



利用生物反馈技术提高女足运动员自我调控能力的研究

刘书强

摘要: 对上海青年女子足球运动员个性及竞赛焦虑情况进行测试, 并对测试中发现的个性特质忧虑性和紧张性较高以及特质焦虑水平较高的运动员使用生物反馈仪进行放松训练。结果表明, 生物反馈训练中, 音乐放松和指导语加音乐放松训练可以有效地提高运动员的皮肤温度, 降低皮肤导电性, 改善脑电 α 波、 θ 波和 SMR 波, 且指导语加音乐放松的训练方式更加有效。结论: 利用生物反馈训练仪可以调节女足运动员自主神经及大脑皮质功能, 特别是指导语加音乐放松能良好地调节运动员心理状态及情绪状态。

关键词: 女子足球; 人格特质; 竞赛焦虑; 生物反馈; 心理调节

中图分类号: G804.8 文献标志码: A 文章编号: 1006-1207(2018)03-0081-05
DOI: 10.12064/ssr.20180311

Research on Using Biofeedback Technology to Improve Women Football Players' Self-control Ability

LIU Shuqiang

(Shanghai institute of sports science, Shanghai 200030, China)

Abstract: The personality and competition anxiety of Shanghai female junior football players were tested and biofeedback relaxation training was arranged for those who reached the higher levels of anxiety and nervousness. The result shows that during the biofeedback training, relaxation music and instruction plus music relaxation training can effectively improve player's skin temperature, reduce skin conductivity and improve EEG alpha, theta and SMR waves. And the training of instruction plus music relaxation is more effective. The conclusion is that using biofeedback apparatus can regulate women football players' function of autonomic nervousness and cerebral cortex. Particularly, instruction plus musical adjustment can effectively regulate athlete's mentality and emotional status.

Key Words: women football; personality traits; competition anxiety; biofeedback; psychological regulation

比赛期间运动员的情绪调控问题一直是运动员心理调控的重点、难点^[1,2]。在当前信息高度透明的背景下, 运动员的训练手段和方法大致相同, 竞技水平也相差无几。如何更好地调节和控制好运动员比赛时的情绪, 特别是诸如紧张、焦虑等负性情绪常常成为影响比赛结果的至关重要的因素^[3]。

就足球项目而言, 比赛时攻防转换很快, 比赛强度比较大, 要求运动员在比赛中保持头脑清晰、情绪稳定、注意力高度集中^[4], 因此, 在平时需要训练运动员具备良好的、快速的情绪调控能力。放松技能是运动员用来调节情绪的基本技能之一, 可以帮助她

们缓解紧张情绪, 降低心理压力; 提高她们肌肉的感觉能力, 使她们的头脑清晰敏感, 注意力集中^[5]。此外, 放松技能还可以帮助她们消除疲劳, 加快恢复过程。放松方法与生物反馈技术相结合的方法可以让运动员更快地放松, 并取得更好的效果。研究发现, 利用生物反馈训练可以控制生理上的反应, 降低运动时的焦虑, 增加肌肉强度, 减少痛苦、疲劳、调节心率, 以提高运动效果^[6]。

上海青年女子足球队的运动成绩一直名列前茅, 但第十二届全国运动会上, 上海青年女子足球队的整体实力虽然有明显的优势, 但在关键场次比赛

收稿日期: 2017-09-28

作者简介: 刘书强, 男, 研究实习员。主要研究方向: 运动心理学。E-mail: liushuqiang89@126.com。

作者单位: 1. 上海体育科学研究所, 上海 200030



中,运动员们过于紧张、焦虑,严重地影响了她们的竞技水平的发挥,最终只取得了第四名的成绩。因此,本研究采用生物反馈技术对上海青年女子足球运动员进行了放松训练,以期帮助她们掌握放松训练技术,从而提高对自己情绪等心理状态的自我调控能力,使她们能保持良好的心态,为上海青年女足在第十三届全国运动会上取得令人满意的成绩提供心理上的支持和保障。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

研究对象为上海青年女子足球队主力运动员 6 名,队员年龄为(14.3±1.6)岁,训练年限为(6.5±1.2)年。

1.2 研究方法

1.2.1 问卷调查法

采用卡特尔 14PF、竞赛特质焦虑问卷(SCAT-1)和竞赛状态焦虑问卷(SCAT-2)分别对运动员的人格特质和焦虑状态进行测试。

1.2.2 测试法

利用专门的心理训练时间,使用生物反馈仪对上海青年女足 6 名主力运动员进行心理放松训练。训练共分为 3 个部分:第一部分为基础状态测量。被试闭眼静坐记录基线数据 3 min,基线值作为以后训练的参考。第二部分为音乐放松训练 3 min。第三部分为指导语加音乐状态 8 min。室温控制在 24℃。测试时用胶带将皮温传感器固定在被试的左手中指指端,皮电电极用胶带固定在食指和无名指的指端。脑电电极安放在左脑前额区(F3)、右前额区(F4),以左、右乳突为参考电极,前额正中接地。

音乐状态开始后 1.5 min 的平均值代表被试的

初期状态,结束前 1.5 min 的平均值代表被试的后期状态;指导语加音乐状态开始后 4 min 的平均值代表被试的初期状态,结束前 4 min 代表被试的后期状态。变化 I :初期变化=(初期过程的平均值/基线值)×100;变化 II :后期变化=(后期过程的平均值/基线值)×100。

使用生物反馈仪(BioTrace+ 软件,荷兰 Mind Media B.V.公司)对运动员基础状态、音乐放松训练、指导语加音乐放松训练状态下皮肤导电性、皮温、脑电 α 波振幅、脑电 θ 波振幅和脑电 SMR 波振幅 5 个指标进行了采集。

1.2.3 数理统计法

对所采集的数据采用 SPSS11.0 统计软件进行配对样本 T 检验,所有数据均用 $\bar{X} \pm SD$ 表示。

2 研究结果

2.1 上海青年女足运动员的人格特质

运动员的年龄在十四五岁,正处于青春期,主要特征是易于波动并潜藏不安,表现为寂寞与孤独,忧虑与不安,以及苦闷与忧郁;憧憬未来并富于幻想;情绪多样且反应强烈。另外,由于长时间从事足球运动,又表现出率真、敢为等特点。

陈××、赵××、方××等运动员是队内的绝对主力,同时也是国家青年女足队员,几名队员在人格特质方面表现出较高的忧虑性和紧张性,同时特质焦虑(SCAT-1)的测试结果也显示几名运动员具有较高的特质焦虑水平(见表 1)。这几名队员技术较好,但是在训练和比赛中,随着压力的增加较容易出现传接球的失误,进而影响比赛的发挥。经过与主教练沟通,选取陈××、赵××、方××等 6 名运动员进行生物反馈训练。

表 1 上海青年女足人格特质情况(举例)

Table I Personality Traits of Shanghai Female Junior Football Players (Examples)

	乐群性	聪慧性	稳定性	兴奋性	恃强性	轻松性	有恒性	敢为性	敏感性	充沛性	世故性	忧虑性	自律性	紧张性	特质焦虑
上海青年 x	6.54±	6.12±	5.74±	4.06±	5.76±	5.87±	5.79±	6.29±	5.56±	4.56±	5.24±	4.27±	5.78±	3.36±	
女足	2.59	2.46	2.71	2.69	2.53	3.02	2.78	2.48	2.50	2.32	2.73	2.38	2.56	2.76	
陈××	6	6	6	3	6	7	7	6	7	5	5	8	5	10	27
赵××	5	8	6	4	3	2	4	6	8	5	4	9	5	8	24
方××	4	6	4	3	5	5	7	4	7	6	7	10	4	9	26

2.2 生物反馈训练时上海青年女子足球运动员各项生理指标变化

2.2.1 不同形式的放松训练对女足运动员皮电和皮温的影响

对音乐放松和指导语加音乐放松训练前期和后

期的皮电和皮温进行相关样本 T 检验,结果显示指导语加音乐放松训练下皮电变化接近显著性水平($P=0.05$),其他形式下训练前期与后期相比均不存在显著性差异(见表 2)。但是,音乐放松和指导语加音乐放松训练后期皮电值低于训练初期的皮电值;训练后期的皮温值高于训练初期的皮温值(见图 1、2)。



将指导语加音乐放松训练方式与音乐放松方式整个训练过程中的皮电值进行了比较, 结果发现这两者

间存在显著性差异($P=0.01$), 指导语加音乐放松的皮电下降率高于音乐放松训练方式。

表 2 不同放松形式下被试皮电、皮温过程变化值($N=6$)

Table II Variations during the Tests of Skin Electricity and Skin Temperature in the Different Types of Relaxation ($N=6$)

放松形式		皮温、皮电指标		t	p	t	p
音乐放松	皮电	变化 I	94.11±48.35	0.995	0.360	2.813	0.010*
		变化 II	89.94±44.16				
指导语+音乐放松	皮电	变化 I	80.25±32.97	2.142	0.050		
		变化 II	76.55±30.86				
音乐放松	皮温	变化 I	99.98±1.72	-0.470	0.643	0.201	0.842
		变化 II	100.26±1.94				
指导语+音乐放松	皮温	变化 I	99.82±1.63	-0.943	0.366		
		变化 II	100.29±1.21				

注: * 表示 $P<0.05$, 不同放松形式之间差异显著。

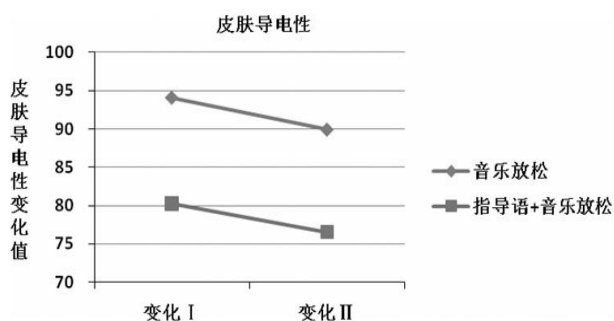


图1 不同放松训练对皮电变化的影响

Figure 1 Effect of Different Relaxation Training on the Changes of Skin Electricity

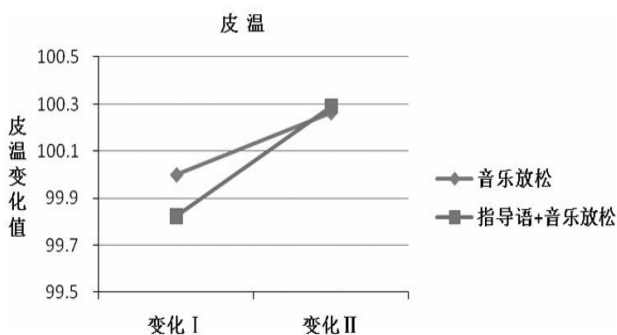


图2 同放松训练对皮温变化的影响

Figure 2 Effect of Different Relaxation Training on the Changes of Skin Temperature

2.2.2 不同放松形式训练对女足运动员脑电指标的影响

将不同放松形式训练下, 运动员 α 波、 θ 波、SMR 波波幅进行相关样本 T 检验分析, 研究结果显示(表 3): (1) 在两种不同放松训练过程中左、右前额叶的 α 波振幅无显著性差异。但在音乐放松训练初期和训练后期存在显著性, 训练后期的 α 波振幅显著性地高于训练初期。在音乐加指导语的放松初

期和后期则存在相反的变化, 训练后期的 α 波振幅显著性地低于训练前期(见图 3、4)。(2) 两种不同放松过程中的右前额叶的 θ 波振幅有显著性的差异。音乐放松的值高于音乐加指导语的值。在音乐放松训练的初期和后期右侧前额叶的 θ 波振幅存在显著性差异, 训练后期的值低于训练初期(见图 5、6)。(3) 两种不同放松训练过程中, 右侧前额叶的 SMR 波振幅训练有显著性差异。指导语加音乐放松训练时 SMR 波振幅显著性低于音乐放松训练(见图 7、8)。

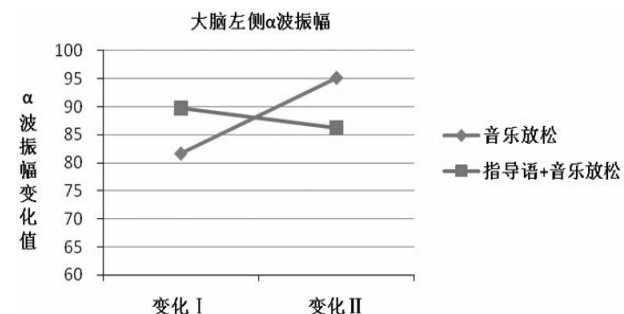


图3 不同放松训练对大脑左侧 α 波振幅变化的影响
Figure 3 Effect of Different Relaxation Training on the Changes of the Left-side Alpha Wave Amplitude of Brain

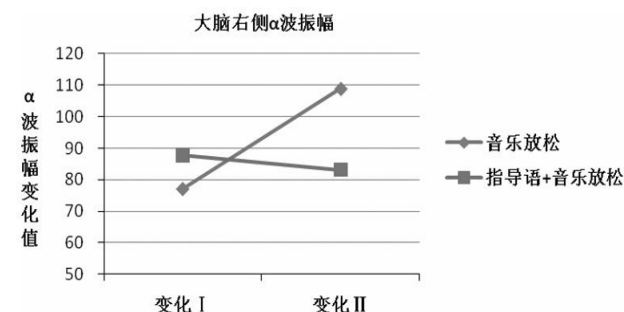


图4 不同放松训练对大脑右侧 α 波振幅变化的影响
Figure 4 Effect of Different Relaxation Training on the Changes of the Right-side Alpha Wave Amplitude of Brain

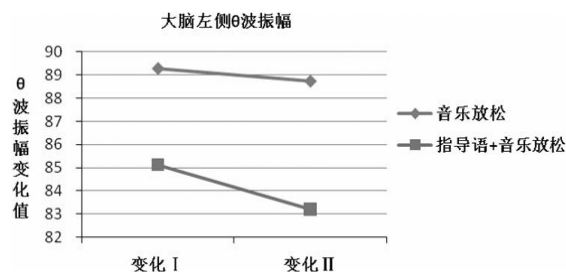


图5 不同放松训练对大脑左侧 θ 波振幅变化的影响
Figure 5 Effect of Different Relaxation Training on the Changes of the Left-side Theta Wave Amplitude of Brain

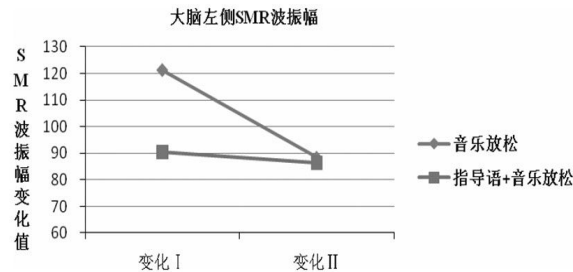


图7 不同放松训练对大脑左侧SMR波振幅变化的影响
Figure 7 Effect of Different Relaxation Training on the Changes of the Left-side SMR Wave Amplitude of Brain

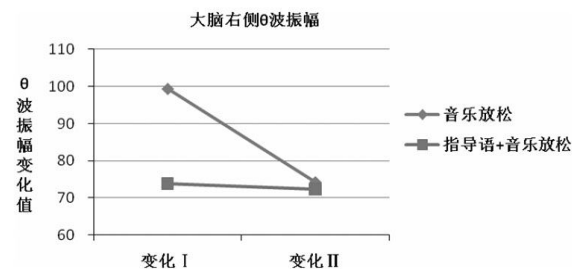


图6 不同放松训练对大脑右侧 θ 波振幅变化的影响
Figure 6 Effect of Different Relaxation Training on the Changes of the Right-side Theta Wave Amplitude of Brain

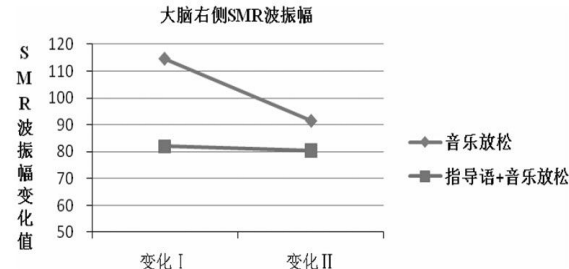


图8 不同放松训练对大脑右侧SMR波振幅变化的影响
Figure 8 Effect of Different Relaxation Training on the Changes of the Right-side Alpha Wave Amplitude of Brain

表3 不同放松形式下被试脑电指标训练过程变化值(N=6)

Table III Variations during the EEG Tests in the Different Types of Relaxation (N=6)

放松形式		脑电指标		t	p	t	p
音乐放松	左侧 α 波	变化 I	81.63±45.58	-1.517	.158	.099	.922
		变化 II	95.21±37.20				
指导语+音乐放松	左侧 α 波	变化 I	89.71±35.45	2.019	.069		
		变化 II	86.20±36.44				
音乐放松	右侧 α 波	变化 I	77.16±27.29	-2.628	.023#	1.070	.296
		变化 II	108.93±52.75				
指导语+音乐放松	右侧 α 波	变化 I	87.76±34.83	2.384	.036#		
		变化 II	83.15±34.81				
音乐放松	左侧 θ 波	变化 I	89.28±21.57	.039	.969	.701	.490
		变化 II	88.73±49.86				
指导语+音乐放松	左侧 θ 波	变化 I	85.13±15.01	.657	.525		
		变化 II	83.21±18.22				
音乐放松	右侧 θ 波	变化 I	99.44±35.18	3.094	.010##	2.242	.035*
		变化 II	74.25±11.03				
指导语+音乐放松	右侧 θ 波	变化 I	73.83±15.52	.831	.424		
		变化 II	72.33±15.29				
音乐放松	左侧 SMR 波	变化 I	121.35±91.94	1.289	.224	1.298	.207
		变化 II	88.29±25.42				
指导语+音乐放松	左侧 SMR 波	变化 I	90.51±19.44	1.668	.124		
		变化 II	86.29±16.54				
音乐放松	右侧 SMR 波	变化 I	114.58±55.15	1.650	.127	2.468	.021*
		变化 II	91.52±19.69				
指导语+音乐放松	右侧 SMR 波	变化 I	82.01±16.47	.864	.406		
		变化 II	80.35±16.54				

注: # $P < 0.05$, 变化 I 与变化 II 之间差异显著; ## $P < 0.01$, 变化 I 与变化 II 之间差异非常显著; * $P < 0.05$, 不同放松形式之间差异显著。



3 讨论

3.1 自主神经反应生理指标皮电、皮温的变化

皮电与皮温是衡量自主神经反应的常用指标^[7]。皮电反馈的基本原理是,人在情绪紧张、恐惧或焦虑情况下汗腺分泌增加,皮肤表面汗液增多,引起皮肤的导电性升高;情绪平静时汗腺分泌减少,皮肤导电性降低,皮电下降。因此,皮电活动是情绪变化的一个很好的指标,它反映了交感神经系统的兴奋情况^[8]。本研究的结果表明,经过两种不同形式的放松训练后,皮电水平降低,皮温升高,两者表现出明显的同步变化,表明放松训练后,放松状态下交感神经的活动减弱,音乐放松训练和指导语加音乐放松训练能够有效地改善个体的生理状态。

同时研究发现,两种不同形式的训练在皮肤导电性上存在显著性差异,指导语加音乐的训练方式下,皮电的下降率大于单纯音乐的训练方式,说明指导语加音乐的训练更有利于运动员的放松。虽然研究中没有发现皮温之间两者的差异性,但是皮温的变化趋势明显,在两种方式下都是升高的。说明皮电与皮温可以很好地反映不同类型放松训练的效果,具有一定的可靠性和稳定性。

3.2 不同方式放松训练对脑电波的变化

在脑电的反馈训练中,脑电波的目标频段多为 α 、 θ 、SMR与 β ^[9]。脑电波的指标包括频率、波幅以及功率谱等,在一定程度上能反映大脑的功能状态,本研究测量的指标为 α 、 θ 与SMR。 α 波表示大脑处于安静平和状态,大脑愈是处于平静状态, α 活动愈是明显增强^[10]。现代科学积极倡导 α 波为人们学习与思考的最佳脑波状态,此状态有利于个体的平静、自然、愉快的回忆。 θ 波表示大脑处于深层思维和灵感思维状态,注意力高度集中,灵感涌现,创造力高涨^[11]。SMR又称感觉运动节律,是12~15 Hz的一段脑电波,与运动抑制有关。当SMR升高表示处于注意集中和肌肉放松状态^[12]。

本研究发现,在两种不同放松训练过程中,右侧脑区的 θ 波、SMR波振幅显著性地高于音乐加指导语。而在音乐训练的后期, α 波的振幅显著性地高于训练前期。而 θ 波振幅显著性地低于训练前期。本研究的结果与以往的研究结果存在一致性,Fried研究发现,进行深度腹式呼吸和心理想象的放松训练期间,加上某种类型的音乐可以使呼吸加深,使放松加快,脑电图显示 θ 波有所下降, α 波增多^[13]。在欣赏音乐中进行测定脑波的研究报告显示:被试的代表

放松的脑波 α 波得到了显著增加^[14]。

依据目前医学理论的解释, α 波比例的增加意味着大脑工作状态的改善^[15],由此可以推论音乐对改善大脑工作状态是有作用的,同时也证明了音乐治疗对于改善情绪状态的干预作用是有科学依据的。同时,人类大脑皮层是神经系统对人体机能和心理活动进行调节的高级物种进化产物,大脑左右两个半球的皮层各划分为4个叶,即额叶、顶叶、颞叶和枕叶,它们分别有不同的功能。大量的实验证明人脑的右半球有感受音乐的功能。Tsang等用EEG研究发现,愉快和轻松的音乐片段可以更明显地激活左侧额叶相关脑区,而恐惧和悲伤的音乐片段更强烈地激活右侧额叶相关脑区^[16]。后来,Altenmuller等用皮层直流脑电图研究发现,听音乐时双侧额颞区有广泛的激活^[17]。该研究还发现听音乐时的情绪反应具有侧效应:正性情绪与左侧颞叶活动有关,而对负性情绪的加工右侧额颞部皮质更占优势。Sammler等发现,与不愉快的音乐相比,愉快的音乐能使额中区出现更多的 θ 波,该效应反映出情绪加工与注意的功能有密切的交互作用^[18]。国内相关研究发现:脑电 α 波功率的变化与情绪的极性和强度密切相关。处理正极性情绪时左额区 α 功率小于右额区 α 功率,处理负极性情绪时左额区 α 功率大于右额区 α 功率。并且,额区和顶枕区的脑电 α 功率都会随音乐情绪强度的减小而增加^[19]。

3.3 对于运动员竞赛焦虑的思考

比赛需要运动员处于一定的竞赛焦虑之中。如何把握好竞赛焦虑的度,选择好合适的调控方法,需要教练对队员的个性特质、竞赛焦虑和心理活动等全方位的了解和掌握。比赛环境变化不定,很难在不同的情景下对运动员进行全面深入的了解,调控方法的选取较难做到有的放矢。同时,竞技体育比赛中,运动员的心理不仅仅受到其人格特质的影响,还受环境、对手、比赛重要程度、身体状态等很多因素影响,也会增加心理调控效果把控的难度。

4 结论

4.1 音乐放松和指导语加音乐放松训练可以有效地提高运动员的皮肤温度,降低皮肤导电性;同时,音乐放松和指导语加音乐放松训练可以起到改善脑电 α 波、 θ 波和SMR波的作用,且指导语加音乐放松的训练方式更加有效。

4.2 利用生物反馈训练仪可以调节运动员自主神经

(下转第91页)



- [25] 史亚丽,姜川,杨立红,等.黑木耳粗多糖对力竭小鼠抗氧化能力的影响[J].现代预防医学,2008, 35(24):4845-4846.
- [26] 王海元.红枣多糖对小鼠运动能力的影响及其机理的研究[D].浙江师范大学,2009.
- [27] 习雪峰,王单一,熊正英,等.云芝多糖对运动训练大鼠脑组织抗氧化能力和 ATPase 活性的影响[J].食品科学,2012,33(5):256-259.
- [28] 俞慧红,竺巧玲,戴飞,等.多糖抗氧化作用的研究现状[J].食品研究与开发,2008,29(3):172-176.
- [29] 尚庆辉,解玉怀,张桂国,等.植物多糖的免疫调节作用及其机制研究进展[J].动物营养学报, 2015, 27(1):49-58.
- [30] 徐荔,何小鹏,柴旺,等.黄芪多糖对内毒素诱导巨噬细胞产生 TNF- α 、IL-1 β 及 NO 的影响[J].中国中医基础医学杂志,2011(5):503-504.
- [31] 黄超.金针菇多糖对运动疲劳大鼠 T 淋巴细胞转录因子 T-bet、GATA-3 基因及蛋白表达的影响[D].山东体育学院,2014.
- [32] 王文迪.黄精多糖对一次大强度运动后人体外周血 T 淋巴细胞免疫功能的影响[D].成都体育学院,2012.
- [33] Cani P. D., Amar J., Iglesias M. A., et al. Metabolic endotoxemia initiates obesity and insulin resistance[J]. Diabetes, 2007, 56(7):1761-1762.
- [34] 雅库,马淑霞,成正祥,等.马齿苋多糖对肠道微生态失调小鼠血内毒素含量及肝脏细菌易位的影响[J].中国微生态学杂志,2011,23(1):13-14.
- [35] Clarke S. F., Murphy E. F., O'Sullivan O., et al. Exercise and associated dietary extremes impact on gut microbial diversity[J]. Gut., 2014, 63(12):1913-1920.

(责任编辑:刘畅)

(上接第 85 页)

及大脑皮质功能,从而达到调节心理状态的目的。特别是指导语加音乐调节的方式,具有良好的调节运动员心理状态及情绪状态的功能。

参考文献:

- [1] 张力为,姚家新.体育运动心理学导论[M].北京:北京体育大学出版社,2007:11.
- [2] 马启伟,张力为.体育运动心理学[M].杭州:浙江教育出版社,1998:5.
- [3] 张玲.我国高水平女排运动竞赛和气质类型的研究[D].苏州:苏州大学,2006.
- [4] 刘瑞娟.足球运动员的赛前心理及其调控[J].当代体育科技,2013,3(17):17-18.
- [5] 余长青.足球比赛中运动员不良心理的成因及其调控方法[J].北京体育大学学报,2006,29(9):1200-1201.
- [6] Schdewiss J. H., Wolf S. BFB:A practitioners' guide[M]. New York: The Guilford Press, 1985.
- [7] 黄志剑,杨勇涛.腹式呼吸对大学生情绪生理指标的影响[J].中国运动医学杂志,2010,29(3):272-274.
- [8] 李京诚.不同放松方法的心理训练对主观松驰感和自主生理反应的影响[D].北京体育大学,2002.
- [9] 王霆.脑电非线性分析在高水平射击射箭运动员中枢机能研究的应用[D].山西大学,2015.
- [10] 戴若梦.基于深度学习的运动想象脑电分类[D].北京理工大学,2015.
- [11] 聂聃,王晓韡,段若男,等.基于脑电的情绪识别研究综述[J].中国生物医学工程学报,2012,31(4):595-606.
- [12] 王勇.生物反馈在放松训练中的应用[J].内蒙古体育科技,2006,19(3):72-73.
- [13] Fried R. Integrating music in breathing training and relaxation:Applications[J]. Applied Psychophysiology and Biofeedback, 1990, 15(2):171-177.
- [14] 于宝山,李燕,龚镇雄,等.利用脑电地形图分析音乐对大脑活动状态的影响[G].中国音乐治疗学会学术交流会,1996.
- [15] 孙亚楠,刘源,南云.音乐对情绪的影响及其脑机制的相关研究[J].自然科学进展,2009(1):45-50.
- [16] Tsang C. D., Trainor L. J., Santesso D. L., et al. Frontal EEG re-sponses as a function of affective musical features [J]. AnnualsNewYorkAcademy of Sciences, 2001, 930: 439-442.
- [17] Altenmüller E., Schürmann K., Lim V. K., et al. Hits to the left, flops to the right: Different emotions during listening to music are reflected in cortical lateralisation patterns[J]. Neuropsychologia, 2002, 40(13): 2242-2256.
- [18] Sammler D., Grigutsch M., Fritz T., et al. Music and emotion:Electrophysiological correlates of the processing of pleasant and unpleasant music[J]. Psychophysiology, 2007, 44(2): 293-304.

(责任编辑:何聪)