

# 反馈类型和反馈时间对动作技能获得的影响\*

冯霞 冯文锋 冯成志\*\*

(苏州大学心理系, 苏州, 215123)

**摘要** 基于简单直线运动任务和复杂曲线追踪任务, 在动作技能获得阶段考察不同反馈类型和反馈时间对操作绩效的影响。结果发现, 在复杂曲线追踪任务中, 接受运动轨迹反馈的被试组比接受偏差数值反馈组的成绩更好; 即时反馈和延迟反馈组的操作绩效间无显著差异。简单直线运动任务中, 提供落点偏差的图形反馈组成绩始终优于提供“远/近”信息的文本反馈组; 在练习初期, 即时反馈组成绩更好。说明, 能直观提供关键改善点的反馈形式利于动作技能获得; 反馈时间对动作技能的影响因任务难度而异。

**关键词** 即时反馈 延迟反馈 反馈类型 动作技能获得

## 1 前言

人类从出生开始, 就需要不断习得各种动作技能, 技能习得是涉及注意、记忆、肌肉运动等高度集成化的活动, 除增加练习次数, 根据反馈不断调整行为对技能习得至关重要。但反馈有多种维度和形式, 何种反馈更能促进技能习得? 有效反馈应具备什么特征? 一直是技能习得研究领域的重要问题 (Sigrist, Rauter, Riener, & Wolf, 2013a)。

反馈时间维度, 长期存在“即时和延迟反馈哪个更利于动作技能学习”的争论 (金亚虹, 章建成, 任杰, 2005)。早期研究认为, 增加结果知觉的间隔时间, 会导致动作表象衰退, 从而减少反馈和结果知觉间的联系 (Schmidt, 1975)。即延迟反馈在技能学习中的作用有限, 即时提供反馈更利于技能形成 (Salmoni, Schmidt, & Walter, 1984)。但近年的研究更倾向支持延迟反馈的积极作用。造成这种差异主要由于不同研究所关注的技能习得阶段存在差异。如金亚虹, 章建成, 孙耀华和任杰 (2001) 发现, 在获得阶段, 即时反馈绩效明显好于延迟 2s 反馈; 但在其后的 10min 和 24h 无反馈保持测试中, 2s 反馈组成绩更好。他们认为, 尽管即时反馈在短期内提高了操作成绩, 但并不利于技能习得。正如 Swinnen 等指出, 延迟反馈的促进作用可能在第一天的练习后才显现。而之前得出即时反馈更有利的研究中, 并未囊括与延迟无反馈 (保持测试) 相比较的结

果 (Lee, Swinnen, & Serrien, 1994; Swinnen, Schmidt, Nicholson, & Shapiro, 1990)。但同时也注意到, 仅就技能获得阶段而言, 即时和延迟反馈的结果也未一致: 分别对简单追踪任务 (金亚虹等, 2001) 和复杂任务 (金亚虹, 章建成, 任杰, 孙耀华, 2002) 的研究表明, 即时反馈优于延迟反馈; 但在两种复杂程度不同的对比实验 (金亚虹等, 2005) 中发现, 反馈时间主效应不显著。并且, 即使仅考虑任务获得阶段, 即时和延迟反馈的优劣势对比是不是一成不变呢? 为进一步探讨前人研究中“技能获得阶段, 反馈时间作用不一致是否与任务难度水平有关”的问题, 本研究聚焦技能获得阶段, 在不同任务难度框架下, 进一步探讨反馈时间的作用。已有研究在单维和二维追踪任务的对比实验中发现即时反馈的作用并未凸显 (金亚虹等, 2005), 但在练习末端出现简单任务组操作绩效好于复杂任务的趋势。这说明, 反馈时间的作用很可能因任务难度而不同。本实验预期在动作技能获得阶段, 反馈时间对运动绩效的影响受任务难度水平调节。

相对于较多的反馈时间维度探讨, 反馈类型在基础研究中涉及不多, 因为不同反馈类型所提供的信息有差异, 反馈类型与其它因素的交互作用比较复杂 (Amorose & Smith, 2003; Hodges, Chua, & Franks, 2003)。但在应用领域常可见相关研究。如 Kovacs 和 Shea (2010) 在双肢合作研究中提出,

\* 本研究得到江苏省研究生科研与实践创新计划项目 (KYCX17\_1960) 和教育部人文社会科学研究规划基金项目 (17YJA880019) 的资助。

\*\* 通讯作者: 冯成志。E-mail: psyfeng@gmail.com

DOI:10.16719/j.cnki.1671-6981.20180304

给予显著反馈信息,能让被试在几分钟练习后进行看起来很难的双肢合作任务;呈现如利萨如曲线(Lissajous figure,两个沿互相垂直方向的正弦振动合成的轨迹)形式的反馈对学习复杂的合作运动模式有帮助(Sigrist et al., 2013a)。Sigrist, Rauter, Riener和Wolf (2013b)利用划船式任务,比较了视、听、触觉等反馈形式对动作技能的影响,结果发现,呈现具体运动轨迹的视觉反馈组成绩最好,原因在于,该方式能直观地指导运动任务的改进点,忽略无关信息的影响。以上“有显著特征,能直观指导任务改进点”的结果都是基于相对复杂任务得出的。对于简单任务,抽象的视觉呈现可能就足够了(Sigrist et al., 2013a)。技能获得阶段,不同反馈方式的作用是否因任务难度而不同?本研究将通过在难易任务中设置不同的反馈形式来探讨该问题。

本研究立足简单与复杂运动任务,探讨反馈类型和时间因素在技能获得阶段对操作绩效的影响,挖掘有效反馈的特征。一方面,进一步探讨以往研究中技能获得阶段反馈时间作用不一致的问题;另一方面,针对本研究任务特点设置不同的反馈形式,探讨反馈时间的作用是否因不同反馈类型而发生变化。

## 2 实验1 反馈类型和时间对复杂运动任务技能获得的影响

实验1采用二维运动任务,探讨数值和轨迹反馈类型,即时与延迟反馈下的动作技能习得特点。

### 2.1 被试

随机抽取64名心理学专业在校大学生,男16名,女48名,年龄 $21.2 \pm .9$ 岁(介于20~22岁之间),视力或矫正视力正常,均为右利手。随机分配到四个不同反馈组(每组男4名,女12名)——数值-即时反馈组、数值-延迟反馈组、轨迹-即时反馈组、轨迹-延迟反馈组。为便于衡量被试的基础操作水平,明确反馈的作用,所有被试先完成60次无反馈任务,休息5min后,完成所在反馈组60次反馈任务。所有被试均未做过类似实验。

### 2.2 实验设计

本实验包括无反馈和有反馈任务各60次。反馈阶段任务为2(反馈类型:数值反馈 vs. 轨迹反馈)×2(反馈时间:即时反馈 vs. 延迟反馈)×5(时间进程)混合设计,其中反馈类型和反馈时间为被试间因素,时间进程为被试内因素。反馈类型有两

个水平:(1)数值反馈,即每试次后告知鼠标追踪轨迹与实际轨迹间的差异量(RMSE,详见“实验任务”部分);(2)轨迹反馈,即每试次后呈现实际轨迹和追踪轨迹图形。反馈时间有两个水平,即时反馈和延迟反馈(延迟4s)。为便于分析,有无反馈各60试次的任务被分成5个时间进程,各进程间不休息。

### 2.3 实验任务

刺激呈现在17英寸显示器上,分辨率为 $1024 \times 768$ 。被试端坐电脑前,右手操作鼠标完成实验。实验开始前告知被试除了电脑和鼠标,桌面上不留任何物品,保证鼠标有足够的运动空间。由于本研究探讨技能获得情况,未安排练习。

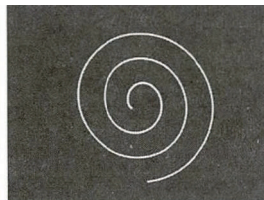


图1 红色小球运动轨迹(实验中不显示)

具体任务如下:先在黑色屏幕中心呈现一红色小球(观察距离为57.3cm时,小球视角为 $.3^\circ$ ),提示运动起始点。1000ms后小球变为白色并开始做不规则曲线运动(曲线运动的视角范围为 $17.5^\circ \times 16.0^\circ$ ),运动过程中不显示运动轨迹,运动方向在顺时针和逆时针随机,运动持续24s。运动结束后小球消失,被试按住鼠标左键追踪小球刚才的运动轨迹(追踪过程中,被试无法看到鼠标的移动轨迹;每次追踪的起始位置都与小球自主运动时的起始位置重合),被试松开鼠标,本次追踪结束。2000ms后,下一试次开始。追踪越准确,成绩越好。计算机以每秒60次的频率采集小球和鼠标的坐标,然后根据如下代码计算操作绩效(RMSE: root mean square error,反映追踪轨迹与目标轨迹之间的离散程度)用作因变量指标(金亚虹等,2001,2002,2005; Sigrist et al., 2013b)。

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N [(x_i - Tx_i)^2 + (y_i - Ty_i)^2]}{N}}$$

其中x, y表示鼠标坐标位置, Tx, Ty表示小球坐标位置, N为总坐标点数。操作绩效值越小,运动轨迹追踪越准确。

### 2.4 结果与分析

为衡量动作技能基线,按被试所在组别统计无反馈任务中的操作绩效。以时间进程为组内变量,

组别为组间变量,对无反馈的四组平均值进行重复测量方差分析,结果显示:时间进程主效应不显著( $p > .01$ ),即被试的操作绩效在实验进程中未有显著变化;组别主效应不显著( $p > .01$ ),即各实验组操作绩效基线水平无差异;时间进程和组别交互作用不显著( $p > .01$ )。平均值单因素方差分析的结果显示: $F(3, 60) = .039, p > .01, \eta^2 = .049$ ,进一步证实不同组别被试的基础动作技能无显著差异。

以每个被试无反馈时的平均值为协变量,对各实验条件下的操作绩效进行协方差分析,结果显示:时间进程主效应显著 $F(4, 236) = 10.297, p < .001, \eta^2 = .149$ ,如图2和3,即随练习次数增加,追踪成绩提高。LSD比较发现(如图2),从第一到第四个时间进程,后一个的操作绩效均显著好于其前一个( $p < .05$ ),而第5与第4个时间进程间无显著差异( $p > .05$ )。反馈类型主效应显著 $F(1, 59) = 22.163, p < .001, \eta^2 = .273$ ,轨迹反馈组平均绩效( $M = 328.3$ )显著好于数值反馈组( $M = 448.7$ )。反馈时间主效应不显著。

时间进程和反馈类型交互作用显著 $F(4, 236) = 6.276, p < .001, \eta^2 = .096$ 。简单效应分析表明:各时间进程中轨迹反馈的操作绩效均显著好于数值反馈:进程1中,两种反馈类型的绩效有显著差异( $p < .05$ );进程2-5中,两者之间的绩效也存在显著差异( $ps < .001$ )。对轨迹反馈而言,从第1进程到第4进程,后一个的绩效均显著好于其前一个( $ps < .05$ ),而第5与第4个时间进程的操作绩效无显著差异( $p > .05$ )。

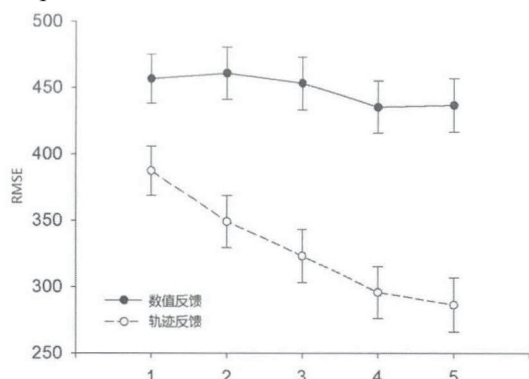


图2 实验1数值/轨迹反馈组在各时间进程的 RMSE

反馈时间  $\times$  反馈类型  $\times$  时间进程三者的交互作用不显著( $p > .05$ )。反馈时间与时间进程的交互作用不显著( $p > .05$ )，说明，即时或延迟反馈在复杂运动任务技能获得阶段的变化无显著差异。

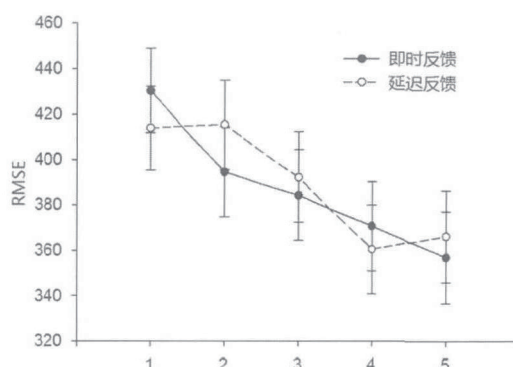


图3 实验1即时/延迟反馈在各时间进程的 RMSE

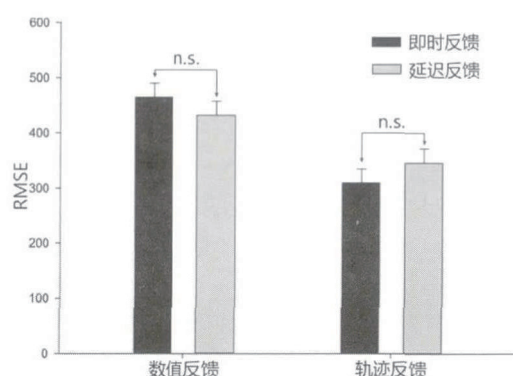


图4 实验1不同反馈类型下，即时/延迟反馈的绩效

即时和延迟4s反馈时,被试操作绩效无显著差异的结果与金亚虹等(2005)“二维复杂任务-练习阶段”的结果类似。如前所述,他们认为:技能保持阶段,延迟反馈促进简单任务的操作绩效;即时反馈促进复杂任务的绩效(金亚虹等,2005)。对技能获得阶段而言,反馈时间对绩效的作用受任务难度水平影响吗?本研究在实验2的简单任务中进一步探索。

### 3 实验2 反馈类型和时间对简单运动任务技能获得的影响

复杂任务得出的结论不能简单推论至简单任务(Sigrist et al., 2013a),反馈时间的作用受任务难度水平调节,延迟反馈对简单和复杂技能任务的影响可能不同(金亚虹等,2002)。关于难易任务的区分,研究参考前人从信息加工角度界定的标准(金亚虹等,2005; Bonner, 1994)。具体而言,实验2采用直线运动任务,主要在以下方面与实验1的任务有差异:(1)信息输入方面:直线与曲线运动包含的信息量不同:若将运动轨迹分解成像素水平考察,直线只涉及水平方向像素变化,而曲线运动同时涉及水平和垂直方向的变化,被试需同时加工的信息



量不同；(2) 信息加工过程：被试在两任务加工中需付出的心理资源不同，实验 1 中小球持续运动 24s，实验 2 中小球运动 2s，每试次持续约 10s（视被试调节速度而定）；(3) 信息输出方面：曲线任务中，需用鼠标复述出运动轨迹，而直线任务中，只需通过键盘控制初始速度，随后小球自动在平面上做阻尼运动。

### 3.1 被试

随机抽取与实验 1 不同的 64 名在校大学生，男 12 名，女 52 名，年龄  $20.9 \pm .8$  岁（介于 20~22 岁之间），视力或矫正视力正常，均为右利手，随机分配到四个不同反馈组（每组男 3 名，女 13 名）——文本 - 即时反馈组、文本 - 延迟反馈组、图形 - 即时反馈组、图形 - 延迟反馈组。与实验 1 类似，被试需完成 60 次无反馈任务与相应实验条件下的 60 次反馈任务。有无反馈任务内不休息，任务间休息 5min。所有被试均未参加过类似实验。

### 3.2 实验设计

有反馈任务为 2（反馈类型：文本反馈 vs. 图形反馈） $\times$  2（反馈时间：即时反馈 vs. 延迟反馈） $\times$  5（时间进程）混合设计，反馈类型和反馈时间是被试间因素，前者包含两个水平：(1) 文本反馈，告知被试实际终点距离目标近或远：若小球的停止点越过目标位置，即为远；反之，则为近。(2) 图形反馈，以图片形式呈现实际终点与目标终点。后者也有两个水平，即时反馈（小球阻尼运动停止后立即给予反馈）和延迟反馈（小球阻尼运动停止后延迟 4s）。与实验 1 类似，有无反馈任务均被分成 5 个时间进程分析。

### 3.3 实验任务

刺激呈现在 17 英寸显示器上（如图 5 所示），左侧呈现一个白色小球（视角为  $.3^\circ$ ），右侧标注目标位置，屏幕右侧被挡板遮挡，被试无法看到小球的运动过程。

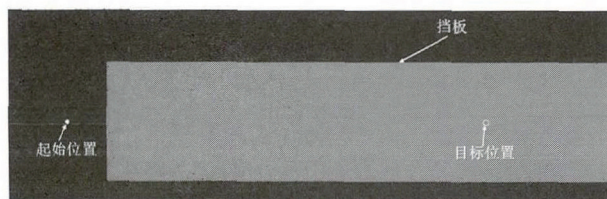


图 5 实验 2 刺激呈现示例

运动任务如下：被试通过 Ctrl+ ↑ / ↓ 调节小球初始速度（↑ 增加速度，↓ 减小速度），松开 Ctrl 键后，

小球做阻尼运动，然后停在某处。整个运动场域在屏幕中的视角范围为  $27^\circ$ 。要求被试使小球的停止点与目标位置尽可能接近。

以目标位置与小球停止点的水平坐标值差（像素为单位）为因变量衡量被试的绩效。

### 3.4 结果与分析

与实验 1 类似，按被试所在组别对无反馈任务中的绩效进行分析，以衡量动作技能基线。以时间进程为组内变量，组别为组间变量，无反馈条件下四组平均值数据的重复测量方差分析显示：时间进程主效应不显著（ $p > .05$ ），即被试的操作绩效在实验进程中未有显著变化；组别主效应不显著（ $p > .05$ ），即各实验组在操作基线水平上没有差异；时间进程和组别交互作用不显著（ $p > .05$ ）。平均值的单因素方差分析结果显示： $F(3, 60) = 1.378$ ,  $p > .05$ ,  $\eta^2 = .064$ ，进一步证实不同组别间的基础动作技能无显著差异。

以每个被试无反馈条件下的平均值为协变量，对各实验条件的操作绩效进行协方差分析，结果显示：时间进程主效应显著  $F(4, 236) = 4.981$ ,  $p < .01$ ,  $\eta^2 = .078$ ，如图 6 和图 7。各进程与其前一个进程之间的差异显示：对进程 1 与 2、3 与 4、4 与 5 而言，后一个的像素差值显著小于前一个（ $p < .05$ ），进程 2 与 3 间的差异在 .05 水平边缘显著（ $p = .058$ ）。整体而言，随学习次数增加，被试控制力度使小球运动到指定位置的准确性有所提高，即练习对被试操作技能改善有积极作用。反馈类型主效应显著， $F(1, 59) = 18.04$ ,  $p < .001$ ,  $\eta^2 = .234$ ，图形反馈组成绩显著好于文本反馈组。时间进程和反馈类型交互作用不显著（ $p = .664$ ）。随练习的进行，文本反馈和图形反馈对绩效的改善程度没有差异。反馈时间主效应显著： $F(1, 60) = 4.27$ ,  $p < .05$ ,  $\eta^2 = .066$ ，如图 7。即时反馈的操作准确性显著好于延迟反馈。

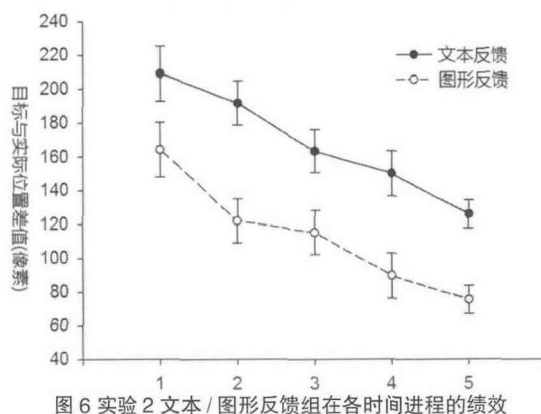


图 6 实验 2 文本 / 图形反馈组在各时间进程的绩效

时间进程  $\times$  反馈类型  $\times$  反馈时间三者交互作用显著  $F(4, 240) = 4.94, p < .01, \eta^2 = .076$ 。具体而言：时间进程与反馈时间交互作用显著  $F(4, 236) = 5.277, p < .001, \eta^2 = .082$ 。简单效应分析表明，第1和第2个进程中，两种反馈时间的差异显著 ( $ps < .05$ )，即时反馈的差值显著小于延迟反馈；其它时间进程中，即时和延迟反馈间的差异均不显著 ( $ps > .50$ )。即在技能获得早期，即时反馈的效果更佳。反馈类型与反馈时间交互作用临界显著， $F(1, 59) = 3.684, p = .060, \eta^2 = .059$ 。简单效应分析表明，文本反馈时，两种反馈时间的差异显著  $F(1, 61) = 6.78, p < .05, \eta^2 = .1008$ ，即，给予文本反馈时，相对于延迟反馈，实际位置与目标位置间的差值在即时反馈时更小；图形反馈条件下，两种反馈时间的差异不显著 ( $p > .9$ )，即图形反馈的作用不受反馈时间影响。

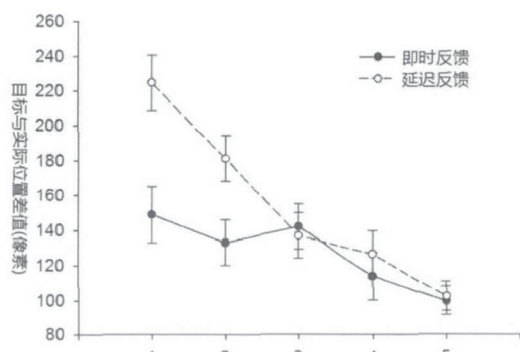


图7 即时/延迟反馈在各时间进程的绩效

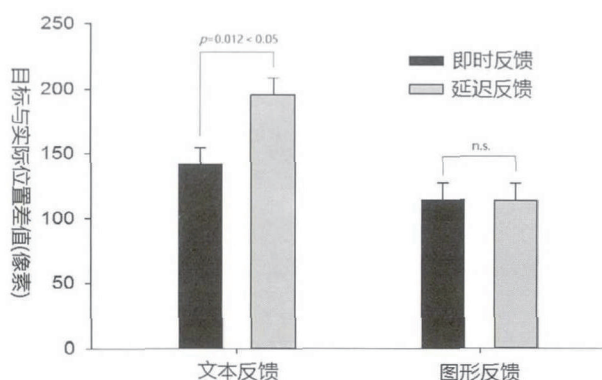


图8 实验2不同反馈类型下，即时/延迟反馈的绩效

#### 4 讨论

结合本研究关注的问题和实验结果，阐述反馈时间和反馈形式对简单和复杂运动任务的作用，挖掘有效反馈应具备的特征。

##### 4.1 反馈时间与任务难度水平

本研究关于反馈时间的主要结果是：复杂任务中，即时与延迟反馈无差异；简单任务中，反馈时间主效应显著，在第一和第二个时间进程中，即时反馈对操作技能的提升显著好于延迟反馈，从第三个时间进程开始，即时与延迟反馈无显著差异。

技能获得阶段，反馈时间作用的研究结果不一致：主要与任务难度和性质有关。Liu 和 Wrisberg (1997) 的扔球实验中，即时反馈促进简单任务技能获得；金亚虹等 (2002) 二维复杂任务中即刻比延迟给予反馈利于提高追踪准确性。Swinnen 等 (1990) 采用的滑行-反转任务中，即时反馈对技能获得阶段的成绩没有影响。本研究的简单任务与 Liu 和 Wrisberg (1997) 有相同之处，都是根据反馈信息，通过对起始力度的控制实现精准落点，两个结果均支持即时反馈在一定练习阶段内的促进作用 (Liu & Wrisberg, 1997)：被试根据反馈能立刻整合信息，觉察之前操作中的错误偏向，进行调整；而在练习最初的延迟反馈中，被试需协调更多的心理资源来维持对当前操作的自我觉察，以便与反馈信息对比，故对学习的促进作用没有即时反馈好。本研究还发现，即时反馈的促进作用经短时间的反复练习后消失，可能是由于任务相对简单，被试维持自我觉察和对比过程所需的心理资源下降，故即时和延迟反馈的效果不再有差异。这种操作技能的改善也证实研究中提供的外在即时反馈线索较具体且显著，能将被试的注意从只关注内在运动线索转移开 (Liu & Wrisberg, 1997)，以便整合外部的反馈改善信息。本研究复杂任务的结果显示，即时与延迟反馈不存在差异，与 Swinnen 等 (1990) 的结果类似。可能是因为，即时和延迟反馈条件下，被试均能通过反馈信息发现原操作的偏差，但由于任务相对复杂，且根据反馈信息被试并没有多大的自由度进行有效调整 (Fowler & Turvey, 1978; Swinnen et al., 1990)，故做出的调整未能在绩效上体现。也就是说，这种条件下，反馈时间不是导致成绩改进的关键因素。需指出的是：尽管本研究未发现延迟反馈的作用与技能获得阶段直接相关，但并不否认延迟反馈的功用。很多支持延迟反馈作用的研究认为：延迟反馈时，被试不依赖外部反馈，能对信息进行整合，发展错误觉察能力 (Swinnen et al., 1990)、解释内在反馈信息 (Lee et al., 1994)。由此，学习者不止完成了任务，且构建自动化相关图式，发生真正的习得 (Renkl & Atkinson, 2008; Sweller, van Merriënboer, & Paas,



1998)。延迟反馈的作用是否因任务难度而不同? 这有待于在本研究的任务框架下, 设置多水平反馈时间进行技能保持测试研究。

#### 4.2 有效反馈的特征

本研究发现, 轨迹与图形反馈的效果好于简单数值和文本反馈, 对实验条件下的动作技能获得产生促进作用。高质量的反馈信息通过使错误更突出、更容易更正, 从而促进任务绩效 (Dyer, Stapleton, & Rodger, 2017)。在 Dyer 等 (2017) 的研究中, 要求被试左手画三角形, 同时右手画菱形, 被试需通过练习, 使两只手运动到形状顶点的时间一致。每个试次以图片的形式呈现当前表现与目标的偏差。实验组控制的是双手运动过程中给予有节奏的声音反馈、或有旋律的声音反馈、或粉红噪音。结果发现: 运动中给予旋律反馈的被试组成绩最佳。作者认为这是由于节奏声音提供了运动的时间信息, 而旋律声音能额外提供了运动的位置信息, 该附加信息能清楚传达当前位置及接下来需要执行的运动规则。类似的, 从本研究的结果看, 相对于数值和文本, 轨迹与图形是更有效的形式, 包含更有质量的信息。以实验 1 中的追踪运动为例, 数值反馈告知被试两类信息: (1) 实际与目标轨迹是否偏离; (2) 偏离的程度。但对具体的偏离方向无提示, 很可能被试主观上想更准确地追踪, 但客观上, 由无数点组成的曲线运动轨迹的偏离可能发生于任何位置, 基于数值反馈做出的调整很可能无效, 甚至引起更大的偏离。而根据轨迹反馈, 被试能在头脑中形成实际和跟踪轨迹的表象, 并进行对比, 明确本次追踪中的偏差位置。并且, 轨迹反馈对追踪成绩的促进作用早在第一个时间进程中已显示出来。轨迹反馈将很多可能的差异点囊括在两个图形中, 这些关键差异点是做出运动改善的关键信息。

提供关键改善信息就够了吗? 在实验 2 的简单任务中, 被试需基于“近/远”文本或图形中两个落点的比较促进技能改善。结果显示, 文本和图形反馈都促进了操作准确性提高, 且在实验的时间范围内, 准确性不断提升。说明被试无论从文本还是图形反馈中都获得了关键改善信息。但与此同时, 图形反馈仍从一开始就有更好的学习效果, 这说明与文本反馈相比, 图形反馈有稳定的优势。运动学习中, 来自运动的指令和感觉反馈要保存在记忆中, 才能发生习得 (Adams, 1971), 被试完成操作后, 在短时记忆中形成暂时的心理表象 (Wulf & Shea,

2002)。已有证据表明, 运动表象与实际执行时越接近, 运动表象质量越高; 而运动表象质量与动作技能水平有关 (张兰兰等, 2017)。是否由于文本和图形在大脑中形成的表象质量存在差异, 而引起操作绩效的差别? 这有待利用其它技术手段 (如 ERP、fMRI 等) 进行深入研究。

## 5 结论

(1) 动作技能获得阶段, 反馈时间对绩效的作用受任务难度水平调节: 简单任务中, 即时反馈在一定时间内更利于动作技能获得; 复杂任务中, 即时和延迟反馈对动作技能获得的影响无显著差异。

(2) 无论简单或复杂运动任务中, 能直观提供改善关键点信息的反馈形式 (如图形、轨迹反馈) 促进动作技能获得。

### 参考文献

- 金亚虹, 章建成, 任杰. (2005). 任务复杂程度对结果反馈时间点的影响. *北京体育大学学报*, 28(8), 1059-1062, 1099.
- 金亚虹, 章建成, 任杰, 孙耀华. (2002). 延迟结果反馈对复杂追踪任务动机技能学习的影响. *体育科学*, 22(3), 128-130, 134.
- 金亚虹, 章建成, 孙耀华, 任杰. (2001). 延迟结果反馈对追踪任务技能学习的影响. *心理科学*, 24(6), 739-740.
- 张兰兰, 沈诚, 朱桦, 李雪佩, 戴雯, 吴殷, 张剑. (2017). 动机技能水平与躯体感觉输入对运动表象的影响. *心理学报*, 49(3), 307-316.
- Adams, J. A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3(2), 111-149.
- Amorose, A. J., & Smith, P. J. K. (2003). Feedback as a source of physical competence information: Effects of age, experience and type of feedback. *Journal of sport and exercise psychology*, 25(3), 341-359.
- Bonner, S. E. (1994). A model of the effects of audit task complexity. *Accounting, Organizations and Society*, 19(3), 213-234.
- Dyer, J. F., Stapleton, P., & Rodger, M. W. M. (2017). Advantages of melodic over rhythmic movement sonification in bimanual motor skill learning. *Experimental Brain Research*, 235(10), 3129-3140.
- Fowler, C. A., & Turvey, M. T. (1978). Skill acquisition: An event approach with special reference to searching for the optimum of a function of several variables. In G. E. Stelmach (Ed.), *Information processing in motor control and learning* (pp. 1-40). New York: Academic.
- Hodges, N. J., Chua, R., & Franks, I. M. (2003). The role of video in facilitating perception and action of a novel coordination movement. *Journal of Motor Behavior*, 35(3), 247-260.
- Kovacs, A. J., & Shea, C. H. (2010). The learning of 90° continuous relative phase with and without Lissajous feedback: External and internally generated bimanual coordination. *Acta Psychologica*, 136(3), 311-320.
- Lee, T. D., Swinnen, S. P., & Serrien, D. J. (1994). Cognitive effort and motor learning. *Quest*, 46(3), 328-344.
- Liu, J., & Wrisberg, C. A. (1997). The effect of knowledge of results delay and the subjective estimation of movement form on the acquisition and retention of a

- motor skill. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68(2), 145–151.
- Renkl, A., & Atkinson, R. K. (2008). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition: A cognitive load perspective. *Educational Psychologist*, 38(1), 15–22.
- Salmoni, A. W., Schmidt, R. A., & Walter, C. B. (1984). Knowledge of results and motor learning: A review and critical reappraisal. *Psychological Bulletin*, 95(3), 355–386.
- Schmidt, R. A. (1975). A Schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82(4), 225–260.
- Sigrist, R., Rauter, G., Riener, R., & Wolf, P. (2013a). Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: A review. *Psychonomic Bulletin and Review*, 20(1), 21–53.
- Sigrist, R., Rauter, G., Riener, R., & Wolf, P. (2013b). Terminal feedback outperforms concurrent visual, auditory, and haptic feedback in learning a complex rowing-type task. *Journal of Motor Behavior*, 45(6), 455–472.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296.
- Swinnen, S. P., Schmidt, R. A., Nicholson, D. E., & Shapiro, D. C. (1990). Information feedback for skill acquisition: Instantaneous knowledge of results degrades learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 16(4), 706–716.
- Wulf, G., & Shea, C. H. (2002). Principles derived from the study of simple skills do not generalize to complex skill learning. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9(2), 185–211.

## Feedback Type and Time in Motor Skill Acquisitions

Feng Xia, Feng Wenfeng, Feng Chengzhi

(Department of Psychology, Soochow University, Suzhou, 215123)

**Abstract** Effective feedback plays an important role in motor learning. The feedback itself includes many levels of characters. The purpose of this study is to investigate what kinds of feedback time and type facilitate acquisition of the motor skill. It is worth mentioning that the study focuses on motor skill acquisition, not retention.

Easy and hard motor tasks were used. In the easy part, the participants had to control the ball's stop point through the key response of either “ctrl+↑” or “ctrl+↓”. The actual path was blocked by the board and the smaller the distance between the target and actual points, the better the performance. In the hard task, the participants had to track the ball's moving path as accurately as possible. They completed the task by controlling the mouse. Also, the actual moving path was not shown. In both experiments, we defined the feedback time as immediateness and 4s delay. The feedback type was another variable. The ball moved straight in the easy task. Then after its stop, feedback was given. A word or a picture was shown to the different groups. The word was either “near” or “far” while the picture showed two points at the same time - one was the target point and the other was the ball's actual stop point. Similarly, a number or a picture was given separately in the hard task. The number told the participants how far the actual track was away from the target; the picture showed the tracking path directly. In both tasks, they learned from the feedback and tried to do better in the next trial. Finally, the difference between the target value and the actual value was recorded and analyzed.

ANOVAs revealed that based on the two tasks, feedback time and type influenced motor skill acquisition differently. In the hard one, there was no difference in the two levels of feedback time. Participants' tracking skill improved significantly after the real trajectory was shown to them. However, in the simple task, they learned not only from words but also from pictures. It should also be noted that the participants' skill improved better in the graphic feedback condition. Also, in the easy task, giving feedback immediately was better for acquiring motor skill during the early stage of learning. In addition, the graphic feedback had a similar effect both in the immediate and delayed feedback; for the text feedback, giving it immediately to the learners was better.

In summary, the study aimed to explore effective feedback featured in the context of easy and hard motor learning tasks. We found out that providing key improvement points was beneficial for the acquisition of motor skills, and the effect of feedback time on motor skill was different depending on the difficulty level of the task.

**Key words** immediate feedback, delay feedback, feedback type, motor skill acquisition