

进针速度与患者痛觉的潜在关系

杨晓媛, 杨迎迎, 顾继昱, 徐天成*

(南京中医药大学第二临床医学院, 江苏省南京市栖霞区仙林大道 138 号, 210023)

摘要 针刺进针疼痛在一定程度上阻碍了针灸疗法的推广, 分析进针速度与患者痛觉的潜在关系, 阐述针刺痛觉的产生机理, 并指出进针疼痛的影响因素。在此基础上提出针灸机器人的设想, 强调其高速低痛、无痛进针的特色性能, 可解决针灸临床需求不断增长与医生需较长训练周期才可掌握无痛进针技术间的矛盾。

关键词 针刺; 进针速度; 无痛进针; 针灸机器人

目前针灸已被越来越多的患者接受和认可, 但针刺过程中的疼痛仍是阻碍其推广的障碍之一。自古至今, 医家一直致力于减少与治疗效果无关的针刺疼痛。古代医家对于无痛进针分为“速刺”与“缓刺”两派。“速刺”以金代何若愚为代表, 他提出“针入贵速, 既入徐进, 出针贵缓, 急则多伤”的观点。“缓刺”最早出现于《灵枢·官能》, 其中提出了“微旋而徐推”的观点, 其后更有医家认为“针入贵迟, 太急伤血”。无论是快速进针还是缓慢进针, 都提示进针需要合适的速度才能减轻针刺带来的痛感。随着现代医学发展, 进针器的出现逐步降低了进针带来的疼痛感。

1 进针速度与患者痛觉的潜在关系

人体皮肤分表皮层和真皮层, 真皮层含有丰富的血管和感觉神经末梢。针刺疼痛感主要是进针通过真皮层带来的痛觉, 本文中定义针尖穿过皮肤到达皮下组织的速度为进针速度。这一过程是针刺中与治疗作用无关疼痛产生的主要来源之一。

1.1 进针痛产生机制

根据国际疼痛协会的定义, 疼痛是一种与组织损伤或潜在组织损伤有关的不愉快的主观感觉和情感体验^[1]。现代研究表明, 人体每 1 mm^2 皮肤有 200 多个痛觉感觉点, 当针尖穿过皮肤, 刺激感觉神经末梢即可产生疼痛^[2]。当伤害性刺激作用于皮肤感受器时, 神经冲动自传入神经到达脊髓, 一部分经脊髓环路到达效应器产生反应, 一部分传入

大脑皮层, 经中枢由传出神经到达效应器产生反应。针刺时产生的刺痛是由较细的 A (δ) 纤维传导的^[3]。闸门控制学说强调, 外周粗纤维传入信号, 在脊髓背角可抑制细纤维传递的痛信号^[4]。研究表明, 针刺前给予相应的循、扪、按、压产生的触压觉主要由较粗的 A (β)、A (γ) 纤维传导, 并且上行传导速度快于 A (δ) 纤维^[5], 故痛觉的传导可受到相关因素如是否充分发挥押手作用等干扰。

韩济生^[6]通过神经化学的研究方法, 研究针刺后镇痛效果的时间和空间分布。空间是指针刺是否存在全身镇痛作用, 时间则是指针刺镇痛的起伏的起点和终点。研究表明, 痛觉呈不显著的空间总和特征和显著的时间总和特征。空间总和特征是指作用于一定空间面积上的刺激所致的冲动, 达到中枢之后累积, 对选定个体的痛觉、局部痛阈基本维持不变, 但是却有空间特性; 时间总和特性指刺激的持续时间效应的总和, 即刺激的持续时间引起的神经冲动在中枢的总和^[7]。具体关系为: 刺激时间越长, 则产生的神经冲动频率越高; 持续的时间越久, 产生的痛觉程度越高, 故可以通过提高进针速度, 减少针刺的时间总和, 从而达到低痛或无痛进针^[8]。虽然痛觉的空间总和特征不显著, 但是当肌肉受到刺激时会产生收缩反应, 收缩的大小取决于刺激的强弱, 刺激越强, 收缩越剧烈, 皮肤对针头的正压力越大, 摩擦特性的指数模型如下^[9]: $F = \mu \cdot W^n$, 公式中 F 表示针头与肌肉组织的摩擦力, μ 为摩擦因数, W 与压力分布及接触表面面积有关, n 为指数且 $n < 1$, 接触表面面积和正压力

基金项目: 国家级大学生创新训练计划(201310315019)

* 通讯作者: xtc24203@163.com

分布对摩擦阻力起重要作用。刺激引起肌肉收缩,收缩越强烈,其收缩张力就越大,则正压力越大,且收缩力增强导致局部组织密度相应增加,其黏滞性与针的接触面积也随之增加,摩擦阻力相应增大,一定程度延缓了进针速度,导致痛觉增强。

1.2 无痛进针技术的现代研究

进针时针尖常与皮肤保持约 1 cm 的距离,很多医生在进针时使针尖贴紧皮肤,这样进针速度是从 0 开始加速,如果将针尖距离皮肤 1 cm,进针时则可产生一个加速度,当针尖穿过皮肤的速度最快,即能达到高速低痛的效果^[8]。

无痛进针一直是针灸发展过程中医家们努力研究的课题。无痛进针器的出现使进针时间只需 0.1 ~ 0.2 s,比手指捻入快 25 ~ 50 倍^[9]。在昆虫刺吸式口器仿生耦合无痛注射针头的研究中,试验选用 0 号针头和 4 号针头,分别选取 100、200、300、400、500 mm/min 的速度,不同进针速度时的阻力曲线显示,速度越大,摩擦阻力减小,进针越容易,针头刺激的痛感神经数量少,故刺入时疼痛轻^[9]。此外,如可编程逻辑控制器 (PLC) 应用于针灸机械手控制系统中,可使电机以 17 mm/s 的起始速度加速旋转,使针尖以最快 170 mm/s 的速度穿皮。现正在研制一种高速扎针驱动单元,其进针速度是目前系统的 10 倍以上,可进一步减轻或消除针尖穿皮时的痛感^[10]。

综上,当针尖以 500 mm/min 的速度穿皮时进针阻力明显减小,进针速度与疼痛成反比,故针尖以 170 mm/s 的速度破皮时,明显快于 500 mm/min,摩擦阻力更小,能达到低痛甚至无痛的效果,而针灸医生针刺则很难达到这个速度,具有高速进针能力的针灸机器人就能体现出这种优势。

2 针灸医师达到高速低痛、无痛进针需要一定周期的训练

2.1 指力训练

针灸医生需要练就一定的指力才能做到无痛进针,指力不仅是维持针体端正笔直的力量,而且也是指力透过指尖传达到针尖,使针穿透皮层到达穴位指定深度的力量。特别强调的是,腕踝针、浮针等针刺方法是将针与皮肤表面呈 30° 快速刺入皮下,并沿皮下浅层刺入,以针下松软无酸、麻、重、胀感为宜,其主要刺激的部位为皮下浅层,这种针刺方法不在本文的讨论范围。皮下浅层为疏松结缔组织富集区,含有较多的组织体气化物质,是

外周神经和中枢神经的感受器,传导兴奋高效、快捷。虽然腕踝针与普通针刺原理稍有差异,但其破皮瞬间仍然需要有一定的指力才能无痛到达皮下浅层^[11]。正如《灵枢·九针十二原》所云“持针之道,坚者为宝,正指直刺,无针左右。”指力提高需长年积累,并非一朝一夕即可练就,拥有一定的指力才能做到稳、准、巧、快,能够迅速地将针刺入穴位。

2.2 非指力因素的分析

2.2.1 不当体位诱发疼痛 选择舒适的体位可以减少或避免针刺时因体位改变所引起的疼痛,因此,在针刺前要让患者处于舒适体位。体位选择是针灸医师在长期训练和临床实践中的经验积累。如仰卧位时,可用厚度适宜的枕头置于枕后部,俯卧位时,可在患者胸前及膝关节前各放置一个厚度适宜的枕头,可保证长时间留针而患者仍感觉舒适。对于医生操作来说,坐在高度适宜的方凳上操作,要优于站立操作,后者易疲劳而影响针刺及行针。

2.2.2 未利用押手导致疼痛 临床经验不足的一些针灸医生往往不能有效利用押手,这是导致进针疼痛的又一重要影响因素。由于皮肤有一定的弹性,在针刺过程中,针尖对皮肤有冲击力,皮肤具有一定缓冲能力,而押手这时便压实皮肤,相对减少了进针速度作用的路径,即快速进针,从而减轻痛感^[9]。《针经指南·标幽赋》曰:“左手重而多按,欲令气散,右手轻而徐入,不痛之因”,即强调了押手的重要性。

2.2.3 治神不当导致疼痛 疼痛感受不是一个被动过程,而是一个复杂的主动过程,同样强度的伤害刺激,如果出于紧急情况,可被忽略不计,而在另一种心理状态下,可以被认为非常强烈。这一事实提示,神经、心理状态可提高或降低痛觉敏感性,加强或抑制痛觉感受^[12]。正所谓“上工治其神”,经验丰富的医生能让患者保持放松的状态接受针灸。刚入门的针灸医师或医学生由于练习不够,信心不足,手下动作难免出现颤抖或穴位差错。正如明代医家杨继洲所言“持针者,手如握虎,势若擒龙,心无他慕,若待贵人。”针灸医师在治疗过程中可结合所学知识,先选取几个疗效显著的穴位进针,使患者体察到疗效,患者的畏惧情绪就会大大降低。

2.2.4 酒精刺激痛 针灸过程中,如医生在患者体表消毒时所用的酒精过多,在酒精还未完全挥发时急于进针,酒精渗入针眼也会引起疼痛。

3 针灸机器人高速进针性能的探讨

21 世纪以来,国内外对机器人技术的发展越来越重视,已从传统的工业设计领域扩展到医疗服务领域。由于机器人机械结构与人体生理结构差异巨大,运动轨迹不自然不科学,导致人机交互柔顺性不足,“针灸机器人”项目通过人机多维度探求^[13],实现任意人体准确的针灸穴位定位,并驱动配置有激光发射探头完成投照,刺入人体穴位治疗。该项目提取心理和行为层面的尺寸约束,实现了“人性化”“智能化”等与时俱进的服务优化。项目就人机交互的角度提出可借助互联网实现远程针灸机器人的合理性。

以上所述只是讨论了基于传统针灸腧穴学及治疗学的基础上,应用计算机虚拟技术实现无时间、无地域限制的自助式医疗模式,如果以此为契机,经过努力自动化定穴机器人满足远程针灸医疗的目的将会得以实现。另外,如果设计一个具备人性化的医疗服务机器人,保证患者使用及其满足人机工效学,达到柔性饱和,研究临床使用舒适性差异将成为重要课题。

4 高速无痛进针的意义

4.1 减少患者的不良就医体验

对于初次接受针刺的患者而言,常畏惧针刺疼痛,心情紧张易致表皮的神末梢痛觉感受器处于高度兴奋状态,导致进针时产生明显的痛觉^[14]。对于许多接受过针灸治疗的患者而言,只要在第一次针刺时感受到明显的疼痛和不适感之后,他们往往会拒绝再次接受针灸治疗。那么如何减少患者对针刺疼痛的心理恐惧呢?从医者下手,快速无痛进针无疑是最好的解决方式。但想要进针速度快、手法稳,没有多年的练习常难以达到,且针灸科医生的年龄和水平良莠不齐,导致接受针刺的患者往往有不同的效果。在这样的情况下,确保进针时的速度和进针的力度非常必要,而机器操作更可实现标准化的进针过程,是未来发展的方向之一。

4.2 扩大针灸治疗的临床范围

针灸门诊往往环境嘈杂,医患双方难以做到气定守神,造成医生心态略显浮躁。如若医生一味追求进针的速度,针刺时下针过猛,使针体突然透入患者皮下深层肌肉,容易引起肌肉兴奋性收缩、抽动,牵张皮肤发生疼痛。对临床医生而言,做到无菌、准确、无痛、快速进针无疑是最好的解决方式之一。需要医者在不断的练习中提升指力,达到

“指力稳,指力足”,并集中注意力,在不同的部位使用不同的针和不同的进针手法。

但是医生较长的成长周期与临床需求存在矛盾,据国家卫计委统计,2014 年全国医疗卫生机构总诊疗人次达 76 亿,比上年增长 2.9 亿人次(增长 4.0%)^[15],医生日均担负工作量增加。假如临床将针灸机器人投入使用,便可迅速提高治疗效率,使针灸医生更有时间致力于钻研适合患者的针灸处方,且针灸机器人的针刺水平拥有技术保障,可使针刺疗效得到大幅度的提高。

4.3 标准化的针刺操作可提高针灸科研的客观性

现代针灸科研或者临床试验等方面存在许多难点,而因为疼痛造成的试验结果不准确则是难点之一。因为疼痛不完全是躯体问题,还具有很大的心理成分,与情绪紧张、恐惧、暗示、注意力集中、性格、年龄以及对疼痛的经验和记忆等有关,故在临床科研时,同病同针同手法却往往取得不同效果,特别是在动物针刺实验和儿童临床治疗时,因为进针的疼痛无法用语言表达,往往导致动物抽搐或者患儿哭泣,从而影响进针效果甚至导致针刺走位^[16]。

在针灸临床科研中,对于一些疼痛类疾病往往采用强刺激镇痛,例如针刺远道穴观察对胆囊、胆总管运动功能的影响,试验结果表明,对于痛症的治疗,针刺一个穴位的作用表现为特异性或是非特异性很大程度上取决于刺激的强度。此处强刺激将会产生较强的针感而引起广泛的神经节段反应,若进针产生剧烈疼痛往往会掩盖或影响对穴位的强刺激作用,而使试验数据产生误差^[17]。

5 结语

针刺疼痛一方面由可控因素引起,比如针灸针的质量问题^[18]导致局部血肿引起疼痛,另一方面则是取决于多种不可控的偶然因素。针灸机器人的出现,不仅能解决进针疼痛的问题,真正做到无痛进针,排除针灸过程中各种不可抵抗因素,还可以缓解针灸医生的压力,使针灸医生专注于患者的病情与发展,随时改进针灸处方,辨证论治,使患者尽快康复。

参考文献

- [1] 刘迪生,李金波.毫针进针法与临床关系之浅见[J].浙江中医药大学学报,2013,37(1):81-82,83.
- [2] 韩济生.内源性镇痛系统[J].生理科学进展,1981,12(2):104-105.

- 〔1〕薛梅芝. 试论无痛进针 〔J〕. 上海针灸杂志, 1993, 12 (4): 172-173.
- 〔2〕袁青, 邓晶晶, 靳瑞. 缓慢捻转进针法与针刺效应之关系的探讨 〔J〕. 世界中医药, 2008, 3(6): 353-354.
- 〔3〕对针刺麻醉机理研究的回顾与反思: 韩济生院士访谈录 〔J〕. 黄艳红, 整理. 中国科技史杂志, 2005, 26(2): 155-166.
- 〔4〕易伟民, 钱楠. 无痛进针法探讨 〔J〕. 辽宁中医学院院报, 2005, 7(6): 550.
- 〔5〕王京春. 基于昆虫刺吸式口器的仿生耦合无痛注射针头的研究 〔D〕. 长春: 吉林大学, 2008.
- 〔6〕杨馨, 张新星, 张天生. 传统针刺无痛化浅议 〔J〕. 江苏中医药, 2006, 27(7): 45-46.
- 〔7〕王永生. 谈谈“快速进针器”在针灸临床上的价值及其构造和用法 〔J〕. 上海中医药杂志, 1957(7): 40-41.
- 〔8〕贺黛芳, 马笑潇, 甘思源, 等. PLC 在针灸机械手控制系统中的应用 〔J〕. 基础自动化, 2001, 8(2): 29-32.
- 〔9〕胡新耀, 李喜忠. 腕踝针治疗疼痛及麻木性疾病的疗效观察 〔J〕. 中国针灸, 2004, 24(2): 99-100.
- 〔10〕韩济生. 中国疼痛医学的昨天今天与明天 〔J〕. 中国疼痛医学杂志, 2012, 18(9): 513-514.
- 〔11〕韩雪海, 韩素月, 韩光帅, 等. 一种多功能智能化中医康复治疗机器人: 中国, 104146857A 〔P〕. 2014-11-19.
- 〔12〕王富春. 浅谈无痛透皮进针技术 〔J〕. 上海针灸杂志, 2008, 27(3): 34-35.
- 〔13〕闫葵. 2014 年卫生统计公报出炉 〔J〕. 吉林医学信息, 2015, 31(11): 14-16.
- 〔14〕张冲. 心理干预对学生针刺进针疼痛感觉的影响 〔J〕. 现代中西医结合杂志, 2013, 22(11): 1214-1215.
- 〔15〕黄龙祥, 黄幼民. 从三个著名案例看针灸临床研究的复杂性 〔J〕. 科学通报, 2012, 57(14): 1210-1221.
- 〔16〕XIE YM, XU S, ZHANG CS, et al. Examination of surface conditions and other physical properties of commonly used stainless steel acupuncture needles 〔J〕. Acupunct Med, 2014, 32(2): 146-154.

Potential Relationship Between Needle Inserting Speed and Patient's Algesia

YANG Xiaoyuan, YANG Yingying, GU Jiyu, XU Tiancheng

(Second Clinical Medical School, Nanjing University of Chinese Medicine, Nanjing, 210023)

ABSTRACT To a certain extent, needle inserting pain of acupuncture hinders the promotion of acupuncture therapy. The authors analyze the potential relationship between needle inserting speed and patient's algesia, expound the formation mechanism of needling algesia, and point out the influencing factors of needle inserting pain. Based on these, the authors put forward to the design of acupuncture robot. Its characteristic performance of high speed, little pain and painless needle inserting are emphasized. It might resolve the conflicts between growing acupuncture clinical demand and doctors needing a long training period to master the technology of painless needle inserting.

Keywords acupuncture; needle inserting speed; painless needle inserting; acupuncture robot

(收稿日期: 2016-03-18; 修回日期: 2016-04-20)

编辑: 黄健