外 1 例,无效 2 例. 两者合计有效 24 例,无效 6 例,排出体外最大结石 0.8 × 1.3cm,最小为绿豆大.

(6) 创面　龚新环[28]报告呋喃西林超声波透入治疗创面获得良好疗效,治疗时首先在创面上覆盖 1:6000 呋喃西林溶液纱布 6—8 层,将声头置于纱布上,用固定法 2—4 分钟,创面较大时,则用移动法,每次 5—10 分钟,治疗剂量每次为 0.5W/cm² 左右,治疗 63 例创面,有效率为 95.24±5%,其中治愈率达 65.08%.

(7) 其它疾病　有人[29]用超短波与超声波治疗先天性肌性斜颈 1 例,取得较好效果. 用电兴奋及超声波治愈 1 例因排尿困难而长期留置导尿管导尿的尿潴溜[30]. 还有报告用超声波治疗遗尿症取得较好效果[31].

3. 皮肤科疾病

(1) 带状疱疹　有人报告[32]超声波治疗带状疱疹 256 例,全部治愈,其中 227 例经 1—3 次治疗后达到治愈,其余病人经 5 次治疗后而治愈,治疗时在病损部位缓慢地作直线或圆圈式滑动. 另一作者报告[33]超声波治疗带状疱疹 70 例,也取得明显效果,有效率 98.6%,其中痊愈率 82.9%,一般经 1—2 次后疼痛即明显减轻,2—3 次后疱疹渗出物吸收结痂. 还有作者[34]用超声波治疗带状疱疹亦获得显著效果,显效率达 94.2%. 上述作者的报告均证明超声波是治疗带状疱疹的好方法.

(2) 手足部疣　赵焕章[35]报告超声波治疗手足部疣 137 例,治愈 105 例(76.6%),治疗时一般将声头紧密接触病变部位,如为多发性疣或病变部位特殊时可用水下法.

(3) 神经性皮炎　陈化民[36]报告超声波治疗局限性神经性皮炎 48 例,其中痊愈及显著好转 36 例,但远期疗效较差.

(4) 手足癣　李鼎美等[37]报告超声波柳酸导入治疗手足癣 52 例,有效率 96%,其中痊愈及显著好转率 80%,治疗时将手或足浸入 0.2% 柳酸溶液 5000ml 中进行超声波透入.

4. 五官科疾病

(1) 中心性视网膜炎　陆建华[38]报告超声波治疗中心性视网膜炎 114 例,共计 150 只眼,视力恢复到 1.0 以上者 63 只眼,视力增加 3 行以上 27 只眼,视力有进步者 38 只眼,无效 22 只眼. 另一作者[39]报告超声波治疗眼底病亦有一定效果.

(2) 急慢性上颌窦炎　笔者[40]用超声波疗法治疗急慢性上颌窦炎 100 例,有效率 91%,急性期疗效优于慢性期,并对其中 48 例进行了为期 4 个月—4 年的远期疗效观察,继续好转与保持疗效者 35 例,疗效下降及复发者 13 例,说明其远期疗效还是较好的.

(3) 咽喉炎　有人[41]用中药超声波雾化吸入治疗急性喉炎及慢性咽炎等 30 例,有效者 28 例,其中近愈及显效 22 例,以急性喉炎效果好,11 例急性喉炎均有效,其中近愈者有 9 例.

二、治疗方法进展

1. 常用方法的改进

超声波疗法沿用多年的操作方法,一般是在患区或相应的体表部位进行治疗,有的作者[16—17]在使用直接接触法时,进行了某些改进,在治疗颈肩腿痛时能获得较好效果的原因,主要是改进了操作方法,关键是找准痛点,开始将输出适当加大,出现酸麻胀等反应后,适当加大剂量至可以耐受程度,如无酸胀等反应则难以收效,如上述反应向远端传导则更较好,以压痛点为中心,在其周围作小圆圈移动,每个痛点一般约 5 分钟.

2. 超声波药物透入疗法

超声波药物透入疗法,是利用超声波的作

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

用，把药物通过粘膜或皮肤透入体内，具有超声及药物的双重作用，这是在治疗方法上的新进展，近年来应用逐渐增多，并取得一定效果．有人[42]报告把跌打丸制成羔剂作接触剂进行超声波透入，治疗扭挫伤 48 例，有效率 95.8%，完全止痛及消肿方面的效果，超声透入药物组优于单纯超声组．用莪术、坤草、赤芍等煎剂超声波透入治疗血栓性脉管炎 12 例均有效，其中痊愈及显效者 10 例[43]．还有将药物制成油剂、油膏或冷霜做为接触剂进行治疗，或将药物浸于纱布、水中进行超声波透入．关于超声波透入药物的问题，国外进行了不少研究，并比较数种物理因子导入机体的药量，超声波不仅可以透入，而且超声波透入量最多，其次为直流电，再次为按摩．并有人将可的松等药物用超声波透入治疗关节炎、慢性骨关节病、面神经炎等病．但王淑英等[44]报告超声波[131]碘透入实验结果说明没有或只有极少量[131]碘透入体内，与国外实验结果不一致，该作者认为可能由于使用超声波的频率、强度、时间、方法等条件不尽相同有关．但"理疗手册"肯定与介绍了超声波透入药物疗法的临床应用价值[45]．

3. 超声波雾化吸入疗法

超声波雾化吸入疗法是利用超声波使药物溶液雾化形成微细的雾状颗粒，通过鼻腔、口腔、气管、支气管，肺泡直接作用到病灶局部的治疗方法，近年来许多医院、基层医疗单位已较广泛应用，并逐渐代替了传统的单纯以机械作动力的仪器．这种方法具有以下优点：由于药物能直接作用呼吸道局部，因此对呼吸道疾病的疗效迅速，局部药物浓度高，疗效明显，并且节省用药量，减少全身反应，超声雾化的雾滴比其它雾化法要小，雾滴稳定等．治疗的疾病较多，如急、慢性咽炎，急慢性扁桃腺炎，急性副鼻窦炎，急性喉炎，声带息肉术后，急、慢性支气管炎，喘息，支气管扩张，肺心病伴发肺部感染，肺气肿，矽肺并发症，喉结核，肺结核继发肺部真菌感染以及排痰不畅等；超声雾化常用的药物有青霉素、庆大霉素、链霉素、卡那霉素、二性霉素 B、红霉素、新霉素、麻黄素、氨茶碱、黄连素、异丙基肾上腺素、喘速宁、氢化可地松、地塞米松、胰蛋白酶；另外还有板兰根、鱼腥草、穿心莲等中草药等[46—48]．

4. 超声间动电疗法

超声间动电疗法是超声波间动电疗法同时作用于人体，因此它具有超声波与间动电流的双重作用．例如有止痛、促进血液循环、消炎作用，还有调节神经肌肉的紧张度的作用．可以治疗三叉神经痛、坐骨神经痛、腰骶神经炎、肩关节周围炎、肌肉痛、软组织损伤、腱鞘炎、腰骶神经炎、颞颌关节炎等．

5. 超声波穴位法

超声波穴位法是指超声波通过作用某些穴位发生治疗作用，这是在超声波治疗方法上的一项改革，它对于某些疾病有一定效果．有人[49]报告应用脉冲超声波作用于大椎、天突、膻中、合谷等穴，治疗慢性支气管炎及支气管哮喘有一定效果．又有报告超声波作用于脐下二寸石门穴为中心治疗年龄 3 个月—4 岁的小儿单纯性消化不良获得明显效果．

6. 超声波弱直流电疗法

郭友池报告[13]，将超声波和弱直流电两种对冠心病均有效的方法同时作用于心区及穴位以治疗冠心病，并取得了较好结果．认为弱直流电具有促进心肌兴奋性，传导性正常化及恢复心室收缩功能等作用，初步印象比单用超声波效果好，尚在继续观察中．

三、某些治疗作用机理的探讨

1. 超声波对颅脑疾病作用问题

国内一些单位应用超声波治疗脑血管疾病及脑神经一些病变后，对其作用机理，尤其是超声能量经过颅骨后的穿透率问题，进行了有关研究．张珍等[50]用新鲜尸体之颅骨进行超声波透颅实验，结果声能损失较大，连续波超声平均穿透力为 19.7%，脉冲波超声为 23.7%，与在头皮上加入相当于女性颞侧之头发厚度后，连续波超声的穿透率为 17.2%，脉冲波超声为 21.1%．陈景藻[51]的超声透颅实验，超声波作用

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

于相当头颅厚度的肥皂制模型时，声强 0.3W/cm² 时可引起其内凹部的水产生震荡波，但用连续式超声波 0.3—2.5W/cm² 作用于新鲜尸体颅骨时，颅内凹水中肉眼看不到因超声波作用而引起的水的震荡波纹．傅强[52]进行的超声透颅实验其结果与上类似．从上述实验说明，当超声作用于头颅时，头皮、头发、肌肉及颅骨等组织，对超声能量损耗是较大的，作用于脑组织的实际剂量很小．但作用于脑组织的强度也不可能较大，否则，会造成脑组织不可逆的变化．因此，虽有较多声能衰减，仍有部分声能到达脑组织．

2. 超声波对心脏的作用

齐齐哈尔铁路局中心医院冠心病防治组，"心超"科研组为了研究超声波疗法是否有助于侧枝循环的形成，进行了动物实验．用频率 800kHz、声强 1W/cm² 的超声波，每天一次，每次 10 分钟，作用于狗的胸前，从心肌梗塞发生开始，照射 18 天，处死动物后经冠状动脉造影，引起侧枝循环的形成，并观察到梗塞灶明显缩小，有利心绞痛的治疗及心肌梗塞的恢复．日本山中 1973 年报告，实验条件本基本与上相同，观察到狗的心肌梗塞灶明显缩小，增加了冠状动脉新生的侧枝循环．但赵紫东[53]报告，应用 0.75—2.5W/cm² 的超声直接作用于家兔左室侧壁，引起冠脉血管收缩流量减少，作者认为声头直接接触心脏，与临床使用的超声作用于心前区治疗冠心病，所产生的效果可能大有不同，因后者无疑有复杂的神经体液因素参与．认为心区超声波治疗冠心病是通过改善心肌的神经调节，冠脉循环，物质代谢及心肌营养等作用．

3. 超声波对血压的作用

超声波治疗后有一定的降压作用，有作者[11]观察 56 例合并高血压冠心病人，超声治疗前后的血压变化，经过21次超声波治疗后，收缩压平均下降 26.51mmHg 舒张压平均下降 12.23 mmHg，说明在心前区进行超声波治疗具有降压作用，可能由于超声波刺激主动脉弓压力感受器或机械作用刺激心包所制．另一作者[12]亦报告心区超声治疗后有血压下降作用．

我国对于脑、心血管疾病及眼底疾病的超声波治疗取得了一定进展，但由于缺乏严格的对照组，有的还同时应用其它物理疗法，因此对疗效与临床价值的认识尚不一致；对其作用机理还有待进一步阐明．今后对其效果与机理应作进一步探讨与研究．近年来超声对其它多种病的治疗取得较好效果，确有其临床应用价值．但其发展速度及重视程度，与超声诊断相比，则有极大差距，远远落在超声诊断之后．为了使超声波治疗迅速发展，今后应加强超声波的临床应用、实验研究与仪器的研制工作．

参 考 文 献

[1] 河南省洛阳市第三人民医院脑血管病研治组，中华内科杂志，新 1-4 (1976)，220.
[2] 郭志英等，中华理疗杂志，3-4 (1980)，222.
[3] 第二军医大学第二附属医院神经科，人民军医 11 (1975)，53.
[4] 河南医学院超声波研究组，新医学 2 (1976)，84.
[5] 陕西省人民医院超声协作组，中华内科杂志，18-12 (1979)，61.
[6] 徐善卿，中华理疗杂志，4-4 (1981)，244.
[7] 吴耀辰等，中华理疗杂志，4-3 (1981)，187.
[8] 蔡际虞，中华理疗杂志 5-2 (1982)，112.
[9] 邹贤华等，庆祝建国十周年医学科学成就论文集，下卷，人民卫生出版社，1959 年，109.
[10] 解放军 163 医院气管炎防治队，中华内科杂志，新 2-5 (1977)，266.
[11] 齐齐哈尔铁路局中心医院冠心病防治组心超科研组，内部资料，1977 年.
[12] 赵宗礼等，山西医药杂志，4 (1978)，42.
[13] 郭友池等，中华理疗杂志，2-1 (1979)，1.
[14] 陈正元，中华理疗杂志，4-2 (1981)，73.
[15] 谭其仁等，中华理疗杂志，3-2 (1980)，91.
[16] 何春，中华理疗杂志，3-2 (1980)，94.
[17] 南京军区总医院理疗科，人民军医，7 (1975)，68.
[18] 八一医院理疗科，人民军医，7 (1975)，72.
[19] 陆志鹏，中华理疗杂志，2-2 (1979)，109.
[20] 乔志恒，中华外科杂志，9-9 (1961)，303.
[21] 季德宜，中华医学杂志，3 (1964)，179.
[22] 廖业如，中华理疗杂志，4-4 (1981)，252.
[23] 叶春山，中华理疗杂志，4-2 (1981)，97.
[24] 孙先洁等，中华理疗杂志，4-1 (1981)，25.
[25] 苏占福等，理疗与疗养，4 (1964)，4.
[26] 李德煊等，理疗与疗养，9 (1964)，33.
[27] 刘风云等，中华理疗杂志，4-3 (1980)，159.
[28] 龚新环，理疗与疗养，1 (1965)，24.
[29] 陈靖，中华理疗杂志，4-4 (1981)，231.
[30] 黄江容，中华理疗杂志，3-1 (1980)，30.
[31] 钱桂芳，中华理疗杂志，5-2 (1982)，125.
[32] 顾祖霞等，中华理疗杂志，3-2 (1980)，110.

(下转第 22 页)

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

我们对信噪比为 0dB 的语言在 DJS-131 语言处理系统上用本方法处理，保持m和n值在上述范围，经初步测量，处理后信噪比可提高 6dB 左右．我们还用本方法对信噪比为 −5dB —+5dB 的短句进行了处理，经过试听比较，认为处理后的语言信噪比有一定的改善，语言的可懂度没有明显下降。

最后，为了验证相位对合成语言的影响，我们做了以下几个实验。

1. 把一段语言的振幅谱分离出来，丢弃它本身的相位谱，而用无规化的相位来合成语言，处理后的语言听起来可懂度无明显改变，只感觉到这样处理后的语言不够柔和、自然，发音变“硬”。

2. 将白噪声的振幅谱加上语言的相位谱合成后，听起来仍然是一片噪声。

3. 在信噪比为 0 dB 的语言振幅谱上，加上无噪声的原来语言本身的相位谱，再合成语言，听起来合成的语言比原来信噪比为 0 dB 的语言稍清晰一点，也响一点。

以上实验也进一步证明，如 M. R. Schroeder 所指出的[10]，人们对语言信号的理解，就短时间分析来说，主要取决于振幅谱，相位对语言的可懂度影响不大．因此，在降噪处理中用含噪语言的相位（尤其在信噪比为 0 dB 以上时）替合成语言的相位看来是可行的．但是，相位也确实携带了一些语言的信息，如果能准确地提取语言的相位加以合成，无疑对改善语言的音质和可懂度是有益的。

四、结　论

二阶谱法是频域处理方法中一个较好的方法．本文从理论上讨论了它的基本原理，实验也表明，对于白噪声中信噪比为 −5dB—+5dB 的语言信号，经本方法处理，信噪比可提高 6dB 左右．此外，理论和实验也证实，人们对短时间相位是不敏感的，但是相位中也确实携带了一定的语言信息。

本论文的整个工作是在魏荣爵教授的指导下完成的。

参 考 文 献

[1] 余崇智，电声技术，4 (1981)，1—6.
[2] 华一满，电声技术，4 (1981)，6—9.
[3] 徐柏龄、余崇智，电声技术，4 (1981)，10—12.
[4] R. J. Niederjohn and R. A. Curtis, Tech. Rept. No. RADC-TR-77-310, RADC, Griffiss Air Force Base, N. Y, Oct. 1977.
[5] R. A. Curts and R. J. Niederjohn, in proc. IEEE. Int. Cont. Acousties, Speech, Signal Processing. Apr. 1978, 602—605.
[6] M. J. Irwin, 1980, IEEE Int. Conf on ASSP, 1045—1051.
[7] 余崇智等，南京大学学报(物理学专刊) (1980)，112—121.
[8] N. C. Geckinili and D. Yavuz, *IEEE Trans. ASSP*. Vol. ASSP-**26**-6 (1978). 501—507.
[9] R. E. Crochiere, *IEEE Trans. ASSP*, Vol. ASSP-**28** (1980).
[10] M. R. Schroeder, *Proc. IEEE*. Vol. **63** (1975). 1332—1350.

（上接 33 页）

[33] 吴慧敏等，中华医学杂志，**50**-10 (1964)，669.
[34] 吴清欣，中华理疗杂志，**2**-2 (1979)，108.
[35] 赵焕章，中华医学杂志，**57**-9 (1977)，583.
[36] 陈化民，中华医学杂志，**48**-12 (1962)，794.
[37] 李鼎美等，理疗与疗养，3 (1965)，126.
[38] 陆建华，中华理疗杂志，**5**-1 (1982)，封 4.
[39] 邱全福，广东医药资料，4 (1976)，31.
[40] 周万松，武汉医学杂志，5 (1964)，394.
[41] 成勤媛，中华理疗杂志，**4**-2 (1981)，79.
[42] 第一军医大学第一附属医院理疗科，中华理疗杂志，**1**-2 (1978)，104.
[43] 张惠敏等，中华理疗杂志，**1**-1 (1978)，51.
[44] 王淑英等，中华理疗杂志，**3**-3 (1980)，129.
[45] 郭万学主编，理疗手册，辽宁人民出版社，1980 年，305—307.
[46] 叶春山，中华理疗杂志，**4**-1 (1981)，44.
[47] 海军总医院气管炎防治组等，中华医学杂志，**54**-12 (1974)，759.
[48] 广州市结核病内科，新医学，10 (1975)，474.
[49] 北京部队总医院等主编，理疗学第六分册，1977 年，49—56.
[50] 张珍等，全军理疗专业会议资料，1978 年 11 月.
[51] 陈景藻等，中华理疗杂志，**2**-1 (1979)，47.
[52] 傅强，中华理疗杂志，**2**-4 (1979)，208.
[53] 赵紫东，中华理疗杂志，**4**-3 (1981)，130.

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net