

Analysis on Several Technical Analysis and Scheme Design Which Can be Applied to Knuckle Care

Kaiwen Zhu Yedi Chen Yun Dong Liu Yang Jia Yao

Changzhou Institute of Mechatronic Technology, Changzhou, Jiangsu, 213164, China

Abstract

In view of the long-term problems such as fatigue, cocoon and even joint swelling caused by holding a pen and writing on the knuckle, this paper first analyzes the research progress of relevant domestic patents, then analyzes the market prospect and demand, and then introduces several key technical backgrounds that can be used in knuckle care and are worthy of in-depth exploration, and then puts forward an intelligent knuckle care instrument design scheme. According to establishing a model based on the actual size and movement posture of the finger joint to conform to ergonomic design, combined with several key nursing techniques mentioned, has potential application value for diseases such as finger joint deformation and skin keratin thickening. The specific parameters used in the relevant technologies mentioned in this paper still need further experimental confirmation, hoping to provide direction for future research.

Keywords

knuckle care; low frequency pulse; infrared heating; medical device design

可应用于指关节护理的几项技术分析及方案设计

朱凯文 陈叶娣 董筠 杨柳 姚佳

常州机电职业技术学院, 中国·江苏常州 213164

摘要

针对长期因握笔写字指关节处产生疲劳、结茧甚至关节肿起等问题, 论文先对中国相关专利研究进展进行分析, 分析了市场前景与需求, 接着对可用于指关节护理问题上值得深入探索的几种关键技术背景进行了介绍, 随后提出了一种智能化的指关节护理仪器设计方案。根据指关节实际尺寸以及运动位姿建立模型使符合人体工学设计, 结合提到的几种关键护理技术对于指关节形变及其皮肤角质层增厚等疾病方面具有潜在的应用价值。论文提到的相关技术中所用到的具体参数还需进一步实验确认, 希望能为后续研究指明方向。

关键词

指关节护理; 低频脉冲; 红外升温; 医用器械设计

1 引言

指关节的护理是关于保持和维护我们手指健康和功能的重要议题。缺乏护理可能导致关节僵硬、疼痛和肿胀, 这些问题会明显降低手指的功能和灵活性。特别是在老年人中, 不做护理可能导致关节炎的发展, 进一步加重症状, 甚至影响到日常生活活动的的能力。而定期的护理和锻炼可以增强手指的肌肉和关节稳定性, 有助于减轻疼痛和炎症。护理还可以帮助预防关节炎和其他手指疾病的发展。深入研究对指关节护理效果有积极影响的技术手段至关重要。确定适用的技术手段及准确参数, 可以帮助制定更有针对性的护理计

划, 以确保最佳的结果。

2 中国指关节护理装置研究概况

中国的指关节护理设备主要包括指关节灵活训练器、指关节康复锻炼设备等, 更多的还是针对指关节损伤后的术后修复, 而不是针对手指角质层增生、指关节变形、手指局部皮肤皴裂溃烂等一系列问题的提前预防。此外, 市面上一些指关节护理设备相关专利也存在不足, 现举例如下:

①申请号为 202221421763.X 的中国实用新型专利“一种康复护理用手指锻炼设备”, 其技术内容是通过一根金属杆将两个装配有橡胶垫的圆环连接, 手指塞入其中进行锻炼, 其优点是方便更换弹性不足的弹性片^[1]。

②申请号为 202120657044.7 的中国实用新型专利“一种用于神经内科康复护理的手指屈伸运动设备”, 其技术内容是指环组件的上下两侧均与弹簧组件连接, 弹簧自由端连接有装有磁铁的楔形块, 以此解决现有技术调节指环大小不

【基金项目】2022年江苏省大学生实践创新训练计划项目。

【作者简介】朱凯文(2003-), 男, 中国江苏苏州人, 从事航空材料精密成型技术研究。

便的问题^[2]。

③申请号为202022580804.7的中国实用新型专利“一种指关节被动康复训练仪”，其技术内容是通过在训练腔内部安装滑槽、电动伸缩杆、挤压球等组件，通过电机初步实现了对不同长度指关节问题患者进行自动按摩与理疗^[3]。

相较前两者，其进步性在于初步实现了自动化护理，但这样远远不够，这三项技术本质仍旧停留在物理训练上，只能初步起到一个锻炼手指耐力、缓解手指疲劳、促进血液循环的作用，并且效果未必明显，想要对手指进行深层护理，还需进一步考虑更多因素。

3 需求分析

随着学生课业压力增大，不注意书写细节则难免因长时间的摩擦使得小指与中指处产生老茧，如果只是用小锉或钝刀片把老茧部位角质层剪去，如此反复老茧只会长得更快，天气寒冷时会引发局部皮肤皴裂、溃烂、出血等情况，同时造成局部皮肤神经反射区的神经萎缩，长期下来严重的还会导致指关节发生变形^[4]。另外，对于一部分因冬天长时间冷水洗菜刷碗引发指关节疼痛的情况，进一步可能引发类风湿或者关节炎等疾病。因此，指关节及其外层皮肤角质层的医疗养护显得尤其重要。

4 技术背景

1831年法拉第发明了感应电装置后，低频脉冲电流在临床医学与美容护肤领域有着不同程度的发展。最初古罗马医师用电鳗来治疗人的头痛及关节炎，到了20世纪70年代伴随机械的发明，TENS疗法被发明，同时期出现了功能性电刺激和音乐电疗。20世纪80年代以来，更多电疗设备得到开发，低频脉冲电疗在临床上得到了更加广泛的应用。

低频脉冲电流主要分TENS与EMS两种电流脉冲形式，前者可以让大脑接收不了疼痛信号，直接舒缓疼痛感；后者更常用，它模仿了肌肉动作的一个电位，从而使得肌肉收缩运动，这种微量的电流不会对人体造成危害。相反还可以起到促进局部血液循环、兴奋神经肌肉组织的作用。通过低频脉冲技术刺激敷上凝胶的指关节，这一效应有助于扩张血管，改善血液供应，降低胆固醇及甘油三酯水平，促进血栓的溶解与血瘀的吸收。此外，低频脉冲技术还能激活神经元细胞，增强线粒体的有氧氧化能力，提高生物酶的活性，从而有效缓解乳酸积累^[5]。这些生理效应综合起来，为疲劳的指关节及表面肌肤提供了卓越的护理效果。

红外升温技术利用红外辐射来产生热量，将其传递到肌肉和关节组织中。这种热量有助于扩张血管，增加血流量，提高氧气和营养物质的供应，同时加速代谢废物的清除。这可以帮助减轻关节周围的炎症、舒缓疼痛和促进组织修复。有实验证明630~650nm波段的长波红外线有较好的辐射传热效果^[6]。

电机振动是一种机械刺激，通过快速振动来刺激肌肉和关节组织。这种振动可以促进淋巴液和血液循环，帮助排除体内的废物和毒素，同时减轻肌肉紧张和疲劳。在指关节护理中，电机振动可以提高指关节的柔韧性，减轻不适感，帮助恢复手指的正常功能^[7]。

太阳能充电技术是一种环保的能源采集和存储方法，它利用太阳能电池板将太阳能转化为电能。这种技术为指关节护理仪提供了可持续的电源，减少了对传统电池的依赖。通过将太阳能集成到护理仪中，可以延长其使用寿命，同时降低对一次性电池的环境影响。

触屏解锁技术是一种用户界面技术，通过触摸屏幕进行交互操作。在指关节护理仪中，这项技术使用户能够轻松选择不同的护理模式和参数设置，以满足其个性化需求。触屏界面增加了护理仪的智能化和用户友好性，使用户能够更方便地控制和定制其护理体验。

5 设计方案简述

本方案设计的指关节护理仪是一款针对长期因握笔写字指关节处产生疲劳、结茧甚至关节肿起等问题而起到修护作用的护理仪器。通过结合低频脉冲技术疗法，具有促进局部血液循环、兴奋神经肌肉组织的作用，配合护理凝胶使用对指关节有很好的保养作用；结合红外升温技术，达到预定的温度，让护理过程更舒适，同时可以增强护理效果；结合电机每分钟上万次的振动，可以有效缓解指关节处疲劳；结合太阳能充电技术，进一步节约能源；结合触屏解锁技术，可以自由切换不同模式、更智能化。护理之前敷上凝胶，通过触屏板调节模式，开启红外升温、电机振动、低频脉冲三项功能，将手指伸入包裹振动电机的亲肤橡胶上，即可开始对指关节疲劳的护理保养。

6 设备结构设计

如图1和图2所示，这款护理仪外观类似于一个手机充电头，其外侧金属片7可以翻折180°，充电完成后可以收起隐藏。主视图外壳8顶部是一个太阳能充电板6，外壳内部其对应部分是一个红外加热器15，其内部由红外灯管14组成；主视图正向的外壳被开了口子，里面有亲肤橡胶11，振动电机12嵌入亲肤橡胶11中；亲肤橡胶11呈“W”型，具有两个凹槽13，手指可通过外壳口子伸入凹槽13；左右两端瞄准凹槽13的是两个低频脉冲仪2，其由用于装配的橡胶垫圈3、用于发射低频脉冲的脉冲电机5以及脉冲仪外壳4组成，低频脉冲仪2尾端是一个用于装配的螺杆17；主视图内侧右端的是USB数据接口9；主视图内侧左端的是电源模块1，外壳外部其对应部分是触屏板16。电源模块1中包括电容、全桥整流、变压器、三极管、基准电压源、光耦、光敏电阻等。集成电路组件10中包括电容、三极管、存储器、电阻、微调电位器等。

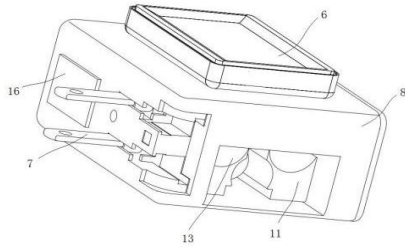


图1 指关节护理仪壳体外观注释图

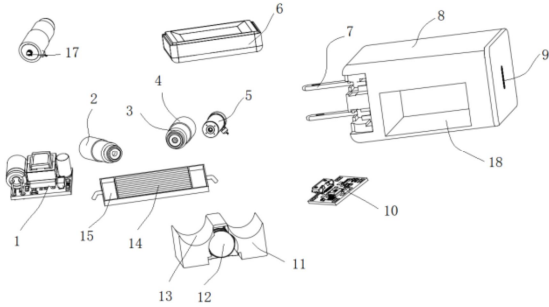


图2 指关节护理仪内置部件注释图

其中，图1与图2中的数字注释如下：1—电源模块；2—低频脉冲仪；3—橡胶垫圈；4—脉冲仪外壳；5—脉冲电机；6—太阳能充电板；7—金属片；8—外壳；9—USB 数据接口；10—集成电路组件；11—亲肤橡胶；12—振动电机；13—凹槽；14—红外灯管；15—红外加热器；16—触屏板；17—螺杆。

7 结语

低频脉冲电流在护肤方面深受人们青睐，它安全、刺激小，可以解决各种皮肤问题，这项技术应用到本方案设计的指关节护理仪器中，可以较大程度地缓解指关节疼痛、抑制老茧生长、疏通血液循环。但如何进一步确定有效抑制皮肤角质层增厚的低频脉冲参数，让低频脉冲技术更好地赋能临床医学治疗，促进产业链与创新链紧密结合，更安全有效地呵护手指，值得人们深思。

参考文献

- [1] 吉林大学.一种康复护理用手指锻炼设备:CN202221421763.X[P].2022-11-04.
- [2] 李万莲.一种用于神经内科康复护理的手指屈伸运动设备:CN202120657044.7[P].2021-12-17.
- [3] 河南省洛阳正骨医院(河南省骨科医院).一种指关节被动康复训练仪:CN20222580804.7[P].2021-07-02.
- [4] 叶军,陈建能,喻陈楠,等.三关节位姿约束单驱动非圆齿轮五杆手指机构研究[J].农业机械学报,2022,53(5):430-437.
- [5] 张亚琦,李小辉.运动时关节部位皮肤形变量预测方法[J].纺织学报,2022,43(6):140-144.
- [6] 李彩红,刘莹,高婷婷.针对性三项维度护理对断指再植术患者生活能力及指关节功能的影响[J].现代中西医结合杂志,2022,31(3):409-412.
- [7] 匡佳丽.康复护理对脑卒中后肩一手综合征手肿胀及掌指关节活动度的康复效果[J].中国伤残医学,2021,29(13):63-64.