

· 综述 ·

超低频磁场的生物效应和临床应用

邱纪方

从多年对磁场进行试验和临床疗效观察的结果来看,磁场对细胞的结构和活性有所影响。尤其是频率在 100 Hz、强度最高达到 100 高斯的超低频磁场(extremely low frequency, ELF),它对于细胞膜有着特殊的影响。磁场,特别是磁场的脉冲作用,能够改变细胞膜两侧的离子分布,从而在某些创伤或是变性的组织产生的炎症反应中表现出治疗效应。

细胞膜的重要结构和功能特性

一、细胞膜结构

电镜下细胞膜表现为 3 层结构,两层约 2.0 nm 厚的不透明层,内面是一层约 3.5 nm 厚的透明结构层。细胞膜大约含有 25% ~ 80% 的双亲和性的脂质,它具有一个疏水的尾端和一个亲水的头端构成的双极结构。在有水的环境中,它们形成了亲水的头端向外,疏水的尾端向内的脂质双分子层的构型。在电镜下,亲水的头端就表现为非透明层,而疏水的尾端表现为透明的内层。蛋白质在细胞膜中的含量大约 18% ~ 75%,根据和脂质层的关系分为镶嵌蛋白和周边蛋白。前者贯穿脂质层的全层,而后者则主要位于脂质层的表面。

从功能上来看,蛋白质可以是接受激素和递质、药物的受体,从而使细胞具有各种不同的功能。有的则作为转运膜内外物质的载体,选择性离子通道的一部分,使不同的物质通过细胞膜。细胞膜中糖的含量只有 3% ~ 8%,通常和蛋白质或是脂质结合在一起。某些表面的糖蛋白构成了种-种或是种-属特异性抗原或激素的受体,从而实现膜的某些特殊的功能,比如细胞的粘附和接触抑制。血液红细胞表面的寡糖则构成了 ABO 和 MN 的抗原系统。

二、功能

细胞膜的基本功能为:实现酶活性;隔离细胞内外的环境从而保持细胞内物质动态平衡的稳定,减少它受外界物质的干扰;提供细胞内外物质交换的通路;保持细胞内外某些分子的组成维持在一个稳定的水平。实现细胞内外物质交换功能、保持细胞动态平衡的一个重要的结构,是细胞的载体系统,它可以选择性的让不同的分子通过生物膜,无论是细胞和外界环境之间的交换,还是细胞内部的交换,都通过载体选择性的进行。载体系统常常也是单向性的,从而决定了膜的结构和功能上的不对称。转运有主动转运和被动转运两种形式。

被动转运是一个不需要消耗能量,将物质从浓度高的一侧经细胞膜转向浓度低的一侧的过程,依赖于膜两侧物质的浓度差。在被动转运中,还分出了简单扩散和协助扩散。前者它不需要消耗细胞代谢的能量和依赖任何专一性的膜蛋白分子载体,使物质顺浓度梯度从一侧转运到另一侧。后者则是借助于蛋白载体的作用选择性的完成这一过程。

主动转运则需要消耗细胞代谢的 ATP 能量,简单的主动转运和协助扩散类似,实际上也是借助于镶嵌在细胞膜上的专一

性载体依靠消耗 ATP 的能量从而使物质逆浓度梯度转运。这一过程通过物质的磷酸化参与到细胞的代谢过程,膜上的酶能够识别已经被化学修饰了的底物并与之相结合,糖的转运就是这样的一个过程。

磁场对生物膜的效应^[1-4]

磁场对生物膜效应应有以下几个方面:

1. 脉冲磁场对于许多细胞内的酶系统有影响。

2. 它们影响了抗原和抗体的关系。

3. 它们使得细胞膜通透性发生了改变,从而改变了膜两侧的离子平衡;实际上,在许多病理状态下,都有细胞膜势能的变化,膜的结构组织上出现的变化导致了细胞膜极性的翻转。

4. 他们能够影响小肠平滑肌组织的兴奋性,在临床上可以发现磁场对于肠痉挛引起的腹部不适有良好的治疗作用。

有关脉冲磁场生物膜效应机制的假说很多,但都不能够对所有的现象都做出解释。

第一种假说强调了脉冲磁场对于细胞膜通透性的影响。当某种组织和其相应的细胞发生炎症反应时,出现了氧消耗量增长的情况,在损害的没有多核白细胞的中心区域耗氧量最大;当血液中参与炎症反应或修复过程的细胞采用厌氧代谢时,则出现耗氧量降低。这一过程诱导了乳酸的聚集,造成了局部的酸化。酸化的环境使得局部的 H^+ 增加, H^+ 的浓度升高改变了细胞膜的渗透压和膜的渗透性, K^+ 从细胞内向细胞间质移动,细胞外 Na^+ 的浓度也有所增加。细胞间质离子浓度的升高使得水分重吸收增加,形成了组织的水肿。脉冲磁场能够改善细胞膜的渗透性,从而使离子回到它的正常生理位置。这一理论能够解释脉冲磁场的抗炎症和抗水肿效应,但是不能解释磁场对其他病理情况的治疗效应。第二种假说被称之为结构重排假说,他指出了磁场可能影响生物膜的化学-生理效应。这样的磁场可能使得膜脂质层和蛋白质成分构型的改变,从而影响到转运机制和能量释放的调节活性,使细胞膜活动加速。

另一种假说的重点放在磁场的性质上,它们能够影响离子容量,细胞膜分子电极,特别是 Ca^{2+} 的分布,还有一种假说认为,磁场直接作用于离子泵及相应的能量系统,从而提高生物膜的活性,增加有氧代谢。最后一种假说认为脉冲磁场改变了生物膜两侧的分子排列方向,这些分子在磁场的作用下成为一个个小的磁力偶极并相互对应。按照这种理论,重排带来的效应是对一切和分子位置精密相关的活动产生影响,包括被动和主动转运、激素受体的联接和抗原抗体的识别。

ELF 磁场在康复医学中的应用

一、脉冲磁场的治疗效果^[5]

1. 抗炎症作用。

2. 通过干预钠钾离子泵使生物膜功能恢复平衡,达到抗水肿作用。

3. 通过生物刺激作用促进组织修复。

4. 通过调节 5-羟色胺和内啡肽的释放调节痛阈值。
5. 影响重要代谢过程(副交感神经系统)。
6. 提高系统免疫功能和增强修复功能。
7. 促进胶原合成。
8. 活血和促进骨骼生长。

二、低频磁场的治疗适应症

1. 肌肉骨骼系统疾病^[2,3,6]

(1) 佩尔特斯病(Perthes disease): 也叫做儿童股骨头血管坏死, 病因很多包括创伤后的, 特发性的或髋关节发育不良继发的。一般为良性的慢性进展性病程, 也有可能并发不能缓解的疼痛和一系列的功能障碍。经过磁场治疗可以减轻疼痛, 加速循环功能恢复和股骨头结构重建。

(2) 股骨头无菌性坏死: 此类疾病的发生和创伤后或与大量应用皮质激素有关, 也有特发性的。磁疗和其他治疗联合应用可以减轻损伤, 帮助坏死的组织重建。

(3) 关节炎和创伤后关节病: 都有类似的损伤, 包括关节间隙狭窄、关节面变形、疼痛和明显的功能受限。磁疗和其他治疗联合能够减轻症状和组织在 X 线片中的表现。

(4) 骨质疏松: 由于骨骼的退行性变, 脱钙作用而引起了一系列临床的疼痛、功能萎缩和骨骼变形的症状。它一般累及所有的椎骨, 但也会出现在股骨、肱骨和胫骨, 有时仅仅受到轻微的重力打击就出现骨折损伤。使用磁场治疗可以迅速缓解疼痛症状, 稳定病变的部位。

(5) 实变延迟和假性关节炎: 这是 2 种不同的疾病, 但是具有相似的实变缺陷的病理过程, 可能是由于创伤或手术引起。通过放射检查或是损伤开始以后的病程观察都可以作出诊断。如果实变延迟病程超过了 9 个月, 我们可以称之为假性关节炎。手术的方式和时机都难以选择, 联合磁疗治疗的患者和单独应用手术治疗的患者相比, 可以加速骨质的沉积, 减少愈合时间。

其它适应证有骨髓炎、糖尿病性骨病变、痛性骨营养不良、假体移位、关节周围炎、扭伤、挫伤和肌肉-肌腱病。应用脉冲磁疗抗水肿、抗炎症和止痛作用, 能够减轻疼痛的症状, 并且减少退行性变的发生, 使以上疾病的恢复时间都有了显著的缩短。

2. 血管疾病, 皮肤软组织损害^[5,7]

临床和实验数据表明脉冲磁场对此类疾病可以通过以下机制起到治疗作用: 减轻病灶组织的水肿; 由于磁场具有促进毛细血管新生的作用, 能够明显改善血管病变区的缺血状态; 血管舒张和肉芽组织形成, 纤维组织再生促进皮肤和软组织损害的组织修复。通常这是间接通过刺激透明质酸的生物合成而达到的, 透明质酸在血管周围组织和肉芽组织中都有高度表达。

(1) 阻塞性血管疾病: 通常可以分为两大类: 急性的(栓塞和血栓形成)和慢性的(血管硬化和糖尿病)。临床的表现包括肌肉缺血伴有疼痛, 营养不良和坏死, 皮肤缺血, 营养不良性损伤和坏死, 神经干的缺血(缺血性营养不良)。下肢的血管可能出现扩张或是萎缩。经过脉冲磁场的治疗, 即使是在疾病的进行期(根据 La Fontaine 分级)也能够取得满意的缓解。对于某些认为不得不截肢的患者, 可以避免手术, 保留肢体。脉冲磁场治疗的临床效应主要表现为: 疼痛症状的缓解, 营养不良性损害的修复、踝关节收缩力的增强。这些临床表现, 血流量升高和局部阻塞的减轻, 在磁疗后即刻出现并且可以维持一个

相当长的时间(最长达到 12 个月)。在以后的 12~24 个月内, 可以观察到治疗效果逐渐减退, 说明可能需要每年重复治疗。

(2) 静脉曲张(静脉功能不全): 由于静脉扩张引起, 由于静脉瓣先天性和继发性的缺陷导致静脉壁变形拉伸。怀孕、久坐、长期的站立位是常见的病因。常见的体征为凹陷性水肿、皮肤紫绀、瘀点和色素沉着, 可能并发湿疹、静脉血栓形成性溃疡、深部静脉栓塞等病症。脉冲磁疗能够加快以上体征缓解的过程, 由于具有促进肉芽组织增生的作用, 迅速填补缺失的组织, 和常规治疗相比, 对溃疡的愈合疗效特别显著。

(3) 糖尿病性溃疡: 多年的糖尿病病程, 血糖控制不佳的患者由于直接的或是间接的创伤都容易导致溃疡的发生; 或者仅仅是皮肤营养不良导致的损伤很快进展为疮, 继而发生溃疡。除了控制血糖在理想的水平和对创伤的适当处理之外, 磁场的辅助治疗可以明显促进肉芽组织增生从而使溃疡愈合。

(4) 褥疮: 这种病变源于皮肤的局部营养不良, 由于神经系统的疾患(如中风)导致长期卧床或是维持一种姿势, 在支持平面和骨骼的挤压下局部出现缺血性损害。从局部的炎症、破损发展到局部感染性坏死, 组织缺损先是累及表层皮肤, 然后侵犯肌层、肌肉直至骨骼。磁疗加速了组织修复过程, 但是患者仍然需要一个相当长并且高密度的治疗过程。

(5) 手术创伤和继发性改变: 对于手术后患者的磁场治疗能够减轻手术后的水肿、缓解手术后的疼痛、缩短疤痕愈合的时间。

3. 神经科^[8]

磁场治疗可以用于以下疾病取得良好的效果: 如偏头痛、典型的肌紧张性头痛、三叉神经痛、臂丛和肋间神经痛、植物神经功能紊乱和睡眠障碍、周围神经损伤、化学性神经炎、疱疹病毒性神经炎。

4. 肿瘤^[5,9]

尽管对于磁场抗肿瘤的 direct 作用的实验数据存在分歧, 它仍然被广泛应用于肿瘤的各种辅助治疗, 如肿瘤切除后的恢复、疼痛治疗、化疗后静脉血栓形成和神经炎、放射性皮炎的防治。

5. 消化科^[9]

对于某些消化系统的病变也存在正性的作用: 腹泻、胃灼痛、胃十二指肠溃疡、结肠激惹和克隆病。

6. 耳鼻喉科和妇产科^[8]

对于所有患有感染和/或慢性疾病的患者都可以根据病因进行治疗。

参 考 文 献

- 1 Fabbri F. La magnetoterapia nei programmi di terapia fisica riabilitativa. Atti I congresso Int. di Magnetomedicina, Rapallo, 1979. 47-58.
- 2 Haimovici N. Considerazioni teoriche sull'applicazione dei campi magnetici pulsati a bassa frequenza nella terapia ortopedica. Atti II Congresso Internazionale Magnetomedicina, Roma, 1980. 64-71.
- 3 Haimovici N. Quattro anni di esperienza con terapia con campi magnetici pulsati a bassa frequenza in ortopedia e traumatologia. Atti II Congr. Int. Magnetomedicina, Roma. 1980. 29-64.
- 4 Warnke U. Aspects of the magnetic force effects on biological systems. Die Heilkunst, 1978, 91: 1-12.
- 5 Mustacchi G, Nemeš L. Effectiveness of magnetotherapy in resolution of some early complications of the mastectomy operation. Bioelectrochem-

- istry and bioenergetics, 1985, 14: 1-3, 219-224.
- 6 Marchetti N, Barbieri E, Guido G, et al. Lisanti. Magnetoterapia in ortopedia. Aulo Gaggi Editore, Bologna, 1988. 3-5.
- 7 Rossano C, de Luca LF. La magnetoterapia ad impulsi nel dolore erpetico e post erpetico. Clinica Europea, XXII, 6, nov-dic. 1983. 21-22.
- 8 Silvji S. Impiego della magnetoterapia nell'ambito della medicina dello

- sport Atti I Congresso. Int. Magnetomedicina, Rapallo, 1979:61-66.
- 9 Bistolfi F. Campi magnetici in medicina. Edizioni Minerva medica, Seconda edizione, 1986. 135-136.

(收稿日期:2001-12-18)

(本文编辑:欧阳兆明)

· 短篇报道 ·

电针刺激患肢瘫痪肌群穴位治疗偏瘫 60 例

王慧明

随着康复医学的发展,针刺疗法结合康复手段治疗偏瘫已很普遍。近年来,我们针刺患肢瘫痪肌群穴位治疗中风偏瘫 60 例,并指导患者康复训练,与传统针刺方法相比,疗效有明显提高。

临床资料:所有病例均为神经内科住院患者,经 CT 或 MRI 检查确诊为脑梗死或脑出血,伴肢体运动功能障碍(如偏瘫),并排除严重心、肺、肾疾患及骨关节病者。病程在 6 个月内,多数在 3 个月以内。视病情轻重、并发症、发病次数、性别、年龄等,随机分为 2 组,2 组间差异无显著性。电针刺激患肢瘫痪肌群穴位 60 例为治疗组,以传统针刺方法(针刺手足阳明经穴为主)针刺组 60 例为对照组。

治疗方法:2 组穴位均取肢体偏瘫侧。(1)治疗组:软瘫期即偏瘫早期,屈肌与伸肌同时瘫痪。先针刺屈肌穴位,不留针,再针刺伸肌穴位,留针,电针两极夹在易引起肌群跳动的两根针的针柄上,选断续波,频率为 10 Hz,电流强度在感觉阈与痛阈之间为佳。痉挛期即偏瘫中期,上肢多为伸肌瘫,下肢多为屈肌瘫。所以上肢只取伸肌穴位,下肢只取屈肌穴位,电针应用同软瘫期。①取穴:上肢的屈肌瘫取极泉、曲泽、内关;其伸肌瘫取 C₆~T₁ 夹脊穴、肩井、天宗、肩髃、消泺、四渎、外关、阳池、合谷透后溪、八邪。下肢的屈肌瘫先取承扶、殷门、强刺激,不留针,再令患者平卧,取箕门、血海、阳陵、足三里、丰隆、绝骨、解溪、丘墟透照海、太冲透涌泉、八风;其伸肌瘫取髀关、伏兔、委中、承山。留针 30 min,每天 1 次,10 d 为 1 疗程。②功能训练:上肢十指交叉,患侧大拇指在外,健侧带动患侧上举至头顶,保持 10 s,再进行下一次。下肢做桥式运动,两肘与两足支撑床面,抬起臀部,保持 10 s,再进行下一次。患者根据个人情况掌握运动量,2 次/d,每次至少做 10 下,但也不能运动量过大。(2)对照组:患者取侧卧位,针刺肩髃、曲池、外关、合谷、环跳、风市、阳陵、足三里、绝骨透丘墟、太冲。急性期用泻法,恢复期用平补平泻,电针两极夹在两根针的针柄上,选断续波,频率为 10 Hz,电流强度以病人舒适为佳,其它同治疗组。两组治疗时间均为 1 个疗程,共 10 d。

治疗效果:(1)疗效标准根据 1990 年日本庆应义塾大学的 SIAS 法拟定。基本痊愈:积分增加 ≥ 20 分;明显好转:积分

增加 10~19 分;好转:积分增加 5~9 分;无明显变化:积分增加 0~4 分;恶化:积分减少。(2)结果见表 1。

表 1 治疗组和对照组治疗后的疗效对比

组别	明显好转		好转		无明显变化	
	n	%	n	%	n	%
治疗组	11	18.33	19	31.67	30	50.00
对照组	2	3.33	12	20.00	46	73.33

2 组间疗效,基本痊愈为 0,可能与治疗时间短、入选病例病情较重有关。治疗组明显好转及好转患者共 30 例,占 50.00%,而对照组为 14 例,占 23.23%,说明治疗组的疗效较对照组优。表中数据采用统计学软件 POMS2.0 进行统计处理,经卡方检验, $\chi^2 = 11.18, P < 0.01$,差异有极显著性。

讨论 (1)疗效与脑的病灶、病情轻重有关。如基底节大面积梗死或损伤预后不良者,年龄大,并发心脏病、糖尿病,发病时出现昏迷、发烧,患者抑郁,不积极进行功能训练者,效果较差;反之,效果较好。(2)电针刺激患肢瘫痪肌群穴位,引起肌肉收缩,能提高瘫痪肌群的兴奋性,使受刺激的肌肉、神经能较长时间维持兴奋状态,而且对神经中枢的恢复有一定作用,帮助重新建立神经反射弧。(3)配合功能训练,患者科学地运动肢体,可以防止患者产生依赖心理,帮助其及早建立正确的运动模式,使其主动参与到治疗中,可以减少出现抑郁、悲观和“误用综合征”等。临床有两个明显的病例,先用传统针法,效果不明显,改用电针刺激患肢瘫痪肌群穴位后,患肢肌力明显恢复,提高了自信心,并积极主动地进行功能训练,取得了良好的疗效。

参 考 文 献

- 1 刘月芝,杨甲山,张国瑞,等. 针刺治疗中风肢体运动功能障碍的临床研究. 中国针灸, 1999, 19:69.
- 2 李晓榕,吕宜凤,高荣慧,等. 综合康复治疗对脑卒中患者运动功能的影响. 中国康复, 2001, 16:72.
- 3 魏淑珍,张炳然,窦世隆,等. 经络电针治疗中风偏瘫 100 例. 中国针灸, 1989, 9:37.

(收稿日期:2002-01-10)

(本文编辑:阮仕衡)