運動学習における運動感覚的指導の 効果に関する分析的研究

杉原 隆* 工藤 孝幾** 松田 岩男*

(昭和51年12月12日 受付)

An Experimental Analysis of Kinesthetic Guidance in Motor Learning

Takashi Sugihara (The University of Tsukuba)

Kouki Kudou (Touhoku Dental University)

Iwao Matsuda (The University of Tsukuba)

Abstract

Evaluating the effects of kinesthetic guidance in motor learning, three fundamental factors with 2 values each were investigated, giving a $2 \times 2 \times 2$ design with eight independent experimental groups and two control groups. These three factors are whether the performance is voluntary or forced, the spatial regulation is active or passive, and the time of instruction to be given. The subjects used were 5th grade boys equipped with a mirror drawing task by use of a triangle path.

Results indicated that : 1) The guidance with active movement, and/or the guidance which needs spatial regulation were more effective when they were given at later stage of learning. 2) On the other hand, when they were given at early stage of learning, effects of guidance faded away soon. 3) In contrast, the guidance with passive movement, and/or the guidance which needs no spatial regulation were effective when they were given at early stage of learning. 4) It is not clear from the results of this experiment whether kinesthetic guidance adds more efficiency than normal practice without guidance. These results were discussed in terms of the role of kinesthetic feedback in motor learning. (Takashi Sugihara, Kouki Kudou, Iwao Matsuda : An Experimental Analysis of Kinesthetic Guidance in Motor Learning, *Jap. J. Phys. Educ.*, Vol. 22, No. 3, Sept. 1977, pp. 127~136)

緒 言

近年、運動学習を制御理論で説明しようとする試みが広く行なわれ、多くの成果をあげてきている。制御理論では、自己の運動に関するフィードバック情報とともに、遂行する運動についての内

的基準の形成ということが、学習にとって非常に重要であるとされる。そして例えば、Adams (1971) のモデルでは、perceptual trace や memory trace、また Keele (1968) のモデルでは motor program と呼ばれているが、それらの形成の過程には、運動感覚的なフィードバックが大

* 筑波大学 ** 東北歯科大学

きな役割を果たしていると考えられている。しかし、どのような運動感覚的フィードバックがどのように関与しているかといった具体的な問題の解明は、いまだなされていない。この点を明らかにするためには、運動感覚フィードバックを統制する必要があるが、このことは学習者の身体の動きを外的に規制することにより達成されるのであり、とりもなおさず、一種の運動感覚的な指導 *kinesthetic guidance* の問題でもある。したがって、この問題の解明は、理論的にも実践的にも重要な意味を持つといえよう。本研究は、運動感覚的な指導法の有効性を、運動学習における制御理論的立場から分析することを意図している。

関連する従来の実証的研究は、反応を強制する方法 *forced response* と、身体を拘束する方法 *physical restriction* という2つの指導形態についてなされてきた。ところが実験場面では、前者は正確な運動の方向や範囲などが受動的な運動として与えられるのに対して、後者は運動の方向や範囲については一定の許容度が認められている能動的な運動である。つまり、能動運動か受動運動かという要因と、運動の空間的調節の範囲の大小という2つの要因が、分かち難く融合してしまっている。したがって、まずこの基本的な両要因のそれぞれの働きと、その交互作用を明らかにする必要があると考える。以下、それぞれの要因について文献的検討を加えて見ることにする。

受動—能動運動要因 Zacks & Freedman (1963) や, Meland, Halay & Gildow (1973) の運動感覚残効の研究によれば、能動運動と受動運動の場合で、残効の程度が異なることが報告されている。また, Lloyed & Caldwell (1968) や, Craske & Crawshaw (1975) による位置決め課題の研究では、能動運動の方が受動運動より正確である、という報告がなされている。Merton (1964) は、受動運動に比べ能動運動の場合、動作中の“*sense of effort*”が脳皮質へフィードバックされるのではないかと考えているように、能動運動と受動運動では動作のメカニズムが異なると思われる。このことからすると、最終的に能動運動による動作が要求される場合、受動運動による練習はあまり大きな効果をもたらさないのでは

ないかと考えられる。

運動の空間的調節の有無 本研究で取り扱う運動感覚的指導とは、運動学習における *guidance* の一種で、特に運動感覚情報に基づいた *guidance* ということができる。Holding (1970) は、運動学習の初期の過程において、学習者が特定の誤反応を学習する傾向のあることを明らかにしている。そして学習初期の誤反応の反復が持続的性質を持ち、後半で誤反応の学習解消が必要となるため、学習に不利となるということから、学習初期の誤反応を制限しようとする試みとして *guidance* を位置づけている。知覚学習や言語学習においては、学習初期の誤りを制限する *guidance* の有効性が確認されており、特にプログラム学習においては重要な役割を果たしている (Holding, 1969)。しかし、運動学習における *guidance* の有効性については明確でなく、検討の余地がある。

Holding & Macrae (1966) は、知覚—運動 *translation*^{注1)} の要求が高くなるにつれて、運動の空間的調節が含まれない正しい反応のみの反復よりも、空間的調節が必要とされる状況下での誤反応に関する経験も重要になってくることを報告している。また Holding (1969) は、*perceptual demands* が大きい課題の場合、正しい反応のみの反復は有効であろうが、*response demands* が大きい場合、あまり有効でないだろうと推察している^{注2)}。

身体拘束法と反応強制法の有効性 以上の2つの要因から考えて、身体拘束法の方が反応強制法よりも有効であろうという予想が成り立つ。従来の研究を見ると, Holding & Macrae (1964, 1966) は、身体拘束の方が反応強制よりも有効である、という結果を報告している。特に Holding & Macrae (1964) は、反応強制法は通常練習以下の効果しかないことを示しており, Lincoln (1956), Holding (1959), Macrae & Holding (1966) の研究でも同様の結果が報告されている。また同じ反応強制法でも、故意に誤反応を経験させ、その反応についてのKRを与えた場合の効果を、正しい反応のみの反応強制法と比較した Lincoln (1956), Macrae & Holding (1965) の研究では、前者の方が優れていることを報告しており、学習

にとって誤反応の経験が必要であるという傾向を示している。このように従来の研究は、正しい反応のみの受動運動による反応強制法は、あまり有効ではないという傾向を示しているように思われる。一方、身体拘束法に関しては、Bilodeau & Bilodeau (1958), Gordon (1968, 1969) が、通常練習ほどの効果をもたらすものではないということを報告している。しかし、Gordon の研究のデータを詳しく調べて見ると、指導期間中においても、通常練習以上のパフォーマンスを示していおらず、指導としての意味を持っていなかったのではないかと考えられる。この点、Bilodeau & Bilodeau (1958) の研究では、指導期間中に、指導による明らかなパフォーマンスの向上が見られるにもかかわらず、テスト試行においては、通常練習以下の成績しか示していない。この研究は、身体拘束条件下での練習効果が、その後の自由試行に転移するかを調べる目的でなされたもので、実験課題として両手協応トラッキング課題を用いている。その結果、自由試行への転移はほとんど見られなかった。この結果を Bilodeau & Bilodeau は cue system の相違という点から考察している。つまり、身体拘束条件下では、自己受容器からの手掛りで運動を補正しているが、自由試行の場合は視覚的手掛りで補正しており、この cue system の相違が転移の見られなかった原因であろうということで、さらに長期の指導期間を設ければ、cue system が似てくるので、身体拘束の効果が期待できるだろう、と推察している。この推論は十分根拠のあることであり、運動感覚的指導の効果を論じる場合、既述の要因のほかに、指導挿入の時期という要因を考慮する必要がある。

指導挿入時期要因 Fitts (1964) は、「新しい知覚運動課題を学習している時は視覚的コントロールが重要であるが、それがしだいに習慣的になってくると固有受容フィードバック、または、“feel” がより重要になってくる」と述べている。Adams (1971) は、運動学習の過程で、perceptual trace が形成され、その動作を再現するとき、動作に付随した末梢からのフィードバックを perceptual trace と照合しつつ動作をコントロールすると考えている。また学習初期においては、まだ

perceptual trace は形成されていず、この場合は外からのKRに基づいて動作がコントロールされるとされている。このことは、学習過程でフィードバックチャンネルが視覚から運動感覚へと移行していくということを示唆しており、先の Fitts (1964) の主張とも一致している。また実験的研究によっても、このことを裏づける結果が報告されている (Fleishman & Rich, 1963)。以上のことから運動感覚的指導は、フィードバックチャンネル、あるいは cue system が運動感覚へ移行してきたとき、いい換えれば、学習初期でなく、ある程度学習の進んだ段階で与えた方が有効であると考えることができる。Parker & Fleishman (1961) は、ある能力がその段階で重要な役割を果たしているとき、その段階に入る直前のその能力を強調した指導法が有効であることを指摘している。これは有効な指導のためには、与えられた情報を適切に処理できる準備状態にあることが必要なことを示していると考えられる。

このように、運動感覚的指導の効果を論ずる場合、先に述べた2つの要因と、指導挿入時期という要因の3つが、指導効果を左右する最も基本的な要因と考えられる。また、これらの要因間には、次のような交互作用を考えることができる。

運動の空間的調節の有無要因と指導挿入時期要因との交互作用 Von Buseck (1965) は、学習初期において、付加情報 augmental information feedback の有効性が見られなかった、という研究結果について、被験者が、その段階においては、付加情報を処理できなかったのであろうと考察している。このことは何の内的基準もそなっていない学習初期において、多くの情報を提供することは有効でないということを意味している。これを運動感覚的指導にあてはめると、次のようなことがいえよう。運動の空間的調節が必要でない場合の方が、ある場合より、運動に伴う情報が単純であると考えられる。Decker & Rogers (1973) は、反応強制法は被験者の情報処理の負担の軽減に役立つことを明らかにしており、前述の予想が裏づけられる。以上のことから、学習初期においては、単純な形で内的手掛りを与える反応強制法の方が、より複雑な内的情報を含むと考

えられる身体拘束法よりも有効であろうと考えられる。しかし、視覚的情報など、外的手掛りが冗長となり、運動感覚的手掛りの重要性が増してくると考えられる比較的学习の進んだ段階には、より詳しい内的情報を与えることが必要なわけで、この点で反応強制法はあまり意味を持たず、身体拘束法の価値が増してくるであろう。

本研究は、運動感覚的指導の効果に大きく関与すると思われる3つの要因、つまり、1) 受動運動か能動運動か、2) 運動の空間的調節の有無、3) 指導挿入の時期、の組合せによって設定される8種類の指導条件の効果と比較し、それぞれの要因の影響とそれらの交互作用を検討することにより、より有効な運動感覚的指導の開発のための基礎的資料を得る目的で計画された。

研究方法

- 1) 被験者 小学校5年生男子150名
- 2) 実験課題 鏡映描写(描写図形は半径7cmの円に内接する正三角形)
- 3) 実験装置 鏡映描写装置の平面型と溝型の2種類を用意した。平面型とは描写面が平面で、その上にテスト用紙を置いて行なうもので、一般に使用されているタイプである。これは通常練習のときに用いられた。溝型とは描写面に、要求される描写図形と合同の正三角形が掘ってあるもので(図1参照)、指導時に用いた。溝型を用いて練習するときは、次に述べる鉄筆で溝内を動かす(または動かしてもらう)ことによって指導がなされた。鉄筆は2種類用意した。1つは細型で、溝幅(6mm)より直径が細く(1.5mm)、横ずれするので、運動の空間的調節が要求されるという条件のときに用いられた。他の1つは太型で、溝幅と同じ直径なので横ずれがなく、運動の空間的調節の必要がなく、正しい動作のみが経験できるという条件のときに用いられた。
- 4) 実験手続き 全群とも、試行間隔20秒で通常練習を26回行なわせた。実験群には途中4分間の指導が、以下の条件で挿入された。

(1)太型受動前期群	(2)太型受動後期群
(3)太型能動前期群	(4)太型能動後期群
(5)細型受動前期群	(6)細型受動後期群

図1 鏡映描写器溝型と鉄筆

(7)細型能動前期群 (8)細型能動後期群

以上の実験群の名称の最初の「細型—太型」とは、用いる鉄筆の型を示すものである。次の「受動—能動」とは、実験者に手引きしてもらうか、自分で動かすかを示すものである。また「前期—後期」は、指導挿入時期を示すものである。第2, 第3試行間に指導を挿入した場合を前期, 第10, 第11試行間に挿入した場合を後期とした。以上実験群8群のほかに、次のような対照群2群を設けた。対照群Aは、第2, 第3試行の間の指導期間に4分間の通常練習を行なった。対照群Bはこの期間、休憩をさせた。以上合計10条件に対し、15名ずつランダムに被験者を割り当てた。なお、指導期間として試行回数を一定にせず、4分間という時間で統一したのは、Waters & Ellis (1931)が、迷路課題の場合、1試行当たりの試行距離または所要時間は、通常練習の方が指導条件に比べ、はるかに長いと指摘していることが、本研究の実験課題についてもいえると考えられるからである。また前期として、第2, 第3試行間、後期として、第10, 第11試行間を選んだのは以下の理由による。すなわち、予備実験のデータを見ると、第2, 第3試行あたりでは、描写曲線の揺れが激しいが、第10, 第11試行あたりから、かなりなめらかな曲線になってくる。揺れが激しいとい

うことは、松田(1968)が述べているように、動作がもっぱら視覚的手掛りに依存しており、それがなめらかになってきたということは、しだいに運動感覚的手掛りに移行してきたと考えられる。このような観点から本研究では、一応、主として視覚的手掛りに依存していると考えられる第2、第3試行間を前期、運動感覚的手掛りへ移行してくると考えられる第10、第11試行間を後期、と呼ぶことにした。

結 果

スピード得点は、1周するのに要した時間の逆数の 10^4 倍で表わした。また正確性得点は、描写曲線の揺れの程度により、10段階の基準を作製し、その基準に従い、1～10点で評定した。

本研究では、指導の量を先に述べた理由で時間で統一したわけであるが、この4分間に各群とも何回ぐらい練習したかを調べたところ、8つの実験群は20回から26回ぐらいで大きな差はないのに対し、対照群Aは約4試行で、実験群との間に大きな差が見られた。

次に2試行を1ブロックとして学習曲線を比較してみると、指導後の第7ブロックあたりから、各群の成績の順序に入れかわりがなく、ほぼ一定の経過を示している。そこで最終の第13ブロックについて検討を行なった。表1に第13ブロックのスピード得点、正確性得点の平均と標準偏差を示

した。両得点ともに最高のパフォーマンスを示しているのは、細型能動後期群であり、スピード得点では、最低のパフォーマンスを示している太型受動後期群との間に295点の差があり、これは所要時間に直すと約20秒の差である。また正確性得点では、最低のパフォーマンスを示している太型能動前期群との間に約1点の差があることがわかる。1要因の共分散分析によって第13ブロックのパフォーマンスを検討したところ、正確性得点には有意差がみられなかったが、スピード得点では有意差がみられた($p<.05$)。多重比較の結果、細型能動後期群と太型能動前期群が太型受動後期群より優れていた。また細型能動後期群は、4分間の指導期間中に休憩していた対照群Bよりも優れていた。

次に3つの要因の効果と、それらの要因間の交互作用を調べるために、実験群8群の第13ブロックについての3要因共分散分析を行なった。その結果、スピード得点に関しては、受動-能動要因と指導挿入時期要因($p<.01$)、空間調節の有無要因と指導時期要因($p<.05$)、の2つの交互作用が有意であった。この交互作用の内容は、図2のグラフで示したように、前期挿入の場合は受動-能動という条件による差はなく、後期挿入の場合は能動条件の方が受動条件より優れているというものであり、また図3のグラフに示したように、前期挿入の場合は太型条件が良く、後期挿入の場合

表1 第13ブロックにおける、スピード得点と正確性得点の平均と標準偏差

群 名	スピード・正確性 M・SD	ス ピ ー ド 得 点 (1/sec×10 ⁴)		正 確 性 得 点 (点)	
		M	SD	M	SD
対 照 群 A		549	156	5.00	0.93
対 照 群 B		544	165	4.66	1.05
太 型 受 動 前 期 群		664	192	5.06	0.76
太 型 受 動 後 期 群		450	130	4.72	1.01
太 型 能 動 前 期 群		568	204	4.44	0.94
太 型 能 動 後 期 群		646	164	5.31	0.76
細 型 受 動 前 期 群		544	150	4.94	1.00
細 型 受 動 後 期 群		602	168	5.06	1.07
細 型 能 動 前 期 群		594	217	4.81	1.41
細 型 能 動 後 期 群		745	219	5.47	0.88

図2 スピード得点における能動—受動要因と指導時期要因との交互作用を示す学習曲線

図3 スピード得点における細型—太型要因と指導時期要因との交互作用を示す学習曲線

は細型条件が優れている、というものである。この2つの交互作用は、図4に示された4群の学習曲線に端的に表わされている。次に正確性得点では、指導挿入時期要因の主効果と、同要因と受動—能動要因との交互作用が有意であり、後期指導条件の方が、前期指導条件より優れていることと、図5に示したように、前期挿入では受動条件が優れており、後期挿入では能動条件が優れているという結果が得られた。

第13ブロックのパフォーマンスを比較することは、指導挿入後の通常練習の効果を含めて指導の効果の問題にしていることになる。そこで、純粹に前期—後期指導の効果だけを見るために、指導直前と直後のブロック間の進歩量を比較した。この場合、学習段階によって進歩量が異なるので、進歩量を標準得点に直すことによって分析を行なっ

た。標準化した進歩量は図6に示してある。実験群8群について、3つの要因に関し、学習量の3要因分散分析を行なった。スピードにおいては、受動—能動要因と指導時期要因の主効果が有意であり ($p < .05$)、能動条件の方が受動条件より、また前期条件の方が後期条件より、進歩量が大きいたことが明らかとなった。正確性においては、受動—能動要因の主効果が有意であり、能動条件の方が受動条件より進歩量が大きいたことが明らかになった。最後に指導の効果は、スピードと正確性とで異なるがどうかを調べるために、標準化した進歩量について、指導時期要因、スピード—正確性要因、被験体要因、の3要因分散分析を行なった。その結果、指導時期要因とスピード—正確性要因の交互作用が有意となり、前期指導の効果は正確性よりスピードに大きく、後期指導の効果は

図 4 太型受動条件の前期、後期群と、細型能動条件の前期、後期群の、スピードの学習曲線

図 5 正確性得点における受動—能動要因と指導時期要因との交互作用を示す学習曲線

図 6 実験群 8 群の指導による変化量標準得点のヒストグラム

スピードより正確性に大きいことが明らかになった。

考 察

まず、第13ブロックのパフォーマンスの比較では、設定した3つの要因のうち、指導挿入時期要因のみの主効果の有意差が検出され、後期指導の方が前期指導よりも有効であるという仮説を支持する結果が得られたが、他の2つの要因に関しては、主効果は検出されなかった。それは次の交互作用によるものである。まず、受動—能動要因と指導時期要因の交互作用については、前期挿入の場合は受動—能動の条件による差はなく、後期挿入の場合は能動条件の方が優れているというものであり、空間調節の有無要因と指導時期要因の交互作用については、前期挿入の場合は空間的調節のない条件が優れており、後期挿入の場合は空間的調節がある条件が優れているというものである。以上の2つの交互作用のうち、後者は仮説を支持するものであるが、前者に関しては予想しなかったものである。これは次のように考えることができる。まず前期挿入条件で受動—能動の条件による差が見られなかった理由は、この時期では、まだ運動感覚情報を活用する準備状態ができていなかったため、本来有効である能動条件の効果が発揮されなかったのであろう、ということである。これに対し、後期挿入の場合は運動感覚情報を活用できる準備状態が形成されており、能動運動の有効性が発揮されて、受動—能動の条件による差が見られたのであろうと解釈することができよう。この2つの交互作用を最も良く表わしているのが図4に示されている4群の学習曲線である。太型受動条件と細型能動条件とを比較すると、前者は前期挿入の場合に比較的高いパフォーマンスを示しているが、後期挿入の場合は極端に低下している。一方、後者は前期挿入の場合、あまり高いパフォーマンスを示していないが、後期挿入の場合、大きなパフォーマンスの向上が見られる。

このように、第13ブロックのパフォーマンスの分析結果は、仮説をほぼ支持していると考えられる。これに対し、指導による進歩量の比較では、

能動条件の方が受動条件よりも優れているという仮説どおりの主効果も検出されているが、指導挿入時期要因に関しては、前期指導の方が後期指導に比較して優れているという、仮説または第13ブロックのパフォーマンスの分析結果と反する結果が明らかにされている。これは図6からわかるように、後期挿入の場合、受動条件は能動条件に比べ効果が少ないこと、また前期挿入の場合であっても細型能動条件の効果が大きいこと、を反映したものである。このうち前者は、これまでの説明と一致する。つまり、運動感覚的手掛りを活用できる準備状態ができたと思われる時期に、それを制限してしまうような指導形態は、あまり効果をもたらさないということである。これに対し、後者の場合は、これまでの説明とは矛盾する。この点に関しては次のように解釈できよう。第13ブロックのパフォーマンスの比較に対し、指導時の進歩量の比較では先にも述べたとおり、指導後の通常練習との交互作用の影響を含んでいない。このちがいが、矛盾した結果が得られた原因であると考えられる。つまり、初期に複雑な運動感覚的情報を提供することは、これまでの説明のように、内的基準の形成に役立たないのではなくて、いったんは形成され、それが進歩量として反映されるが、次に続く通常練習中のさまざまな誤反応の経験によって、その効果を維持することができないほど不安定なものであった、ということである。この点、比較的後期に複雑な運動感覚的情報を与えることは、練習者にその情報を活用できる準備状態ができているということと、指導前の誤反応を含む通常練習によってある程度形成された内的基準を強化するという意味を持つために、それ以降の通常練習との交互作用に対し、比較的堅固な内的基準を形成することができたのであろう。

3つの要因については、以上のように解釈できるが、それでは本研究で設定された運動感覚的指導の効果は、通常練習と比較してどうであろうか。この点に関しては、第13ブロックにおけるパフォーマンスの1要因共分散分析の結果から、対照群Aより優れている実験群は、統計的有意差を持っては明らかにされなかった。しかし学習曲線を見

ると、細型能動後期群、太型能動後期群は、指導後の全ブロックで一貫して対照群Aより高いパフォーマンスを示している。この点からすると、3つの要因を考慮することによって、通常練習以上の効果が期待できると考えることもできる。しかし以上の結果は、研究方法の所でも述べたように、指導回数よりも指導期間を一定にした場合のものである。その根拠は、回数で統制すると、通常練習の方が指導時より試行距離または試行時間において極端に長くなり、条件統制上問題を含んでいるという点である。しかし時間で統制した場合、当然逆に回数の方が不統一になるという問題を含んでいる。本研究では、鏡映描写のような課題の場合、ある地点での練習効果は他の地点でも通用するものである、という考えのもとに、回数よりも時間で統制する方を選んだ。しかしデータを詳しく調べて見ると、被験者によっては、常に同じ地点で誤りを繰り返すという傾向が見られ、ある地点での練習効果が他の地点にも通用するだろうというという予想を全面的には受け入れられないことがわかる。4分間の指導期間中、各群それぞれ何回ぐらい練習を行なっているかを見ると、実験群8群では大差がなく、少なくとも3つの要因に関するいままでの考察については問題はない。しかし、対照群Aの場合、実験群と比べ極端に練習回数が少なく、この回数の差がパフォーマンスがに反映していることも考えられる。このことも含めて考えるならば、運動感覚的指導が通常練習以上の効果を持つものであるかどうかについては、依然として明らかにされなかったといえるだろう。

本研究で設定された指導期間が4分間と比較的短期間であったことが、条件による効果の相違を明確にできなかった原因の1つと考えられる。また、もう1つの問題として、指導を受ける練習者側の要因、つまり指導によって与えられた運動感覚的情報を、どの程度受け入れられるかという個人差というものがあげられ、今後これらの点を検討することにより、運動感覚的指導についての、より明確な結論を導き出すことができるだろうと考えられる。

この研究は、昭和49年度科学研究補助金（課題番号

978011）によって行なわれた。また研究をまとめるにあたり、加賀秀夫、市村操一、両先生から適切な意見をいただきました。記して感謝の意を表します。

注1) 例えば、右ランプがついたら右ボタン、左ランプがついたら左のボタンを押すというように、刺激と運動反応の対応関係がダイレクトであればあるほど、知覚-運動 translation の要求は低いということで、対応関係が複雑になるに従って、知覚-運動 translation の要求が高くなるという。

注2) 正しく知覚することが主に要求され、それに対する動作の内容（例えば、スピード、方向、フォーム）はあまり重要でない場合を、perceptual demands が大きいといい、刺激に対する動作の内容が重要である場合を、response demands が大きいという。

References

- 1) Adams, J. A.: A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3, 149~161, 1971.
- 2) Bilodeau, I. McD. and Bilodeau, E. A.: Transfer of training and physical restriction of response. *Perceptual and Motor Skills*, 8, 71~78, 1958.
- 3) Craske, B. and Crawshaw, M.: Shifts in kinesthesia through time after active and passive movement. *Perceptual and Motor Skills*, 40, 755~761, 1975.
- 4) Decker, L. R. and Rogers, C.A.: Forced guidance and distribution of practice in sequential information processing. *Perceptual and Motor Skills*, 36, 415~419, 1973.
- 5) Fitts, P. M.: Perceptual-motor skill. In Melton, A. W. ed.: *Categories of Human Learning*. Academic Press, 1964.
- 6) Fleishman, E. A. and Rich, S.: Role of kinesthetic and spatial-visual abilities in perceptual-motor learning. *Journal of Experimental Psychology*, 66, 6~11, 1963.
- 7) Gordon, N. B.: Guidance versus augmented feedback and motor skill. *Journal of Experimental Psychology*, 77, 24~30, 1968.
- 8) Gordon, N. B.: Varied input stimuli and motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 1, 149~161, 1969.

- 9) Holding, D. H.: Guidance in pursuit tracking. *Journal of Experimental Psychology*, 57, 362~366, 1959.
- 10) Holding, D. H. and Macrae, A. W.: Guidance, restriction and knowledge of results. *Ergonomics*, 7, 289~295, 1964.
- 11) Holding, D. H. and Macrae, A. W.: Rate and force of guidance in perceptual-motor tasks with reversed or random spatial correspondence. *Ergonomics*, 9, 289~296, 1966.
- 12) Holding, D. H.: Learning without error. In Smith, L. E. ed.: *Psychology of Motor Learning*. The Athletic Institute, 59~60, 1969.
- 13) Holding, D. H.: Repeated errors in motor learning. *Ergonomics*, 13, 727~734, 1970.
- 14) Keele, S. W.: Movement control in skilled motor performance. *Psychological Bulletin*, 70, 387~403, 1968.
- 15) Lincoln, R. S.: Learning and retaining a rate of movement with the aid of kinesthetic and verbal cues. *Journal of Experimental Psychology*, 51, 199~204, 1956.
- 16) Lloyd A. J. and Caldwell, L. S.: Accuracy of active and passive positioning of the leg on the basis of kinesthetic cues. *Journal of Comparative Physiological Psychology*, 60, 102~106, 1965.
- 17) Macrae, A. W. and Holding, D. H.: Method and task in motor guidance. *Ergonomics*, 8, 315~320, 1965.
- 18) Macrae, A. W. and Holding, D. H.: Transfer of training after guidance or practice. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 18, 327~333, 1966.
- 19) 松田岩男 「現代スポーツ心理学」 日本体育社, 113, 1967.
- 20) Melamed, L. E., Halay, M. and Gildow, J.: Effect of external target pressure on visual adaptation with active and passive movement. *Journal of Experimental Psychology*, 98, 125~130, 1973.
- 21) Merton, P. A.: Human position sense and sense of effort. *Symposia of the society for experimental biology*, 18, 387~400, 1964.
- 22) Parker, J. F. and Fleishman, E. A.: Use of analytical information concerning task requirement to increase the effectiveness of skill training. *Journal of Applied Psychology*, 45, 295~302, 1961.
- 23) Von Buseck, R. C.: Augmented error feedback in a simulated driving task. Unpublished dissertation draft, University of Michigan, 1965.
- 24) Waters, R. H. and Ellis, A. I.: The relative efficiency of free and guided learning when equated in terms of time. *Journal of Comparative Psychology*, 12, 263~277, 1931.
- 25) Zacks, J. L. and Freedman, S. J.: Active and passive movement in the production of kinesthetic tilt after-effect. *Perceptual and Motor Skills*, 16, 702, 1963.