

· 基础研究 ·

磁疗用永磁圆片磁源实测结果与分析

王益民 孟庆楠 张皓楠 刘彦强 孟燕妮

【摘要】目的 探讨磁疗常用永磁圆片磁源的磁特性,为科学合理地使用磁源提供依据。**方法** 采用特定测量装置,对磁感应强度名义值为 6 mT、10 mT、20 mT、30 mT、60 mT、100 mT、200 mT、350 mT 的 8 组圆片磁源(轴向充磁)N 极和 S 极的极面中心磁感应强度进行测量,根据检测结果进行磁源筛选。**结果** 8 组磁源中,磁源磁感应强度名义值与实测均值之间均有一定差别,个别组磁源名义值与实测均值相差接近 20%;同一组磁源之间的磁感应强度测量值也都存在一定差别,同一磁源两极面磁感应强度均不相等,个别磁源差异较大。**结论** 磁源使用前必需要进行实际测量其强度,剔除磁感应强度差异较大的磁源,以保证所用磁源磁感应强度的一致性。

【关键词】 永磁磁源; 磁感应强度; 名义值; 实测值

Testing and analysis of the magnetic sources of permanent magnet wafers for magnetotherapy WANG Yi-min, MENG Qing-nan, ZHANG Hao-nan, LIU Yan-qiang, MENG Yan-ni. Institute of TCM Engineering, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300193, China

【Abstract】Objective To explore the magnetic properties of permanent magnet wafers commonly used in magnetotherapy to provide a basis for the scientific and rational use of sources of magnetism. **Methods** A magnetometer was used to measure the magnetic induction intensities of the N and S polar centers of eight groups of magnet wafers (axial magnetization) with nominal magnetic induction intensities of 6 mT, 10 mT, 20 mT, 30 mT, 60 mT, 100 mT, 200 mT and 350 mT. **Results** There were some differences between the nominal values and the measured mean magnetic induction intensities. In a few groups the differences were close to 20%. There were also differences within the same group. The magnetic induction intensities of the two polar surfaces were not always equal for the same magnet, and there were large differences among individual magnets. **Conclusions** The intensities of magnetic sources must be measured before use to ensure the consistency of magnetic induction intensities in therapeutic applications.

【Key words】 Permanent magnets; Magnets; Magnetic field intensity

在磁疗基础与临床应用研究中,圆片磁源因形状简单、使用方便而成为最常用的一种磁源。但目前对圆片磁源的物理特性特别是磁特性研究内容却并不多见,给磁疗定量作用效果分析造成一定困难^[1]。本研究通过对圆片永磁磁源进行实际测量及测量结果分析,提出圆片磁源使用中的一些需要注意的问题,为在磁疗研究中更科学、合理地使用磁源提供依据。

材料和方法

一、磁性材料

选择由厂家购置磁感应强度名义值分别为 6 mT(直径 8 mm,厚 2 mm)、10 mT(直径 8 mm,厚 2 mm)、20 mT(直径 8 mm,厚 2 mm)、30 mT(直径 8 mm,厚 2 mm)、60 mT(直径 8 mm,厚 2 mm)、100 mT(直径

8 mm,厚 2 mm)、200 mT(直径 8 mm,厚 1.5 mm)和 350 mT(直径 8 mm,厚 4 mm)的圆片磁源 8 组,每组 150 片,轴向充磁。前 6 种材料为钕钴合金,后 2 组为钕铁硼。

二、检测装置

应用北京中国科学院半导体研究所生产的 T-6 数字高斯计(精度为 0.05 mT,探头为砷化镓霍尔器件,其感磁面积为 0.15 mm×0.15 mm),以及本单位为磁源测量而设计的测量定位装置。

三、测试方法

对磁源极面中心磁感应强度进行测量。将待测磁源放入测量定位装置的圆形托盘中固定,托盘中心与磁源中心重合,以保证测量时霍尔片中心与磁源中心一致。对每一个圆片磁源同一极面测量 3 次,每次旋转 120°。可先测 N 极面中心磁感应强度,3 次测量按照 N₁、N₂ 和 N₃ 顺序记录测量结果;然后翻转磁源,进行 S 极面中心磁感应强度检测,得到 S₁、S₂ 和 S₃。

四、磁源筛选

从理论上讲,同一磁源的 N 极与 S 极磁感应强度量值应相等,但实际测量中很容易发现每个磁源 N、S 极的测量值都存在一定的差别,个别磁源相差较大。同一组磁源中,个别磁源测量值可能与同组磁源平均值之间也存在较大差别。因此在磁源实际使用前,有必要对磁源进行筛选。

由于磁源使用中,通常是以某一极面面对受作用对象,而另一极面在一定的允许误差范围内影响相对较小,因此在磁源筛选中应分别了解作用面中心磁感应强度和非作用面中心磁感应强度,以及它们之间的均值(该值可做为标明磁源本身所产生磁场能力的量值)。

根据实际测量得出各组 150 个磁源 N 极面 3 次测量平均值(N_j),S 极面 3 次测量平均值(S_j),及 N、S 两面 6 次测量的总平均值(NS_j)。分别以 N_j 、 S_j 和 NS_j 为标准值进行磁源筛选,误差分别控制在 $\leq 1\%$ 、 3% 和 5% 。

如以 N_j 为标准值进行磁源筛选时,同一磁源的 N 极面 3 次测量值与 N_j 的误差有 1 次超过 1% 即剔除该磁源,依次对 150 个磁源进行筛选,做好标记,统计个数;再分别按误差 $< 3\%$ 、 5% 筛选出每组磁源的个数,得出各组磁源在不同允许误差范围内可选用磁源数量。按照同样方法,统计各组磁源 S 极面测量值与 S_j 误差分别 $< 1\%$ 、 3% 和 5% 的磁源个数,以及各组磁源

N 极和 S 极 6 次测量值与 NS_j 误差分别 $< 1\%$ 、 3% 和 5% 的磁源个数。

五、数据处理

将每个磁片的测量数值按照 N_1 、 N_2 、 N_3 和 S_1 、 S_2 、 S_3 顺序输入数据表,分别计算出每组 150 个磁源 N_1 、 N_2 、 N_3 和 S_1 、 S_2 、 S_3 的平均值。应用 SPSS 13.00 统计软件包进行分析,组间数据比较采用单因素方差分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、磁源测量

8 组磁源 N 极和 S 极的测量结果见表 1 和 2。数据显示,各组磁源两极的 3 次测量值比较,组间差异均无统计学意义($P > 0.05$),表明 3 次测量均值中的每一次都可作为有效数值使用。8 组磁源中,N 极测量值与名义值之间差别率(绝对值)最小为 7.00% ,最大为 17.70% ;S 极测量值与名义值之间差别率(绝对值)最小为 2.84% ,最大为 19.30% 。

二、磁源筛选结果

对 8 组磁源按照 N 极测量均值、S 极测量均值和 NS 两极总测量均值进行筛选,结果见表 3~5。由表 3 可知,在 8 组磁源中按照 N 极测量均值筛选,误差 $< 1\%$ 的入选比例最低为 6.7% ,最高为 30.7% ;误差 $< 3\%$ 的入选比例最低为 20.0% ,最高为 70.0% ;误差 $< 5\%$ 的入选比例最低为 42.0% ,最高为 93.3% 。由表 4

表 1 各组磁源 N 极极面中心磁感应强度测量结果($\bar{x} \pm s$)

分 组	个数	测量值(mT)				P 值	差别率(%)
		N_1	N_2	N_3	N_j		
6 mT 组	150	5.58 ± 1.22	5.58 ± 1.23	5.58 ± 1.16	5.58 ± 1.18	0.99	-7.00
10 mT 组	150	11.71 ± 2.83	11.74 ± 2.65	11.85 ± 2.55	11.77 ± 2.63	0.88	17.70
20 mT 组	150	18.02 ± 1.99	18.09 ± 2.09	18.10 ± 2.21	18.07 ± 2.01	0.94	-9.65
30 mT 组	150	27.79 ± 1.49	27.87 ± 1.36	27.80 ± 1.47	27.82 ± 1.26	0.88	-7.27
60 mT 组	150	52.50 ± 5.46	52.61 ± 5.48	52.58 ± 5.12	52.59 ± 4.90	0.99	-12.35
100 mT 组	150	93.80 ± 6.48	94.14 ± 6.38	94.28 ± 6.41	94.07 ± 6.27	0.80	-9.89
200 mT 组	150	179.02 ± 12.64	178.88 ± 12.81	178.66 ± 12.95	178.85 ± 12.54	0.97	-10.58
350 mT 组	150	384.54 ± 14.45	385.08 ± 10.64	384.84 ± 12.07	384.82 ± 10.44	0.93	9.95

注:P 值表示 N_1 、 N_2 、 N_3 三组测量值之间的差异;差别率(%) = (测量值 - 名义值)/名义值 $\times 100\%$

表 2 各组磁源 S 极极面中心磁感应强度测量结果($\bar{x} \pm s$)

分 组	个数	测量值(mT)				P 值	差别率(%)
		S_1	S_2	S_3	S_j		
6 mT 组	150	5.81 ± 0.97	5.86 ± 0.93	5.82 ± 0.90	5.83 ± 0.89	0.87	-2.84
10 mT 组	150	12.00 ± 1.85	11.92 ± 1.88	11.87 ± 1.89	11.93 ± 1.82	0.80	19.30
20 mT 组	150	18.13 ± 2.85	18.09 ± 2.69	18.13 ± 2.74	18.12 ± 2.69	0.99	-9.40
30 mT 组	150	28.12 ± 1.37	28.08 ± 1.33	28.11 ± 1.38	28.10 ± 1.19	0.97	-6.34
60 mT 组	150	53.41 ± 4.90	53.31 ± 4.86	53.40 ± 4.91	53.43 ± 4.91	0.98	-10.95
100 mT 组	150	93.59 ± 6.75	93.68 ± 6.38	93.71 ± 6.18	93.71 ± 6.18	0.98	-6.29
200 mT 组	150	179.11 ± 13.85	179.29 ± 12.29	178.48 ± 13.67	178.96 ± 12.82	0.85	-10.52
350 mT 组	150	385.05 ± 12.46	385.05 ± 10.76	384.87 ± 12.45	384.99 ± 11.03	0.99	10.00

注:P 值表示 S_1 、 S_2 、 S_3 三组测量值之间的差异;差别率(%) = (测量值 - 名义值)/名义值 $\times 100\%$

可知,在 8 组磁源中按照 S 极测量均值筛选,误差 < 1% 的入选比例最低为 8.0%,最高为 32.0%;误差 < 3% 的入选比例最低为 28.7%,最高为 77.3%;误差 < 5% 的入选比例最低为 44.7%,最高为 91.3%。由表 5 可知,在 8 组磁源中按照 NS 两极总测量均值筛选,误差 < 1% 的入选比例最低为 9.3%,最高为 54.0%;误差 < 3% 的入选比例最低为 28.0%,最高为 96.0%;误差 < 5% 的入选比例最低为 42.0%,最高为 100.0%。

表 3 各组磁源按 N 极极面中心磁感应强度筛选结果
(mT, $\bar{x} \pm s$)

分 组	个 数	1%		3%		5%	
		个 数	比 率 (%)	个 数	比 率 (%)	个 数	比 率 (%)
6 mT 组	150	10	6.7	30	20.0	63	42.0
10 mT 组	150	23	15.3	41	27.3	72	48.0
20 mT 组	150	24	16.0	71	47.3	101	67.3
30 mT 组	150	27	18.0	103	68.7	127	84.7
60 mT 组	150	11	7.3	44	29.3	79	52.7
100 mT 组	150	45	30.0	95	63.3	116	77.3
200 mT 组	150	22	14.7	78	52.0	100	66.7
350 mT 组	150	46	30.7	105	70.0	140	93.3

注:个数为每组按照允许误差所选出的磁源数量;比率(%)为每组按照允许误差所选出的磁源数量/每组磁源总数(150) × 100%

表 4 各组磁源按 S 极极面中心磁感应强度筛选结果
(mT, $\bar{x} \pm s$)

分 组	个 数	1%		3%		5%	
		个 数	比 率 (%)	个 数	比 率 (%)	个 数	比 率 (%)
6 mT 组	150	12	8.0	48	32.0	67	44.7
10 mT 组	150	19	12.7	43	28.7	77	51.3
20 mT 组	150	17	11.3	59	39.3	102	68.0
30 mT 组	150	40	26.7	116	77.3	137	91.3
60 mT 组	150	16	10.7	52	34.7	85	56.7
100 mT 组	150	45	30.0	102	68.0	120	80.0
200 mT 组	150	25	16.7	80	53.3	106	70.7
350 mT 组	150	48	32.0	106	70.7	135	90.0

注:个数为每组按照允许误差所选出的磁源数量;比率(%)为每组按照允许误差所选出的磁源数量/每组磁源总数(150) × 100%

表 5 各组磁源按 NS 极极面中心磁感应强度均值筛选结果
(mT, $\bar{x} \pm s$)

分 组	个 数	1%		3%		5%	
		个 数	比 率 (%)	个 数	比 率 (%)	个 数	比 率 (%)
6 mT 组	150	14	9.3	42	28.0	63	42.0
10 mT 组	150	20	13.3	54	36.0	75	50.0
20 mT 组	150	19	12.7	77	51.3	104	69.3
30 mT 组	150	41	27.3	125	83.3	138	92.0
60 mT 组	150	18	12.0	56	37.3	97	64.7
100 mT 组	150	49	32.7	110	73.3	127	84.7
200 mT 组	150	28	18.7	79	52.7	116	77.3
350 mT 组	150	81	54.0	144	96.0	150	100.0

注:个数为每组按照允许误差所选出的磁源数量;比率(%)为每组按照允许误差所选出的磁源数量/每组磁源总数(150) × 100%

讨 论

一、磁源测量意义

磁源是磁疗研究与应用的基本工具,其本身的物理特性特别是磁特性,对研究结果有重要的影响^[2]。目前,量效学关系和安全性是磁疗领域迫切需要解决的关键性问题,要系统准确地解决这些问题,就需要对磁源的定量使用进行充分探讨^[3]。对于磁疗中最常用的永磁磁源,定量使用会涉及到两个方面,一是对磁源本身所产生磁场能力的描述,二是对磁源空间磁场的描述。磁源本身所产生的磁场能力由磁源的材料、尺寸、形状和充磁条件所决定,一旦这些条件确定下来,所产生的空间磁场及变化规律也就相对稳定^[4]。因此,通过对磁源的实际测量,掌握所使用磁源的准确定量数据,对磁疗基础与临床应用研究有重要意义。

在现有磁疗文献中,涉及磁源的内容并不多见,多数研究报告对磁源本身所产生磁场能力的表达,只是给出磁源表面一个比较笼统的磁感应强度数值,并没有标明是哪一位置的磁感应强度数值。实际测量很容易发现,磁源表面不同位置的磁感应强度是不一样的,存在着较大的差别^[5]。如对于圆片磁源(轴向充磁),通常是以极面磁感应强度来描述,但以极面哪一位置的磁感应强度为依据则很少说明。理论分析和实测均表明,圆片磁源极面中心区域存在一个相对稳定的磁感应强度最低值点(理论上应为圆片磁源极面中心),应采用这一位置的磁感应强度做为对圆片磁源本身所产生磁场能力的定量数值。

二、测量结果分析

1. 名义值与实测值的差异:本研究各组磁源的测量平均值和名义值之间均有一定差异,最高差别可接近 20%。这是由磁源的生产材料、工艺水平和充磁条件所决定的,要系统地减小这一差异,生产成本将会大大提高。因此在磁源的定量应用中,必须对磁源进行实际测量,高度关注实测值与名义值的差别,否则会影响研究结果的准确性。

2. 磁源两极面磁感应强度的差异:从理论上讲,磁源两极面中心磁感应强度值应相等。但在实际测量中,各组的每个磁源两极面中心磁感应强度均存在差别,这也是磁源使用中应注意的问题之一。因为如果两极面磁感应强度相差较多,会对磁源的空间磁场产生较大的影响,造成具体磁作用区域的磁感应强度有较大误差。

3. 同一组磁源的磁感应强度差异:同一磁感应强度的各组磁源中,均存在个别磁源与同组其它磁源有较大差异的情况。如磁感应强度名义值为 200 mT 组磁源中,实测值绝大多数在 200 mT 附近,但个别磁源

只有 100 mT 左右。本研究已剔除差异较大磁源,初选后保留各组 150 个磁源样本。

4. 磁源材料的差异:本次检测研究根据名义值要求,从生产厂家选择了两种磁性材料:钐钴合金和钕铁硼,这两种材料磁源依据 N 极、S 极和 NS 两极平均值,在不同误差下(按照 <1%、3%、5%)所选择出的磁源个数没有规律可循,只能通过实际测量,按照一定的要求去筛选。

综上所述,8 组磁源中磁源磁感应强度名义值与实测均值之间均有一定差别,个别组磁源名义值与实测均值差别接近 20%;同一组磁源之间的磁感应强度测量值也都存在一定差别,同一磁源两极面磁感应强度均不相等,个别磁源差异较大。因此在磁疗基础与临床应用研究中,应充分做好磁源的定量工作,剔除差异较大的磁源,尽量减少磁源误差对实验结果的影响,以

更好地发挥磁疗的治病和保健作用。

参 考 文 献

- [1] 谭维溢. 电磁因子在康复治疗中的进展. 中华物理医学与康复杂志, 2005, 27: 499-451.
- [2] 宋国丽, 苏海静, 张小云. 不同强度的静磁场对 K562 细胞的作用. 中国康复医学杂志, 2009, 24: 204-207.
- [3] 胡丽芳, 蹇爱荣, 杨鹏飞, 等. 中等强度静磁场对白血病细胞增殖和细胞周期的影响. 第四军医大学学报, 2009, 30: 397-400.
- [4] 夏熹, 胡常红, 王权. 静磁场对口腔嗜酸乳杆菌生长影响体外实验. 重庆医科大学学报, 2010, 35: 908-910.
- [5] 刘哲伟, 苏开新, 贺全勇, 等. 恒稳磁场对离体增生性瘢痕成纤维细胞 TGF- β 1 表达的影响. 南华大学学报医学版, 2009, 37: 654-657.

(修回日期: 2011-05-26)

(本文编辑: 吴倩)

· 短篇论著 ·

牵引联合电针及心理干预治疗颈椎病的疗效观察

高维亮 任秀琴 高鹏

椎动脉型颈椎病(cervical spondylopathy of vertebral artery, CSA)是颈椎病常见类型之一,通常由颈部骨关节、韧带等退行性病变累及椎动脉,引起颅内基底动脉功能异常,导致脑干及迷路供血不足,出现头晕、恶心呕吐、耳鸣、眼花等一系列症状^[1]。临床针对该症多以保守治疗(如药物、物理因子、手法及牵引治疗等)为主,但疗效通常不佳或病情容易反复。本研究联合采用牵引、电针及心理干预治疗 CSA 患者,发现临床疗效满意。现报道如下。

一、资料与方法

(一)一般资料

共选取 2009 年 5 月至 2010 年 5 月间在我院治疗的 CSA 患者 102 例,均符合 1992 年全国第二届颈椎病专题座谈会制订的 CSA 诊断标准^[2],包括:①颈性眩晕;②颈部有僵痛、不适症状;③多伴有交感神经症状;④旋颈试验阳性;⑤X 光片显示节段性不稳或钩椎关节骨质增生;⑥排除眼源性或耳源性眩晕。患者剔除标准如下:①颈椎先天性畸形,颈椎管骨源性狭窄,严重骨质疏松;②患有颈椎骨折、肿瘤或结核等疾病;③由颅脑病变或全身性疾病导致眩晕、头痛、呕吐、睡眠差等;④患有严重心、肺、肝、肾等重要脏器疾患;⑤有严重精神障碍等。采用随机数字表法将上述患者分为治疗组及对照组,每组 51 例。治疗组男 28 例,女 23 例;年龄 34~75 岁,平均(56.7 $\pm$ 10.2)岁;病程 2 周~6 年。对照组男 32 例,女 19 例;年龄 32~73 岁,平均(54.4 $\pm$ 9.6)岁;病程 3 周~7 年。2 组患者一般情况及病情

经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

(二)治疗方法

2 组患者均常规给予颈椎牵引治疗,治疗组患者在此基础上辅以电针及心理干预,具体治疗方法如下。

1. 颈椎牵引:采用常州产 T-YZQ 型牵引治疗仪,患者取坐位,选择枕颌套牵引,牵引时头部前倾 5~15°,采用主、副牵引模式交替进行,根据患者具体情况设定合适的牵引力量,主牵引一般从 6 kg 开始,持续牵引 35~40 s,副牵引则在主牵引基础上增加 2 kg,持续牵引 10 s;随着治疗进展,逐渐增加主牵引力量,但最大牵引力量不超过 12 kg,主、副牵引每次共持续 30 min,每天牵引 1 次,每周牵引 5 d,治疗 10 次为 1 个疗程。

2. 电针治疗:选取患者双侧风池穴及颈夹脊穴,穴位周围皮肤经常规消毒后,采用华佗牌无菌针灸针(规格为 0.3 mm $\times$ 50 mm)快速刺入穴位,风池穴向鼻尖方向刺入 0.8~1.2 寸,颈夹脊穴向颈前正中线方向斜刺入 0.5~1.0 寸,得气后接通 HANS-200 型穴位神经刺激仪,设置疏密波频率为 2/100 Hz,脉冲宽度 0.2~0.6 ms,输出电流强度为 0.8~2.0 mA,电刺激强度以患者耐受为限,每次治疗 30 min,每天治疗 1 次,每周治疗 5 d,治疗 10 次为 1 个疗程。

3. 心理干预:定期进行健康知识宣教,促使患者了解 CSA 病因及注意事项,帮助其积极面对疾病,转变不利于康复治疗的理念及态度,告知患者一旦确诊应尽早开始治疗,同时治疗应持之以恒;通过向患者讲解情绪与 CSA 病情间的关系,使其充分意识到焦虑、抑郁、恐惧、孤独等负性情绪对 CSA 病情的影响,诱导患者积极调控情绪,以乐观态度对待疾病,尽量降低或缓解心理

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2011.07.008

作者单位:716000 延安,延安大学附属医院(高维亮、高鹏);宝塔区凤凰社区卫生服务中心(任秀琴)