

·临床研究·

优秀乒乓球运动员肩胛肌失衡的表面肌电特点*

李伟¹ 尚学东¹ 鲁智勇¹ 周敬滨¹ 李国平¹

摘要

目的:明确优秀乒乓球运动员是否存在肩胛肌失衡(SMI),并分析其特有的表面肌电图(sEMG)特点及发病机制,为预防康复措施提供科学依据。

方法:选择国家男子乒乓球运动员,分为健康运动员组(HA)、肩胛失衡运动员组(IA)以及健康对照组(CON)进行肩胛肌肉sEMG测试。

结果:正手击球时,IA组运动员的斜方肌上束(UT)和前锯肌(SA)的活动较CON组和HA组增大(显著性分别为 $P=0.002$; $P=0.004$, $P<0.001$),而斜方肌中束(MT)的活动较后两组明显减小($P<0.001$);反手击球时,IA组运动员的UT的活动较CON和HA组增大($P<0.001$),MT的活动较后两组明显减小($P=0.015$)。

结论:优秀乒乓球运动员存在肩胛肌失衡,且有其特有的sEMG特点;SMI乒乓球运动员可能出现盂肱关节的前移、外移和下移。

关键词 乒乓球运动员;肩胛肌失衡;表面肌电图

中图分类号:R741.044 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2013)-01-0040-07

The surface electromyogram characteristics of elite table tennis athletes with scapular muscle imbalance/ LI Wei, SHANG Xuedong, LU Zhiyong, et al//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2013, 28(1): 40-46

Abstract

Objective: To look for the presence of scapular muscle imbalance(SMI) in elite table tennis athletes, while to determine its surface electromyogram(sEMG) characteristics and mechanism.

Method: The sEMG data were collected while the participants performed striking,the athletes were divided into 3 groups: healthy athlete group(HA), imbalance athlete group(IA), control group(CON).

Result: During observe strike,compared with HA group and CON group, the activities of upper trapezius(UT) and serratus anterior(SA) of IA group were stronger($P=0.002$, $P=0.004$,and $P<0.001$, respectively); while middle trapezius(MT) had less activity($P<0.001$); during reverse strike,compared with HA group and CON group,the activity of UT of IA group were stronger($P<0.001$),while middle trapezius(MT) had less activity($P=0.015$).

Conclusion: The SMI was presented in table tennis athletes; its sEMG had unique characteristics; and the anterior, lateral and inferior displacements of glenohumeral might occur in table tennis athletes with SMI.

Author's address National Institute of Sports Medicine, Beijing,100061

Key word table tennis athlete; scapular muscle imbalance; surface electromyogram

乒乓球运动是一项需要下肢、躯干、肩关节、肘关节、腕关节,以及手指肌肉的协调配合的运动,其中肩关节构成最为复杂,是传递动量的重要环节,也

是优秀乒乓球运动员运动损伤的高发部位^[1]。理想的肩胛骨姿势和运动控制能力对于正常肩关节功能至关重要,而肩胛骨的动态稳定主要依靠其周围肌

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.01.010

*基金项目:国家体育总局奥运攻关课题资助项目(07059)

1 国家体育总局运动医学研究所,北京,100061

作者简介:李伟,男,博士,主治医师;收稿日期:2012-04-24

肉的平衡。肩胛周围肌肉在三维方向上的平衡的丧失就称为肩胛肌失衡(scapular muscle imbalance, SMI),被认为是肩胛功能障碍的主要原因^[2]。目前,关于过头(overhead)项目运动员的肩胛肌平衡方面的探究已较为成熟^[3],而对于优秀乒乓球运动员是否存在SMI,其发病情况如何及其与肩关节损伤间的关系等方面国内外尚未见相关研究。另外,乒乓球运动员的肩关节周围肌肉的肌电图研究还是空白。本研究旨在,明确优秀乒乓球运动员是否存在SMI;分析乒乓球运动员SMI特有的表面肌电图(surface electromyogram, sEMG)特点;探讨乒乓球运动员SMI的特点,从而为预防康复措施提供科学依据。

1 对象与方法

1.1 实验对象

实验对象均选择青年男性,共40名。其中国家乒乓球队男子运动员25名,根据肩胛外向滑动(lateral scapular slide, LSS)测试和手臂与肩关节运动障碍(disabilities of the arm, shoulder and hand, DASH)及其运动部分评分分为健康运动员组(healthy athlete group, HA)和肩胛肌失衡组(imbalance athlete group, IA);健康志愿者15名,为对照组(control group, CON)。受试者一般资料及分组情况见表1。

HA组纳入条件:双侧肩胛骨LSS测量差值 $\leq 15\text{mm}^{[4]}$;DASH评分小于10%^[5]。IA组纳入条件:双侧肩胛骨LSS测量差值 $\geq 15\text{mm}^{[4]}$;优势侧肩痛超过6个月且与乒乓球训练有关;疼痛位于肩关节或周围;DASH评分大于10%^[5]。CON组纳入条件:无任何疾病和损伤的健康青年男性志愿者;年龄(± 5 岁)、身高和体重与运动员组相匹配;乒乓球运动业余爱好者。LSS测量(A、B和C三姿势)及DASH评分情况见表2—3。

受试者排除条件:近一年内,有双侧肩、肘、腕关节活动受限和肌肉无力等病史者;有肩关节脱位和肩关节、背部或颈部等手术史者;近6个月有颈部和/或背部症状和体征者;肩关节影像学检查提示Ⅲ型肩峰者。

1.2 实验方法

表1 实验对象一般资料及分组情况 ($\bar{x}\pm s$)

指标	CON组(N=15)	HA组(N=13)	IA组(N=12)
年龄(岁)	21.4 \pm 1.4	18.1 \pm 1.3	17.4 \pm 1.2
身高(cm)	172 \pm 4.2	173 \pm 3.8	174 \pm 4.1
体重(kg)	64.7 \pm 3.5	65.3 \pm 3.1	63.2 \pm 4.0
专业训练年限(年)	-	8.8.0 \pm 1.2	8.7 \pm 1.2

表2 肩胛外向滑动测量(LSS) ($\bar{x}\pm s, \text{mm}$)

LSS测量	CON组	HA组	IA组
A姿势	6.2 \pm 2.5	8.1 \pm 2.3	17.2 \pm 1.9
B姿势	3.7 \pm 1.3	4.3 \pm 1.4	6.4 \pm 2.2
C姿势	8.3 \pm 2.2	9.1 \pm 2.5	19.1 \pm 2.1

表3 DASH评分及运动评分 ($\bar{x}\pm s, \%$)

DASH评分	CON组	HA组	IA组
A	0.13 \pm 0.23	0.27 \pm 0.38	16.72 \pm 6.89
B	0	0	24.41 \pm 9.08

A: DASH评分; B: DASH运动部分评分

1.2.1 流程和指标:本实验是在国家体育总局运动医学研究所三维动作分析实验室,于2009年5月至2010年5月完成。实验设备为8通道NORAXON无线肌电遥测系统(USA Inc, TeleMyo 900)。采样频率=1000Hz。原始EMG信号振幅范围为-2000到+2000mV,带通滤波在10—500Hz内。每一肌肉活动的开始用超过基线2个标准差并保持此水平50ms的最早的EMG(silence)界定。每一符合实验要求的肌肉sEMG信号,均经全波整流、滤过处理。为比较特定肌肉活动,对EMG信号进行标准化处理。使用一次性双极Ag-AgCl表面电极(蓝点电极,丹麦)。数码摄像机同步拍摄频率为25 Hz。

所有受试者均先行LSS测量、DASH评分和临床诊断,分组后行肌电测试系统和实时录像设备的同步测试。观察CON组、HA组和IA组的优势侧肩胛骨稳定肌肉及其周围肌肉的SEMG的变化。

1.2.2 测试方法:首先采集各测试肌肉的最大主动等长收缩(maximum voluntary contraction, MVC)的肌电图数据。使用电极前局部用酒精棉球擦拭。直径为1cm,间距为2.5cm的成对电极贴放于优势侧肩关节,所有电极均平行于相应肌纤维放置。选择肌肉为:斜方肌上束(upper trapezius, UT)、斜方肌中束(middle trapezius, MT)、斜方肌下束(lower trapezius, LT)、前锯肌(serratus anterior, SA)、胸大肌(pectoralis major, PM)、三角肌前束(anterior del-

图1 肩关节肌肉电极贴放图示

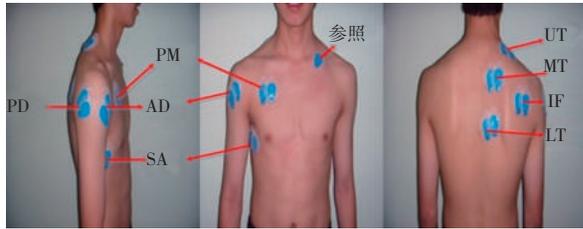


表4 肩关节肌肉的MVC测量方法描述

肌肉	方法描述
斜方肌上束(UT)	上臂于体侧耸肩并尽力外展上臂,腕中立位抗阻。
斜方肌中束(MT)	肩关节外旋位,水平外展抗阻;双手紧握毛巾两头,屈肘90°,尽力外旋抗阻。
斜方肌下束(LT)	上臂上举至与斜方肌下束肌纤维成一条对角线,抗阻。
前锯肌(SA)	上臂前伸135°,抗阻。
胸大肌(PM)	肩前伸90°,内收抗阻。
三角肌前束(AD)	屈肘90° 肩于中立位置体侧,靠墙握拳向前抗阻。
三角肌后束(PD)	屈肘90° 肩于中立位置体侧,肘向后推墙,发力时肩肘在一平面。
冈下肌(IF)	屈肘90° 肩于中立位置体侧,上臂外侧靠墙,腋下置毛巾,对墙最大外旋发力。

toid, AD)、三角肌后束 (posterior deltoid, PD)和冈下肌 (infraspinatus, IF)^[2,6]。电极贴放位置见图1。

做不同动作时记录优势侧肩关节各肌肉的肌电活动。正式测试前,向受试者详细说明动作要求,并做到熟练掌握,同时进行适当的双上肢牵拉和关节活动。作为标准化参照,每块肌肉行最大主动等长收缩(MVC)测量,每次持续5s,间歇1min,共做5次,以避免肌肉疲劳。在测试者节拍指令下完成。各肌肉MVC测量采用目前相关研究统一方法^[2,6],见表4。

所有受试者自行抛球并以正反手最大力量“鞭击”杀球,击球点控制在胸骨正前方,避免双脚移动,一组击球3次,共3组,组间休息20s,每组正反手测试间休息1—2min。采集每一动作的sEMG数据,并同时采集影像资料。

1.2.3 数据处理: sEMG数据使用MyoResearch XP Master 2004分析软件。计算每一肌肉3次重复击球的肌电最大振幅的平均值,以此值所占MVC的百分比(MVC%)表示该肌肉的活动水平;斜方肌上束/前锯肌(UT/SA)与斜方肌中束/胸大肌(MT/PM)为各肌肉正反手击球时标准化sEMG的比值,用于评价

肩胛肌肉不同方向上的平衡程度;正反手击球最大肌电活动时间(peak muscle activity time, PMAT)^[7]是受试者的最大肌肉活动的时间跨度在动作周期全部时间所占的比例,用于评价各方向运动时各部分肌肉活动的一致性。

1.3 统计学分析

分别计算不同动作的每一肌肉的MVC%、PAMT以及UT/SA和MT/PM比值,并分别计算其均值和标准差。所有统计学分析使用SPSS 13.0软件包。CON组、HA组和IA组各组间参数比较使用单因素方差分析(ANOVA), $P < 0.05$ 表示数据比较具有显著性差异。

2 结果

2.1 各肌肉sEMG(MVC%)比较

2.1.1 正手击球各肌肉MVC%,结果见表5。斜方肌上束(UT),CON组与HA组无显著性差异($P = 0.521$);而IA组较CON组和HA组均显著增高($P = 0.002$);斜方肌中束(MT),CON组相比HA组显著性减小($P = 0.003$);而IA组较CON组显著下降($P < 0.001$),较HA组则下降更为显著($P < 0.001$);斜方肌下束(LT),各组间无显著性差异($P > 0.05$);前锯肌(SA),CON组相比HA组显著增高($P = 0.001$);IA组较CON组高($P = 0.004$),而较HA组增高则更为显著($P < 0.001$);三角肌前束(AD),HA组相比CON组和IA组的肌电活动显著减少($P = 0.017$),而后两组间无差异($P > 0.05$);正手击球时,胸大肌(PM)锁骨段、三角肌后束(PD)和冈下肌(IF)的肌电活动,CON组、HA组和IA组各组间比较无显著性差异($P > 0.05$)。

2.1.2 反手击球各肌肉MVC%,结果见表6。UT,CON组相比HA组有显著性差异($P < 0.001$);而IA组较CON组和HA组均显著增高($P < 0.001$);MT,CON组相比HA组无显著性差异($P = 0.116$);而IA组较CON组与HA组均有显著下降($P = 0.015$);LT,CON组、HA组和IA组均很少参与($< 25%$),组间无显著性差异($P > 0.05$);对于SA的肌电活动,CON组相比HA组显著性增加($P = 0.028$);IA组较HA组显著增高($P < 0.001$),而较CON组无差异($P > 0.05$)。反手击球时,PM、PD、AD和IF的肌电活动,CON组、

HA组和IA组各组间比较无显著性差异($P > 0.05$)。

2.2 正反手击球时各组各肌肉间肌电活动比例(UT/SA、MT/PM)比较

受试者肩关节各肌肉在正反手击球时相关肌肉的肌电活动比例见表7。

2.3 正反手击球最大肌电活动时间(PMAT)比较

本研究仅选取IA组运动员sEMG改变的相关肌肉击球时的PMAT进行比较,正反手击球时各组的UT、SA、MT和PM的PAMT值分别见表8和表9。

表5 正手击球时各肌肉肌电最大振幅平均值所占MVC的比例(MVC%) ($\bar{x} \pm s$)

肩胛肌肉	CON组	HA组	IA组
UT	82.55 ± 23.52	77.08 ± 20.49	98.16 ± 1.34 ^{①②}
MT	80.00 ± 20.41	99.02 ± 4.17 ^②	54.30 ± 15.03 ^{①②}
LT	14.19 ± 5.16	14.23 ± 5.03	14.03 ± 4.62
SA	89.97 ± 7.31	80.82 ± 15.86 ^②	98.01 ± 6.09 ^{①②}
PM	90.13 ± 10.08	88.15 ± 12.15	91.99 ± 4.93
AD	62.21 ± 15.91	62.03 ± 16.17	90.37 ± 13.69 ^{①②}
PD	69.51 ± 13.32	70.43 ± 14.22	70.34 ± 10.92
IF	40.86 ± 12.56	39.63 ± 12.51	40.45 ± 13.96

①代表与HA组相比有显著性差异($P < 0.05$);②代表与CON组相比有显著性差异($P < 0.05$)

表6 反手击球时各肌肉肌电最大振幅平均值所占MVC的比例(MVC%) ($\bar{x} \pm s$)

肩胛肌肉	CON组	HA组	IA组
UT	87.60 ± 15.52	70.13 ± 16.49 ^②	99.76 ± 1.91 ^{①②}
MT	94.08 ± 12.88	86.13 ± 12.95	71.24 ± 15.34 ^{①②}
LT	12.79 ± 10.16	14.58 ± 8.05	16.25 ± 4.78
SA	90.06 ± 12.01	78.15 ± 17.37 ^②	92.93 ± 13.77 ^①
PM	99.27 ± 2.75	98.34 ± 11.50	99.43 ± 3.05
AD	99.01 ± 6.72	99.51 ± 4.73	98.17 ± 2.59
PD	99.53 ± 1.72	99.56 ± 2.11	99.42 ± 2.87
IF	63.40 ± 13.34	69.26 ± 14.79	65.99 ± 20.11

①代表与HA组相比有显著性差异($P < 0.05$);②代表与CON组相比有显著性差异($P < 0.05$)

表7 各组相关肌肉的肌电活动比例 ($\bar{x} \pm s$)

肌肉活动比例	CON组	HA组	IA组
正手			
UT/SA	0.92 ± 0.27	0.97 ± 0.20	0.68 ± 0.23 ^①
MT/PM	0.90 ± 0.28	0.98 ± 0.38	0.58 ± 0.16 ^{①②}
反手			
UT/SA	1.02 ± 0.21	0.99 ± 0.27	0.75 ± 0.13 ^①
MT/PM	0.94 ± 0.18	0.98 ± 0.38	0.70 ± 0.24 ^{①②}

①代表与HA组相比有显著性差异($P < 0.001$);②代表与CON组相比有显著性差异($P < 0.001$)

表8 各组正手击球时PAMT比较 ($\bar{x} \pm s, \%$)

肌肉	CON组	HA组	IA组
UT	38.8 ± 2.43	30.3 ± 2.02	34.6 ± 3.03
SA	57.2 ± 5.04	49.4 ± 4.87	53.6 ± 2.43
MT	30.7 ± 2.28	23.5 ± 1.44	25.4 ± 2.08
PM	32.5 ± 4.41	25.7 ± 3.48	27.3 ± 5.04

表9 各组反手击球时PAMT比较 ($\bar{x} \pm s, \%$)

肌肉	CON组	HA组	IA组
UT	35.8 ± 4.50	29.5 ± 3.22	31.5 ± 2.35
SA	55.0 ± 3.42	50.4 ± 2.75	52.2 ± 2.14
MT	29.1 ± 2.02	22.5 ± 1.87	23.3 ± 2.55
PM	34.5 ± 4.25	27.7 ± 2.25	25.3 ± 3.44

3 讨论

3.1 实验对象的临床评价

LSS测量是由Kibler^[4]提出的一种简单的测试方法,临床上以任一姿势的双侧差异超过15mm为阳性标准。由表2可见,IA组运动员以第一姿势和第三姿势阳性为主。

采用《英国医学委员会(BMC)肌肉骨骼功能紊乱》推荐的DASH(臂、肩、手运动障碍)评分与DASH评分运动板块^[5]对CON和运动员进行肩关节功能评价。0分代表无功能障碍,100分代表功能丧失,超过10%为异常标准。

由此可以明确优秀乒乓球运动员存在肩胛肌失衡,但由于本研究样本量较小,SMI在乒乓球运动员中的确切发病率尚需进一步研究。

3.2 乒乓球运动员肩胛肌失衡的SEMG特点

3.2.1 sEMG的参数选取与分析方法:为评价实验对象的肌肉活动方式,本研究采用了以下参数:肌电信号的平均振幅,以MVC%表示,用以对比不同动作中不同受试者的各肌肉活动。同时,计算了动作周期的肌肉平均活动时期和平均时间跨度在运动周期的比例。除了分析绝对肌肉活动,我们还计算了各部分肌肉活动比率:UT/SA和MT/PM,用以量化相关肌肉失衡程度并可为康复评价提供依据^[8]。前者根据Cools^[2]和Ludewig^[6]的研究选取,后者根据乒乓球运动员肩胛骨前后向位移显著的特点而选取,以观察肩胛骨前后向稳定肌肉的平衡情况,目前尚无文献可考。

3.2.2 正手击球时各组肌肉活动的sEMG分析:IA组和HA组UT和SA肌肉活动的差异明显,而两组

的 UT/SA 和 MT/PM 比例前者显著小于后者 ($P < 0.001$), 这表明, 肩胛肌失衡运动员正手击球时, 为将肩胛骨上提并固定于胸壁, 使肱骨产生理想的相对于躯干的摆动, UT 和 SA 均代偿性活动增加, 长期训练会造成它们的疲劳、无力和损伤; 而 MT 活动减少, 则可能是为了减小 PM 发力时的拮抗作用, 也可能是长期牵拉造成的劳损与肌肉无力。通常, 抬高上臂时的肩胛骨旋上、后倾和外旋, 是 UT 和 LT, 与 SA 一起运动的协同结果^[4,6,9]。其中某一肌肉功能出现紊乱就可能造成肩胛骨运动方式改变, 进而改变盂肱关节力线。本研究证实了其他有关肩关节病变患者斜方肌功能的研究的结果^[10-11]。Cools 等^[12]对过头运动员肩关节撞击综合征患者的研究发现了同样存在斜方肌失衡, 并有 LT 肌肉活动的暂时延迟; 他的另一项研究还表明, 等速回缩时该肌肉活动减少^[13]。然而, Ludewig 和 Cook^[10]发现, 相对对照组, 肩峰下撞击综合征患者的 UT 和 LT 的 EMG 活动均增加。他们认为, 这是为了代偿 SA 活动的减少而产生肩胛骨旋上的结果。本研究中, 各组 LT 在正反手击球时的活动均较低 ($< 40%$), 该值是 Kelly 等^[14]定义的 EMG 肌肉活动程度中的轻度活动, 且各组间无显著差异 ($P > 0.05$)。说明 LT 在乒乓球运动正手击球动作中稳定肩胛的作用较小, 这与过头运动项目的运动员不同, 其低比例活动参与反映了乒乓球运动 LT 的肌肉活动特点。

本研究中, IA 组运动员正手击球时 MT 活动的减少相对 HA 组运动员非常显著 ($P < 0.001$), 这与其他相关研究不同^[2]。同时, 还应对专项运动动力链中的更多功能性动作中的肩胛肌肉活动方式和肌肉间和肌肉内平衡进行进一步研究^[4]。

HA 组运动员与对照组比较, MT、SA 和 AD 的活动有显著差别, 说明乒乓球运动员正手击球时需要 MT 的较多参与和 SA 与 AD 的活动减少。提示专业乒乓球运动员对相应肌肉参与的专项特点。但由于实验样本量较小和个体差异的影响, 尚不能以此作为评价乒乓球运动员专业素质的标准。各组间 PM、PD 及 IF 在正手击球时肌肉活动无明显差别, 提示促使优势侧肱骨摆动的相关各肌肉间的协调作用。

3.2.3 反手击球时各组肌肉活动的 sEMG 分析: 与正手击球时一样, 反手击球时 IA 组和 HA 组 UT 和

SA 肌肉活动的差异明显, 而两组的 UT/SA 和 MT/PM 比例前者显著小于后者 ($P < 0.001$)。这表明, 肩胛肌失衡运动员反手击球时, 为将肩胛骨上提并固定于胸壁, 使肱骨产生理想的相对于躯干的摆动, 也需要 UT 和 SA 的代偿性活动增加, 长期训练会造成它们的疲劳、无力和损伤; 而同样的 MT 活动减少, 则可能是为了减小 PM 发力时的拮抗作用, 也可能是长期牵拉造成的劳损与肌肉无力。应当注意到, 反手击球时肩胛失衡运动员 MT 的 MVC% 为 71.24 ± 15.34 , 比正手击球时的 54.30 ± 15.03 明显大, 说明此时该肌肉部分对肩胛骨的稳定作用似乎更大。事实上, 肱骨外旋时, 作为外旋肌群的冈下肌和小圆肌, 在寻求其起点部位的稳定基点时使肩胛骨发生了外展运动^[2]。这种外展运动需要 MT 的拮抗或控制。这样看来, 该肌肉部分的活动减少, 造成的斜方肌功能紊乱, 反映了乒乓球运动员肩胛肌失衡的特点。UT 活动的增加可能是为保持肩胛稳定的代偿性改变。

对于反手击球时 LT 的肌肉活动, 本研究的 MVC% 各组均小于 40%, 各组间无差异 ($P > 0.05$)。反手击球时, 肩关节做外展外旋运动。而使用等速测试系统进行肩关节外旋的研究表明, 外旋时 LT 活动较低。Ballantyne 等^[15]的研究结果为 30%—45%, 但其动作是次最大运动; Cools 等^[2]的结果为 54.8%—62.1%, 采用的测试动作是最大肌肉活动, 但不是本研究采用的功能性动作。因此, 本研究的 LT 的活动变化情况反映了乒乓球运动员反手击球时 LT 的参与情况, 而不能用以同类研究的比较, 也不能作为乒乓球运动员肩胛肌平衡的评价指标。

HA 组运动员与对照组比较, MT 和 SA 的活动有显著差别, 说明乒乓球运动员反手击球时需要 MT 的较多参与和 SA 的活动减少。提示专业乒乓球运动员对相应肌肉参与的专项特点。各组间 PM、AD 及 IF 在反手击球时肌肉活动无明显差别, 提示促使优势侧肱骨摆动的相关各肌肉间的协调作用。

3.3 乒乓球运动员肩胛肌平衡的特点及失衡的临床分析

3.3.1 健康运动员肩胛肌平衡的特点分析: 本研究发现: 运动员正手击球肩关节发力时为提供适当的肩胛稳定 MT 与 SA 活动发生改变, 而反手时参与此

稳定的特征改变的是UT和SA。虽然两组间PM的活动无差异,结合UT/SA与MT/PM比例无差异的结果,还是可以推测HA组运动员的PM肌肉功能较强,这与专业乒乓球运动员力量训练重视肩关节前方大肌肉群训练现实情况相符。MT活动增高可能是对PM的盂肱关节前向牵拉的代偿性改变;而UT和SA的减小,可能为专业运动员的肩胛肌肉的协调性特点,也可能是对MT和PM平衡的适应性变化。

3.3.2 肩胛肌失衡sEMG的临床分析:肩胛骨内外向平衡的参与肌肉有:司肩胛骨外展的SA、胸小肌和PM;司内收的MT、菱形肌和背阔肌^[1]。正反手击球时的SA肌电活动增加,而MT则明显减小,提示此时MT不能发挥其内收肩胛骨的作用,SA为使肩胛骨紧贴胸壁而代偿性活动增加,同时MT/PM比值的显著减小更说明了该方向的肩胛肌失衡。本该为内收肩胛骨而发挥稳定作用的MT的活动减少可能是以PM为代表的肩关节前方肌肉长期牵拉造成的失代偿性损伤所致。这是乒乓球运动员SMI患者的sEMG特征性表现,MT的无力或损伤时,其击球时肌肉活动必然下降,从而造成肩胛骨外移,盂肱关节也在此平面内外向位移。

肩胛骨上下向平衡的参与肌肉有:司上提肩胛的UT、菱形肌和肩胛提肌;司肩胛下降的PM、背阔肌、SA下束和胸小肌^[1]。正反手击球时UT与SA的活动均增加,而UT/SA却减小,提示运动员击球时UT和SA的上下向平衡作用均代偿性增加,而以SA增加为主。长期训练就造成上述肌肉的疲劳和劳损,而造成静息状态下肩胛上提与下降的失平衡,对于乒乓球运动员,就可能由于SA活动的相对增加而造成盂肱关节的向下位移。

有研究对SA和斜方肌的肌肉平衡进行测试^[2],比值因动作不同而在50%—467%之间。以往研究中发现SAIS的过头项目运动员存在肩胛骨的协同-拮抗肌肉的失衡^[13]。早期的EMG研究表明,肩胛下肌对肩关节前方稳定性很重要,而冈下肌对后向稳定性作用更大^[16]。肩胛下肌还对外展、旋转和前屈起主要稳定作用,而冈下肌有外展和前屈作用,冈上肌则有后伸作用^[17]。尽管许多肌肉附着于肩胛骨,通常还是认为斜方肌协同SA在肩胛骨稳定性和运动方式中起主要作用。这些肩胛周围肌肉以力偶的

形式起主要驱动和稳定的作用^[2]。有很多对日常活动和专项运动动作中SA的肌肉功能的研究^[13,18—19],表明SA在正常肩关节功能中起重要作用,同时SA功能紊乱常与肩关节病变有关^[13,18—19]。Heise^[20]认为肩胛肌失衡时,辅助肌肉的变化比主要主动肌更多。本研究同样证明了乒乓球运动员存在此失衡,IA组运动员正反手击球时的UT/SA分别为0.68和0.75,而HA组分别为0.97和0.99。但是本研究结果应结合SA的肌肉功能,而不能脱离其他肩胛肌肉功能单独解读。

另外,Cools^[21]使用肩关节等速测试评价斜方肌肌内平衡的研究表明,肩胛骨外旋时斜方肌三部分存在肌肉失衡,保持正常肌肉平衡应注意激活某些肌肉(该研究中的MT或LT),并抑制其他肌肉(UT)。本研究未进行斜方肌肌内平衡的计算,但其思路为本研究中的MT/PM作为肩胛前后向平衡的评价参数提供了依据,结果提示了SMI运动员肩胛前后向失衡。

总之,肩胛骨的平衡是上述肌肉在三维方向上的共同作用产生的,单一方向上失衡的解释均缺乏整体性考虑,因此对肩胛肌失衡的准确临床解释应将上述分析进行综合解读。本研究结果尚不能确定某一方向的肩胛肌失衡为IA组运动员肩胛肌失衡的最根本原因。结合乒乓球运动员肩关节力量训练的特点,提示,肩关节前后与肩胛骨上下方向的主动肌与拮抗肌的不均衡力量训练和长期训练造成的劳损为肩胛肌失衡的主要原因。

3.4 研究不足与展望

应注意到本研究的局限。电极和标记点的皮肤位移、运动人为影响、收缩形式对EMG信号的影响,是动态活动时sEMG使用的主要争论^[22]。还应注意优势侧肌肉EMG可能存在的差异^[23]。一般而言,测试中推荐以无创形式进行等长控制来获得可靠的EMG数据。

双侧和单侧肩关节运动的对比;康复练习时单侧与双侧肩胛骨姿势对结果的影响;腰胸椎姿势对测试动作的影响;不同肩胛肌平衡康复训练方法的对比研究;SA、斜方肌、PM、三角肌和IF以外的有助于肩胛运动和控制的肌肉的数据获得;对乒乓球运动的其他常用功能性动作的测试。本研究均未涉

及,是进一步研究的重点。

本研究结果提示,恢复正常的斜方肌肌内平衡应是乒乓球运动员肩关节痛的康复治疗的目的之一,但是何种恢复平衡的练习优于力量训练,目前尚无定论。下一步应对乒乓球运动员肩胛肌肉练习时的相关肌肉EMG活动进行研究。

4 结论

①优秀乒乓球运动员中存在肩胛肌失衡。②正手击球时,肩胛肌失衡运动员较健康运动员的斜方肌上束、前锯肌和三角肌前束活动增加,而斜方肌中束活动减小;反手击球时,肩胛肌失衡运动员较健康运动员的斜方肌上束、前锯肌和活动增加,而斜方肌中束活动减小;UT/SA与MT/PM比例减小。③乒乓球运动员正手击球时需要MT的较多参与和SA与AD的活动减少;反手击球时需要MT的较多参与和SA的活动减少。提示专业乒乓球运动员对相应肌肉参与的专项特点。④恢复正常的斜方肌肌内平衡应是乒乓球运动员肩关节痛的康复治疗的目的之一,具体方法尚需进一步研究。

参考文献

- [1] 曲绵域,于长隆.实用运动医学[M].北京:北京大学医学出版社,2003:548—549.
- [2] Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, et al. Rehabilitation of scapular muscle balance: which exercises to prescribe[J]. Am J Sports Med, 2007, 35(10): 1744—1751.
- [3] Escamilla RF, Andrews JR. Shoulder muscle recruitment patterns and related biomechanics during upper extremity sports[J]. Sports Med, 2009, 39(7): 569—590.
- [4] Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function[J]. Am J Sports Med, 1998, 26(2): 325—337.
- [5] Gummesson C, Atroshi I, Ekdahl C. The disabilities of the arm, shoulder and hand (DASH) outcome questionnaire: longitudinal construct validity and measuring self-rated health change after surgery[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2003, 4: 11.
- [6] Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE, et al. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises[J]. Am J Sports Med, 2004, 32: 484—493.
- [7] Illyes A, Kiss RM. Shoulder muscle activity during pushing, pulling, elevation and overhead throw[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2005, 15(3): 282—289.
- [8] Maenhout A, Van Praet K, Pizzi L, et al. Electromyographic analysis of knee push up plus variations: what is the influence of the kinetic chain on scapular muscle activity?[J]. Br J Sports Med, 2010, 44(14): 1010—1015.
- [9] Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology part III: the SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation[J]. Arthroscopy, 2003, 19: 641—661.
- [10] Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement[J]. Phys Ther, 2000, 80(3): 276—291.
- [11] Smith M, Sparkes V, Busse M, et al. Upper and lower trapezius muscle activity in subjects with subacromial impingement symptoms: is there imbalance and can taping change it? [J]. Phys Ther Sport, 2009, 10(2): 45—50.
- [12] Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, et al. Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency without impingement symptoms[J]. Am J Sports Med, 2003, 31: 542—549.
- [13] Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, et al. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement overhead athletes with impingement symptoms[J]. Br J Sports Med, 2004, 38: 64—68.
- [14] Kelly BT, Backus SI, Warren RF, et al. Electromyographic analysis and phase definition of the overhead football throw[J]. Am J Sports Med, 2002, 30: 837—847.
- [15] Ballantyne BT, O'Hare SJ, Pschall JL, et al. Electromyographic activity of selected shoulder muscles in commonly used therapeutic exercises[J]. Phys Ther, 1993, 73: 668—677.
- [16] Ovensen J, Nielsen S. Posterior instability of the shoulder joint, Acta Othop. Scand. 1986; 57: 436.
- [17] Kronberg M, Nemeth G, Brostrom LA. Muscle activity and coordination in the normal shoulder[J]. Clin Orthop Rel Res, 1990, 257: 76—85.
- [18] Holtermann A, Mork PJ, Andersen LL, et al. The use of EMG biofeedback for learning of selective activation of intra-muscular parts within the serratus anterior muscle: a novel approach for rehabilitation of scapular muscle imbalance [J]. J Electromyogr Kinesiol, 2010, 20(2): 359—365.
- [19] Cools AM, Witvrouw EE, Mahieu NN, et al. Isokinetic scapular muscle performance in overhead athletes with and without impingement symptoms[J]. J Athl Train, 2005, 40: 104—110.
- [20] Heise GD. EMG changes in agonist muscles during practice of a multijoint throwing skill[J]. J Electromyogr Kinesiol, 1995, 5(2): 81—94.
- [21] Cools AM, Declercq GA, Cambier DC, et al. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms[J]. Scand J Med Sci Sports, 2007, 17: 25—33.
- [22] De Luca C. The use of surface electromyography in biomechanics. J Appl Biomech, 1997, 13: 135—163.
- [23] Shih YF, Kao YH. Influence of pain location and hand dominance on scapular kinematics and EMG activities: an exploratory study[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2011, 12: 267.