

· 临床研究 ·

应用皮电检测新技术探索人体应激时的皮电响应^{*}林 瑶¹ 王俊红¹ 唐一源^{1,2} 鹿麒麟¹

(1 大连理工大学神经信息学研究所 大连 116024 2 中国科学院脑与认知科学国家重点实验室 北京 100101)

摘要:近年来,皮肤电作为反映情绪状态的一个敏感指标,引起了人们的广泛关注。为了研究情绪对皮肤电的具体影响,本研究用皮电检测仪(EDSD)的“能量过筛”技术,检测被试应激前后的皮肤电阻和电容的变化,提出了用皮肤电的综合情况来表征人体调节能力的概念。试验采用音乐、噪声、静息为应激源,让被试接受 10min 的刺激,并在刺激前后进行“能量过筛”,统计结果显示:(1)人体在应激前后的皮肤电的综合情况变化具有显著差异;(2)音乐可以调节人体的生理状态,而噪声则对人体十分有害;(3)在应激前后配以 POMS 心境量表检测被试的心理指标,以及对心率、血压生理指标的测量,也从不同水平上证实了不同的应激源对心理和生理指标的影响。

关键词:皮肤电;皮电检测仪;音乐;能量过筛;POMS

中图分类号:Q-331 **文献标识码:**B

Using New Technology of Electrodermal to explore the response of human's galvanic skin after arousing

LIN Yao¹, WANG Jun-hong¹, TANG Yi-yuan^{1,2}, LU Qi-lin¹

(1 Institute of neuroinformation Dalian University of Technology, Dalian 116024, Liaoning, China

2 State Key Laboratory of Brain and Cognitive Sciences, the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

ABSTRACT Background: Odd - come - shortly, along with the larger application of skin resistance, the galvanic skin as a sensitive index which is used to reflect the state of the mood has attracted people's attention. **Method:** By using the technology "Energy sifting" of Electrodermal Screening Device (EDSE) to check out the estate of the skin's resistance and capacitance before and after arouse. We use music, noise and rest as the arouse material, make subjects under stimuli for 10 minutes and make out the. **Results:** (1)The integration change of galvanic skin has significant difference after arousing; (2)Music can adjusting the human's physiological state, whereas the noise is bad; (3)There are also some meaningful results from POMS, heart rate and blood pressure. **Conclusion:** we can use the integration of our skin to stand for the body's capability of adjusting.

Key Words: galvanic skin; Electrodermal Screening Device; music; energy sifting; POMS

1 引言

早在 1879 年, Vigouroux 首先发现皮肤电现象, 1890 年, Tarchanoff 发现了人的情感或 1 感觉会诱发皮肤电^[1,2]。基于这些发现,皮肤电的研究开始随着科学仪器的进步,在各个领域中发挥其独特的作用。近年来,人们对皮肤电的研究不断深入,在医学方面,有研究发现皮肤电反应对某些病变具有一定的敏感性^[3,4];对于在一定的情境压力下,个体的情绪状态可以直接影响到皮肤电的活动这一理论也得到了很好的证实;反过来,皮肤电研究的深入也进一步推动了测谎仪等相关仪器的升级^[5]。有意思的是, Maurizio Codispoti 等人研究发现,有情绪响应时,不论是愉快的还是不愉快的情绪都会引起皮肤电的显著变化,但两者本身却没有很大区别^[6]。所以,对皮肤电的研究是否可以更加细致、深入,就为所有研究人员提出了一个问题。

因为肌体在视、听等感觉刺激及情绪激动时,皮肤两点之间的电位差或电阻会发生变化,所以现在的许多研究,都着重于测量身体两点间的皮肤电阻,监控其变化情况。但是,一个生命体其各处的皮肤电流是有差异的,因为肌体的器官不同,导致辐射到皮肤表面的电场不同,不仅是各种组织和器官有不同的阻抗,即便是同一组织在不同的频率下,其阻抗也有差异^[7]。由此我们推测:在肌体受到不同的刺激时,身体各处的皮肤电应该会显示出某种差异性。所以我们使用了全身皮电统一测量的方法,拓展了以往皮电研究的局限性。

在引起皮肤电的应激源中,除了呼吸、光、电流,声音也是一种很有效的刺激。众所周知,噪声 - 作为一种不协调的声音,它会对生命体产生不良的影响,而音乐,会通过影响神经递质的传送,加强大脑免疫系统的功能,从而对人体产生一个积极的效应^[8]。现在有很多研究都是在证实“音乐疗法”对人体的有效性,这种积极的效应,除了反映在心律、血压、呼

* 基金项目:国家自然科学基金项目资助(No. 60472017, No. 30670699),教育部重大项目资助(KP0302)

作者简介:林瑶, (1982 -), 女, 本科, 在读硕士, 主要从事身心调节的行为干预和脑机制的研究。

通讯作者:唐一源, 博士, 教授, 博士生导师, 所长, 大连理工大学神经信息学研究所, 116024

电话:0411-84706046 传真:0411-84706039 Email: yy2100@163.net

(收稿日期:2006-07-04 接受日期:2006-08-24)

吸、皮温等生理指标上^[9],是否还可以反映在皮肤电上呢?特别是,美好的音乐可以让人引起多种好的情绪,而噪声则让人烦躁、焦虑。那么,声音引起人心理上的不同变化反映到皮肤电上,又会有怎样的差异?为了探讨这些问题,我们在试验中使用音乐、噪声作为刺激,静音作为控制,采用“能量过筛”技术尝试对这些问题进行解答。

2 材料和方法

2.1 试验器材及仪器

本文使用的皮电检测仪为德国研制的 Vega expert。其基本工作原理是:电子运动会产生磁能——横波,其运动时媒介随之运动——纵波,横波和纵波统称为磁场。由于波的共振特性,可鉴别一种波与另一种波的频率是否相同,相同则发生共振,反之则不发生共振。Vega 通过捕捉和解析人体器官所发出的磁波频率,来研究和判断人体生命活动的状态^[10]。而皮肤电的测量是 Vega 中比较直观的一个项目,它通过接触人体的电极形成的电流回路,使用电刺激来诱发组织和器官的生物电磁效应,从而导致皮肤电阻的改变。

2.2 实验方法

本文使用的“能量过筛”技术是借助放在头、手、脚部(皮肤表面)的几个电极,并在当前接通的电极中导入 1.5V 直流电压而进行的皮肤电阻和电容的综合检测。通过使用 6 个电极(头部 2 个,手、脚电极各两个)将人体分为七部分,分别为左手-头部左侧,头部左侧-头部右侧,头部右侧-右手,右手-左手,左手-左足,左足-右足,右足-右手(如图 1)。测试的过程中,仪器首先测量被试的初始皮肤电阻和电容,然后逐支给予微电流刺激,最后测量每一支对这个刺激的响应——测量应激后各支的皮肤电阻和电容。在这里,我们主要考察的是前后测量值的变化,取电流刺激前后测量的数据,求出差值并将其量化,把最后得到的这个值定义为“调节能力”。我们所说的调节能力就是反映人体对外部刺激响应的强弱,当某一支调节能力是正值的时候,说明这一支所包含的人体(包括相应的器官、血液等)对电流的刺激能够产生积极的响应,这是健康有活力的表现,反之,则说明这一支所包含的人体处于“不正常”的状态,对外界的刺激反应迟钝。

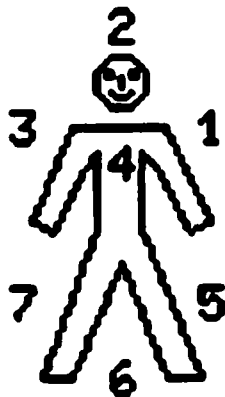


图 1 身体分支示

Fig 1 The body's embranchment

2.3 实验内容

2.3.1 被试:大连理工大学学生,男女生各 5 人,平均年龄 19,右利手。这些被试健康状态良好,在最近一个月没有得过重大疾病,无病史。试验前均休息良好,没有熬夜现象,试

验一小时前无剧烈运动。

分组 为了实现自身对照,减少个体差异对实验的影响。我们挑选了男、女 5 人完成 4 组应激试验,分别为:Mozart 音乐组、调节音乐组^[13]、噪声组和静息组(控制组)。

2.3.2 试验时间:由于交感神经活动度受到肌体状态和时间的影 响,而交感神经的变化会引起汗腺的分泌活动,对皮肤电的测量有很大的影响,为了尽量减少环境因素对试验的影响,实验时间统一安排在每天下午 1:30~4:30,每个被试的实验时间基本保持不变。

2.3.3 应激材料:见表 1:

表 1 应激材料内容列表				
Tab 1 The materials that are used to stimulate.				
实验组	Mozart 音乐组	调节音乐组	噪声组	静息
内容详述	使用 Mozart 效应的音乐双钢带有指导语的琴协奏曲		使用噪声发生器产生的白噪声	
	K488		放松音乐	
	应激时间		10min	

2.3.4 POMS 心境量表^[11]:为 WHO 推荐的神经行为和新测试组合所用的情感状态测验问卷,包括 65 种情绪状态,6 个分类:紧张-焦虑(T)、忧郁-沮丧(D)、愤怒-敌意(A)、有力、好动(V)、疲惫-惰性(F)和困惑-迷茫(C)。

2.3.5 试验流程:先让被试休息 10min,降低其在实验前户外运动造成的身体状态不佳对实验的影响,通过调查问卷询问其在一小时前有无进行剧烈的体育运动及前一天的休息情况。随后测量被试的心率、血压、让被试填写 POMS 量表、进行初始的能量过筛检测。然后让被试自己选择一个舒适的坐姿,戴上耳机(为了防止外界噪声的影响),闭眼,听音乐 10min(其他三个组分别是噪声、放松音乐、没有声音,时间均为 10min,且耳机音量按照被试的舒适度来选择一个平均值,每个被试保持一致。)当被试接受了 10min 刺激的时候,我们将音量缓慢降低到无,再让被试接受能量过筛、心率、血压的检测,填写 POMS 量表。

2.3.6 数据处理:使用 spss13.0 for windows,对数据进行 T 检验和 ANOVA 分析。

3 结果与分析

3.1 四组实验前后调节能力 t 检验结果

表表(对四组实验分别作实验前后数据的 t 检验,我们发现:噪声组一、二支的调节能力显著下降,静息组和 Mozart 音乐组的一、二支显著上升,调节音乐组的第一、二、三支都显著上升(表 2,图 2)。

这些数据可以说明:(1)噪声对人体有害,这种危害可以体现在人体皮肤电的变化上——噪声降低了人体对电刺激的响应。(2)在音乐和静息刺激之后,人体对外界响应更加积极,特别是优选的音乐,对于提高人体的调节能力(增加人体对外界刺激的响应)效果更加明显。(3)我们发现不论是噪声还是音乐、静息,它们的特异性都主要通过前三支来表现出来(特别是前两支)。这就说明,人体不同地方的皮肤电阻在受到外界刺激的时候,其敏感程度是不同的。这一点在以前的研究中没有涉及到。而造成这种现象的原因,值得我们更进一步的研究。

表 2 四组实验前后数据 t 检验值和 P 值列表, * 代表 $P < 0.05$, 为具有显著差异

Tab 2 The data of 4 groups analysed by T - test, and * is stand for $p < 0.05$ (The means different is significant)

身体分支	噪声组		静息组		放松音乐组		Mozart 音乐组	
	t	p	t	p	t	p	t	p
1 实验前 1 - 实验后 1	1.887	.037*	- 3.995	.004*	- 6.82	.000*	- 4.34	.002*
2 实验前 2 - 实验后 2	1.627	.043*	- 2.475	.038*	- 4.05	.004*	- 2.30	.047*
3 实验前 3 - 实验后 3	-.027	.867	- 2.120	.067	- 3.82	.005*	- 1.60	.142
4 实验前 4 - 实验后 4	1.887	.448	- 1.298	.231	-.803	.445	.488	.637
5 实验前 5 - 实验后 5	1.887	.711	- 1.644	.139	-.709	.499	.404	.696
6 实验前 6 - 实验后 6	1.000	.476	- 2.135	.065	-.883	.403	-.557	.591
7 实验前 7 - 实验后 7	- 1.04	.305	-.830	.430	-.426	.681	.597	.565

3.2 四组组间方差分析结果

表 3 各分支组间 One - Way ANOVA 分析数据表, 其中 * 代表 $P < 0.01$

Tab 3 The data was analysed by One - Way ANOVA method, * is stand for $p < 0.05$

	第一支	第二支	第三支	第四支	第五支	第六支	第七支
F	14.476	8.149	1.594	1.068	.915	1.606	.436
Sig.	.000*	.000*	.209	.376	.445	.207	.729

综合四组数据通过方差分析(表 3)可以得出,第一、二支的皮肤电阻的变化具有显著差异,并且为噪声和其他三组之间的差异,在调节音乐、Mozart 音乐以及静息之间并没有发现显著差异性。这说明,第一、二支的皮肤电阻在受到不同的声音刺激时,它的应激反应具有显著意义,并且在听音乐的时候,会呈现和静息时相同的皮电现象,所以音乐作为一种让人放松心情,调节心理状态的手段,和静息在皮电方面是等效的,并且优选的音乐效果更加明显(表 4)。

“能量过筛”很好地屏蔽了皮肤电对环境(温度、湿度等)的敏感性,因为我们比较的是刺激前后的变化值,而不依赖值本身的大小。在统计试验数据后发现,虽然每组的初始值不同,但是其变化却呈现出明显的差异性。倘若不是比较变化的幅度,单纯地测量皮肤电就一定要保证同样的温度、湿度、压强等等外界环境的一致。

表 4 使用多重比较的方法,探索数据组间差别。* 代表 $p < 0.05$

Tab 4 Using the Multiple Comparisons, the * is stain for the mean difference is significant at the .05 level.

身体分支	分组	对比组	Mean Difference	Std. Error	Sig.
第一支	噪声组	静息组	- 14.66667(*)	3.10490	.000
		调节音乐组	- 19.00000(*)	3.10490	.000
		Mozart 组	- 14.91111(*)	3.02628	.000
第二支	噪声组	静息组	- 10.22222(*)	2.32303	.000
		调节音乐组	- 8.77778(*)	2.32303	.001
		Mozart 组	- 8.75556(*)	2.26421	.000
第三支	噪声组	静息组	- 6.11111	4.62525	.196
		调节音乐组	- 9.44444(*)	4.62525	.049
		Mozart 组	- 7.73333	4.50813	.096

3.3 心律、血压、POMS 心境量表的实验果

通过心率、血压的分析,我们得到调节音乐在心率、低压两个指标上和静息、噪声的结果具有显著差异,说明调节音乐比单纯的休息在降低心率、血压方面具有更显著的效果。

POMS 心境量表的结果说明,噪声组和 Mozart 组的 POMS 量表结果没有统计上的意义,而调节音乐组表现为紧张、愤怒分量表有显著变化。在静息时,紧张、焦虑、愤怒、迷惑的指标有显著下降,其原因可能是不同被试在听同一种声音时,其感

受不同,从而激发的情绪会有差别,不会像静息时显示出较多一致性。

此外,调节能力、心率、血压以及量表各项指标均没有发现性别之间的显著差异。

4 讨论

本实验发现:皮肤电阻的变化主要出现在前三支(头部),并不是全身各处都会发生变化。对此,我们认为,可能是前三支(特别是第一、二支)的神经活动最为强烈,因为前三支包括了人的中枢神经系统,并且考虑到我们使用的是声音作为刺激源,这就使得它表现得最为敏感。有研究报道:杏仁核参与控制自律响应,所以情绪会引起皮肤电响应。但是两侧的杏仁核充当着不同的角色,左侧的主要针对特殊刺激引起的响应信号加以编码,而右侧会对任何刺激加以响应,使得自律全面激活^[12]。所以,试验的结果表现出一、二支响应更为明显,而只有调节音乐会引起第三支的变化,这说明,调节音乐可以引起更广泛的响应,是一种平衡调节,而不同于单纯的静息^[13]。

以往研究发现,聆听放松音乐,可以使个体心率减慢、血压下降、自主神经活动平衡,在进行音乐治疗的时候,可以有效地降低患者的肌电水平和焦虑水平^[14]。轻音乐会使得个体血压下降,血氧饱和度升高,摇滚则会令人血压升高,血氧饱和度降低,不同音乐对人体的作用有明显差异。在我们的试验中也体现出音乐不同的显著差异,所以选择合适的音乐,从而使人体达到更好的放松状态,对于人类的健康是十分有意义的。音乐为何会引起情绪的感知,目前还不十分清楚,但有研究发现人脑处理音乐的神经网络是一个分散网络,覆盖面广泛,不同脑区对音乐的处理也有一定的功能特化^[15,16,17]。我们猜测:因为音乐会激活大脑的不同区域,可以使脑内的资源不会过度兴奋和集中在某一功能区,而是分散开来,这样可能达到放松的目的。Rickard NS 等人发现,音乐刺激会修正自律神经和影响神经系统的化学物质释放,同时也有可能影响突触的可塑性^[18],不管怎样,音乐作为人类的第二语言,对人体生理指标的特异性是值得研究的。

试验中的不同刺激,引起了被试相应的情绪变化(音乐——舒适,噪声——烦躁),而当情绪发生变化时,交感神经活动也发生变化,汗腺分泌活动改变,皮肤电阻改变。Maurizio Codispoti 等人的研究中关于有情绪响应时,愉快和不愉快的情绪会引起皮肤电的显著变化^[6],两者本身没有区别的问题在我们的研究中得到了解决。实验结果证明音乐(愉快)和噪声(不愉快)的皮电响应具有统计显著性。所以,情绪对人体的好坏,可以通过“能量过筛”检测出来。进一步,我们可以在做任何人体的应激实验上,不单使用血压、心律等生理指标,也

可以加入调节能力,来评测这个应激对人体的影响。

此外,皮肤电的某些区域是与特定器官相联系的,器官的状态会通过电流“投射”到皮肤上^[19]。从细胞学的观点出发,肌体的各种组织由细胞组成,而活细胞本身就是一个“谐振腔”^[20],所以给人体一个微电流刺激后,会使这个“谐振腔”激励出边膜“声——电”振荡与波。这种振荡模式及频谱能反映细胞/组织的不同生理状态。以上都是影响皮肤电的因素,随着技术的进步,我们可以更精确更全面地利用皮肤电提供的信息,特别是,如果可以通过皮肤电的变化来准确地评估人体的生理状态,那么这种无创的诊断手段将会为医学带来一场革命。

关于能量过筛技术的扩展应用,我们认为在给予电刺激的时候,皮肤、组织液、器官都会对这个电刺激给予响应。虽然人体的各部分构成不同,但是都会对外界刺激产生积极响应。一旦器官发生紊乱、功能失调、病变乃至死亡,人体将不会再积极响应。利用“能量过筛”的全身皮电统一测量方法,目前还处于研究阶段,作为健康诊断还需要大量科学研究,希望将来有可能在临床上得到较好的应用。

致谢:大连理工大学神经信息学研究所的侯耀芳、张雪、冯洪波、金珏参与本研究工作。

参考文献

- [1] Neumann E, Blanton R. The early history of electrodermal research[J]. Psychophy, 1970, 6:453 - 458
- [2] 阳洪. 交感神经皮肤电临床研究进展[J]. 疑难病杂志, 2003, 2(6):371 - 373
- [3] 赵晓琼, 王小明, 黄惠, 等. 运动神经元病的交感神经皮肤电反应研究[J]. 川北医学院学报, 2005, 20(2):166 - 166
- [4] 任燕丁, 宋荣蓉. 应用交感神经皮肤电反应评估 30 例糖尿病患者的交感神经功能[J]. 中国临床康复, 2006, 10(8):81 - 84
- [5] 傅根跃, 陈昌凯, 张伟, 等. 测谎问题中的“情绪成分”对皮肤电反应的影响[J]. 中国临床心理学杂志, 2005, 13(3):321 - 323
- [6] Maurizio Codispoti, Vera Ferrari, Magant M. Bradley. Repetitive pic-

- ture processing: Autonomic and cortical correlates[J]. Brain Research, 2006, in press
- [7] 刘亚宁. 生物电磁效应[M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2002:264 - 264
- [8] Donath T. Effects of environmental noises and sounds on the quality of life controlled by the central nervous system[J]. OrvHetil, 2006, 147(16):737 - 739
- [9] 李亚静. 音乐疗法在临床中的应用进展[J]. 护士进修杂志, 2003, 18(3):225 - 227
- [10] 侯耀芳, 唐一源, 张雪. EDSE 的原理及试验概述[J]. 医疗设备信息, 2005, 20(6):36 - 43
- [11] 梁有信, 陈自强, 于继慧. 情感状态测验及评分方法[J]. 工业卫生与职业病, 1990, 16(3):136 - 140
- [12] Jan Glascher, Ralph Adolphs. Processing of the Arousal of Subliminal and Supraliminal Emotional Stimuli by the Human Amygdala[J]. Neuroscience, 2003, 23(32):10274 - 10282
- [13] 唐一源. 向大脑要健康向大脑要智慧. 大连理工大学电子音像出版社, 2005, 54 - 57
- [14] 陈晓英. 音乐护理的功效及其临床应用[J]. 2001, 17(4):50 - 51
- [15] Isabelle Petretz. The nature of music from a biological perspective[J]. Cognition, 2006, in press
- [16] Isabelle Petretz. Brain Specialization for Music[J]. The Neuroscientist, 2002, 8(4):374 - 382
- [17] Melecio Gonzalez Jr, Glenn E. Smith IV, David W. Stockwell, et al. The "Arousal Effect": An Alternative Interpretation of the Mozart Effect American[J]. Journal of Undergraduate research, 2003, 2(2):23 - 27
- [18] Rickard NS, Toukhati SR, Field SE. The effect of music on cognitive performance: insight form neurobiological and animal studies[J]. Behaviour Cognition Neuroscience Review, 2005, 4(4):235 - 261
- [19] J Z Szapinski, D Pantanowitz, G P Lochner. Estimation of the diagnostic accuracy of organ electrodermal diagnostics[J]. Original Articles, 2004, 94(7):547 - 551
- [20] 刘亚宁. 生物电磁效应[M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2002:42 - 45

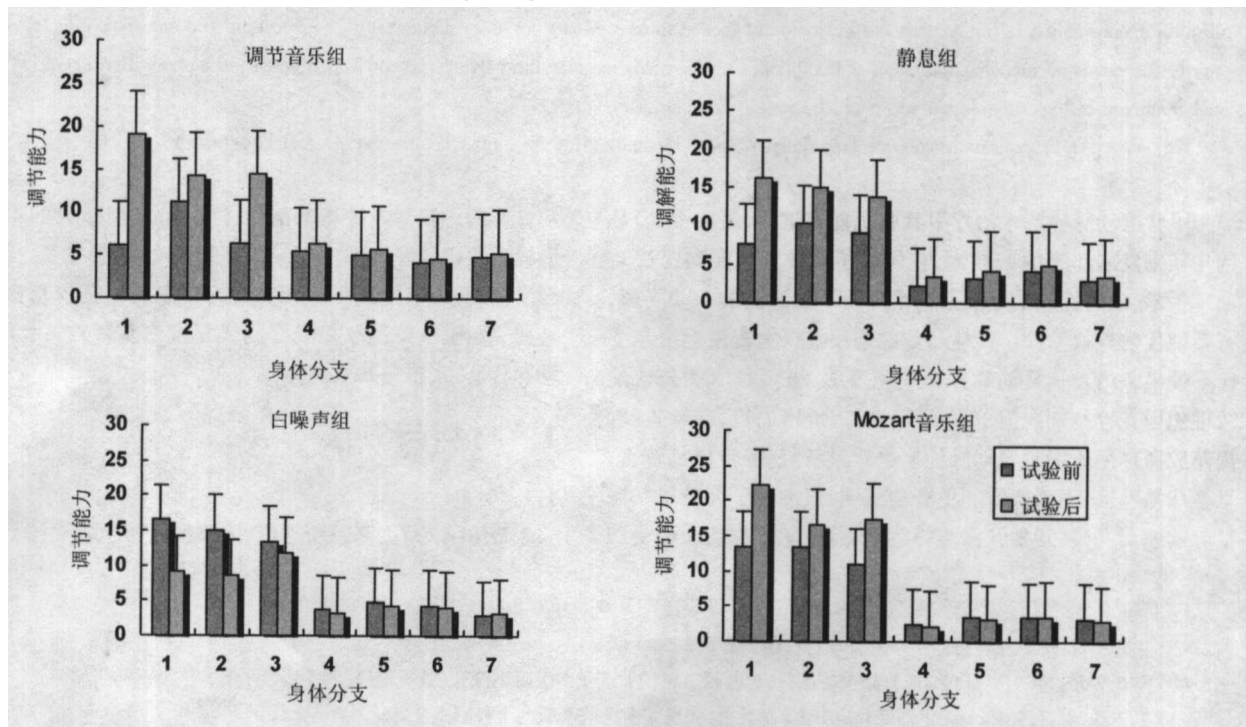


图2 四组身体各支调节能力实验前后变化对比图,横坐标代表身体的分支,纵坐标为皮肤电的量化值——调节能力。

Fig 2 Bar: compare the adjusting capability's difference of the test. Including 4 groups and 7 parts of body. The abscissa is stand for body's embranchment, the y-axis is stand for adjusting ability.