

射频技术原理及在皮肤美容科的应用进展

刘丽红 杨蓉娅*

摘要

对近年来新兴的无创紧肤技术—射频治疗在皮肤科的临床应用及机制的研究进行了较全面的介绍。通过分析射频治疗的作用原理、疗效及不良反应等,力图对其临床应用与基础研究进行全面诠释。射频技术是一种有效、无创、痛苦小、无副作用的除皱紧肤方法。

关键词 射频; 紧肤; 痤疮

中图分类号: R454.2

文献标识码: A

文章编号: 1003-9430(2008)04-0292-04

Radiofrequency Technology in Cosmetic Dermatology: Its Advancement

LIU Li-hong, YANG Rong-ya*

Department of Dermatology, General Hospital of Beijing Military Region of PLA, Beijing 100125, China

ABSTRACT

To introduce the clinical application of radiofrequency (RF). The mechanism, therapeutic effects and side effects of RF were analyzed to explain the skin tightening by RF. Clinical and fundamental studies showed that RF is an effective, non-invasive treatment with little pain and low side effects.

Key words Radiofrequency; Skin tightening; Acne

1920 年 Lakhovsky 提出活细胞是一个完整电路,以固有的频率振动,发射和接收电磁波的理论,引起了医学界极大的兴趣。近 20 年来,射频(radiofrequency, RF)技术在医学领域中得到了飞速的发展。随着研究的不断深入,各种电磁波治疗仪大量出现,如射频消融、射频外科手术仪等。1999 年 3 月美国 FDA 批准了射频技术用于美容,并迅速普及。目前射频技术在皮肤科、妇科、美容化妆外科手术、肝肿瘤微创治疗和血管疾病治疗等领域的应用在世界上已占有一席之地。为了使读者清楚地了解其在皮肤美容科的工作原理、应用范

围及其效果,笔者就近期相关文献报道作一综述。

工作原理

一、射频原理^[1,2]

通常将无线电发射的频率称为射频,射频是介于声频与红外线频谱之间的电磁波,其频率为 $1 \times 10^4 \sim 3 \times 10^6$ Hz,包括高频、超高频及特高频类电磁波。射频治疗是应用大功率的短波或微波作用于人体,人体组织是一个导体,当射频电流经人体通过组织时,组织对射频电波的阻力,使组织内的水分子瞬间产生快速振荡,从而在电极之间产生一种急剧

作者单位: 北京军区总医院皮肤科(北京市,100125)

作者简介: 刘丽红(1978 ~),女,河北保定人,主治医师,硕士,主要从事激光医学临床应用和基础研究。

* 通讯作者

沿电力线方向的来回移动或振动。因各种离子的大小、质量、电荷和移动速度均不尽相同,在振动过程中互相摩擦或与周围的介质摩擦,产生热能作用于靶组织,从而达到治疗目的。

目前医用射频常采用 200 ~ 750 kHz,在这样的频率下电极头与体液接触界面的双面层电容容抗可忽略,病变组织的阻抗表现为纯电阻性。射频电流通过电阻产生的热量 $Q = 0.24 I^2 R t$ (I 为人体某点的电流强度; R 为该点的电阻; t 为电流作用的时间)。由于电极头的面积小,与体表参考电极板的面积相差数百倍,因此,电极头处的电极密度比参考电极板要大好几百倍。热量在生物组织中的分布遵循以下规律: $Q = 0.24 \times I/r^4 \times I^2 R t$ (r 为人体某点与电极头的距离; I 为电极头处电流强度)。由此可知,热量与深度的 4 次方成反比,衰减是非常快的,不难得出以下结论:(1)射频电几乎全部集中于电极头附近,此处温度最高;(2)体表电极附近无温升;(3)温升的高低主要取决于输出功率和时间,理论上讲射频电能几乎全部集中于电极头附近,其治疗深度应该是浅表的。但是由于热传导的作用,电极头附近的高热量将传导到组织深层,血液的流动也会带走电极头外表的热量。因此,电极头接触处的生物组织表面温度不会很高,而内部温度却会因能量的积累及向深层的热传导而逐渐上升。随着热量的增加、温度的上升、以及温升向更深层组织的热扩散,最终达到平衡。

二、射频的生物效应^[3-5]

高频辐射和生物组织的相互作用表现为多种参数的复杂函数。在人体组织中的电磁与组织的电参数有关。生物组织和自由空间的磁导率相同,其影响可以忽略。组织的介质参数和组织类型(肌肉、骨骼)、温度、频率等有关。介电常数分为实部和虚部。组织的导电率是介电常数虚部和频率的函数。介电常数和频率确定电磁波深入生物体组织的深度。随着频率的不同,电磁波深入的距离变化很大。100 GHz 以上的电磁波,深入的深度不到毫米量级;对于含水率高的组织,在几赫兹的电磁波可深达几厘米;对于含水率低的组织,在 10 MHz 的电磁波深入的深度可以超过 1 m。对于复杂的生物体,如人体、动物等内部电场的估算是非常复杂的。主要是由于这些物体的形状非常不规则,内部的电常数也是非均匀的。尽管这样我们还是要通过理论计算和试验方法来确定在外部电磁场的照射下人体与其他动物组织中所感受的电磁场。正是这些电磁场与人体或其他动物组织相互作用,才产生出各种效应。组织中内电磁场的大小与照射场的频率、强度、极化等有关,也与被照射物体的形状、大小、电参数有关,还与照射源与被照射物体的相对位置、附近存在的物体等有关。由于内部电磁场与这么多的参数有关,所以在同样的外电磁场照射下,人类和齧齿类所感应的内电磁场引起的生物效应是完全不同的。

射频的治疗作用主要是通过感应电作用、电解作用以及

热效应等对组织产生的生物学效应。根据射频的生物热效应原理,射频作用于生物体后可导致血管扩张,血液和淋巴液循环加快,毛细血管和细胞膜通透性增加,细胞内酶活性提高,新陈代谢加速。增强机体免疫系统的功能,抑制和杀灭某些病原微生物,从而达到抗炎、消肿的目的。另外,射频能降低感觉神经的兴奋性,降低肌肉和纤维结缔组织的张力,软化瘢痕组织,具有解痉止痛效果。

三、射频的特点

与激光比较,射频电波有如下特点:(1)选择性电热作用:与激光的作用原理不同,射频转化的热能产生于组织内部,发射极本身不发热,无电流通过人体,所以局部作用温度低而热效应高,减轻了对周围组织的损伤和细胞的破坏,特别是皮下脂肪液化性坏死少,Sadick 等^[6]称之为“选择性电热作用”;(2)微创^[7,8]:透射电镜观察发现,射频电波刀对组织侧面的热损伤深度仅为 15 μm ,而普通电刀 > 650 μm ,CO₂ 激光和钹激光均 > 500 μm ,手术刀虽对组织无热效应,但有机械损伤;(3)安全:由于射频对组织细胞的损伤极轻微,故术后恢复快,瘢痕不明显,无色素沉着。此外,射频对组织的切割是无压力切割,切口光滑精细、止血良好、对病变组织气化完全、无炭化、温度可调、视野清晰;(4)用于皮肤科治疗特点:无创伤性治疗;治疗后立刻引起真皮胶原收缩,见效快,治疗后效果持久,真皮胶原继续增生,多数可持续 3 ~ 6 个月,甚至达 18 ~ 24 个月,可调控其真皮层受热的深度;治疗后患者无需休息、不影响工作;(5)操作方便:由于电极种类多,且可制成各种形状,工作面可以任意控制,灵巧精确,在身体任何部位均操作方便。此外,多数电极可重复使用,大大降低了成本。

射频在皮肤美容科的临床应用

一、换肤和面部提紧术

近年来不少学者对射频用于换肤和面部提紧的临床疗效及安全性进行了多中心的前瞻性评价研究。有文献报道,射频技术可以拉紧面部松弛的皮肤和皱纹,已有学者证明使用 RF 治疗后额眉部皮肤有 1 ~ 4 mm 高度的提升,眶周、前额、眉间皱纹减少,并有上脸部皮肤的提紧^[8-10]。Hsu 等^[5]和 Narins 等^[11]也证明,RF 可以减少额部皮肤松弛皱纹、口角两侧皮下垂样囊袋、口周垂直纹、颈部横纹;双手、双上肢、下肢、臀部、腹部、乳房的皮肤松垂和皱纹,以及减轻腹部膨胀纹(包括妊娠纹)等等。官利民等^[12]使用 CHR-VI 型复合射频除皱嫩肤仪治疗面部皱纹、皮肤老化患者 128 例,一个疗程后,鱼尾纹基本消失,其他部位皱纹变浅,皮肤表面光滑白嫩。Zelickson 等^[13]对射频治疗后的皮肤进行超微结构研究,显示治疗人腹部皮肤后,治疗后第 2 天, I 型胶原 mRNA 的表达比未治疗组高 2.4 倍,治疗后 1 周高于未治疗组 1.7 倍;证明 RF 治疗使胶原立刻收缩,并继续诱发新的胶原产生,全部病例无不良事件发生。随着研究的不断深入,设备的不断更新,新近无创紧肤系统射频能量和真空吸引相结

合,如 Lumenis 制造的 Aluma,是双极射频和真空装置系统整合的设备,使真皮胶原产生构象改变,而随后皮肤收缩紧肤。此仪器应用于其他紧肤模式时,不需增加麻醉。Gold 等^[14]在 46 例患者中做了此仪器的临床研究评价,在面部及颈部的皮肤紧肤中患者满意度高达 90%。

二、痤疮治疗

研究表明,射频治疗后,皮肤收紧、皮肤毛孔缩小^[15,16]、痤疮减少^[17,18]。Ruiz-Esparza 等^[17]报道利用射频治疗严重痤疮性炎症性皮疹,对患者以问卷调查和活性皮损计数进行评价疗效,随访 1~8 个月后,22 例中 18 例明显好转,2 例略有好转。射频是一种新型的、安全有效的治疗严重性痤疮的替代疗法。这可能是由于在射频治疗期间真皮热能作用后皮脂腺萎缩及其抗菌作用。

三、瘢痕修复

有学者报道射频产生的热量可使瘢痕组织重塑^[19]。Ruiz-Esparza 等对 40 例痤疮瘢痕患者进行治疗,50% 患者对治疗有反应,其中 20% 有明显改善,与 CO₂ 激光磨削治疗的结果相近。Montesi 等^[20]报道,双极射频用于治疗痤疮萎缩性瘢痕,取得一定疗效,其中特别对冰屑状和隆起的瘢痕效果较好。

四、其他

近来有文献报道指出,射频技术可用于治疗血管瘤、毛细血管扩张和静脉曲张等疾病^[21]。Weiss 等通过射频对动物大静脉的作用,发现射频治疗可使血管腔缩小 77%,无血管穿孔、出血。Rex 等^[8]报道采用射频技术治疗 8 例中、重度肥大性酒渣鼻,所有患者均获得可接受的美容效果,术后 14 d 创面愈合。4~8 周后红斑消退,未见增生性瘢痕及皮肤色素改变等并发症。Sadick 等报道将射频和强脉冲光技术组合成新的脱毛系统,适用于各种肤色,特别是深色皮肤、铜色和白色毛发的脱毛,而这正是激光或强脉冲光脱毛的困难之处。此外,对激光脱毛后残留毛发的祛除,射频治疗也是一个好的弥补方法

五、禁忌证及不良反应

1. 射频治疗禁忌证 (1) 带有任何活性植入物(如心脏起搏器)的患者;(2) 在永久性植入物上治疗;(3) 严重的并发性疾病,如糖尿病、充血性心脏病、癫痫症和其他神经错乱症、活动性感染;(4) 皮肤严重不平,影响治疗部位,如敏感性皮肤、开放性创伤和较大的瘢痕、微血管紊乱、其他炎性皮肤病;(5) 任何手术和需要 4 个月清除周期的换肤手术;(6) 免疫抑制类疾病,如 AIDS 和 HIV 感染,或接受免疫抑制治疗;(7) 出血性凝血病史或使用抗凝血药物;(8) 瘢痕疙瘩史、皮肤萎缩症或伤口愈合能力低下症;(9) 对射频耦合胶过敏;(10) 怀孕或哺乳期。

2. 不良反应及伴随反应 射频治疗的并发症发生率非常低^[13,22],不良反应和并发症的发生是由于射频能量和波形选择不正确,使组织损伤过多、切除过深导致瘢痕形成,或因

能量不足致止血效果不满意。副反应包括瞬间红斑和轻微水肿,可在一两天内自行消退。偶尔会发生持续水肿(持续超过 1 周),用小量甲泼尼龙琥珀酸钠治疗后可消退。尽管在治疗头有保护设施,但偶尔可发生表面皮肤微小的烧伤,可能是由于治疗电极对皮肤的不均匀接触,导致能量穿透,或由于患者在治疗过程中皮肤完全冷却之前移动所致^[20]。应用多通道低能量射频治疗方法,副作用很少出现(0.03%)^[21]。

展 望

虽然无创组织紧肤能产生满意的临床效果,但它并不等同于外科手术。例如,在单极射频治疗后,肩部有 1~4 mm 的提升,而外科可达到 1 cm 的提升^[10,23],因此我们仍需克服许多困难,主要有以下几点:(1) 患者的选择;(2) 理想治疗参数的选择;(3) 在治疗期间疼痛的处理方法;(4) 结果对治疗技术的依赖性;(5) 射频应用于其他解剖部位的发展等等。总之,我们的终极目标是为了射频技术在外形修复和除皱紧肤领域的发展,仍需进一步深入研究。

参 考 文 献

- [1] 谷中红,马富,刘炬. LDRF-50 射频治疗仪的研制与临床应用[J]. 医疗卫生装备,2004,5:11-12.
- [2] 尹军,陈维平,钟昭林. 射频手术治疗的原理及临床应用[J]. 中国医学装备,2007,4:36-41.
- [3] 高攸纲,张苏慧. 电磁辐射的生物效应[J]. 安全与电磁兼容,2002,6:49-52.
- [4] Osepchuko JM. Biological effects of electromagnetic radiation[M]. New York: IEEE Press,1984. 205-210.
- [5] Hsu TS, Kaminer MS. The use of nonablative radiofrequency technology to tighten the lower face and neck[J]. Semin Cutan Med Surg, 2003, 22:115-123.
- [6] Sadick NS, Makino Y. Selective electro-thermolysis in aesthetic medicine: a review[J]. Lasers Surg Med,2004,34:91-97.
- [7] Ruiz-Esparza J. Noninvasive lower eyelid blepharoplasty: a new technique using non-ablative radiofrequency on periorbital skin[J]. Dermatol Surg,2004,30:125-129.
- [8] Rex J, Ribera M, Bielsa I, et al. Surgical management of rhinophyma: report of eight patients treated with electrocoagulation[J]. Dermatol Surg, 2002, 28:347-349.
- [9] Bassichis BA, Dayan S, Thomas JR. Use of a nonablative radiofrequency device to rejuvenate the upper one-third of the face[J]. Otolaryngol Head Neck Surg, 2004,130:397-406.
- [10] Biesman BS, Baker SS, Carruthers J, et al. Monopolar radiofrequency treatment of human eyelids: a prospective, multicenter, efficacy trial[J]. Lasers Surg Med, 2006,

38:890-898.

- [11] Narins DJ, Narins RS. Non-surgical radiofrequency face-lift[J]. *J Drugs Dermatol*, 2003,2:495-500.
- [12] 官利民,周传波,陈丽华. 复合射频技术在美容科的发展及应用[J]. *中国美容医学*,2006,15: 1395-1396.
- [13] Zelickson BD, Kist D, Bemstein E, *et al.* Histological and ultrastructural evaluation of the effects of a radiofrequency-based nonablative dermal remodeling device: a pilot study[J]. *Arch Dermatol*,2004,140:204-209.
- [14] Gold MH, Goldman MP, Rao J, *et al.* Treatment of wrinkles and elastosis using vacuum-assisted bipolar radiofrequency heating of the dermis[J]. *Dermatol Surg*, 2007, 33:300-309.
- [15] Abraham MT, Chiang SK, Keller GS, *et al.* Clinical evaluation of non-ablative radiofrequency facial rejuvenation[J]. *J Cosmet Laser Ther*, 2004,6:136-144.
- [16] Abraham MT, Vic Ross E. Current concepts in nonablative radiofrequency rejuvenation of the lower face and neck [J]. *Facial Plast Surg*, 2005,21:65-73.
- [17] Ruiz-Esparza J, Gomez JB. Nonablative radiofrequency for active acne vulgaris: the use of deep dermal heat in the treatment of moderate to severe active acne vulgaris (thermotherapy): a report of 22 patients [J]. *Dermatol Surg*, 2003,29:333-339.
- [18] Braun M. Combination of a new radiofrequency device and blue light for the treatment of acne vulgaris [J]. *J Drugs Dermatol*, 2007, 6:838-840.
- [19] Alster TS, Lupton JR. Nonablative cutaneous remodeling using radiofrequency devices [J]. *Semin Cutan Med Surg*, 2007, 25:487-491.
- [20] Montesi G, Calvieri S, Balzani A, *et al.* Bipolar radiofrequency in the treatment of dermatologic imperfections: clinicopathological and immunohistochemical aspects [J]. *J Drugs Dermatol*,2007,6:890-896.
- [21] Dierickx CC. The role of deep heating for noninvasive skin rejuvenation [J]. *Lasers Surg Med*, 2006, 38:799-807.
- [22] Fisher GH, Jacobson LG, Bernstein LJ, *et al.* Nonablative radiofrequency treatment of facial laxity[J]. *Dermatol Surg*, 2005, 31:1237-1241.
- [23] Bassichis BA, Dayan S, Thomas JR. Use of a nonablative radiofrequency device to rejuvenate the upper one-third of the face [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2004, 130: 397-406.

(收稿日期:2008-03-04)