

## 加工效能理论到注意控制理论： 焦虑-运动表现的新诠释

孙国晓 张力为

(北京体育大学运动人体科学学院运动心理学教研室, 北京 100084)

**摘要** 加工效能理论及在此基础上提出的注意控制理论从工作记忆和更细化的执行功能的角度解释焦虑影响操作表现的可能机理。加工效能理论有两个核心要点：焦虑对加工效能的影响大于对操作成绩的影响；焦虑干扰工作记忆的中央执行系统。注意控制理论也有两个核心要点：焦虑损害目标导向的注意系统；焦虑干扰中央执行系统的抑制和转移功能。焦虑-运动表现关系是竞技运动心理学的热点话题，由此使得两个理论在竞技运动领域具有特殊价值。评述了两个理论在竞技运动领域的实证研究，并讨论了未来研究的方向：继续探讨两个理论与其他焦虑-运动表现关系理论的联系、提高研究范式的稳定性、考虑认知负荷的影响、关注状态焦虑的作用及开展更多应用性研究。

**关键词** 焦虑；加工效能；注意控制；抑制；转移

**分类号** B849

竞技运动因竞争的激烈性而使焦虑与运动表现的关系成为一个永不过时的话题。关于焦虑如何影响运动表现，已有很多理论分别从不同角度予以解释。比如，倒U型假说(Yerkes & Dodson, 1908)探讨唤醒水平与运动表现的关系；内驱力理论(Hull, 1943)强调习惯强度的作用；突变模型(Hardy & Fazey, 1987)强调认知焦虑对运动表现和生理唤醒的影响；个人最佳功能区理论(Hanin, 1989)强调个体差异的重要性；多维焦虑理论(Martens, Burton, Vealey, Bump, & Smith, 1990)从认知焦虑、躯体焦虑、自信心三个方面对运动表现进行预测；焦虑方向理论(Jones & Swain, 1992)认为焦虑方向对运动表现的影响比焦虑强度更重要；挑战-威胁理论(Jones, Meijen, McCarthy, & Sheffield, 2009)认为将压力解释为挑战还是威胁会对运动表现产生不同的影响；意识加工过程假说(Masters, 1992)认为，自我意识的提高破坏了动作的流畅性而影响运动表现；Sarason (1984)的认知干扰理论(cognitive interference theory, CIT)则

认为，焦虑引发了任务无关的想法(自我关注、担心等)，这些任务无关的想法占用认知资源，使得用于当前任务的注意资源减少而对操作表现造成不利影响。

加工效能理论(processing efficiency theory, Eysenck & Calvo, 1992)及在此基础上提出来的注意控制理论(attentional control theory, Eysenck, Derakshan, Santos, & Calvo, 2007)，从不同于上述理论的新角度解释焦虑与操作表现之间的关系。需要指出，加工效能理论和注意控制理论并不是竞技运动领域的产物，但它们却得到了运动心理学研究者的关注，并开展了若干项研究检验这两个理论。

### 1 加工效能理论到注意控制理论的演进

#### 1.1 加工效能理论

加工效能理论是在对认知干扰理论(Sarason, 1984)继承和批判的基础上提出来的。Eysenck 和 Calvo (1992)认为，认知干扰理论在解释焦虑与操作表现的关系方面有很大的价值，但是，它有两大局限：第一，认知干扰理论的基本假定是，任务无关的过程(比如担忧)使得焦虑的个体比非焦虑

收稿日期：2013-02-05

通讯作者：张力为，E-mail: liweizhang@hotmail.com

的个体操作成绩差,但有些研究没有发现高、低焦虑者的操作成绩有差异。比如,Blankstein, Toner 和 Flett (1989)以及 Blankstein, Flett, Boase 和 Toner (1990)的研究发现,高、低考试焦虑组在组词任务(anagram)上的成绩相似,但是高焦虑组却报告对自己有更多的消极想法。第二,认知干扰理论没有解释任务无关的过程是如何与认知系统的功能相联系的,也没有解释焦虑到底影响了认知系统的什么成分。基于对认知干扰理论的批判,Eysenck 和 Calvo (1992)提出了加工效能理论。

#### 1.1.1 加工效能理论的核心贡献

加工效能理论认为,焦虑占用认知资源,使得用于当前任务的资源不足,这一点与认知干扰理论的假定是一致的。但是,加工效能理论进一步提出,焦虑还有提高动机的效应。焦虑可以使个体付出更多努力,在当前任务上投入更多资源以提高成绩。焦虑的动机作用是加工效能理论对认知干扰理论的第一大发展。

加工效能理论明确区分了两个概念:一个是操作成绩(performance effectiveness),另一个是加工效能(processing efficiency)。操作成绩即指某项任务的完成质量,而加工效能则表示操作成绩和付出努力之间的关系,换言之,加工效能是操作成绩与努力程度的比。根据加工效能理论,焦虑有两种效应:第一,占用工作记忆资源,使得用于当前任务的工作记忆资源减少;第二,增加对当前任务的投入以提高操作成绩(Eysenck & Calvo, 1992)。因此,焦虑未必影响操作成绩,因为它会通过增加投入补偿资源。但焦虑会造成加工效能的下降,对于需要较高认知资源的任务,焦虑具有消极作用。

加工效能理论对认知干扰理论的第二大发展是焦虑对工作记忆的影响(Eysenck et al., 2007)。加工效能理论把焦虑和 Baddeley (2001)的工作记忆系统(包括语音环、视觉-空间处理器、中央执行系统)联系在一起,认为任务无关的过程会影响工作记忆系统,尤其是中央执行系统。因此,对中央执行系统要求高的任务受焦虑影响较大。Eysenck, Payne 和 Derakshan (2005)让高、低特质焦虑的个体在完成 Corsi 组块测试(Corsi Blocks Test)的同时,完成另一项包含中央执行系统或语音环或视空处理器的任务(第二任务),结果发现,当第二任务包含中央执行成分时,高焦虑者的第一任务

成绩受影响;而当第二任务包含语音环或视空处理器时,第一任务不受焦虑影响。这提示,焦虑对工作记忆的影响主要表现在对中央执行系统的影响。

#### 1.1.2 加工效能理论的实证检验

在讨论加工效能理论的实证检验之前,需要明确加工效能的测量方法。目前,对加工效能的测量可分为直接测量和间接测量两大类。

直接测量的常用指标有4种。第一,自陈报告法。Zijlstra (1993)编制的主观努力程度评价量表(rating scale for mental effort, RSME)得到了广泛使用。第二,心理生理指标。常用指标有心率变异性(HRV, Wilson, Smith, & Holmes, 2007)、事件相关电位(ERP, Murray & Janelle, 2007)、瞳孔直径(pupil diameter, Wilson, Smith, Chattington, Ford, & Marple-Horvat, 2006)等。第三,操作时间。在加工效能理论的实证研究中,错误率通常是反映操作成绩的指标,而反应时间通常是反映加工效能的指标(Eysenck et al., 2007)。第四,眼动行为分析。运动领域对加工效能理论的检验经常使用眼动指标。常用的眼动指标有:(1)搜索率(search rates),Murray 和 Janelle (2003)指出高搜索率是低效能的表现;(2)静眼阶段(quiet eye period),Vickers (1996)指出,静眼阶段是指动作发起前对目标的注视时间持续100 ms以上的注视,在这一阶段,个体加工任务相关线索、协调动作计划以保证成功完成任务。Vickers (1996)指出,较长的静眼阶段意味着操作者可以更少受到无关线索的干扰。Behan 和 Wilson (2008)指出静眼阶段是加工效能的敏感指标,静眼阶段的缩短意味着效能的下降。

间接测量主要是通过第二任务的表现进行。目前使用较多的第二任务有视觉反应时任务、听觉反应时任务、倒背数任务等。相同条件下,如果第二任务的表现变差,说明研究参与者在第一任务上付出了更多资源。

如前所述,加工效能有众多测量方法,Wilson (2008)指出,采用多种测量方法的结合,可以更全面地反映加工效能在焦虑与操作表现的关系中所起的作用。

竞技运动领域对加工效能理论的研究,主要围绕竞赛焦虑对加工效能的影响这一要点进行。

Cooke, Kavussanu, McIntyre, Boardley 和 Ring

(2011)在高尔夫推杆任务中研究了竞赛压力与高水平选手运动表现之间的关系,结果发现,努力程度可以部分中介压力与操作成绩之间的关系。努力程度是加工效能的指标之一,说明焦虑提高动机,降低加工效能,进而对操作成绩产生影响,这与加工效能理论的假设是一致的。Smith, Bellamy, Collins和Newell (2001)对12名优秀男子排球运动员一个赛季中的31场比赛进行了分析。他们将比赛形势的压力程度分为高、中、低3种,结果发现,在低压力时,高、低竞赛特质焦虑组付出同样多的努力,在高压力时两组都有较高的付出,但是,在中等压力时,两组表现出明显差异:高焦虑组的努力程度显著大于低焦虑组。更重要的是,当高、低焦虑组的成绩一致时,高焦虑组比低焦虑组付出更多努力。Wilson和Smith (2007)对12名优秀女子曲棍球运动员的研究也得到了类似的结论:在高压力程度的比赛中,当努力程度均很高时,比赛成绩没有下降,这种效应在高特质焦虑组中尤为明显。这两项研究都支持了加工效能理论在解释竞赛焦虑与运动表现关系时的适用性,即高焦虑者的操作成绩并没有下降,但却付出了加工效能的代价。Murray和Janelle (2003)让研究参与者在高、低压力情境下进行模拟赛车任务,同时完成一项视觉反应时任务,结果发现,压力并没有带来驾驶成绩的变化;对研究参与者的眼动行为进行分析,发现压力下研究参与者有更多注视点和更短的平均注视时间,这反映出加工效能的下降。这一研究结果支持了加工效能理论的假设,即焦虑未必引起运动成绩的下降,但会降低加工效能。Murray和Janelle (2007)的研究则对第二任务的生理指标进行了检验。高、低特质焦虑组在竞赛及非竞赛两种条件下完成模拟赛车任务,同时完成第二任务(一项视觉反应时任务)。结果发现,无论特质焦虑高低,在竞赛条件下,第一任务的成绩均未受到影响,但是第二任务的P3波幅下降,说明在竞赛条件下研究参与者在第二任务上投入的资源减少。进一步推理,说明在竞赛条件下研究参与者在第一任务上付出了更多的认知资源。对行为学指标的分析结果发现,在非竞赛条件下,高、低特质焦虑组在第二任务上的反应时没有差异;但在竞赛条件下,高特质焦虑组的反应时显著长于低特质焦虑组。综上所述,生理学和行为学指标的结果都支持了加工效

能理论。同样使用模拟赛车任务检验加工效能理论的还有Wilson等(2006)的研究,他们发现,相比于低特质焦虑组,高特质焦虑组的操作成绩受压力情境影响更大;更重要的是,压力情境下高特质焦虑组付出更多努力,具体表现在瞳孔直径、自陈报告努力程度、水平眼动的标准差、搜索率等指标上。这一结果与加工效能理论的假设一致。Hardy和Hutchinson (2007)通过3项研究(研究一,比较攀岩者在极限和非极限条件下的表现;研究二,比较自我报告认知焦虑高、低分组在极限条件下的表现;研究三,比较经验丰富的攀岩者极限攀岩一条路径,与他们第二次攀岩相似难度的路径的表现)检验了状态焦虑对操作成绩和加工效能的影响,3项研究均发现,状态焦虑与努力程度(表现在心率、主观疲劳程度及心理生理等指标上)呈正相关,但成绩并未因状态焦虑水平的提高而下降,这一结果支持了加工效能理论。Nieuwenhuys, Pijpers, Oudejans和Bakker (2008)则通过分析攀岩过程中的运动行为和眼动行为,为加工效能理论提供佐证。他们发现,随着焦虑水平的增加,研究参与者的攀岩时间延长,他们需要花费更长时间用于抓绳索,其肢体活动也更慢;眼动分析发现,对绳索的总注视时间和平均注视时间延长,注视次数增加。这说明,焦虑时研究参与者要付出更多努力从绳索上提取相关信息。

综合以上实证研究的结果,有些研究中竞赛焦虑对操作成绩有不利影响(如Nieuwenhuys et al., 2008),而有些研究中没有影响(如Hardy & Hutchinson, 2007),但有一个共同特点是,竞赛焦虑都导致了加工效能的下降,也即支持了加工效能理论的核心假设。但是,从上述研究可以看出,竞技运动领域的这些研究更多围绕焦虑对加工效能的影响这一理论要点进行,这对加工效能理论的检验是不够全面的。加工效能理论还有一个理论要点,就是焦虑对主管工作记忆的中央执行系统的影响,从目前所查阅的文献看来,在竞技运动领域,对这一理论要点的检验似乎还不充分。

## 1.2 注意控制理论

加工效能理论认为,焦虑影响工作记忆的中央执行系统,但Eysenck等(2007)认为这还不够精确。随着对中央执行系统的研究不断深入,人们也开始思考这样的问题,究竟中央执行系统的哪

种成分会受到焦虑的影响?这是注意控制理论探讨的重点。注意控制理论(attentional control theory)吸收了加工效能理论对操作成绩和加工效能予以区分的部分,同时,对焦虑如何影响工作记忆进行了更详细和更精确的阐述(Derakshan & Eysenck, 2009; Eysenck et al., 2007)。

### 1.2.1 注意控制理论的核心贡献

关于中央执行系统的成分究竟有几种,目前尚无定论, Miyake 等(2000)采用主成分分析的方法,分离出中央执行功能的3种成分:抑制(inhibition)、转移(shifting)、更新(updating)。抑制功能是指抑制任务无关信息的干扰,转移功能是指将注意从任务无关信息转向任务相关信息,更新功能则是指更新和调节工作记忆中的信息。这3种成分中与注意控制有关的是抑制和转移功能,而更新功能更多与短时记忆的容量有关,与注意控制关联不大。注意控制理论的提出也是基于 Miyake 等(2000)的分类,注意控制理论认为焦虑主要影响中央执行系统的两个功能:抑制和转移(Eysenck et al., 2007)。

Corbetta 和 Shulman (2002)认为存在两种注意系统:一种主要受个体当前的目标、期望、知识等影响,称为自上而下的目标导向系统(goal-directed attentional system);另一种主要受当前环境中刺激的影响,称为自下而上的刺激驱动系统(stimulus-driven attentional system)。注意控制理论认为,焦虑会损害目标导向的注意系统,使加工过程偏向于刺激驱动的注意系统(Eysenck et al., 2007)。

Eysenck 等(2007)在提出注意控制理论的同时,提出了它的6个假设:

第一,对于需要中央执行系统的任务,焦虑对加工效能的影响大于对操作成绩的影响;

第二,当任务对中央执行系统要求提高时,焦虑对操作成绩的消极影响便会显现出来;

第三,焦虑通过增加刺激驱动的注意系统影响注意控制;

第四,焦虑影响抑制功能的加工效能(很多时候也影响操作成绩),当威胁性信息存在时,影响作用更大;

第五,焦虑影响转移功能的加工效能(很多时候也影响操作成绩),当威胁性信息存在时,影响作用更大;

第六,只有在压力情境下,焦虑才会影响更新功能的加工效能(很多时候也影响操作成绩)。

注意控制理论的6个假设中,前2个可以看作是对加工效能理论的继承,后4个是对加工效能理论的发展,也是注意控制理论的核心要点。笔者将其概括为两个要点:第一,焦虑影响刺激驱动与目标导向的注意系统,这一要点可以看作是注意控制理论对焦虑-操作表现关系的宏观解释;第二,焦虑主要影响中央执行系统的抑制和转移功能,这一要点则可以看作是注意控制理论对焦虑-操作表现关系的微观解释。

### 1.2.2 注意控制理论的实证检验

自从注意控制理论提出几年来,已有一些实证研究对其加以检验,比如, Hayes, MacLeod 和 Hammond (2009)从工作记忆容量及投入资源两个角度对注意控制理论的假设进行了检验。在运动领域,则有一些非常吸引人的实证研究,对注意控制理论进行检验,这些研究又丰富了注意控制理论。

Wood 和 Wilson (2010)比较了压力及非压力情境下,当足球守门员处于静态或动态(挥舞手臂)时,射手罚点球的行为表现。结果发现,在瞄准阶段,射手更容易被动态的守门员干扰,且在压力情境下需付出更多努力以回避守门员。当守门员挥舞手臂时,射手对守门员的注视点数更多;守门员静止时,射手对目标区的注视点数更多。压力情境下,守门员挥舞手臂时,射手对其总注视时间最长。Wilson, Wood 和 Vine (2009)对足球射手的研究也得到了类似的结果:压力情境下,射手对守门员的总注视时间延长。Navarro 等(2012)则研究了压力情境下,足球射手射门前最后一刻(即射手已没有机会对守门员的扑救作反应)的表现,结果发现,焦虑引起球的方向发生质的改变,射手竟倾向于将球射向守门员的方向。这些研究结果都很好地支持了注意控制理论:焦虑会损害自上而下的目标导向系统,而使注意受到自下而上的刺激驱动系统的影响。

Causer, Holmes, Smith 和 Williams (2011)研究了16名猎枪手竞赛焦虑与运动表现的关系,结果发现,焦虑情境导致了操作成绩的下降。但更重要的是,对他们的运动行为和眼动行为进行分析的结果表明:高焦虑情境下持枪动作的效能更低,静眼阶段也更短。Wilson, Vine 和 Wood (2009)研

究了压力对篮球罚球准确性的影响,并对投篮过程中的眼动行为进行了分析。结果发现,威胁情境下投篮命中率更低;与此相伴随的是,瞄准阶段的静眼时间更短。这说明,威胁情境下,研究参与者的注意更容易被任务无关信息干扰。这两项眼动研究的结果都支持了注意控制理论。Nibbeling, Oudejans 和 Daanen (2012)则研究了焦虑、认知负荷(有无第二任务)和技能水平对投飞镖任务的影响,结果发现,无论技能水平高低,在焦虑条件下,研究参与者报告付出了更多努力、有更长的投射时间以及在第二任务上的反应准确率下降。这些都说明,焦虑时,研究参与者在第一任务上投入了更多资源。认知负荷高低对操作成绩并没有产生影响;焦虑与技能水平存在交互作用:焦虑只对新手的操作成绩产生影响。对研究参与者投飞镖时的眼动行为进行分析,结果发现,与操作成绩下降相伴随的是,对目标的最后注视时间更少,以及更早离开目标物。这些结果都为注意控制理论提供了很好的支持。

Nibbeling, Daanen, Gerritsma, Hofland 和 Oudejans (2012) 认为,目前已有很多关于焦虑与瞄准性任务(比如,足球罚点球、投篮、投飞镖等)操作表现关系的研究,但是焦虑对跑射联项的运动表现影响如何,目前研究还较少。因此,他们在—项研究中设置了高、低压力情境,让研究参与者以他们常有的速度跑步,在跑步的最后几分钟内完成投飞镖任务。结果发现,随着焦虑程度的增加,注意逐渐从任务相关的信息转移到任务无关信息,步法变得更加保守,摄氧量也随焦虑水平增加而增加;另外,投飞镖的成绩也随之下降。这些结果与注意控制理论的假设—致。这项研究还提示,焦虑不仅影响技能类任务(瞄准任务),也影响体能类任务。

但是,以上实证研究更多是对注意控制理论的核心要点之一即焦虑对目标导向注意系统和刺激驱动注意系统的影响进行检验,Eysenck 等(2007)的注意控制理论还有另一个核心要点,即焦虑影响中央执行系统的抑制功能和转移功能。上述研究没有涉及对这一理论要点的检验,而对这一理论要点的检验需要选择不同于以上实证研究的自变量,也可能还需要采用其他类型的研究设计。

根据 Miyake 等(2000)的研究,反向眼跳任务

(antisaccade task)属于抑制性任务。反向眼跳任务比其他任务在抑制功能上的载荷更高。在反向眼跳任务中,反射性眼跳和随意性眼跳竞争执行资源,一个视觉线索出现在注视点左侧或右侧,指导语要求不看线索,而迅速将视线转向对侧。反向眼跳任务包括两个过程:抑制对干扰线索的反射性眼跳,并产生指向对侧的随意性眼跳(陈庆荣,谭顶良,邓铸,周临,张晓丽,2009; Everling & Fischer, 1998)。与反向眼跳任务相对应的是朝向眼跳。在朝向眼跳任务中,同样会有一个视觉线索出现在注视点左侧或右侧,对研究参与者的指导语即为迅速将视线转向视觉线索。Derakshan, Ansari, Hansard, Shoker 和 Eysenck (2009)提出,反向眼跳任务可以作为焦虑对抑制功能影响的研究范式。他们的研究发现,与低特质焦虑组相比,高特质焦虑组在反向眼跳任务上具有更长的正确方向眼跳潜伏期;但两组的错误率接近。Eysenck 等人(2007)指出,反应准确率通常被认为是操作成绩的测量指标,而反应时则是加工效能的测量指标。焦虑影响加工效能,而没有影响操作成绩,这符合注意控制理论的假设。

Reuter, Jäger, Bottlender 和 Kathmann (2007)认为,反向眼跳任务包括两个过程:对反射性眼跳的抑制过程和随意性眼跳的执行过程(周临,邓铸,陈庆荣,2012)。Ansari 和 Derakshan (2010)比较了高、低特质焦虑组在标准反向眼跳任务及延迟反向眼跳任务(delayed antisaccade)上的操作表现。延迟反向眼跳任务将抑制过程与随意眼跳执行过程分离。结果发现,在标准反向眼跳任务上,高焦虑组的首次眼跳潜伏期显著长于低焦虑组;但在延迟反向眼跳任务上,两组的首次眼跳潜伏期不存在差异。这一结果说明,焦虑主要影响抑制过程,而不是随意眼跳的执行过程。这也说明反向眼跳任务可以作为焦虑影响抑制功能的研究范式。

Stroop 任务也是经典的抑制任务。情绪 Stroop 任务中,高焦虑者比低焦虑者对威胁性词汇的读色反应时更长,这与焦虑影响注意控制的观点是一致的。但是,情绪 Stroop 任务还可以有其他解释,包括注意前解释、注意后解释、认知回避等(Derakshan et al., 2009)。Eysenck 和 Derakshan (2011)指出,应尽可能准确和直接地评价注意控制过程,采用单一程序任务(“process-pure” task),

可以精确地了解具体哪一过程受焦虑影响。而情绪 Stroop 任务更是一种内隐的和间接的测量方法,难以对焦虑与注意控制的关系进行直接检验。反向眼跳任务则可以直接对这一关系进行检验。如此看来,反向眼跳范式似乎更适合作为注意控制理论的研究范式。

Ansari, Derakshan 和 Richards (2008)的研究表明,混合反向眼跳任务(mixed antisaccade task)可以作为焦虑对转移功能影响的研究范式。他们要求研究参与者完成分区块反向眼跳任务(blocked design)和混合反向眼跳任务(mixed design)。结果发现,低特质焦虑组在混合眼跳任务上出现转移代价(switch costs),也就是在混合任务上出现眼跳潜伏期变短而准确率下降的现象,但这一现象不是反应时-准确性权衡引起的。高特质焦虑组却没有出现在混合任务上眼跳潜伏期变短的现象。这说明混合反向眼跳任务可以作为焦虑影响转移功能的研究范式。目前,关于焦虑影响转移功能的实证研究尚少,这一范式的有效性还需要经过更多实证研究的检验。

注意控制理论的研究者不仅从行为层面对焦虑与抑制和转移功能的关系进行检验,还致力于寻找焦虑影响抑制功能和转移功能的神经生理基础。Ansari 和 Derakshan (2011b)使用了事件相关电位技术探讨焦虑对抑制功能影响的神经基础,结果发现,低特质焦虑组在完成反向眼跳任务时,在干扰刺激呈现前后,在额中区出现一负成分;高特质焦虑组的这一负成分明显小于低焦虑组。研究还表明,这一负成分与眼跳潜伏期相关联。Ansari 和 Derakshan (2011a)使用混合反向眼跳任务探讨焦虑对转移功能的影响,他们将注视点消失到干扰物出现之间的时间段称为“预期阶段”。他们控制了预期阶段的持续时间,结果发现,当预期阶段较短时,高焦虑组表现出更明显的转移代价。进一步对干扰物出现前的 ERP 成分进行分析发现,这种转移代价是与额区及额中区的激活相关联的,而当预期阶段较长时,高焦虑组中诱发出更大的关联负变(contingent negative variation activity; CNV)。

关于焦虑对抑制功能和转移功能影响的研究似乎发现,在准备阶段,高焦虑组的 ERP 成分小于低焦虑组;在反应阶段,高焦虑组的 ERP 成分大于低焦虑组。由于 ERP 成分大小反映了心理资

源付出的多少,这提示,高焦虑组在准备阶段投入更少的心理资源,而在反应阶段投入更多的心理资源。似乎可以这样推论:正是由于准备阶段的准备不足,使高焦虑组在反应阶段投入更多资源。当然,这样的推论是否成立还需要经过实证研究的检验,因为,正如 Berggren 和 Derakshan (2013)所言,这一领域还是有一些不一致的实证研究结果。如,Sehlmeier 等(2010)使用 Go/Nogo 范式研究焦虑与反应抑制的关系,结果发现,高焦虑组的 Nogo-N2 和 Nogo-P3 成分显著大于低焦虑组;而 Bishop (2009)的研究则发现,面对冲突性任务时,高特质焦虑组背外侧前额叶皮质的激活低于低特质焦虑组。研究方法不同可能是结果不一致的重要原因,这也说明,这一领域还需要更多实证研究。

运动领域还未查询到关于竞赛焦虑对抑制功能和转移功能影响的实证研究,但笔者最近的一项研究发现,在反向眼跳任务中,低竞赛特质焦虑组在抑制准备阶段出现一负成分,高竞赛特质焦虑组的负成分显著小于低竞赛特质焦虑组。这提示,注意控制理论可以用来指导对竞赛焦虑发生机制的研究,该理论在竞技运动领域具有很大的研究价值。

## 2 加工效能理论和注意控制理论在竞技运动领域仍需探索的问题

加工效能理论和注意控制理论从工作记忆的角度,甚至更细化地从中央执行系统的抑制功能和转移功能的角度对焦虑-运动表现的关系进行解释,这深化了我们对焦虑-运动表现关系的理解。已有的理论极少像这两个理论那样深入探讨焦虑对运动表现的作用机理,这是加工效能理论和注意控制理论优于其他关于焦虑-运动表现关系的理论的地方。这两个新理论引入工作记忆,乃至中央执行系统的成分,在缩短焦虑与运动表现的因果关系链方面前进了一大步。这是加工效能理论和注意控制理论最重要的理论意义。加工效能理论和注意控制理论为竞技运动领域焦虑-运动表现关系的研究提供了新视角,但毫无疑问,运动领域的实证研究从研究内容、研究方法等方面(如,更多具有较高外部效度的实证研究;以及使用了静眼时间、心率变异性等多样化的指标……)反过来丰富了这两个理论。但是,毕竟这

两个理论提出的时间不长,还有很大的研究空间。本文接下来将从与相关理论的区别及联系、研究范式、与相关变量的关系、在竞技运动中的应用性研究等方面阐述今后研究值得探讨的重要问题。

## 2.1 探讨与其他理论的关系

加工效能理论和注意控制理论是关于焦虑与操作表现关系的理论,而竞技运动领域焦虑和操作表现的关系是一个老话题,已有若干理论对其解释。加工效能理论、注意控制理论与这些理论的区别在哪里?前文已述及加工效能理论对认知干扰理论的发展。关于加工效能理论的检验,从目前查阅的文献看来,研究者较为关注加工效能理论和自我关注理论(self-focus theories)的区别。注意偏向(attention bias)领域的研究(Bar-Haim, Lamy, Pergamin, Bakermans-Kranenburg, & van IJzendoorn, 2007)已有若干年的时间,注意偏向本就属于注意控制的范畴,因此,注意控制理论从它被提出的那一刻便注定与注意偏向问题紧密联系。

### 2.1.1 加工效能理论与自我关注理论

加工效能理论与自我关注理论对焦虑-运动表现关系解释的角度不同。自我关注理论,比如,外部监控理论(explicit monitoring theory, Baumeister, 1984; Beilock & Carr, 2001)、意识加工过程假说(conscious processing hypothesis, Masters, 1992),认为,焦虑提高了自我意识,导致了对加工过程的过度关注,从而破坏了动作的流畅性,导致操作成绩下降。加工效能理论同样认为焦虑使得个体在完成任务时付出额外资源,但额外付出的资源有利于提高或保持操作成绩。

Wilson, Chattington, Marple-Horvat 和 Smith (2007)曾通过第二任务的设置操纵注意指向,比较威胁及非威胁情境下模拟赛车成绩的不同,以检验外部监控理论和加工效能理论对焦虑与运动表现关系的解释,结果发现,威胁情境下操作成绩并没有下降,但是研究参与者付出更多努力,研究结果更支持加工效能理论对焦虑与运动表现关系的解释。

过度努力在焦虑与运动表现关系中起什么作用?加工效能理论和意识加工过程假说对此有不同的解释,加工效能理论认为努力有利于提高成绩,而意识加工过程假说认为过犹不及(张力为,

胡亮, 2012)。Wilson 等(2007)在一项高尔夫推杆任务中同时检验了这两个理论,结果发现:竞赛条件下,高、低特质焦虑组均报告付出了更多努力,但这种效应在高特质焦虑组中更明显;竞赛条件下,与低特质焦虑组相比,高特质焦虑组推杆前有更长的准备时间(backswing);竞赛条件下,两组均表现出推杆前对洞有更多的瞄准次数;竞赛条件下,低焦虑组的操作成绩略好于非竞赛条件下,而高焦虑组的操作成绩差于非竞赛条件下。对于高特质焦虑组的表现,该研究尚不能确定焦虑对操作成绩的不利影响是意识加工过程的原因,还是注意资源不足的原因,加工效能理论和意识加工过程假说均能对此予以解释。但是,低特质焦虑组的操作成绩没有因焦虑的存在而下降,加工效能理论似乎比意识加工过程假说能够更好地解释这一现象。由此看来,两个理论都可以对焦虑与运动表现的关系加以解释,但加工效能理论似乎更灵活一些(Wilson et al., 2007)。

从以上实证研究的结果看来,加工效能理论在解释焦虑与运动表现的关系上似乎具有更大的优势。当操作成绩受到焦虑影响而下降时,两种理论都可以对此做出解释,成绩的下降既可能是资源不足所致,也可能是过度关注所致。但是加工效能理论的优势在于,它可以解释操作成绩没有因焦虑存在而下降的情况(Wilson, 2008)。

### 2.1.2 注意控制理论与注意偏向

讨论焦虑与注意控制的关系,难以回避的一个问题就是注意偏向。研究表明,高特质焦虑的运动员具有对威胁性信息的注意偏向(张力为, 2000)。那么,注意控制理论和注意偏向有什么区别和联系呢?

Derakshan 和 Eysenck (2009)的第一项研究中,使用简单几何图形作为反向眼跳任务的干扰物,发现高特质焦虑组的反向眼跳潜伏期长于低特质焦虑组。在第二项研究中,使用高兴、愤怒和中性的情绪面孔图片作为干扰物,结果仍然发现高特质焦虑组的反向眼跳潜伏期长于低特质焦虑组;但更重要的是,当干扰物为愤怒情绪图片时,高特质焦虑组的眼跳潜伏期最长。这提示,注意控制与注意偏向是具有联系又相对独立的两个概念,无论干扰物的情绪效价如何,焦虑都会损害自上而下的目标导向的注意系统,使注意受到自下而上的刺激驱动系统的影响。即使在没有威胁性信

息的情况下,焦虑也会影响注意控制(Eysenck et al., 2007)。但是,二者之间又存在着密切的联系。如前所述,有证据表明,焦虑与对威胁信息的注意偏向有关(Bar-Haim et al., 2007)。比如, Visu-Petra, Tîncas, Cheie 和 Benga (2010)的研究发现,在搜索愉悦面孔时,相比于低焦虑组儿童,高焦虑组的儿童反应时更慢,正确率更低;在搜索愤怒面孔时,高焦虑组儿童的反应时更快,准确率更高。这说明,焦虑组的儿童对威胁性刺激有注意偏向。MacNamara 和 Hajcak (2010)的研究则发现,威胁性的信息对一般焦虑障碍者有更大影响,表现在:行为上对图片判断具有更高的错误率,生理学上诱发出更大的晚正电位(late positive potential, LPP)。行为指标和生理指标均表明一般焦虑障碍者对威胁性刺激具有注意偏向。而 Derakshan 和 Eysenck (2009)的第二项研究发现,在有威胁性信息存在的条件下,焦虑对注意控制的影响最大。

如此看来,注意控制与注意偏向更可能是互补的。注意控制理论可以解释无威胁性信息存在时的注意偏向;而当威胁性信息存在时,相比于非威胁性信息,威胁性信息会成为更大的干扰信息,这种情况下,焦虑将对注意控制产生更大的影响。

### 2.1.3 与其他焦虑-运动表现关系理论的异同

除了上文论述到的认知干扰理论、自我关注理论以及注意偏向,加工效能理论和注意控制理论与其他焦虑-运动表现关系理论的联系和区别也还需要探讨,笔者对此做简单论述。

加工效能理论和注意控制理论重点探讨认知焦虑对运动表现的影响,因此,它们有别于倒 U 型假说及内驱力理论,因为后两个理论强调的是生理唤醒对运动表现的影响。但是倒 U 型假说(Yerkes & Dodson, 1908)认为,对于需要精细的肌肉协调性的复杂任务而言,最适宜的唤醒水平相对较低(张力为,毛志雄, 2007)。这与加工效能理论、注意控制理论的假设是一致的,因为,精细的任务需要付出更多认知资源,较高的焦虑水平不利于这些任务的运动表现。焦虑方向理论(Jones & Swain, 1992)认为,相比于竞赛焦虑体验的强度,竞赛焦虑的解释方向可能是运动表现的更好的预测变量,它认为,焦虑未必带来操作成绩的下降。这也与加工效能理论有一致之处,因为加工效能理论也认为,焦虑未必带来操作成绩的下降。

尽管加工效能理论、注意控制理论与其他焦虑-运动表现关系的理论有一致之处,但这两个理论对焦虑-运动表现关系的解释更为精细,涉及更具体的认知过程(工作记忆,甚至中央执行功能),并可以容纳不同的操作成绩结果(阻碍效应和促进效应)。而这些优点,是以往关于焦虑-运动表现关系的理论所不及的。

### 2.2 进行更多微观探讨

加工效能理论和注意控制理论从工作记忆的角度,甚至更细化的中央执行系统的抑制功能和转移功能的角度对焦虑-运动表现的关系进行解释,这深化了我们对焦虑-运动表现关系的理解。但是,目前关于加工效能理论和注意控制理论的实证研究却大多没有探讨到这种深度,尤其是竞技运动领域的实证研究。

加工效能理论的提出尽管已有 20 年的时间,但是,对它的检验显然还很不够。Wilson (2008)回顾了加工效能理论在运动领域中的研究,指出最近几年加工效能理论开始在不同运动项目中得到检验,包括模拟射箭(Behan & Wilson, 2008)、高尔夫(Cooke et al., 2011)等。加工效能理论有两个理论要点,第一个是焦虑会导致加工效能的下降;第二个是焦虑对工作记忆的中央执行系统的影响。在竞技运动领域围绕加工效能理论的实证研究更多围绕第一个理论要点进行。而对第二个理论要点的检验还很不够,这对加工效能理论的检验是不够全面的,也是不够深入的。崔吉芳,李嫩晓和陈英和(2011)的研究发现,工作记忆中数学焦虑和数学任务表现之间的关系。这项研究支持了加工效能理论的第二个理论要点。但这是在教育领域的研究结果。焦虑与操作表现的关系在两个领域尤为突出:一个是教育领域焦虑与学业表现关系的研究;另一个是竞技运动领域焦虑与运动表现关系的研究。竞技运动因竞争的激烈性甚至残酷性(与比赛结果直接关联的巨大名利诱惑、与竞争对手面对面、即刻知晓比赛成绩等)而使竞技运动领域焦虑-运动表现的关系可能不同于教育领域。因此,在竞技运动领域,工作记忆在竞赛焦虑与运动表现之间起到什么作用,仍是一个值得探讨的问题。

注意控制理论的提出也不过几年的时间,却迅速吸引了众多研究者的关注,尤其是竞技运动领域对焦虑-运动表现关系感兴趣的研究者。他们

进行了若干吸引人的研究(如, Wood & Wilson, 2010), 检验这一理论在竞技运动领域的适用性。相比于实验室研究, 这些研究有着较好的生态学效度, 也有着较高的应用价值。但也正如前文所述, 这些研究更多关注焦虑对目标导向注意系统和刺激驱动注意系统的影响。前文中笔者曾对注意控制理论的主要假设概括为两方面, 第一是焦虑对注意系统的影响, 这是对焦虑-操作表现的宏观解释; 第二是焦虑影响中央执行系统的抑制和转移功能, 这是对焦虑-操作表现的微观解释。目前, 在竞技运动领域对注意控制理论的研究大多得出这样一项主要结论: 焦虑使个体的注意更容易受无关信息的干扰。如此看来, 竞技运动领域的这些研究更多是从宏观角度探讨注意控制理论的适用性, 缺乏从微观角度探讨注意控制理论的适用性。

### 2.3 检验研究范式的稳定性

Wieser, Pauli 和 Mühlberger (2009)也使用了 Derakshan 等(2009)在研究中使用的反向眼跳范式, 研究社交焦虑对抑制功能的影响。结果发现, 在眼跳潜伏期这一指标上, 研究参与者对于恐惧表情的朝向眼跳潜伏期短于愤怒、高兴、悲伤及中性表情, 对于恐惧表情的反向眼跳潜伏期则长于其他 4 种表情, 且这一特点并不因社交焦虑高低而异。这一结果显然与 Derakshan 等(2009)的研究结果不一致, 因为眼跳潜伏期是加工效能的指标。根据加工效能理论和注意控制理论, 高焦虑组应当比低焦虑组的眼跳潜伏期更长, 但是 Wieser 等(2009)的研究在加工效能的测量指标上却没有发现高、低焦虑之间的差异。这一研究结果引发笔者思考, 反向眼跳范式作为注意控制理论的研究范式稳定吗? 对这一问题的回答, 可能需要采用多种自变量(比如竞赛焦虑)在不同领域中进行检验。

#### 2.3.1 进一步检验指标代表的涵义

Eysenck 等(2007)认为, 反应时间是加工效能的指标; 但在 Derakshan 等(2009)的研究中, 按键反应时是操作成绩的指标, 这似乎有些矛盾。

在 Derakshan 等(2009)的研究中, 首次眼跳方向错误率是操作成绩的指标。首次眼跳方向错误率是指干扰物出现到目标物出现之间首次眼跳方向错误的比率。笔者认为, 首次眼跳方向错误率更可能是加工效能的指标。因为, Derakshan 等

(2009)的反向眼跳任务的程序是, 注视点消失后, 屏幕左侧或右侧会出现一干扰刺激, 要求研究参与者不看干扰物, 而将视线转向屏幕对侧, 且同时完成一项按键反应任务。这样的程序, 更容易将研究参与者的注意吸引到按键反应任务上, 而较容易忽略眼动行为。因为相比于按键反应, 眼动是更不明显的行为表现。因此, 眼跳方向错误率应该是加工效能的指标, 但尚需实证研究的证据支持这一观点。

#### 2.3.2 继续检验眼跳呈现方式的影响

Ethridge, Brahmabhatt, Gao, McDowell 和 Clement (2009)认为, 眼跳任务的呈现方式会对研究参与者的行为表现产生影响。他们通过 PubMed 搜索到 2008 年共有 102 篇文章使用了反向眼跳任务, 其中, 63%采用的是朝向眼跳与反向眼跳分区块的设计(blocked design), 29%使用朝向眼跳与反向眼跳交替(混合)呈现的设计(interleaved/mixed design), 8%同时使用了这两种设计。该论文的作者比较了不同的呈现方法、线索与目标的时间间隔等因素对行为表现的影响。结果发现, 线索与目标物之间 1s 的间隔会提高朝向眼跳的错误率, 使得朝向眼跳与反向眼跳的错误率趋于一致。另外, 较长的时间间隔可能引起目标忽视(goal neglect)。混合呈现的条件下, 还会出现一种现象: 朝向眼跳的潜伏期和反向眼跳的错误率存在显著负相关。另外, 朝向眼跳任务与反向眼跳任务混合呈现的条件下还会出现转换代价(switch costs)。对眼跳呈现方式的影响还需要继续检验。

### 2.4 考虑认知负荷的影响

加工效能理论认为, 当任务对认知负荷要求较低时, 焦虑未必引起操作成绩的下降, 但会导致加工效能的下降; 而当任务的认知负荷较高时, 焦虑便会引起操作成绩的下降。这一假设也得到了—些实证研究的支持。例如, Sadeh 和 Bredemeier (2011) 检验了高、低认知负荷情况下特质焦虑对选择反应任务的影响, 结果发现, 焦虑对错误率没有影响, 但对反应时有影响。在高负荷而非低负荷情况下, 焦虑影响视觉搜索任务的选择反应时, 高特质焦虑者的选择反应时更慢。这说明, 高特质焦虑者更难以抑制无关刺激的干扰, 导致加工效能的下降。

但是也有一些研究没有支持上述假设。例如, Moriya 和 Tanno (2010)在研究中使用 Flanker 任务,

考察在高、低认知负荷条件下,高、低社会焦虑组在 Flanker 相容及不相容任务上的表现,结果发现,在低认知负荷情况下,高、低焦虑组均表现出了相容性效应,即不相容任务的反应时长于相容任务的反应时,但在高认知负荷情况下,高社会焦虑组表现出相容性效应,但是低社会焦虑组却没有表现出相容性效应,即低社会焦虑组在高认知负荷情况下相容任务与不相容任务的反应时没有差异。这与加工效能理论和注意控制理论的假设似乎并不一致,这也可能是因为社会焦虑不同于一般特质焦虑。因此,认知负荷在焦虑和运动表现之间起到什么作用还值得探讨,关于认知负荷的影响,还有很大的研究潜力值得挖掘。

### 2.5 关注状态焦虑的作用

注意控制理论的提出者在其文章开篇便提到,该理论主要关注特质焦虑对注意控制的影响,当然,他们并没有把状态焦虑排除在外(Eysenck et al., 2007)。但是,目前认知心理学领域对该理论检验的实证研究大多围绕特质焦虑进行(Eysenck et al., 2007)。笔者思考,这样做可能是因为相比于状态焦虑,特质焦虑是更稳定的变量,在理论提出的初级阶段,选取相对稳定的变量对理论进行检验是更可行的方法。毕竟,研究状态焦虑就必然涉及到状态变量的操控问题,实验室的操控很难模拟出真实比赛场景的压力程度。其中一个原因是,为了获得稳定的行为结果,实验室实验通常需要研究参与者进行多次重复,但运动员在真实的比赛场景中通常只能有一次机会(Wilson, 2008)。目前,关于加工效能理论和注意控制理论的实证研究表明,压力(或者状态焦虑)的作用效果不一。例如,Booth 和 Sharma (2009)的研究发现,压力可以降低 Stroop 效应;Walkenhorst 和 Crow (2009)的研究发现,压力导致加工效能的下降;而 Moser, Becker 和 Moran (2012)的研究却发现,压力没有对注意造成干扰。这些矛盾的研究结果说明,压力的作用可能比较复杂。因此,从检验理论的角度来看,状态焦虑不如特质焦虑更稳定。

但是,这样做不可避免的一个后果就是,研究结果的样本依赖性较大。通过特质焦虑问卷筛选出的高、低特质焦虑组可能产生天花板效应或地板效应,即研究参与者均处于特质焦虑的高分段或低分段。另外,在竞技运动领域,对随运动场景变化而时刻变化的状态焦虑的探讨可能是更具

应用价值,因而也是更有吸引力的课题。可喜的是,竞技运动心理学中已涌现出了一些以状态焦虑作为自变量对注意控制理论的核心要点,尤其是焦虑影响自上而下的注意系统这一要点进行检验的实证研究(例如,Wood & Wilson, 2010),竞技运动领域还需要更丰富的此类实证研究以便对注意控制理论进行更全面的检验,以及得出更稳定的结论。

### 2.6 开展应用性研究

尽管加工效能理论和注意控制理论侧重于解释焦虑影响运动表现的机理,但它们还是可以给运动心理学的实践者提供一些应用启示。比如,竞技场内外有太多的无关信息需要回避,如何有效地将注意集中于任务相关信息,以保证高效完成任务,这是注意控制理论对运动实践的核心指导意义。这提示了在竞技运动领域开展加工效能理论和注意控制理论的应用性研究的可能。

虽然目前尚未查询到这两个理论在运动领域应用的实例,但 Wilson 等(2009)指出,静眼训练(quiet eye training)可能是压力下提高注意控制的一种有效的干预手段。Harle 和 Vickers (2001)在篮球定点罚篮中检验了静眼训练方法的效果。他们选取了成绩相近的3支女子篮球队A、B、C,只对A队在第一赛季进行了为期6个月的静眼训练,采用前-后测范式(pre-post protocol)比较了A队在投篮命中率、静眼持续时间、静眼落点等指标上的前、后测差异。结果发现,经过训练后,A队投篮命中率显著提高(11.98%)。静眼阶段持续时间显著延长:击中情况下,平均静眼时间延长了355ms;没有击中情况下,平均静眼时间只延长了46ms。而对于静眼落点的检验,没有发现任何统计学意义上的差异,只是发现对篮板的注视有减少的趋势,以及对篮圈后面部分的注视有增加的趋势。最重要的是,作者比较了3支队伍第一赛季与第二赛季的投篮准确率,3(队伍:A、B、C)×2(赛季:第一赛季、第二赛季)的方差分析发现,交互作用边缘显著, $F(2, 22)=3.03, p<0.07$ 。经过静眼训练的A队的投篮命中率提高幅度最大,为22.6%;而没有经过训练的两支队伍中,B队的命中率提高12.6%,提高幅度小于A队,而C队的命中率下降1.45%。这说明,静眼训练不仅可以提高实验情境下的投篮命中率,这种提高作用还可以迁移到真实的比赛环境中。需要指出,这项

研究是在注意控制理论提出之前做的,但这项研究提示,注意控制理论在指导运动实践方面有潜在的应用前景。以上研究指出静眼训练可以提高操作成绩——投篮命中率,那么,静眼训练是否能够有效提高注意控制能力(抑制功能或转移功能)?静眼训练是否通过提高注意控制能力提高操作成绩?将来可以以此作为切入点开展更多加工效能理论和注意控制理论在竞技运动中的应用性研究。

加工效能理论和注意控制理论从新的角度对焦虑-运动表现的关系进行解释。加工效能理论认为,焦虑一方面占用工作记忆资源,对操作成绩有不利影响,另一方面具有动机性作用,使个体调用更多资源用于当前任务,因此,焦虑未必引起操作成绩的下降,但是焦虑会降低当前任务的加工效能;加工效能理论还认为,焦虑主要影响工作记忆的中央执行系统。注意控制理论继承了加工效能理论的核心假设,又对加工效能理论进行了扩展,对焦虑如何影响中央执行系统做了更详细的阐述。注意控制理论认为:焦虑损害自上而下的目标导向的注意系统,使注意受到自下而上的刺激驱动系统的影响;焦虑对工作记忆的影响,主要表现在干扰中央执行系统的抑制功能和转移功能。焦虑与运动表现的关系是竞技运动心理学的研究热点和难点,已有若干理论(比如,倒U型假说, Yerkes & Dodson, 1908)探讨两者关系。加工效能理论和注意控制理论从工作记忆的角度,甚至更细化地从中央执行功能的角度解释两者关系,大大深化了对焦虑-运动表现关系的理解。竞技运动领域也已有一些实证研究探讨两个理论的适用性。毕竟,这两个理论还比较新,还有很大的研究潜力,将来的研究可以考虑从探讨与其他焦虑-运动表现关系理论的区别及联系、在竞赛焦虑中检验研究范式的稳定性、进行更多微观探讨、考虑认知负荷的影响、关注状态焦虑的作用及开展应用性研究等方面继续深入探讨加工效能理论和注意控制理论在竞技运动领域的研究价值。

## 参考文献

- 陈庆荣, 谭顶良, 邓铸, 周临, 张晓丽. (2009). 眼跳的研究范式及其主要认知功能. *心理科学进展*, 17(6), 1197-1210.
- 崔吉芳, 李嫩晓, 陈英和. (2011). 数学焦虑影响儿童数学任务表现的作用机制探析. *心理发展与教育*, 27(2), 118-125.
- 张力为. (2000). 赛前情绪的因素结构、自陈评定及注意特征. *体育科学*, 20(4), 67-70.
- 张力为, 胡亮. (2012). 运动心理学: 追求卓越与保持健康. *中国科学院院刊: 心理学理论体系与方法论专辑*, (Z1), 141-155.
- 张力为, 毛志雄. (2007). *运动心理学*. 北京: 高等教育出版社.
- 周临, 邓铸, 陈庆荣. (2012). 反向眼跳的实验范式、机制及影响因素. *心理科学*, 35(1), 16-23.
- Ansari, T. L., & Derakshan, N. (2010). Anxiety impairs inhibitory control but not volitional action control. *Cognition and Emotion*, 24(2), 241-254.
- Ansari, T. L., & Derakshan, N. (2011a). The neural correlates of cognitive effort in anxiety: Effects on processing efficiency. *Biological Psychology*, 86(3), 337-348.
- Ansari, T. L., & Derakshan, N. (2011b). The neural correlates of impaired inhibitory control in anxiety. *Neuropsychologia*, 49, 1146-1153.
- Ansari, T. L., Derakshan, N., & Richards, A. (2008). Effects of anxiety on task switching: Evidence from the mixed antisaccade task. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 8(3), 229-238.
- Baddeley, A. D. (2001). Is working memory still working? *American Psychologist*, 56, 851-864.
- Bar-Haim, Y., Lamy, D., Pergamin, L., Bakermans-Kranenburg, M. J., & van IJzendoorn, M. H. (2007). Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: A meta-analytic study. *Psychological Bulletin*, 133(1), 1-24.
- Baumeister, R. F. (1984). Choking under pressure: Self-consciousness and paradoxical effects of incentives on skilful performance. *Journal of Personality & Social Psychology*, 46, 610-620.
- Beilock, S. L., & Carr, T. H. (2001). On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure? *Journal of Experimental Psychology*, 130, 701-725.
- Behan, M., & Wilson, M. (2008). State anxiety and visual attention: The role of the quiet eye period in aiming to a far target. *Journal of Sports Sciences*, 26, 207-215.
- Berggren, N., & Derakshan, N. (2013). Attentional control deficits in trait anxiety: Why you see them and why you don't. *Biological Psychology*, 92, 440-446.
- Bishop, S. J. (2009). Trait anxiety and impoverished prefrontal control of attention. *Nature Neuroscience*, 12(1), 92-98.
- Blankstein, K. R., Flett, G. L., Boase, P., & Toner, B. B. (1990). Thought listing and endorsement measures of

- self-referential thinking in test anxiety. *Anxiety Research*, 2, 103–111.
- Blankstein, K. R., Toner, B. B., & Flett, G. L. (1989). Test anxiety and the contents of consciousness: Thought listing and endorsement measures. *Journal of Research in Personality*, 23, 269–286.
- Booth, R., & Sharma, D. (2009). Stress reduces attention to irrelevant information: Evidence from the Stroop task. *Motivation and Emotion*, 33, 412–418.
- Causer, J., Holmes, P. S., Smith, N. C., & Williams, A. M. (2011). Anxiety, movement kinematics, and visual attention in elite-level performers. *Emotion*, 11(3), 595–602.
- Cooke, A., Kavussanu, M., McIntyre, D., Boardley, I. D., & Ring, C. (2011). Effects of competitive pressure on expert performance: Underlying psychological, physiological, and kinematic mechanisms. *Psychophysiology*, 48(8), 1146–1156.
- Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 201–215.
- Derakshan, N., Ansari, T. L., Hansard, M., Shoker, L., & Eysenck, M. W. (2009). Anxiety, inhibition, efficiency, and effectiveness: An investigation using the antisaccade task. *Experimental Psychology*, 56(1), 48–55.
- Derakshan, N., & Eysenck, M. W. (2009). Anxiety, processing efficiency, and cognitive performance: New developments from attentional control theory. *European Psychologist*, 14(2), 168–176.
- Ethridge, L. E., Brahmabhatt, S., Gao, Y., McDowell, J. E., & Clement, B. A. (2009). Consider the context: Blocked versus interleaved presentation of antisaccade trials. *Psychophysiology*, 46, 1100–1107.
- Everling, S., & Fischer, B. (1998). The antisaccade: A review of basic research and clinical studies. *Neuropsychologia*, 36, 885–899.
- Eysenck, M. W., & Calvo, M. G. (1992). Anxiety and performance: The processing efficiency theory. *Cognition and Emotion*, 6, 409–434.
- Eysenck, M. W., & Derakshan, N. (2011). New perspectives in attentional control theory. *Personality and Individual Differences*, 50, 955–960.
- Eysenck, M. W., Derakshan, N., Santos, R., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion*, 7(2), 336–353.
- Eysenck, M. W., Payne, S., & Derakshan, N. (2005). Trait anxiety, visuospatial processing, and working memory. *Cognition and Emotion*, 19, 1214–1228.
- Harle, S. K., & Vickers, J. N. (2001). Training quiet eye improves accuracy in the basketball free throw. *The Sport Psychologist*, 15, 289–305.
- Hanin, Y. L. (1989). Interpersonal and intragroup anxiety in sports. In D. Hackford & C. D. Spielberger (Eds.), *Anxiety in sport: An international perspective. Series in health and behavioral medicine*. New York: Hemisphere.
- Hardy, L., & Fazey, J. (June, 1987). The inverted-U hypothesis: A catastrophe for sport psychology? Paper presented at the Annual Conference of the North American Society for the Psychology of Sport and Physical Activity. Vancouver.
- Hardy, L., & Hutchinson, A. (2007). Effects of performance anxiety on effort and performance in rock climbing: A test of processing efficiency theory. *Anxiety, Stress, & Coping*, 20(2), 147–161.
- Hayes, S., MacLeod, C., & Hammond, G. (2009). Anxiety-linked task performance: Dissociating the influence of restricted working memory capacity and increased investment of effort. *Cognition and Emotion*, 23, 753–781.
- Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior*. New York: Appleton Century CO.
- Jones, G., & Swain, A. (1992). Intensity and direction as dimensions of competitive state anxiety and relationships with competitiveness. *Perceptual and Motor Skill*, 74, 467–472.
- Jones, M. V., Meijen, C., McCarthy, P. J., & Sheffield, D. (2009). A theory of challenge and threat states in athletes. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 2, 161–180.
- MacNamara, A., & Hajcak, G. (2010). Distinct electrocortical and behavioral evidence for increased attention to threat in generalized anxiety disorder. *Depression and Anxiety*, 27, 234–243.
- Martens, R., Burton, D., Vealey, R., Bump, L., & Smith, D. (1990). Development of the CSAI-2. In R. Martens, R. S. Vealey, & D. Burton (Eds.), *Competitive anxiety in sport* (pp. 127–140). Champaign IL: Human Kinetics.
- Masters, R. S. W. (1992). Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 83, 343–358.
- Moser, J. S., Becker, M. W., & Moran, T. P. (2012). Enhanced attentional capture in trait anxiety. *Emotion*, 12(2), 213–216.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49–100.
- Moriya, J., & Tanno, Y. (2010). Attentional resources in

- social anxiety and the effects of perceptual load. *Cognition and Emotion*, 24(8), 1329–1348.
- Murray, N. P., & Janelle, C. M. (2003). Anxiety and performance: A visual search examination of the processing efficiency theory. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 25, 171–187.
- Murray, N. P., & Janelle, C. M. (2007). Event-related potential evidence for the processing efficiency theory. *Journal of Sports Sciences*, 25(2), 161–171.
- Navarro, M., Miyamoto, N., van der Kamp, J., Morya, E., Ranvaud, R., & Savelsbergh, G. J. P. (2012). The effects of high pressure on the point of no return in simulated penalty kicks. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34, 83–101.
- Nibbeling, N., Daanen, H. A. M., Gerritsma, R. M., Hofland, R. M., & Oudejans, R. R. D. (2012). Effects of anxiety on running with and without an aiming task. *Journal of Sports Sciences*, 30(1), 11–19.
- Nibbeling, N., Oudejans, R. R. D., & Daanen, H. A. M. (2012). Effects of anxiety, a cognitive secondary task, and expertise on gaze behavior and performance in a far aiming task. *Psychology of Sport & Exercise*, 13(4), 427–435.
- Nieuwenhuys, A., Pijpers, J. R., Oudejans, R. R. D., & Bakker, F. C. (2008). The Influence of anxiety on visual attention in climbing. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 30, 171–185.
- Reuter, B., Jäger, M., Bottlender, R., & Kathmann, N. (2007). Impaired action control in schizophrenia: The role of volitional saccade initiation. *Neuropsychologia*, 45, 1840–1848.
- Sadeh, N., & Bredemeier, K. (2011). Individual differences at high perceptual load: The relation between trait anxiety and selective attention. *Cognition and Emotion*, 25(4), 747–755.
- Sarason, I. G. (1984). Stress, anxiety, and cognitive interference: Reactions to tests. *Journal of Personality & Social Psychology*, 46, 929–938.
- Schlmeyer, C., Konrad, C., Zwislerlood, P., Arolta, V., Falkensteind, M., & Beste, C. (2010). ERP indices for response inhibition are related to anxiety-related personality traits. *Neuropsychologia*, 48(9), 2488–2495.
- Smith, N. C., Bellamy, M., Collins, D. J., & Newell, D. (2001). A test of processing efficiency theory in a team sport context. *Journal of Sports Sciences*, 19, 321–332.
- Vickers, J. N. (1996). Visual control when aiming at a far target. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 22, 324–354.
- Visu-Petra, L., Țincaș, L., Cheie, L., & Benga, O. (2010). Anxiety and visual-spatial memory updating in young children: An investigation using emotional facial expressions. *Cognition and Emotion*, 24(2), 223–240.
- Walkenhorst, E., & Crowe, S. F. (2009). The effect of state worry and trait anxiety on working memory processes in a normal sample. *Anxiety, Stress & Coping*, 22(2), 167–187.
- Wieser, M. J., Pauli, P., & Mühlberger, A. (2009). Probing the attentional control theory in social anxiety: An emotional saccade task. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 9(3), 314–322.
- Wilson, M. (2008). From processing efficiency to attentional control: A mechanistic account of the anxiety performance relationship. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 1(2), 184–201.
- Wilson, M., Chattington, M., Marple-Horvat, D. E., & Smith, N. C. (2007). A comparison of self-focus versus attentional explanations of choking. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29, 439–456.
- Wilson, M., & Smith, N. C. (2007). A test of the predictions of processing efficiency theory during elite team competition using the Thought Occurrence Questionnaire for Sport. *International Journal of Sport Psychology*, 38(3), 245–262.
- Wilson, M., Smith, N. C., Chattington, M., Ford, M., & Marple-Horvat, D. E. (2006). The role of effort in moderating the anxiety-performance relationship: Testing the prediction of processing efficiency theory in simulated rally driving. *Journal of Sports Sciences*, 24, 1223–1233.
- Wilson, M., Smith, N. C., & Holmes, P. S. (2007). The role of effort in influencing the effect of anxiety on performance: Testing the conflicting predictions of processing efficiency theory and the conscious processing hypothesis. *British Journal of Psychology*, 98, 411–428.
- Wilson, M. R., Vine, S. J., & Wood, G. (2009). The influence of anxiety on visual attentional control in basketball free throw shooting. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 31, 152–168.
- Wilson, M. R., Wood, G., & Vine, S. J. (2009). Anxiety, attentional control, and performance impairment in penalty kicks. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 31, 761–775.
- Wood, G., & Wilson, M. R. (2010). A moving goalkeeper distracts penalty takers and impairs shooting accuracy. *Journal of Sports Sciences*, 28(9), 937–946.
- Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, 18, 459–482.
- Zijlstra, F. R. H. (1993). *Efficiency in work behaviour: A design approach for modern tools*. Delft, Netherlands: Delft University Press.

## Processing Efficiency Theory to Attentional Control Theory: New Perspective for Anxiety-performance Relationship in Sport Psychology

SUN Guoxiao; ZHANG Liwei

*(Sport Psychology Section, Dept. of Sports Kinetics, Beijing Sport University, Beijing 100084, China)*

**Abstract:** Sport psychology literature extensively reveals that competitive anxiety affects athletic performance (Sarason, 1984). However, the specific mechanisms of such negative relationship occurred between anxiety and performance still need to be further examined. Recently, processing efficiency theory and attentional control theory are further studied for attempting to explain the anxiety-performance relationship specifically in the areas of working memory and executive functions. Based on the research findings (Eysenck & Calvo, 1992), there are two theoretical assumptions for the processing efficiency theory: (1) anxiety impairs processing efficiency more than performance effectiveness, and (2) anxiety impairs the central executive system of working memory. Whereas, attentional control theory is a major development of processing efficiency theory (Eysenck, Derakshan, Santos, & Calvo, 2007). Accordingly, there are also two theoretical assumptions for attentional control theory: (1) anxiety impairs goal-directed attentional system, (2) anxiety impairs efficiency of inhibition and shifting functions. Evidently, processing efficiency theory and attentional control theory both provide the useful frameworks to explain the specific mechanisms of anxiety-performance relationship, which is an imperative topic in sport psychology. Thus, the main purpose of this presentation is twofold: (1) to review the empirical research studies based on these two theories and (2) to recommend the implications for future research. Hopefully, our presentation would promote to further examine other anxiety-performance theories, improve the consistency of research protocol, take the cognitive perspectives into consideration of our research endeavor, and pay more attention to the effect of state anxiety for the purpose of enriching applied research literature.

**Key words:** anxiety; processing efficiency; attentional control; inhibition; shifting