

選択反応時間のトレーニング効果について

足利 善男, 石川 俊紀, 火箱 保之*
増田 洋**, 川井 浩***

Effects of Dexterity Training on the Selective Response Time

Yoshio ASHIKAGA, Toshiki ISHIKAWA, Yasuyuki HIBAKO*,
Hiroshi MASUDA** and Hiroshi KAWAI***

ABSTRACT: One hundred and eight students were given exercise to improve their dexterous ability for eight weeks a year for three years. They consisted of 30 regular and non-regular members of the basketball club, 32 regular and non-regular members of the table tennis club and 46 students who did not belong to any athletic club.

Their selective response time (SRT) was tested at the end of the week whenever exercise was given. The SRT of the basketball club members and of students who did not belong to any athletic club was improved by exercise, but the SRT of the table tennis club members was not improved significantly. Among the basketball club members, the SRT of regular members was more improved than that of non-regular members. Among the table tennis club members, there was no SRT improvement between the regular and the non-regular.

Most students who were given exercise to improve SRT performed better than those who were not given exercise. It is suggested that SRT reflects the physical fitness.

Key words: Selective response time; Dexterity training; Basketball player; Table tennis player

京都産業大学教養部体育科（北区上賀茂本山）

* 京都産業大学現代体育研究所（北区上賀茂神山）

** 嵯峨美術短期大学保健体育研究室（右京区嵯峨五島町）

*** 京都大学医療技術短期大学部教養科

Division of Health and Physical Education, College of Liberal Arts, Kyoto Sangyo University.

* Institute for Modern Physical Education, Kyoto Sangyo University.

** Division of Physical Education, Saga Junior College of Arts.

*** Division of General Education, College of Medical Technology, Kyoto University.

1989年7月4日受付

緒 言

スポーツの場面においては、選手は種々の合図、相手の行動、ボールの動きなどによりその運動が規定されている。そのため、それら種々の刺激に対して素早く反応することは、他の反応の遅い選手より有利な条件を備えていることになる。従って、スポーツ選手の適性を評価する指標としての反応時間は、重要な役割を占めるものである。そこで、従来よりスポーツ適性として反応時間が測定され、その研究も多数報告されてきた^{1,2)}。これらの研究は単純反応時間としての全身反応時間に関するものがほとんどである。しかし、競技の場においては刺激が複雑であるため、単純反応時間よりはむしろ選択反応時間に期待すべきではなかろうかと考えられる。

選択反応時間は、全身反応時間よりは長く、しかも個人差も大きい、スポーツや体育の場面に応用できる研究は、それほど多くない³⁾。

スポーツの場においては、音、動作、速度、色等種々の刺激に対して最も適した行動を素早くとることが要求される。そして、それら種々の刺激に対するタイミングも要求されることは当然である。測定の条件、すなわち刺激と反応の種類を複雑に組合せるならば、競技種目に最も適当と考えられる選択行動と、それに要する反応時間の測定は可能と考えられる。しかし、選手の能力を判定するためには、短時間で容易に実施できるものが望ましく、そのため実験や測定は簡単なもので比較できることも重要であろう。

今回はこれらの問題を解明するための基礎実験として、球技選手(バスケットボール・卓球)と一般学生について、赤・黄・青の3色の光刺激に対する利手の選択反応時間について測定し、検討することにした。

スポーツの場合に限らず、動作にはトレーニング効果のあることが認められており^{4,5,6)}、熟達するに従い反射的に行動することも可能とされる。選択反応の場合、刺激を受容して正しい

行動に移るためには、認識、弁別の過程を経ての目と手との共応動作が必要であり、簡単にトレーニングの効果は期待され得ないと考えられてきた。

すでに報告したように⁷⁾、全身反応時間については、全身の敏捷性を向上させる目的のトレーニングを実施したところ、確かに反応時間の短縮が認められたことから、選択反応時間についても、トレーニング効果が期待された。これを実証するため、昭和60年より3年間にわたり、大学球技選手と一般学生について、選択反応時間を短縮させる目的で、測定方法に則ったトレーニングを実施し、そのトレーニング効果について検討することにした。一方、単純に身体的能力の差がその種目の技術の差となるとは断言できないまでも、正選手と補欠選手の間には、明らかに差が認められる。そこで、同様にトレーニング効果を正選手と補欠選手に分けて検討することにした。これらの結果について報告する。

実 験 方 法

1. 被験者：京都産業大学男子運動部員62名および一般学生46名。運動部員の内訳はバスケットボール部員延30名(60年度10名、61年度10名、62年度10名)、卓球部員延32名(60年度10名、61年度12名、62年度10名)であり、一般学生は60年度20名、61年度16名、62年度10名の計46名である。運動部員については、1回生から4回生が対象となっているところから、同一人が複数回被験者となった場合もある。また一般学生については、1回生と3回生とより無作為に抽出し、被験者とした。被験者の体格は表1の通りである。

2. 測定方法：昭和60年より62年にかけての3年間、5月から7月までの8週間にわたり、保健体育実験室において、午後4時から5時の間に複数の被験者を同時に測定した。測定に使用した機器は、竹井機器製全身反応時間測定器Ⅱ型(TKK-1264b型)である。反応キーは右が赤、左が青、中央が黄色である。実験室の照明は白

表1 被 検 者 の 体 格

年度	バスケットボール部員			卓 球 部 員			一 般 学 生		
	人数	身 長	体 重	人数	身 長	体 重	人数	身 長	体 重
60	10	182.5 (7.95)	72.9 (6.68)	10	173.1 (6.19)	62.4 (8.15)	20	170.6 (5.35)	61.0 (7.65)
61	10	185.2 (5.20)	76.9 (7.88)	12	171.9 (6.81)	61.8 (5.22)	16	172.3 (4.89)	65.1 (10.74)
62	10	188.5 (7.58)	80.3 (8.69)	10	170.8 (7.52)	63.2 (5.51)	10	174.8 (7.54)	62.9 (6.41)

身長: cm, 体重: kg, ()内は標準偏差 (以下同じ)

色蛍光灯を用いた。測定は10回実施し、最大値と最小値を除いたものの平均値を採った。平均値については、t検定によりそれぞれの差を検討した。なお表中の*は0.05, **は0.01, ***は0.001の水準である。

3. トレーニング: 一辺 6 cm の正方形の色紙 (赤, 青, 黄各 1 枚) を反応キーと等寸大の厚紙 (25.5 cm×6.8 cm) に貼ったものを作製した。全員同時に刺激光と同色の色紙を素早く押す動作を1週間に隔日で3回トレーニングとして実施し、その週の最終日のトレーニング後に反応時間を測定した。

3色の刺激光はランダムに発光するように、種々の組合せを用意し、1回のトレーニングには、そのうちの1種類を使用した。なおその1種類とは、15回のスイッチ操作から成り、2秒に1回の間隔で発光せしめたものである。

これらの測定期間中、運動部員は試合または

合宿練習も行っている。また一般学生は体育実技を行っている。

結 果

1. バスケットボール部員の選択反応時間のトレーニング効果

バスケットボール部員の8週間にわたる選択反応時間の推移は表2および図1のようである。図は3年間の平均で示した (以下同じ)。

トレーニング前の第1週目は60年が0.447秒, 61年が0.405秒, 62年が0.399秒であり、トレーニング終了時の第8週目には、60年が0.401秒, 61年が0.363秒, 62年が0.369秒であった。60年が4週目まで相当大きな値を示したが、各年度とも多少の変動を示しながらも、5週目以後からトレーニング終了時の8週目にかけては、トレーニング前より反応時間が短縮する傾向が認められた。トレーニング前後では、62年度には

表2 バスケットボール部員における選択反応時間の推移

年度	週 人数	1	2	3	4	5	6	7	8
60	10	0.447 (0.058)	0.445 (0.042)	0.439 (0.028)	0.425 (0.029)	0.401* (0.016)	0.415 (0.016)	0.396* (0.027) 0.05	0.401 (0.034)
61	10	0.405 (0.033) 0.001	0.398 (0.030)	0.378 (0.028)	0.389 (0.025)	0.376* (0.016)	0.387 (0.036)	0.362** (0.026) 0.05	0.363** (0.023)
62	10	0.399 (0.038)	0.401 (0.040)	0.392 (0.040)	0.386 (0.045)	0.387 (0.025)	0.402 (0.060)	0.368 (0.030)	0.369 (0.023)
3 年 間 の 合 計		0.416 (0.050) 0.001	0.417 (0.044)	0.403 (0.043)	0.401 (0.035)	0.389* (0.025) 0.05	0.402 (0.041)	0.375*** (0.032) 0.01	0.380** (0.032)

上段の*印は1回目と比較した場合の有意差 (t検定, 以下同じ)

単位: 秒

下段の数字は一般学生 (当該年度) と比較した場合の有意差

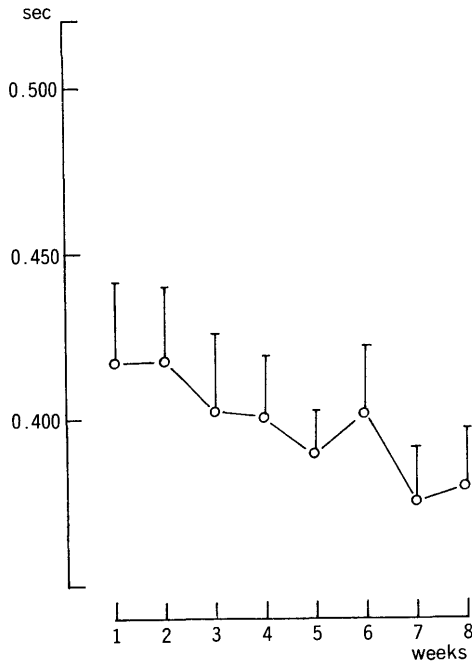


図1 バスケットボール部員（3年間の合計）の選択反応時間の推移

有意な差は認められなかったが、60年度の5，7週目，61年度の5，7，8週目には有意な差が認められた。

一方，3年間を通して，全被験者を正選手と補欠選手の2群に分けた場合の，それぞれの8週間の選択反応時間の推移は表3および図2のようである（○—：正選手，●---：補欠選手，

以下同じ）。両群とも動揺を示しつつ漸減傾向がみられるが，正選手群は第1週目より低値を示し，4週目から明らかに反応時間の短縮が認められた。表3の上段に有意差の水準を記入したものは，正選手と補欠選手の間に差の認められたものであることを示す（以下同じ）。2，4週目と7，8週目は明らかに正選手群の反応

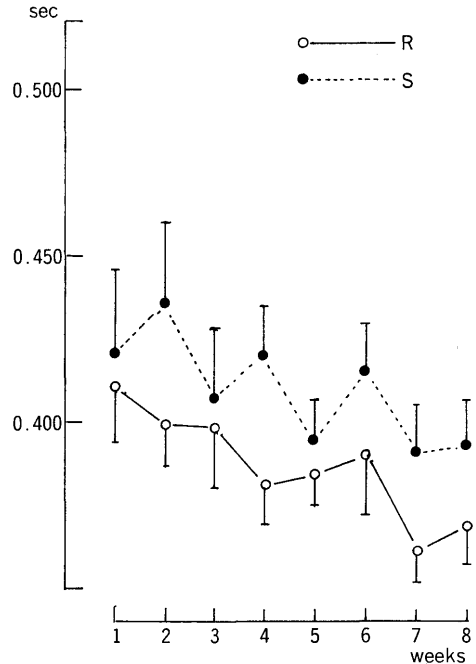


図2 バスケットボール部員における正選手(R)，補欠選手(S)の選択反応時間の推移

表3 正選手，補欠選手及び一般学生における選択反応時間の推移

		1	2	3	4	5	6	7	8
バスケットボール部員	正(15)	0.411 (0.039) 0.001	0.399** (0.032) 0.05	0.398 (0.038)	0.381** (0.028) 0.05	0.384 (0.022) 0.05	0.390 (0.040)	0.360** (0.024) 0.01	0.367* (0.030) 0.05
	補(15)	0.421 (0.056) 0.01	0.436 (0.045)	0.407 (0.046)	0.420 (0.030)	0.394 (0.026)	0.414 (0.036)	0.390 (0.030)	0.392 (0.029)
卓球部員	正(16)	0.407* (0.041) 0.001	0.426 (0.060)	0.406 (0.058)	0.387 (0.053)	0.391 (0.049)	0.380 (0.065)	0.393 (0.054)	0.374 (0.062)
	補(16)	0.461 (0.088)	0.451 (0.043)	0.424 (0.081)	0.430 (0.073)	0.423 (0.060)	0.424 (0.056)	0.415 (0.041)	0.423 (0.069)
一般学生 (46)		0.472 (0.056)	0.436** (0.061)	0.423*** (0.054)	0.407*** (0.040)	0.415*** (0.056)	0.416*** (0.073)	0.411*** (0.057)	0.399*** (0.054)

上段の*印は正，補の比較をした場合の有意差

下段の数字は一般学生（当該年度）との比較をした場合の有意差

単位：秒

表4 卓球部員における選択反応時間の推移

年度	人数	週	1	2	3	4	5	6	7	8
60	10		0.489 (0.090)	0.469 (0.050)	0.460 (0.097)	0.477 (0.072) 0.05	0.427 (0.044)	0.453 (0.055)	0.450 (0.055)	0.468 (0.067)
61	12		0.421 (0.051) 0.01	0.427 (0.050)	0.399 (0.057)	0.380 (0.047)	0.386 (0.064)	0.376 (0.055)	0.385 (0.037)	0.357** (0.035)
62	10		0.402 (0.066)	0.426 (0.057)	0.389 (0.037)	0.383 (0.044)	0.405 (0.065)	0.377 (0.060)	0.383 (0.039)	0.372 (0.057)
3年間の合計			0.437 (0.076) 0.05	0.439 (0.055)	0.415 (0.072)	0.410 (0.069)	0.406 (0.059)	0.402 (0.066)	0.405 (0.053)	0.397 (0.069)

上段の*印は1回目と比較した場合の有意差

単位: 秒

下段の数字は一般学生(当該年度)との比較をした場合の有意差

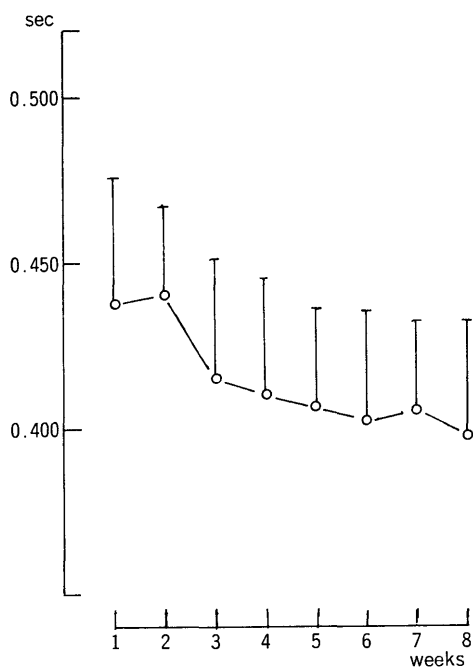


図3 卓球部員(3年間の合計)の選択反応時間の推移

時間の短いことが認められた。

2. 卓球部員の選択反応時間のトレーニング効果

卓球部員の8週間にわたる選択反応時間の推移は表4および図3のようである。第1週目は60年が0.489秒, 61年が0.421秒, 62年が0.402秒であり, 第8週目は60年が0.468秒, 61年が0.357秒, 62年が0.372秒であった。60年では5

週目にかなりの低下がみられたが, いずれの週においてもトレーニング前より有意な時間の短縮は認められなかった。61年と62年は, ほぼ類似した値で推移しているが, 62年はトレーニング前後で有意な差はなく, 61年のみトレーニング前後で有意な差が認められた。

図4は, 3年間を通しての正選手と補欠選手との8週間にわたる選択反応時間の推移である。

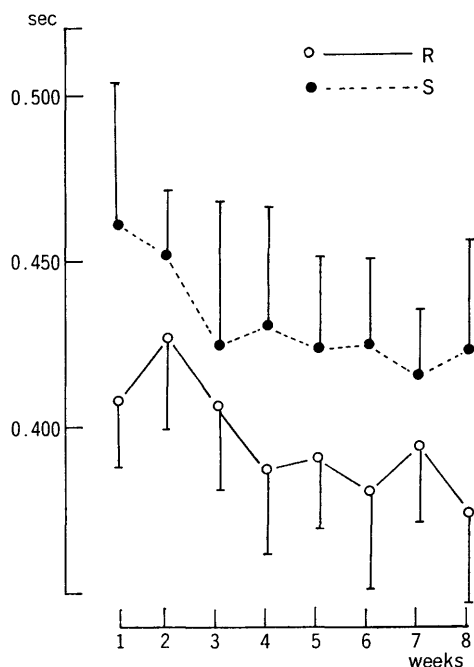


図4 卓球部員における正選手(R), 補欠選手(S)の選択反応時間の推移

表5 一般学生における選択反応時間の推移

年度	人数	週	1	2	3	4	5	6	7	8
60	20		0.477 (0.059)	0.467 (0.059)	0.441 (0.053)	0.420** (0.041)	0.424* (0.064)	0.456 (0.085)	0.440 (0.059)	0.425* (0.059)
61	16		0.492 (0.050)	0.403*** (0.056)	0.409*** (0.060)	0.400*** (0.043)	0.413*** (0.054)	0.394*** (0.044)	0.398*** (0.044)	0.389*** (0.043)
62	10		0.428 (0.039)	0.430 (0.046)	0.403 (0.042)	0.395 (0.032)	0.402 (0.040)	0.376* (0.050)	0.383 (0.054)	0.371* (0.044)

上記の*印は1回目と比較した場合の有意差

単位：秒

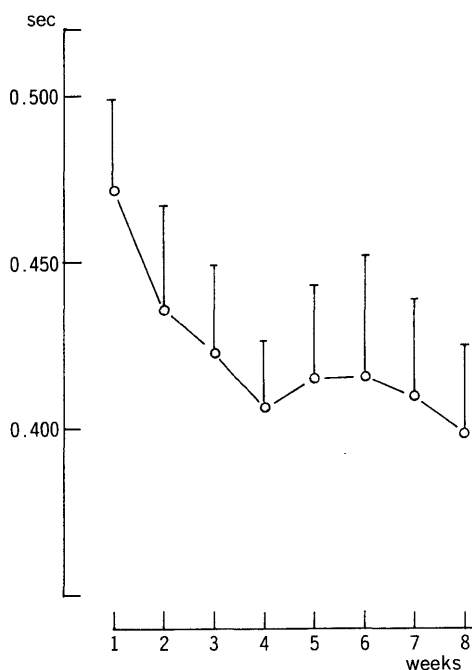


図5 一般学生(3年間の合計)の選択反応時間の推移

両群ともわずかに短縮する傾向はみられるが、トレーニング前後で有意な差は認められなかった。しかし、第1週目より8週目まで、正選手群が低い値を示した。トレーニング前の第1週目では明らかに正選手群の反応時間は短かったが、2週目以後は有意な差は認められなかった。

3. 一般学生の選択反応時間のトレーニング効果

一般学生の8週間にわたる選択反応時間の推移は表5および図5のようである。すなわち、トレーニング前の第1週目においては60年が

0.477秒、61年が0.492秒、62年が0.428秒であり、トレーニング後の第8週目には60年が0.425秒、61年が0.389秒、62年が0.371秒であった。いずれの年もトレーニング前後で有意な短縮が認められた。

考 察

スポーツの場においては、種々の複雑な刺激を信号として受容し、最も適した行動または動作を素早くとることが要求される。そのため、スポーツ選手の適性を判断する指標として、敏捷性や反応時間の早さがとり上げられている¹⁾。従ってこの方向の研究報告も多い²⁾。しかし、緒言にも述べた如く、その多くは全身反応時間を主体にした単純反応時間に関するものであり、スポーツの種目に適したものや複雑なものとしての選択反応時間に関するものは少ないようである³⁾。

スポーツに限らず、我々の行動や動作は、学習またはトレーニングにより発達することが認められている。反応時間についても、短縮するというトレーニング効果が認められている。今回実施した選択反応時間の測定は、3色の光に対応して素早く利手でキーを押すものであるから、動作が未熟な場合、学習またはトレーニングによって上達することが推測された。そこで、1週間に隔日で3回、測定方法と同様の動作を、反応キーに模した色紙によってトレーニングを実施した。そして毎週測定し、8週間連続した結果、バスケットボール部員、卓球部員および一般学生は各年度とも、反応時間が低下短縮する傾向がみられた。しかし、明らかな低下傾向

が認められない年度もみられた。

すでに報告したように⁷⁾、全身反応時間は敏捷性を向上させるためのトレーニングを実施した場合は、確かに短縮する傾向が認められた。しかし、日常の練習が敏捷性を強調した内容を含む場合には、特に短縮傾向は認められなかった。このことから機敏な動作は、特別なトレーニング内容によって獲得されると考えられる。全身反応時間は下肢を使用するため、下肢の敏捷性が向上すれば、当然反応時間は短縮するものと思われる^{8,9,10)}。しかし、運動または動作を学習することに関しては、下肢を使用する全身反応時間も手を使用する選択反応時間も、同質と考えられる。しかし、このような行動には動因が必要であり、それとともに動機づけも関与するとされる¹¹⁾。一般に学習過程においては、意欲を持つことが重要とされる。それが大きい場合、当面する問題を解決する方法も発見できるであろうし、練習を継続して動作の正確性と定着を期待することもできるであろう。敏捷性を向上させるためのトレーニングは、直接スポーツの技術の改善に役立つことから、学習意欲は大となり、その結果、全身反応時間の短縮が招来されたものと思われる¹²⁾。

選択反応時間に関しても、被験者に学習意欲が乏しい場合には、短縮は期待できないであろう¹³⁾。選択反応時間は個人差が大であることから、同じ程度の数値で短縮傾向を示すことは少ないと予測されたが、バスケットボール部員、卓球部員とも60年度が第1週目より最も大なる値を示し、短縮傾向がそれほど顕著に認められなかったことは、検者の説明不足と、被験者の学習意欲の乏しかったのも一因ではなかろうかと思われる。一般学生については毎年全く異なった被験者であったが、運動部員については、連続して被験者となった者もいる。前年度に測定とトレーニングを経験した者にとっては、トレーニングの効果はより大であろうと思われたが、一般学生群でも61年度のように、トレーニング効果が大きであったことから、トレーニングの残存効果はそれほどなかったとも考えられる。

トレーニングも測定も複数人数によるものであったことから、競争が動因に影響したことが考えられる。

運動部員も一般学生もトレーニングによって短縮した場合であっても、0.370秒を中心に集まることが最も多いことから、この0.370秒という値が今回測定された方法における選択反応時間の限界とも思われる。反応時間は視覚によるものが聴覚によるもの(0.024~0.033秒)より遅いとされていることから¹⁴⁾、色が変化する刺激に対しては、妥当な数値でなかろうか。そして、その数値に近い測定値が得られたことは、トレーニングの効果があったものと考えられる。トレーニング前の測定値が大であることは、動作に未習熟であったことと、この測定に対する被験者の興味の低さが原因と思われる。

動作の学習と測定に対する興味は、トレーニングまたは学習をする上での重要な因子と考えられる¹⁵⁾。すなわち、学習者の興味が意欲を喚起するからである。そして、トレーニングまたは学習が進むに従い、動作またはパフォーマンスの向上に対する意欲は増加するであろうし、その目的のための最も適した行動のパターンを自己開発するようになるとと思われる。

このような知覚-運動系のパフォーマンスを成功させる一連のパターンを被験者が獲得する能力は、単に今回の測定のみならず、競技種目への汎化もあり得ると考えられる^{12,16)}。その点、運動部員特にバスケットボール選手で、正選手群が補欠選手群よりも選択時間の短かったことと、トレーニングの効果が認められたことは、そのような汎化の可能性を示すものと考えられる。そして、そのような汎化がトレーニングによって招来されるためには、トレーニングの過程における記憶が必要となってくると思われる。過誤の反応を反復せず、正しい反応のみを記憶して、最も適した素早く行動するパターンを獲得することがトレーニングであり、学習であると考えられるからである。

バスケットボールの正選手群にみられた傾向は、正選手を維持することの満足感が動機づけ

の報酬となることが考えられる。それにより、常に自己のベストを尽す意欲が動因を強め、種々の誘因の作用下で学習効果が大きくなった可能性が推測される。

卓球部員の場合、正補の選手群間には技術的にかなりの差がある。そのため、正選手を維持することはバスケットボールより容易であることが、動機づけの誘因を弱めていることが考えられる。また、卓球は白いボールに反応することから、色に対する反応が減弱させられているのではなかろうか。

これらのことから、単に選択反応時間によって選手の資質を判断することも必要であるが、トレーニングによって向上する反応時間の短縮量の測定もまた適性を判定する上で重要な問題を提起するものと考えられる。

要 約

大学男子バスケットボール、卓球両部員および一般学生を対象として、3年間、毎年8週間にわたり測定方法に則ったトレーニングを実施して、毎週選択反応時間を測定しその効果を検討した。また、バスケットボール、卓球両部員については、正選手群と補欠選手群に分けての比較検討も行った。その結果は以下の通りである。

1. バスケットボール部員および一般学生の選択反応時間は、トレーニングにより確かに短縮する傾向が認められた。
2. 卓球部員はトレーニングにより、平均値は減少するものの、有意な短縮傾向は認められなかった。
3. 正選手、補欠選手両群を比較した場合、バスケットボール部員においては、正選手は補欠選手よりも低値を示しトレーニングによる短縮傾向が認められた。しかし、卓球部員の場合は、いずれもトレーニング効果は認められなかったが、正選手の方が低値を示した。
4. 反応時間は運動適性の指標とされるが、選択反応時間のトレーニング効果は全身反応時間より良好な指標となると考えられる。

参 考 文 献

- 1) Cureton, T. K.: Physical fitness test of champion athlete. Chap. 7, p. 94-102, Univ. of Illinois Press, Urbana, 1951.
- 2) 猪飼道夫, 浅見高明, 芝山秀太郎: 全身反応時間の研究とその応用. OLYMPIA 2: 18-27, 1961.
- 3) 鶴岡英吉, 笠井恵雄, 名和健雄, 岩田 敦: 選択刺激による反応動作の分析的研究. 体育学研究 8: 49-54, 1965.
- 4) Henry, F. M.: Independence of reaction and movement times and equivalence of sensory motivators of faster response. Res. Quart. 23:45-53, 1952.
- 5) 猪飼道夫, 江藤慎四郎: 体育の科学的基礎, 202p. 杏林書店, 東京, 1966.
- 6) 道原伸司, 真野高一, 池田守利, 谷沢平八郎, 伊南盛治, 大島昌明, 深野重次郎, 高野 清, 安間忠明: 昭和56年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告 No II 競技種目別競技力向上に関する研究一第5報一日本体育協会スポーツ科学委員会 29-38, 1981.
- 7) 石川俊紀, 足利善男, 火箱保之, 増田 洋: 全身反応時間のトレーニング効果について. 京都体育学研究 3: 11-19, 1988.
- 8) Smith, L. E.: Reaction time and movement time in four large muscle movements. Res. Quart. 32: 88-92, 1961.
- 9) Smith, L. E.: Relationship between explosive leg strength and performance in the vertical jump. Res. Quart. 32: 405-408, 1961.
- 10) Whitley, J. D. & Smith, L. E.: Influence of three different training programs on strength and speed of a limb movement. Res. Quart. 37: 132-142, 1966.
- 11) 細田和雄, 吉田正昭, 祐宗省三編, 心理学 3, 初版, 156-160, 有斐閣, 東京, 1976.
- 12) Henry, F. M. & Rogers, D. E.: Increased response latency for complicated movements and a "Memory Drum" theory of neuromotor reaction. Res. Quart. 31: 448-458, 1960.
- 13) Ryan, E. D.: Effect of differential motive-incentive conditions of physical performance. Res. Quart. 32: 83-87, 1961.

- 14) 真島英信, 石田絢子: 人体生理の基礎, 122p. 杏林書店, 東京, 1981.
- 15) Ryan, E. D.: Effects of stress on motor performance and learning. Res. Quart. 33: 111-119, 1962.
- 16) Nelson, D. O.: Studies of transfer of learning in gross motor skills. Res. Quart. 28: 364-373, 1957.