

DOI:10.3969/j.issn.1005-202X.2016.12.022

医学信号处理与医学仪器

## 多频率匹配耳鸣掩蔽疗法及其手机APP设计实现

陶源<sup>1</sup>, 叶盛<sup>2</sup>, 楚广星<sup>2</sup>, 关添<sup>2</sup>, 王健<sup>3</sup>, 陆兴<sup>1</sup>, 朱汝妃<sup>1</sup>, 琚良艳<sup>1</sup>, 常晓东<sup>2</sup>

1. 北京大学深圳医院耳鼻咽喉科, 广东 深圳 518036; 2. 清华大学深圳研究生院生物医学工程研究中心, 广东 深圳 518055; 3. 深圳信息职业技术学院电子与通信学院, 广东 深圳 518172

**【摘要】目的:**设计并实现一款手机APP用于治疗耳鸣。**方法:**采用多频率匹配的掩蔽疗法, 整个APP主要由纯音疗法、掩蔽疗法、量表测试、个人中心4个模块组成。纯音疗法有3种频率和响度条可供调节, 掩蔽疗法模块分为纯音+噪声、纯音+音乐、纯音+自然声, 量表部分由耳鸣残疾评估量表、焦虑自评量表、抑郁自评量表构成, 个人中心主要用于统计量表结果以及治疗记录。**结果:**通过统计学方法验证多频率匹配的掩蔽疗法是有效的, 并且通过病人使用APP反馈的结果, 也表明该手机APP可以对耳鸣患者的病情有一定缓解。**结论:**该APP可以很好地对耳鸣患者进行治疗。

**【关键词】**耳鸣; 多频率匹配; 掩蔽疗法; 纯音疗法; APP

**【中图分类号】**R318

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2016)12-1280-06

## Multi-frequency matching tinnitus masking therapy and the mobile phone APP design and implementation

TAO Yuan<sup>1</sup>, YE Sheng<sup>2</sup>, CHU Guangxing<sup>2</sup>, GUAN Tian<sup>2</sup>, WANG Jian<sup>3</sup>, LU Xing<sup>1</sup>, ZHU Rufe<sup>1</sup>, JU Liangyan<sup>1</sup>, CHANG Xiaodong<sup>2</sup>

1. Department of Otolaryngology, Shenzhen Hospital of Peking University, Shenzhen 518036, China; 2. Research Center of Biomedical Engineering, Graduate School at Shenzhen, Tsinghua University, Shenzhen 518055, China; 3. Electronics and Communication College, Shenzhen Institute of Information Technology, Shenzhen 518172, China

**Abstract: Objective** To design and implement a mobile phone APP for the treatment of tinnitus. **Methods** The masking therapy of multi-frequency matching was adopted. And the APP was mainly composed of 4 modules, including pure tone therapy, masking therapy, scale test, and personal center. Three kinds of frequency and loudness were adjustable in pure tone therapy. Masking therapy module was divided into pure tone and noise, pure tone and music, and pure tone and natural sound. The scale was composed of tinnitus handicap assessment scale, self-rating anxiety scale, and self-rating depression scale. Personal center was mainly used for the statistics of test results and the records of treatments. **Results** The effectiveness of masking therapy of multi-frequency matching was verified by using statistical methods, and the feedback of patients using the APP showed that the APP provided relief to patient with tinnitus. **Conclusion** The APP is approved to be a good treatment for patients with tinnitus.

**Keywords:** tinnitus; multi-frequency matching; masking therapy; pure tone therapy; APP

### 前言

**【收稿日期】**2016-07-16

**【基金项目】**国家自然科学基金(31271056); 国家自然科学基金青年基金(81401539); 深圳市人体听觉与平衡功能医疗技术工程实验室资助课题; 深圳市科技研发资金资助项目(JCYJ20140415162543023)

**【作者简介】**陶源, 硕士研究生, 副主任医师, 从事耳科学基础和临床研究, E-mail: taop19772000@163.com

**【通信作者】**陆兴, 主任医师, 主要从事耳科学基础和临床研究, E-mail: luxing006@126.com

耳鸣是指没有外界声源或电刺激的情况下, 耳内或颅内产生异常声音感觉, 是听觉感知的错觉, 是听觉功能紊乱所致的一种常见症状。耳鸣会严重影响患者的工作、生活、睡眠, 甚至产生焦虑、情绪波动、失眠、自杀等<sup>[1-2]</sup>。国外统计资料显示: 耳鸣患者占美国总人口的17.0%, 成年人耳鸣发病率约为25.3%。目前我国尚缺乏全国耳鸣调查资料, 但按人口的5.0%保守估计, 经常需要医师帮助的耳鸣患者人数约为6 500万<sup>[3]</sup>。

智能手机作为现代社会最广泛的交流设备,受到广大用户青睐,越来越多的手机生产商开始专注于智能手机研究,追求更轻、更薄的标准,带给用户全新的体验。随着“互联网+”时代的到来,手机APP已经成为一种更加便捷的应用程序。

本文将多频率匹配掩蔽疗法与手机APP相结合,设计并实现了一款手机APP,方便耳鸣患者治疗,免去患者数月或数年到医院接受治疗花费大量的治疗费用、时间和精力,影响工作和生活。

## 1 多频率匹配的掩蔽疗法

### 1.1 耳鸣机制研究现状

目前,主观性耳鸣的产生机制尚未明确。早期认为耳鸣的产生源于耳蜗的功能异常,但是切断听神经后,仍然不能完全消除耳鸣症状<sup>[4]</sup>。近年来,耳鸣机制的研究重点向中枢神经系统转移,普遍认为耳鸣的早期病变可能在耳蜗,其中大脑皮层和边缘系统参与了耳鸣的产生与持续<sup>[5-7]</sup>。Rauschecker等<sup>[8-9]</sup>发现耳鸣大鼠听觉脑干神经元发生的可塑性改变可能与耳鸣的发生密切相关。

### 1.2 现有耳鸣治疗方法

虽然对于耳鸣机制的研究有很多,但是还没有有效根治耳鸣的办法<sup>[10-12]</sup>。西医认为耳鸣的发病与耳蜗内微循环障碍、缺血、缺氧有关。传统的耳鸣治疗方法是服用西药或滴注药物,部分患者可取得不错的疗效<sup>[13-15]</sup>。中医药疗法和心理治疗方法相结合具有独特的优势,国际上公认的耳鸣治疗方法是习服疗法<sup>[16-17]</sup>。它强调心理干预和声音治疗的结合,增加听觉系统的滤过功能和中枢抑制力,使患者逐渐适应耳鸣,从而达到减轻耳鸣的影响<sup>[18-20]</sup>。

### 1.3 多频率匹配的掩蔽疗法

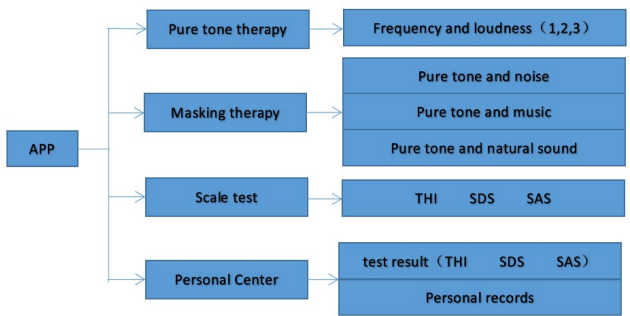
掩蔽疗法被称为极有前景的治疗方法。有人曾提出单频率掩蔽疗法,就是采用单一频率去模拟患者听到的耳鸣声,根据匹配的结果产生噪声对耳鸣声进行掩蔽。但是在实际情况中,通过与患者的交流发现采用单频率匹配去模拟他们耳鸣听到的声音,效果并不是很好。因为耳鸣声音通常包含3~5个主频率,具有单一频率的纯音难以实现对耳鸣的完全掩蔽。通过临床试验,多频率匹配疗法的有效性已经得到验证,但是患者每次都要去医院进行耳鸣治疗显然不是很方便。因此,本文基于多频率匹配的掩蔽疗法,采用不同频率的窄带噪声取匹配患者听到的耳鸣声,设计出一款APP,并且验证了其有效性。

具体方法是采用窄带噪声作为兴奋去刺激耳蜗

毛细胞的传出神经,使得毛细胞的自发活动性降低,经过一段时间的刺激,可恢复部分或全部毛细胞的自发活动性,降低听神经的自发放电活动,使得听觉神经恢复正常,破坏中枢对耳鸣的记忆,最终使耳鸣得到缓解直至消失。

## 2 APP设计方案

多频率匹配的掩蔽疗法需要患者填写相应的问卷,根据患者填写问卷的实际情况进行耳鸣声音的匹配,由于问卷的信息量较大,导致最终耳鸣量表的整合工作以及基于多频率匹配法的掩蔽治疗工作都变得十分复杂,而且在实际工作中,数据收集受到时间和空间限制。主要表现在:耳鸣患者分布不够集中,实验只在医院耳鼻喉科门诊开展,无法在其它地方进行数据采集,量表发放与回收工作进展受到很大的限制;由于耳鸣的频率和响度具有漂移特性,实际频率匹配时,以一周为周期对患者重新进行参数匹配,并不能保持耳鸣参数与掩蔽声音参数同步变化。鉴于以上两点,将耳鸣量表和基于多频率匹配的掩蔽治疗平台进行整合,开发一套基于APP平台的耳鸣治疗方案。该款APP主要有4个功能模块,分别为纯音疗法、掩蔽疗法、量表测试、个人中心。整个APP的模块及各个子模块包含内容如图1所示。



THI: Tinnitus handicap assessment scale; SDS: Self-rating depression scale; SAS: Self-rating anxiety scale

图1 APP整体模块结构及功能  
Fig.1 APP overall module structure and function

### 2.1 APP纯音疗法模块设计

纯音疗法模块有3组纯音用于耳鸣频率和响度匹配,每一组纯音都有2个拖动条,分别用于控制纯音的频率和响度,同时可显示当前的频率值和响度值。首先给患者播放第1个频率和响度的窄带噪声,由患者的主观感受再加上第2种频率和响度的窄带噪声,如此,再加上第3种频率和响度的窄带噪声,通过调节3种频率和响度,最终达到匹配患者实际耳鸣声的效果。

在界面中设置“Start”按钮用来播放和停止纯音,当点击了“Start”按钮之后就会开始播放,并且会变成“Stop”按钮。界面底部有一个“Save”按钮,用于保存当前3组纯音的频率和响度,点击之后会弹出对话框,要求用户对本次用于治疗的纯音复合音进行命名,该治疗音将被用于第二步掩蔽治疗之中。数据保存在IOS数据库Coredata中,保存在danyin的ennity之中,其中有name、f1、v1、f2、v2、f3和v3共计7个字段,分别对应此次保存的名字、第一组频率、第一组响度、第二组频率、第二组响度、第三组频率和第三组响度。

2.2 APP掩蔽疗法模块设计

掩蔽疗法模块有3种声音选择功能,分别为:纯音+噪音、纯音+音乐、纯音+自然声音,还可以调节信噪比,达到更好的治疗效果。在纯音+噪音界面中可以选择纯音疗法模块生成的纯音复合音作为掩蔽疗法的主声调,然后根据刻度为0~50 dB的信噪比滑动条对纯音复合音和白噪声进行混合,在0 dB的时候为只有噪声,50 dB的时候只有纯音。最下方是“Play”按钮,用来播放纯音复合音和白噪声的混合音;在纯音+音乐界面可以从用户手机的Ipod里面获取音乐列表,为用户播放纯音和音乐的混合音,用于掩蔽治疗;在纯音+自然声音界面可以选择自然界声音,如蝉鸣声、流水声、瀑布声、微风声等自然界中接近耳鸣的声音,用纯音复合音和自然界声音混合后进行掩蔽治疗。

2.3 APP量表测试模块设计

量表测试模块主要有3种量表:耳鸣残疾评估量表(THI)、焦虑自评量表(SAS)、抑郁自评量表(SDS),最后可以实现3个量表的快速整合和分析。(1)THI:共包含25个题项,每个题项有“不”、“有时”和“是”3个选项,每个选项评分分别为4分、2分和0分,都是单项选择题,患者只能选择一种与自己实际情况最接近的选项,因此每个题项分别设置1个变量,分别为T<sub>1</sub>~T<sub>25</sub>,每个变量分别有“0”、“2”和“4”3个水平;(2)SAS:共包含20个题项,每个题项有“没有”、“有时”、“大部分时间有”和“绝大部分时间有”4个选项,每个选项评分分别为1分、2分、3分和4分,因此每个题项分别设置一个变量,分别记为A<sub>1</sub>~A<sub>20</sub>,每个变量分别设置“1”、“2”、“3”和“4”4个水平;(3)SDS:共包含20个题项,每个题项有“从无或偶尔”、“有时”、“经常”和“总是如此”4个选项,每个选项评分分别为1分、2分、3分和4分,因此每个题项分别设置1个变量,分别记为D<sub>1</sub>~D<sub>20</sub>,每个变量分别有“1”、

“2”、“3”和“4”4个水平。

2.4 个人中心模块

个人中心界面由治疗记录和测试结果两个子界面组成。治疗纪录界面是一个二维表格,表格第1行里面有7列:name、f1、v1、f2、v2、f3、v3,分别对应掩蔽治疗时保存的名字、第一组频率、第一组响度、第二组频率、第二组响度、第三组频率和第三组响度,表头以下的每一行对应每次保存的数据,表格是无限向下延伸的,可往下滑动查看数据,通过每次的治疗数据可动态评估用户耳鸣病况的变化,观察耳鸣频率和响度的变化趋势。测试结果界面包含3个表格,分别对应THI、SDS和SAS 3个量表测试的结果柱状图,横坐标是测试的次数,纵坐标是测试的分数,使用动态绘制展示,表格可向右无限延伸,可以查看用户多次量表测试的结果,通过柱状图可以直观观察患者量表评估的变化趋势,初步判断患者病情变化,底部的左右按钮可分别用于查看上一个和下一个量表测试结果。

3 APP软件实现

在软件实现中,选择基于MAC OSX系统下的Xcode7编译软件,使用Swift和Object-C语言编写,主要用到基础算法、界面编译、声音生成、声音播放、数据持久化等框架。整个APP一级页面有4个功能选项,分别由底部4个按钮控制,顶部是导航栏,用于显示用户当前所在的位置。

3.1 纯音疗法模块实现

纯音疗法是APP设计的重要模块,主要步骤如下:(1)格式化声音板式(AVAudioFormat),它的channels设置为1个,采样率使用44.1 kHz;(2)创建pcm缓冲区(AVAudioPCMBuffer)容量是512,也就是512帧的单声道无损声音;(3)循环填充buffer,先定义一个delta(浮点数),根据下面的公式生成填充: $f(n)=a\sin(2\pi fnT_s)$ ,其中,a是响度,使用变量amplitude来控制,f为生成音频的频率,T<sub>s</sub>为采样间隔,通过这种方式就可以生成1个xcode的音频框架AVFoundatio库里面AVAudioPlayerNode类,也就是1个声音单元;(4)获得生成的正弦波单元(tempUnit),使用xcode音频框架AVFoundation生成1个声音的引擎 AVAudioEngine,用于模数转换,使用 AVAudioEngine的attachNode方法将tempUnit添加到播放引擎;(5)由于本次APP设计存在3个正弦波单元,因此重复(1)~(4)步骤可以设置3个频率和响度滚动条,从而相对独立改变频率和响度;(6)调用



AVAudioEngine 的 start 方法将引擎开启,此时纯音播放处于就绪状态,通过选择“Start”随时可以播放纯音;(7)通过调用之前生成的正弦波单元的 play 和 stop 方法,就可以播放和停止了。界面如图 2 所示。

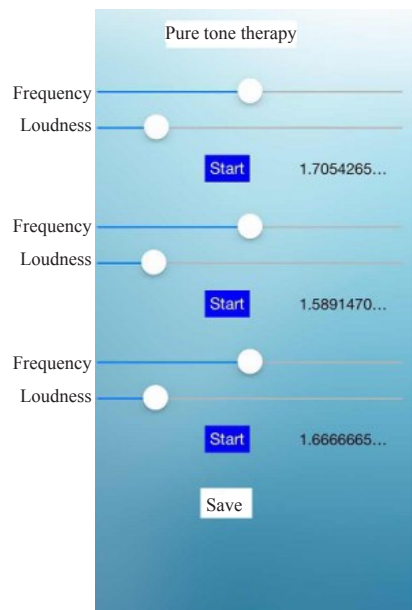


图2 纯音疗法界面  
Fig.2 Pure tone therapy

3.2 掩蔽疗法模块实现

掩蔽疗法要通过前面纯音匹配好的结果进行掩蔽,从而降低耳鸣对患者正常生活的影响。主要步骤如下:(1)通过系统自带的 The Amazing Audio Engine 库,创建一个新的格式模版 Audio Stream Basic Description;(2)通过 channel with block 方法创建并且在它的尾随闭包里面配置这个信道,此处关键在于通过对声音缓冲区(number of Buffers)进行声音填充,填充的过程使用函数 drand48(),该函数用于产生 0~1 之间的均匀分布随机数,用这些随机数去填充 buffer 就可以生成白噪声;(3)将产生的白噪声和上一模块中的纯音进行叠加即可实现“纯音+噪音”选项的功能,将手机播音列表与 APP 数据库相连接,就可以实现“纯音+音乐”和“纯音+自然声”选项的功能。界面如图 3 所示。

3.3 量表测试模块和个人中心模块实现

在这两个模块中,只是通过一些基本的程序语言将量表内容、选项对应设置在 APP 界面中就可以,最后将“统计结果”以柱状图形式输出,个人中心的治疗记录以表格形式显示,方便医生治疗以及患者自己查看。量表测试主界面以及量表内容界面、个人中心测试结果以及治疗记录如图 4 所示。

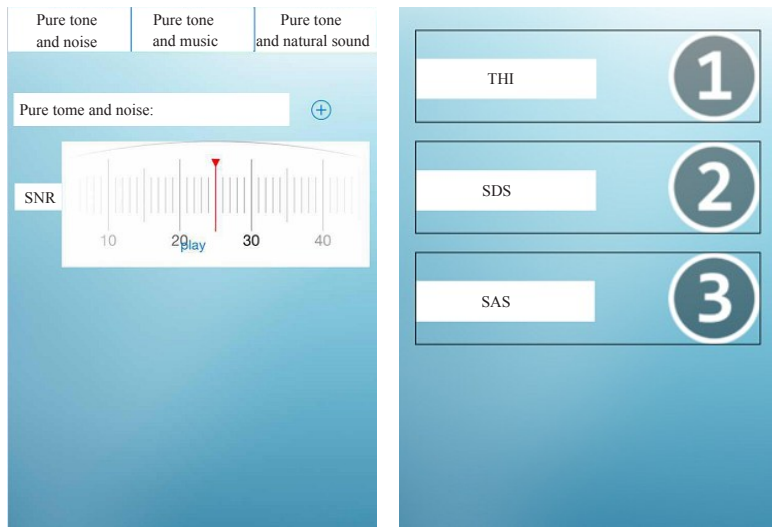


图3 掩蔽疗法界面  
Fig.3 Masking therapy

4 结果与讨论

(1)THI 的信度和效度分析:信度分析结果表明,量表 Cronbah  $\alpha$  信度系数为 0.810,基于标准化项的 Cronbah  $\alpha$  信度系数达到 0.956,表明该量表的内在一致性较好,信度水平较高;通过项间相关性分析可得,变量  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_9$ 、 $T_{18}$  和  $T_{20}$  之间的两两相关性较好

( $r>0.5$ ),变量  $T_3$ 、 $T_{10}$ 、 $T_{14}$ 、 $T_{21}$  和  $T_{25}$  之间的两两相关性较好( $r>0.6$ ),变量  $T_5$ 、 $T_{11}$ 、 $T_{19}$  和  $T_{23}$  之间的两两相关性较好( $r>0.6$ ),该结果与 THI 功能性、情绪性和严重性的三个维度是一致的;在项总计统计量中,通过观察项已删除的 Cronbah  $\alpha$  值发现,分别逐次删除变量  $T_2$ 、 $T_4$ 、 $T_6$ 、 $T_7$ 、 $T_{14}$ 、 $T_{17}$ 、 $T_{20}$ 、 $T_{21}$ 、 $T_{22}$  和  $T_{23}$  后,量表的 Cronbah

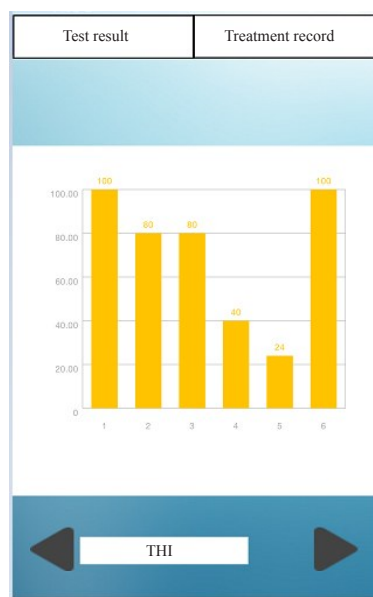


图4 量表测试界面  
Fig.4 Scale test

$\alpha$ 信度系数相比于未删除该题项时具有显著性( $P<0.05$ ),因此将以上10个变量列入待删除的考虑范围内。

效度分析结果表明,KMO 检验值为 0.830,Bartlett 球形检验为显著性水平( $P<0.001$ ),说明 THI 可以使用因子分析法。采用主成分分析法,抽取特征值大于1的因子,结果发现特征值大于1的公共因子有4个,4个公共因子方差贡献率达到96.170%,能很好解释量表中的所有变量,说明该量表效度非常好。

(2)SDS的信度和效度分析:信度分析结果表明,量表 Cronbah  $\alpha$ 信度系数为 0.739,基于标准化项的 Cronbah  $\alpha$ 信度系数达到0.858,表明该量表内在一致性较好,信度水平较高;在项总计统计量中,观察项已删除的 Cronbah  $\alpha$ 值发现,  $D_1$ 、 $D_3$ 、 $D_4$ 、 $D_7$ 、 $D_8$ 、 $D_9$ 、 $D_{13}$ 、 $D_{15}$ 、 $D_{19}$ 被逐次删除后,量表的 Cronbah  $\alpha$ 信度系数相比于未删除该题项时具有显著性( $P<0.05$ ),因此将以上9个变量列入待删除的考虑范围内。

效度分析结果表明,KMO 检验值为 0.750,Bartlett 球形检验为显著性水平( $P<0.001$ ),说明该量表比较适合进行因子分析。采用主成分分析法,抽取特征值大于1的因子,特征值大于1的公共因子有4个,并且4个公共因子的方差贡献率达到80.657%,表明其效度良好。

(3)SAS的信度和效度分析:信度分析结果表明,量表 Cronbah  $\alpha$ 信度系数为 0.790,基于标准化项的 Cronbah  $\alpha$ 信度系数达到0.846,表明该量表内在一致性较好,信度水平较高;在项总计统计量中,通过观察项已删除的 Cronbah  $\alpha$ 值发现,变量  $A_2$ 、 $A_5$ 、 $A_6$ 、 $A_{10}$ 、 $A_{12}$ 、 $A_{14}$ 、 $A_{15}$ 、 $A_{18}$ 和  $A_{20}$ 被逐次删除后,量表的 Cronbah

$\alpha$ 信度系数相比于未删除该题项时具有显著性( $P<0.05$ ),因此将以上9个变量列入待删除的考虑范围内。

效度分析结果表明,KMO 检验值为 0.780,Bartlett 球形检验为显著性水平( $P<0.001$ ),说明该量表适合进行因子分析。采用主成分分析法,并抽取特征值大于1的因子,结果发现特征值大于1的公共因子有4个,4个公共因子的方差贡献率达到70.627%,表明该量表效度良好。

多频率掩蔽疗法综合量表公共因子的碎石图如图5所示。随机选择20个耳鸣患者,在同一天相邻的时间段进行测试,将APP测得的结果与实际在医院中通过PC机测得的结果进行比较,采用APP对20个耳鸣患者进行测试,有效人数为15人,有效率为75%;采用PC机对同样的20个耳鸣患者进行治疗,有效人数为16人,有效率为80%。两者有效率有5%的差距,但是在一定范围内,可以认为结果具有一致性。这是由于测试患者人数过少,当测试人数达到很大时,最后两种方式治疗的有效率会更加接近,结果也就更加一致。在以后治疗中,将会对大样本数据进行测试。治疗结果说明该APP对于耳鸣患者的治疗是有效的,与患者在医院治疗的效果具有一致性。因此,该APP是一款成功的产品。

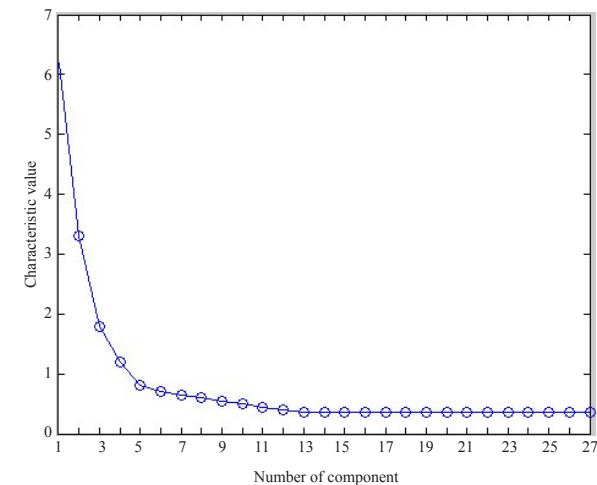


图5 综合量表公共因子碎石图  
Fig.5 Common factor of comprehensive scale

## 5 总结与展望

本文在多频率匹配的基础上,考虑到手机的普及以及患者往返于医院的不便,设计出一款APP,可以保证患者随时测得耳鸣情况,并且可以实时跟踪治疗。通过测试,APP测得的结果与实际在医院中治疗结果具有一致性。同时APP数据可以存储,方便与医生交流,从而得到医生更好的建议,这对于患者来说是十分

方便的,对他们耳鸣的治疗效果会更好。当治疗患者人数增多时,可以更好地测试APP性能,未来可以改进量表的选项,从而更好地测出患者耳鸣的情况。

## 【参考文献】

- [1] 韩德民. 2002耳鼻咽喉-头颈外科学新进展[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2002: 125-160.  
HAN D M. 2002 department of otolaryngology-head and neck surgery advances[M]. Beijing: People's Health Publishing House, 2002: 125-160.
- [2] SHARGORODSKY J, CURHAN G C, FARWELL W R. Prevalence and characteristics of tinnitus among US adults[J]. Am J Med, 2010, 123(8): 711-718.
- [3] 王洪田, 黄治物, 李明, 等. 耳鸣诊治基本原则与耳鸣习服疗法[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2007, 15(5): 346-347.  
WANG H T, HUANG Z W, LI M, et al. The basic principles of tinnitus treatment and the treatment of tinnitus[J]. Journal of Audiology and Speech Pathology, 2007, 15(5): 346-347.
- [4] 徐霞, 卜行宽. 耳鸣的流行病学研究[J]. 中华耳科学杂志, 2005, 3(2): 136-139.  
XU X, BU X K. Epidemiological study of tinnitus[J]. Chinese Journal of Otolaryngology, 2005, 3(2): 136-139.
- [5] PIERCE N E, ANTONELLI P J. Endolymphatic hydrops perspectives 2012[J]. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg, 2012, 20(5): 416-419.
- [6] LEE D S, LEE J S, OH S H, et al. Cross-modal plasticity and cochlear implants[J]. Nature, 2001, 409(6817): 149-150.
- [7] KRAL A, TILLEIN J, HEID S, et al. Postnatal cortical development in congenital auditory deprivation[J]. Cereb Cortex, 2005, 15(5): 552-562.
- [8] RAUSCHECKER J P, LEAVER A M, MÜHLAU M. Tuning out the noise: limbic-auditory interactions in tinnitus[J]. Neuron, 2010, 66(6): 819-826.
- [9] HOSKISON E, DANIEL M, AL-ZAHID S, et al. Drug delivery to the ear[J]. Ther Deliv, 2013, 4(1): 115-124.
- [10] JASTREBOFF P. Tinnitus handbook[M]. London: Singular Publishing Group, 2000: 87-115.
- [11] JASTREBOFF P J, JASTREBOFF M M. Tinnitus Retraining Therapy (TRT) as a method for treatment of tinnitus and hyperacusis patients[J]. J Am Acad Audiol, 2000, 11(3): 162-177.
- [12] SCHAAF H, GIELER U. TRT and psychotherapy in the treatment of tinnitus[J]. HNO, 2010, 58(10): 999-1003.
- [13] FOGERTY D, KEWLEY-PORT D. Perceptual contributions of the consonant-vowel boundary to sentence intelligibility[J]. J Acoust Soc Am, 2009, 126(2): 847-857.
- [14] STILP C E, KLUENDER K R. Cochlea-scaled entropy, not consonants, vowels or time, best predicts speech intelligibility[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2010, 107(27): 12387-12392.
- [15] AREHART K H, KATES J M, ANDERSON M C, et al. Effects of noise and distortion on speech quality judgments in normal-hearing and hearing-impaired listeners[J]. J Acoust Soc Am, 2007, 122(2): 1150-1164.
- [16] KREUZER P M, LANDGREBE M, SCHECKLMANN M, et al. Can temporal repetitive transcranial magnetic stimulation be enhanced by targeting affective components of tinnitus with frontal rtms? A randomized controlled pilot trial[J]. Front Syst Neurosci, 2011, 5: 88. DOI: 10.3389/fnsys.2011.00088.
- [17] JASTREBOFF P J, HAZELL J W. A neurophysiological approach to tinnitus: clinical implications[J]. Br J Audiol, 1993, 27(1): 7-17.
- [18] KATES J M, AREHART K H. Coherence and the speech intelligibility index[J]. J Acoust Soc Am, 2007, 117(4 Pt 1): 2224-2237.
- [19] DRUKIER G S. The prevalence and characteristics of tinnitus with profound sensori-neural hearing impairment[J]. Am Ann Deaf, 1989, 134(4): 260-264.
- [20] SCHWABER M K. Medical evaluation of tinnitus[J]. Otolaryngol Clin North Am, 2003, 36(2): 287-292.

(编辑:陈丽霞)

## 《实用医学杂志》2017年征订启事

《实用医学杂志》是由广东省卫生和计划生育委员会主管,广东省医学会、广东省医学学术交流中心(广东省医学情报研究所)主办的综合性医学学术性期刊。本刊为百种中国杰出学术期刊、中文核心期刊(北大版中文核心期刊);中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)、第2、3届中国精品科技期刊;RCCSE中国核心学术期刊;Google学术统计指标之100种中文热门期刊;WHO西太平洋地区医学索引收录期刊;美国《化学文摘》(CA)收录期刊。

本刊为原创性学术性期刊,以临床实用为基础,报道具有创新性和临床转化前瞻的基础研究论文,具备较好临床指导性和创新性的临床科研论文,及医学最新研究成果、医学新技术、新动态等。辟有:指南解读、述评、专题笔谈、专题报道、临床新进展、基础研究、临床研究、临床经验、循证医学、药物与临床、检验与临床、调查研究、误诊分析、中医中药、临床护理、综述、医院管理、病例报告、临床病例讨论等栏目。

本刊为半月刊,大16开,每期定价10元,全年定价240元。每月10/25号出版,国内外公开发行人,邮发代号46-44。全国各地邮局均可订阅,脱订者可直接通过本刊编辑部订阅。本刊编辑部常年办理邮购业务(免邮费)。欢迎订阅。

地址:广州市越秀区惠福西路进步里2号之6《实用医学杂志》编辑部,邮编:510180。

电话:(020)81866302,传真:(020)81866302,E-mail:syyxzz@syyxzz.com,本刊网址: <http://www.syyxzz.com/>。