

Goal-directed imitation: The means to an end

Hayes, S.J., Ashford, D., & Bennett, S.J.

Acta Psychologica, **127**, 407–415, 2008

Abstract

- 本研究では、運動スキル（3 ボールカスケード）を学習する際の目標指向型の模倣や観察学習の効果を検証した
- 観察学習した群では、観察なしの統制群よりも肢運動の協調やボールの軌跡パターンが適切であった

1. Introduction

- 運動スキル獲得を目的とした観察は、学習者に初期の運動プログラムを獲得するための情報を提供する(Bandura, 1977; Scully & Newell, 1985; Whiting, 1984)
 - 発見プロセスを含む学習効率を向上させる
- 観察学習の効果はよく、視覚的あるいは言語的教示なしでスキル獲得を目指す参加者と観察学習を行う参加者の比較で検証される
 - 何を学習して、それがどのように獲得されたのかは明確ではない
 - ◇ 観察学習によって影響を受ける量的・質的変数の変化 (Ashford, Bennett, & Davids, 2006; Hodges, Williams, Hayes, & Breslin, 2007)
 - 最終目標は達成したとしても、それをもたらす運動パターンは観察対象のモデルと異なることはよくある(Bekkering, Wohlschlaeger, & Gattis, 2000; Gleissner, Meltzoff, & Bekkering, 2000; Horn, Williams, & Scott, 2002)
 - ◇ 模倣と観察学習の直接的なマッチングは目標指向理論(GOADI)の形成をもたらした(Wohlschlaeger, Gattis, & Bekkering, 2003)
- GOADI は、模倣プロセスは認知配分とゴールやサブゴールの階層による観察対象（行為）の順序付けに基づいていると予測される
 - 最終行為（例：対象物やその扱い）は、行為を実現する手段（例：身体運動の軌跡）よりも重要であるとされている
 - 先行研究では、学習者が観察において最終目標を優先的に採用することが明らかになっている(Bekkering et al., 2000; Wohlschlager et al., 2003)
- そこで、本研究ではジャグリングの 3 ボールカスケードを課題とし、模倣による観察学習における GOADI の検証を観察なし群とあり群を設けて実施した
 - より（質の）高い時間的・空間的運動パターンが要求される
 - スキーシミュレーターのような装置に依存せず、単純な運動の修正が表れない課題である
 - 既存の運動能力の範囲に依存されない課題

2. Method

2.1. Participants

- 参加者は10～11歳の16人の小学生（平均10歳10か月）
 - ジャグリング経験は一切なし
- 8人ずつ観察学習群(OL)と統制群(COL)にグループ分けを行った

2.2. Task and apparatus

- 課題は3つのボールを使ったカスケードである(Fig.1)
 - ビデオカメラでテストセッションでの参加者の動きを記録した
- OL群のためにプロのジャグラーがカスケードを撮影した（2分間）

2.3. Design and procedure

- 学習期間は以下の3段構成である
 - pre-test(PRE), ptactice(PRAC), retention(RET)
- 全ての参加者は始めに1分間のPREを行った
 - 1分間で可能な限り、多くのボールを回すよう指示された
 - PREの際に、投げ方に関する情報が与えられた
- 続いて、参加者は1週間に3回（1回20分）×5週のPRACに参加した
 - OL群では、エキスパートによる3ボールカスケードのモデルを観察した
 - ◇ 彼らはそのモデルをしっかり観察するよう指示された（モデルをコピーすることを理解して観察を行う）
 - CON群は、関係ない読書タスクが与えられた
 - 観察あるいは読書タスクの後に、参加者はボールが与えられ、PREと同じ指示を受けカスケードを行った
 - ◇ OL群については、実験者にアドバイスを求めようとする「ジャグリングの成功をもたらすモデルと（同じように）試しなさい、モデルを思い出しなさい」というフィードバックを受けた
 - ◇ CON群は、実験者にアドバイスを求めようとする「ジャグリングを行うための最適な方法を何とか見つけて下さい」というフィードバックを受けた
 - PRAC以外での練習やグループでの議論は禁止された
- 5週に渡るPRACの後（1週間後）に、pre-testと同じ最後のテストを受けた(final retention test)
 - この際、フィードバックは一切与えられなかった

2.4. Data analysis

- (Beek & van Santvoord, 1992)に基づいて、Juggling cycle（6連続キャッチとトスを1 cycleとする）をパフォーマンス結果とした（従属変数1）
- より詳細な分析として、(Hashizume & Matsuo, 2004)や(Haibach et al., 2004)を参考にビデオ映像から肢運動とボールの軌跡を質的な分析対象とした

- 肢運動：肩の外転運動と屈曲運動（従属変数 2：QCV1）
- ボールの軌跡：ボール頂点時の高さ（従属変数 3：QCV2）
- 参加者とエキスパートによるモデル映像を並行して流し、実験者 1 名とプロのジャグラーが(Weiss and Klint, 1987)に基づき 3 段階評定を行った
 - ◇ 1 が最低点で 3 が最高点
 - ◇ 各群 2 名ずつ評価し、PRE, PRAC, RET での一致率を確かめた（どちらの群なのか評価者はわからない）
 - ✓ 評価者間で 90%の一致率であったため、そのまま全参加者を分析した

3. Results

3.1. Practice

3.1.1. Juggling cycle scores

- グループ間での Juggling cycle の比較を行った(Table1)
 - グループと練習で主効果が確認された(for group $L(2) = 21.5, p < 0.05$ and practice, $L(2) = 8.89, p < 0.05$)
 - 交互作用も確認された($L(2) = 8.85, p < 0.05$)
 - ◇ OL 群は、PRAC2 と PRAC3 において CON よりもパフォーマンスが有意に高かった
 - ◇ OL 群は PRAC1 よりも PRAC2 で PRAC2 よりも、PRAC3 で有意にパフォーマンスを向上させた（ともに $p < 0.025$ ）.

2.1.2. Qualitative criterion variables

- QCV1 では、グループと練習で主効果が確認された(for group $L(2) = 39.00, p < 0.05$ and practice, $L(2) = 11.72, p < 0.05$) (Fig.2)
 - 交互作用も確認された($L(2) = 11.80, p < 0.05$)
 - ◇ OL 群の肢運動の協調は PRAC1 と PRAC3 ($p < 0.01$), PRAC2 から PRAC3($p < 0.05$)に掛けて有意に向上させた
- QCV2 では、グループと練習で主効果が確認された(for group $L(2) = 108.00, p < 0.05$ and practice, $L(2) = 0.45, p < 0.05$) (Fig.3)
 - 交互作用も確認された($L(2) = 11.80, p < 0.05$)
 - ◇ OL 群は CON 群よりもより適切なボールの軌道を描いており、さらに PRAC1 と PRAC3 の間で有意差が確認された($p < 0.01$)

3.2. Retention

3.2.1. Juggling cycle scores

- retention test において、グループ間での有意差を確認した($L(2) = 8.70, p < 0.05$)
 - 1 週間をおいても OL 群は COL 群よりもパフォーマンスが高かった(Table1)
 - PRAC3 での結果と似ており、パフォーマンスの変化はモデル情報の一過性の影響

ではないことを示す（永続的である）

3.2.2. Qualitative criterion variables

- retention test の QCV1 において，グループ間での有意差を確認した($L(2) = 14.19, p < 0.05$)
 - 1 週間をおいても OL 群は COL 群よりも適切な肢運動を行っていた
 - Fig.2 より，PRAC3 と RET で変化はあまりなかった
- その一方で，QCV2 では PREC での有意差が消失した($L(2) = 3.43, p > 0.05$)
 - Fig.3 より，OL 群は PRAC よりもスコアを減少させた

4. Discussion

- 模倣の GOADI として，ヒトは目標手段・プロセスよりも目標自体を模倣する傾向があると主張されている(Bekkering et al., 2000; Wohlschlaeger et al., 2003)
 - 今回の結果においても，参加者はモデルを模倣することで最終目標（例：ボールの軌跡パターンや Juggling cycle の維持）を達成した
- ゆるく定義された目標（例：耳のそばのスペースにボールを届かせる）においても，運動は主要な目標に辿り着くような運動になる
- 加えて，行為を模倣する対象が日々存在することでよりモデルに似た運動になる (Wohlschlaeger et al., 2003)
 - 運動による制御の観念性の原則に基づくインプットとアウトプットの模倣メカニズムが説明できる
 - ◇ 運動の軌跡が最終目標によって強い影響を受ける
- 最終目標を模倣することはミラーニューロンシステムとも関連が深い
 - ミラーニューロンシステム：自ら行動する時と他の行動を観察する時，両者において電位が発火する神経細胞
 - ◇ 前運動皮質が活性化する
 - ✓ 学習の初期状態では起こりにくい
- 本研究では，発見学習の効果的な理解に関して以下の重要な点を示唆する
 - どのようにカスケードをするのかに関する言語的な教示や最終目標が与えられたにも関わらず，CON 群では 5 週間掛けてパフォーマンスを向上させることができなかった
 - ◇ モデルの観察なしに最終目標を達成し，モデルとよく似た運動パターンを実現した先行研究の結果とは異なる結果となった (Schoenfelder-Zhodi, 1992; Vereijken & Whiting, 1990)
 - ◇ 先行研究ではスキーシミュレーターによる課題のため，ジャグリングと異なり時間的・空間的制約を考慮する一方で，プレー中のトライ&エラーによる調整が要求されることによる影響が考えられる (Al-Abood et al., 2001)

- また、先行研究ではモデルの運動パターンを模倣行為しなくても、発見学習はパフォーマンス結果を促進することを示唆している(Al-Abood et al., 2001; Horn et al., 2002)
 - 3 ボールカスケードでは最終目標と運動パターンが独立してない
 - より（質の）高い特定の空間的・時間的運動パターンは、既存の運動を単に修正するだけでは容易に得られない最終目標の達成が求められる
 - ◇ ゆえに、発見学習の効果は課題の制約や最終目標に達するための解決策数に依存する(Ashford et al., 2006)
- 学習者が自律的に最終目標を得るために既存の運動パターンを修正することは容易ではない
 - GOADI として位置づけられ、今後は運動パターンに関して最終目標までの達成方法を伝えた時に、その運動パターンの情報がどれだけ重要であるのかを検討する

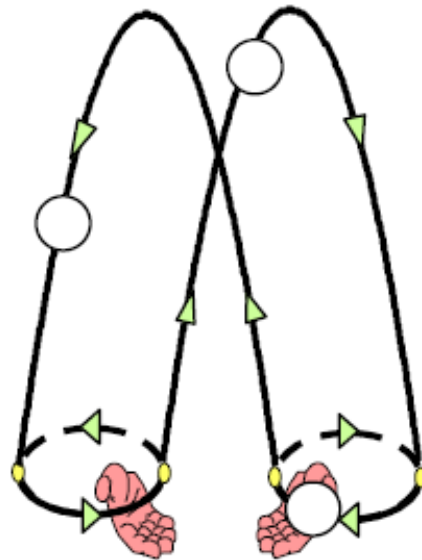


Fig. 1. Schematic representation of a standard cascade.

Table 1
The OL and CON group's mean (\pm SD) number of successful juggling cycles across practice test session and retention

<i>M</i> (SD)	PRE	PRAC 1	PRAC 2	PRAC 3	RET
OL	0 (0)	0 (0)	4 (4)	7 (5)	8 (7)
CON	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

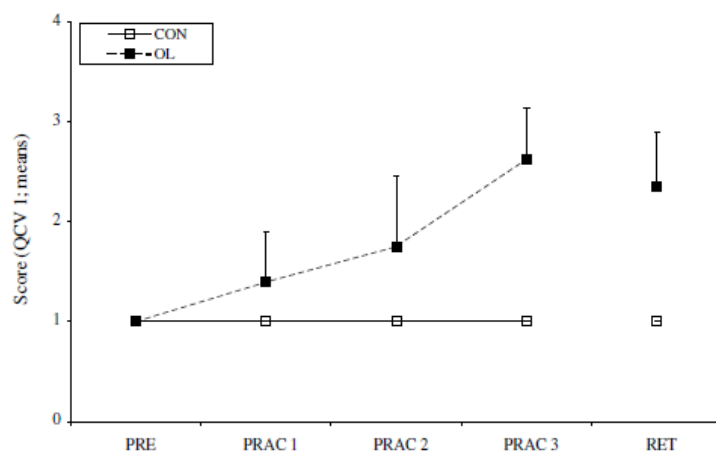


Fig. 2. Mean (+standard error bars) qualitative criterion variable 1 (QCV 1) scores for both groups across pre, practice and retention test phases.

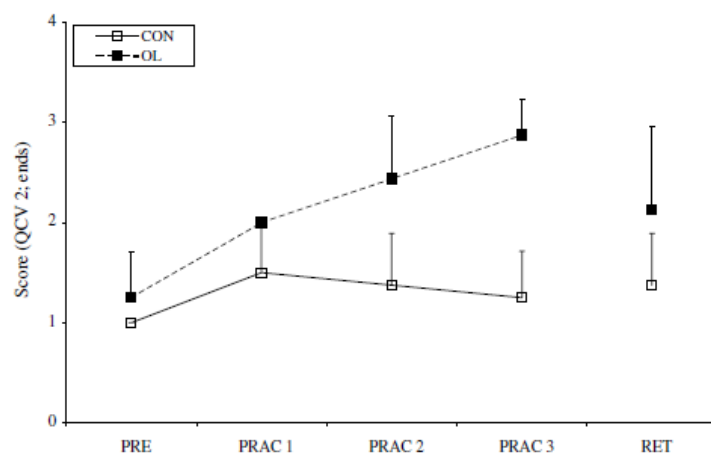


Fig. 3. Mean (+standard error bars) qualitative criterion variable 2 (QCV 2) scores for both groups across pre, practice and retention test phases.