

Title	反応時間からみた知覚-運動機能に及ぼす運動経験の影響
Sub Title	Perceptual-motor function and the effect of training experience
Author	近藤, 明彦(Kondo, Akihiko)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	1982
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.22, No.1 (1982. 12) ,p.1- 9
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00220001-0001

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

反応時間からみた知覚—運動機能に 及ぼす運動経験の影響

近 藤 明 彦*

緒 言
方 法
結 果 と 考 察
ま と め

緒 言

体の一部分あるいは全身をすばやく動かしたり、方向を変える能力を敏捷性 (agility) と呼ぶ。この敏捷性は運動能力の基礎となる体力要素の一つであり、日常生活での身体活動の巧緻に関係するばかりでなく、特に各種のスポーツ、運動場面においては、その performance を決定する重要な因子と考えられる。

敏捷性の評価の指標としては、反応時間、反復速度が用いられる。反応時間に関しては、スポーツの科学的研究の対象として早くから内外の研究者によってとりあげられてきた。⁽⁴⁾⁽⁷⁾

中でも、Curton の研究は興味深いものである。彼は体力の指標として刺激に対する垂直跳反応時間の測定を提唱し、多くの競技選手の全身反応時間を測定した。また、猪飼らはCurton⁽¹⁾の方法を改良し、全身反応時間を神経機構での伝導時間と、筋の収縮時間に分けて測定する方法を考案した。⁽⁵⁾

しかし、実際のスポーツ場面を考えた場合 Curton、猪飼らの実験方法のような単一刺激に対する単純な反応の形式は、陸上競技や水泳のスタートぐらいであると考えられる。多くのスポーツ、特にボールゲームなどの場合、相手、味方、ボール等を刺激としてとらえ、それを中枢で認知し、その状況に適した反応動作を起こすという選択反応の形式によるものが多い。さらに選択反応の形式では刺激の多くが視覚情報として与えられるため、眼球と頭部の協応運動などの視覚機能を含む知覚—運動機能の良否が重要なものとして取り上げられる。⁽⁶⁾

そこで、筆者らは猪飼らの方法に示唆を受けさらにそれを発展させ、多様な選択的刺激を眼

* 慶應義塾大学体育研究所助手

反応時間からみた知覚—運動機能に及ぼす運動経験の影響

球—頭部の協応的な運動を介しながら受容し、それに対して適切で迅速な反応動作を行なうという実験場面を設定した。そして刺激の受容から反応生起に至るまでの時間経過をいくつかの相に分類し検討を加えてきた。

その結果、⁽²⁾⁽³⁾ 幼児の場合、特にサッカーなどのスポーツ活動を年間を通して行なっている者の方が、そうでない者に比べ反応時間が短いことが明らかとなった。これは、反応様式の決断という中枢過程に関わる相の差によるものであった。

それでは、成人に至った場合、過去の運動経験の有無が知覚—運動機能へどのような効果をもたらすのであろうか。本研究は、この点に着目し、スポーツ種目を継続的に経験しなかった者、選択的な反応の形式をもつスポーツ種目を経験した者、単純な反応の形式をもつスポーツ種目を経験した者を取りあげ、運動経験の違いが敏捷性の指標である反応時間にどのような影響を与えるか検討しようとするものである。

方 法

1. 被 験 者

本研究に用いた被験者は、K大学に在学する18歳～23歳の男子学生であり、次の3群である。

- (1) Control (運動未経験群); 過去に特別な運動経験をもたない者, 25名。
- (2) B-group (バスケットボール部員); 選択的な反応の形式の運動経験者, 19名。
- (3) T-group (陸上競技部員); 単純な反応の形式の運動経験者, 20名。

B-group, T-group の被験者は、それぞれ6年から11年の運動経験をもつ者である。

2. 実 験 装 置

図1のように被験者の前方150cmの目の高さには、赤色の予告刺激と右または左の方向を示す矢印型の第1刺激を準備した。また、被験者の左右90°、150cmの目の高さには、上または下の方向を示す矢印型の第2刺激を準備した。これらの刺激はすべて赤色の発光ダイオードを用いたものである。

被験者の反応時間を分析するために、眼球運動については両眼の外角に銀—塩化銀電極を貼布し、眼球運動によって生ずる網角膜電位 (Corneoretinal potential) を誘導し、その変化を生体電気現象用直流増幅器を介して、Electro-oculogram (E. O. G.) としてペン書きオシログラフに記録した。また、反応動作については、被験者をストレイン・ゲージを貼布した跳躍台の上に立たせ、被験者の跳躍反応による床圧の変化を歪変化増幅器を介して Strain Curve として前述のペン書きオシログラフに記録した。その時ペン書きオシログラフの paper speed

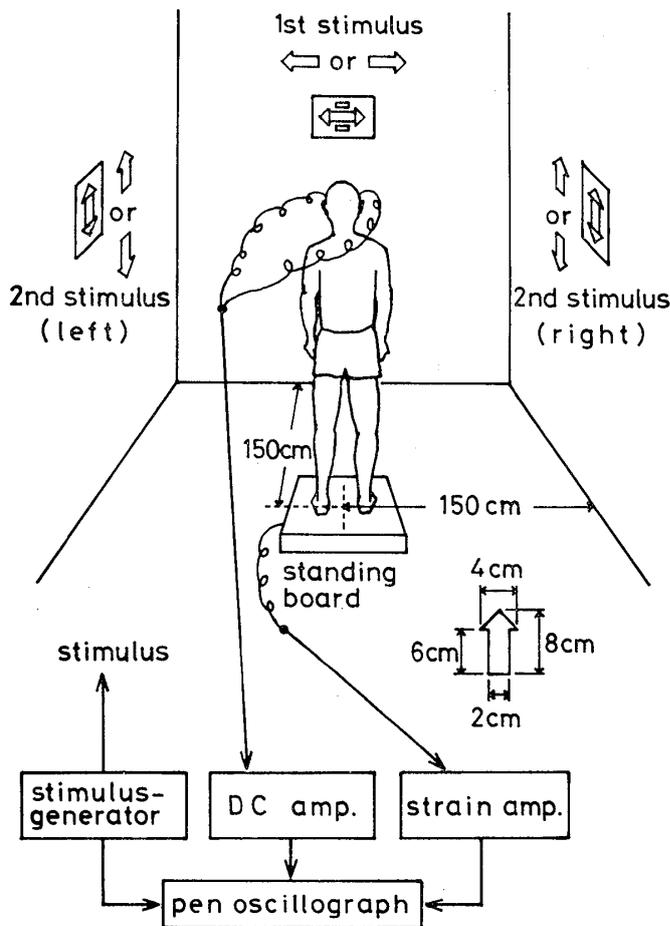


Fig. 1 Experimental layout

←の第一刺激が点燈し、被験者はその方向を向く。すると第2刺激は↑または↓の矢印で示される。被験者は矢印が上向きの場合、伸膝ジャンプを行ない、下向きの場合、屈膝沈み込みを行なうことによって台から足を離すというものである。これを **Standard Condition (SC)** とした。もう一つの条件は、同様の刺激呈示に対してSCとは全く反対の動作を行なうものである。すなわち、もし中央に右向きの矢印が示されたら、被験者は左を向き、下向きの矢印が示されれば、伸膝ジャンプを行なうというものであり、これを **Modified Condition (MC)** とした。

実験にあたっては、前述の内容の教示を被験者に与えたのち、3～4回の練習を行なわせ、SRについては、上下、左右の組み合わせが各5回ずつ計20回の測定をSC、MCの順で行なった。

4. データの処理方法

まず、WRは猪飼らにならい、これを神経伝導時間 (Conduction Time; Cd) と筋収縮時間 (Contraction Time; Co) に分類した。

は 125 mm/sec である。

3. 実験手続き

実験は、全身反応時間および選択反応時間の測定とし、次の手順で行なった。

まず、全身反応時間 (Whole Body Reaction Time; WR) では、被験者は軽く膝を曲げた姿勢で中央の刺激を注視し、刺激が点燈したならば、すばやく伸膝ジャンプを行なって跳躍台から足をはなすものである。これを10回測定した。

次に選択反応時間 (Selective Reaction Time; SR) は、次の2条件で行なわれた。被験者は跳躍台の上に立ち中央の予告刺激を注視する。予告刺激が消えて2～3秒後に⇒または

次に SR は、E. O. G., Strain Curve および 刺激呈示 マークをもとに時間経過を図 2 に示す相に分類した。

Eye Reaction Time (ER); 第 1 刺激が呈示されてから眼球運動が開始されるまでの中枢過程に要する眼球の反応時間

Eye Movement Time (EM); 眼球が飛び越し運動 (Saccadic Eye Movement) を起こしてから、第 2 刺激を網膜の中心窩で

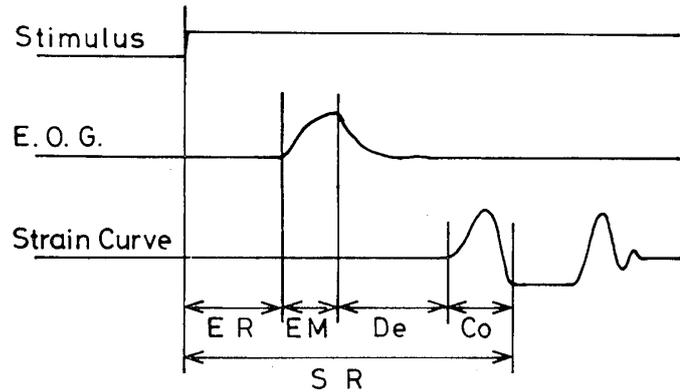
とらえ補償的眼球運動 (Compensatory Eye Movement) を起こすまでの眼球の運動時間。

Decision Time (De); 第 2 刺激をとらえてから跳躍反応が開始されるまでの中枢過程に要する決断時間。

Contraction Time (Co); 脚部の運動が開始されてから、跳躍台から足が離れるまでの筋収縮時間。

Selective Reaction Time (SR); 第 1 刺激が呈示されてから跳躍反応によって足が跳躍台から離れるまでの選択反応時間。

WR の 10 回のデータおよび SR では左右を合わせた 10 回の伸膝ジャンプについて、mm 単位で計測し、それぞれ最長、最短のデータを除外し 8 回のデータについてその平均を求め、msec 単位に換算し各個人の測定値とした。そして各条件、グループ別に平均値、標準偏差を求め、比較するグループ間の差について F 検定 および t 検定、Cochran-Cox の修正値による検定を行ない有意性を検討した。また、全体の反応時間に対する各時間相の影響を相関によって検討した。



ER : Eye Reaction Time
EM : Eye Movement Time
De : Decision Time
Co : Contraction Time
SR : Selective Reaction Time

Fig. 2 Classification of Selective Reaction Time

結果と考察

表 1 は 3 群の WR の各時間相の平均値 および 標準偏差を示したものである。また表 2 は SC, MC 両条件下における SR の各時間相の平均値および標準偏差を示したものである。これらをもとに 3 群の結果を検討してみると次のようになる。

反応時間からみた知覚—運動機能に及ぼす運動経験の影響

Table 1 Means and standard deviations of whole body reaction time (msec)

phase		Cd	Co	WR
Control (n=25)	\bar{X}	222	187	409
	SD	35	24	51
B-group (n=19)	\bar{X}	192	163	355
	SD	32	17	34
T-group (n=20)	\bar{X}	197	148	345
	SD	20	13	28

Table 2 Means and standard deviations of selective reaction time (msec)

Phase			ER	EM	De	Co	SR
Standard Condition	Control (n=25)	\bar{X}	252	153	342	219	966
		SD	31	18	54	35	74
	B-group (n=19)	\bar{X}	239	154	300	187	880
		SD	37	18	61	18	77
	T-group (n=20)	\bar{X}	235	160	313	185	893
		SD	25	26	50	20	45
Modified Condition	Control (n=25)	\bar{X}	316	159	407	225	1107
		SD	54	21	77	34	114
	B-group (n=19)	\bar{X}	277	157	337	207	978
		SD	41	25	72	24	89
	T-group (n=20)	\bar{X}	283	163	375	184	1005
		SD	33	25	70	22	74

1. 全身反応時間 (WR)

WR は単一刺激に対する反応であり、T-group の運動経験と類似した形式である。表3はWR の各群間の差を示したものである。Control に対してB-group, T-group のWR は速くその差は有意である。そしてWR を構成する Cd, Co にも有意な差が認められる。これは

Table 3 Differences of whole body reaction time among each group (msec)

Phase		Cd	Co	WR
Control—B-group	diff.	30	24	54
	t	2.855 **	3.625 ***	3.899 ***
Control—T-group	diff.	25	39	64
	t	2.944 (C) **	6.800 (C) ***	5.232 (C) ***
T-group—B-group	diff.	5	-15	-10
	t	0.573	3.024 **	0.979

C ; Cochran-cox

***; significant at 0.1% level

** ; significant at 1% level

* ; significant at 5% level

Cd, Co両相に両群の鍛練効果が及んだ結果と考えられる。B-group と T-group では WR に差は認められなかったが, Co は T-group が短かくその差は有意である。これは T-group の運動経験が末梢の運動効果器である筋の収縮時間に対して影響を強く与えた結果であると考えられる。これは猪飼らの報告と一致する。しかし, この方法では B-group と T-group の鍛練効果の違いを明確なものとしてとらえることはできない。

2. 選択反応時間 (SR)

次に SR について検討を加える。表 4 は SC, MC 両条件下の SR の各群間の差を示したものである。また, 表 5 は SC, MC 両条件下の SR とそれを構成する各時間相の相関関係を示したものである。

(1) Standard Condition (SC)

まず表 4 の SC の結果について検討する。SC は眼—頭位の協応的な運動, 全身的な反応動作とも矢印の方向と一致して行なうことを求めた反応形式である。Control と B-group では, B-group の SR が速くその差は有意である。また De および Co の相に有意差が認められる。Control と T-group では, T-group の SR が速くその差は有意であり, Co の相に有意差が認められる。T-group と B-group の間に差は認められなかった。

Table 4 Differences of selective reaction time among each group (msec)

Phase			ER	EM	De	Co	SR
Standard Condition	Control — B-group	diff. t	13 1.238	-1 0.178	42 2.360 *	32 3.851 **	86 3.666 ***
	Control — T-group	diff. t	17 1.944	-7 1.041	29 1.808	34 4.004 (C)***	73 3.788 ***
	T-group — B-group	diff. t	-4 0.387	6 0.812	13 0.710	-2 0.319	13 0.631
Modified Condition	Control — B-group	diff. t	39 2.565 *	2 0.281	70 3.001 **	18 1.920	129 3.984 ***
	Control — T-group	diff. t	33 2.344 *	-4 0.570	32 1.410	41 4.563 ***	102 3.383 **
	T-group — B-group	diff. t	6 0.492	6 0.730	38 1.628	-23 3.041 **	27 1.005

C ; Cochran-cox

***; significant at 0.1% level

** ; significant at 1% level

* ; significant at 5% level

Table 5 Correlations between selective reaction time and each reaction time phase (r=)

group		Control	B-group	T-group
Standard Condition	SR — ER	0.648 ***	0.781 ***	0.186
	SR — EM	- 0.064	0.002	- 0.100
	SR — De	0.739 ***	0.797 ***	0.687 ***
	SR — Co	0.444 *	0.026	0.417 *
Modified Condition	SR — ER	0.646 ***	0.575 **	0.491 *
	SR — EM	0.110	0.269	0.274
	SR — De	0.767 ***	0.730 ***	0.770 ***
	SR — Co	0.521 **	0.260	- 0.134

***; significant at 0.1% level

**; significant at 1% level

*; significant at 5% level

Control に対する両運動経験群の SR の結果は鍛練効果と考えられる。さらに SR を構成する各時間相をみると次のような違いがある。すなわち中枢過程に関わる時間相 De の短縮が B-group に認められ、T-group には認められない。これは B-group の鍛練効果が中枢での弁別・認知・決断などの情報処理機能に及んだ結果であると考えられる。このことは、SR と各時間相の相関関係を検討することによりさらに明瞭となる。

表5の SC から Control では SR と ER, De および Co に相関が認められる。B-group では SR と ER, De の間に、T-group では SR と De, Co に相関が認められる。このことから、SR を決定する因子が De という中枢過程における反応様式の決断に要する時間相であることは明らかである。これは SR の反応形式が中枢過程での情報処理機能に深く関わることを示すものである。

さらに Control の結果をもとに見ると、B-group では Co という末梢の運動効果器である筋の収縮時間の相の相関がなくなり、ER, De という中枢過程に要する時間相の相関が高くなっている。T-group では ER という刺激の弁別・認知に要する時間相の相関がなくなり他の相の相関も低くなっている。これは B-group の鍛練効果が中枢過程における弁別・認知・決断などの情報処理能力に対して影響を及ぼし、これに関係する時間相が短縮し SR の遅速を決定していることを示すものである。T-group においては、WR の結果から考えて、鍛練効果が末梢の運動効果器にあるため、B-group と同様の結果を示さないものと考えられる。

(2) Modified Condition (MC)

MC は SC とは逆の形式、すなわち、矢印の方向に対して眼—頭位の協応運動、全身的な

反応時間からみた知覚—運動機能に及ぼす運動経験の影響

Table 6 Differences of selective reaction time between modified condition and standard condition (msec)

Phase		ER	EM	De	Co	SR
Control	diff.	64	6	65	6	141
	t	7.963 ***	2.160 *	5.449 ***	1.729	8.890 ***
B-group	diff.	38	3	37	20	98
	t	5.315 ***	0.694	3.189 **	4.181 ***	7.704 ***
T-group	diff.	48	3	62	-1	112
	t	9.345 ***	1.120	5.139 ***	0.281	6.870 ***

***; significant at 0.1% level

**; significant at 1% level

*; significant at 5% level

反応動作とも反対方向に行なう形式である。これは刺激をフェイントと考え、これに惑わされずに反応することを求めたものである。表6はMCとSCの差を示したものである。3群ともMCのSRが遅延し、有意差が認められる。各時間相を見るとControlではER, EM, Deに、B-groupではER, De, Coに、T-groupではER, Deに有意差が認められる。しかし各時間相の差の大きさから考えて、ER, Deという弁別・認知・決断などの中枢過程での情報処理に要する時間相の影響によりSRが遅延することは明らかである。このことからMCはSCに比べ中枢過程での情報処理作業がより複雑で難しい反応形式であるといえる。

表5のMCの相関をみると、ControlではSRとER, DeおよびCoに相関が認められる。B-group, T-groupではSRとER, Deとの間に相関が認められる。この結果では3群ともER, Deという中枢過程に要する時間相がSRを決定する要因となっている。これはSCに比べより条件が複雑になったMCにおいてもSRの反応形式が中枢過程での情報処理機能に深く関わることに違いないことを示している。

次に各群間の差を検討する。表4のMCからControlとB-groupではB-groupのSRが速く有意差があり、ERおよびDeの相に有意差が認められた。ControlとT-groupではT-groupのSRが速く有意差がありER, Coの相に有意差が認められた。このSRの差は、SCと同様に両運動経験群の鍛練効果と考えられる。

さらにSRを構成する時間相から鍛練効果の相違を認めることができる。Controlに対して両運動経験群ともSR短縮の要因の一つに中枢における刺激の弁別・認知に要する時間相ERがある。しかし、B-groupではDeという反応の決断のための中枢過程に要する時間相がSR短縮の主たる要因であるのに対し、T-groupはCoという末梢の筋収縮に関する時間相がSR短縮の主たる要因となっている。さらにB-groupとT-groupのSRに有意差は認められな

反応時間からみた知覚—運動機能に及ぼす運動経験の影響

いが、T-group の Co の相が短く有意差が認められる。これは SR の遅速を決定する要因が B-group では中枢過程での弁別・認知・決断といった情報処理の能力にあり、T-group では末梢の効果器である筋の収縮能力にあることを示す結果である。両運動経験群の鍛練効果の質的な違いを示す MC の結果は、SC の結果と同様なものである。

ま と め

本研究は、敏捷性の指標である反応時間を用い、運動経験の違いが知覚—運動機能にどのような影響を及ぼすかを明らかにしようとしたものである。そのため Control; 運動未経験者、B-group; バスケットボール部員、T-group; 陸上競技部員の3群についてこれを比較検討した。

その結果は次のようにまとめられる。

1. B-group と T-group の反応時間 (WR と SR) は Control より短い。この結果は、鍛練効果によるものと考えられる。
2. B-group と T-group の反応時間 (WR と SR) に差は認められなかった。
3. 反応時間を構成する各時間相を検討した結果、B-group と T-group の鍛練効果の質的な違いが認められた。

T-group の Contraction Time は Control, B-group よりも短い傾向を示した。この末梢の筋肉の収縮時間の短縮は陸上競技の鍛練効果と考えられる。

4. B-group の Decision Time は Control, T-group より短い傾向を示した。この中枢過程での決断時間の短縮は陸上競技に比べより複雑な要素を含むバスケットボールの鍛練効果により生じたものと考えられる。

参考文献

- (1) Curton, T. K.: Physical Fitness of Champion Athletes, University of Illinois press, Urbana, 1951.
- (2) 藤田 厚, 吉本俊明, 深見和男, 水落文夫, 近藤明彦: 選択的眼—頭位協応反応からみた幼児の調整力におよぼすスポーツ活動の効果, 体育科学, Vol. 9, 1981.
- (3) 藤田 厚, 吉本俊明, 深見和男, 水落文夫, 田中健吾, 近藤明彦: 幼児の適性運動量の研究, 体育科学, Vol. 10, 印刷中.
- (4) 猪飼道夫: スポーツ科学講座 3, 運動の生理, p. 137~145, 1967.
- (5) 猪飼道夫, 浅見高明, 芝山彦太郎: 全身反応時間の研究とその応用, Olympia, No. 7, 1961
- (6) 近藤明彦, 眼—頭位協調運動の検討—オープン・スキル系スポーツをモデルとして, 慶應義塾大学体育研究所紀要, Vol. 20, No. 1, 1980.
- (7) 松井三雄: スポーツ科学における反応時間の研究, 桜門体育学研究, 第3集, 1~10, 1967.