

敏捷性能力の相互関係

Correlation in abilities of agility

脇田 裕久* 杉田 正明**
並木 洋子* 矢部 京之助***

Hirohisa WAKITA *, Masaaki SUGITA **
Yoko NAMIKI *, Kyonosuke YABE ***

The purpose of this study was to investigate the agility of 30 males and females aged from 18 to 22 years. The subjects were measured reaction time (arm reaction time and jumping reaction time) and rapidly repeated movements (tapping, foot tapping and side jumps). The EMGs recorded m. triceps brachii and m. biceps brachii functions in arm reaction, tapping, m. vastus medialis and m. vastus lateralis functions in jumping reaction and m. gastrocnemius and m. tibialis anterior functions in foot tapping and side jumps with bipolar surface electrodes.

The following results were obtained :

- 1) A positively significant correlation was found between EMG reaction time and premotor time in arm reaction movement and jumping reaction movement.
- 2) A positive significant correlation was found between tapping and foot tapping in frequency.
- 3) No significant correlaton was found between reaction movement and rapid repeating movement.

These results suggest that the reactionary movements are voluntary, involving the cerebral cortex, and, since the repeating movements are mainly automatic functions governed by reciprocal nervous system, the central nervous mechanism of the two movements are different.

研究目的

敏捷性とは、刺激に対して身体を素早く動かし、方向を変えたりする能力であり、その測定法は刺激に対する反応時間と一定時間内の反復速度から構成されている。前者の反応時間は大脳皮質の関与する随意動作であり、その測定法には手や足を用いた局所反応時間と跳躍動作による全身反応時間がある。また、後者の反復速度は主として相反神経支配が関与する自動的な動作であり、小筋動作のタッピング、ステップング、大筋動作の反復横跳び、シャトルラン、バーピーテストな

どによって測定されている。反応時間と反復速度に関する報告は、これまでに数多く報告されている¹⁾⁻¹⁹⁾²³⁾が、これらはいずれも単一の反応動作や反復動作について検討しており、反応動作と反復動作における局所と全身の差異および反応動作と反復動作の関連などについて論じられた報告は見受けられない。

本研究は、反応時間と反復速度における局所動作と全身動作の相違を検討するとともに、敏捷性要素として扱われている反応動作と反復動作との相互の関連性について究明することをその目的とした。

*三重大学教育学部

**三重大学教育学研究科

***名古屋大学総合保健体育科学センター

* Faculty of Education, Mie University

** Faculty of Education, Mie University

*** Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University

研究 方 法

被検者は、健常な18~22歳の男子15名・女子15名を対象として、次に示す敏捷性のテストを実施した。

(1) 反応動作

①局所反応動作：被検者は、右肘関節を60°に屈曲し、回外位で前面の手首支持台にのせた椅座位姿勢をとり、検者の「用意」の合図2~5秒後、前方に設置された xenon lamp の光刺激に対して、できるだけ素早く肘関節を伸展した。筋電図は右上肢の上腕三頭筋、上腕二頭筋から表面双極導出法を用いて導出し、測定回数は各被検者について12試行を実施した。

②全身反応動作：被検者は、force plate 上に両上肢下垂、膝関節を約50°屈曲させた立位準備姿勢をとり、検者の「用意」の合図2~5秒後、前方に設置された xenon lamp の光刺激に対して、できるだけ素早く上肢の振り上げ動作を用いない跳躍動作を行った。筋電図は、右下肢の内側広筋、外側広筋、大腿二頭筋から表面双極導出法を用いて導出し、force plate からは鉛直分力を同時記録した。なお、測定回数は各被験者について15試行を実施した。

③分析項目

両動作の分析項目については、光刺激から筋放

電開始までの筋放電開始時間、光刺激から動作開始までの動作開始時間、力曲線の立ち上がりからその最大値までの最大筋力発揮時間を計測した²¹⁾。

(2) 反復速度

反復速度の測定については、次の3項目をそれぞれの姿勢で出来るだけ素早い切り換え動作を10秒間実施した。

①タッピング：被検者は、右肘関節を60°に屈曲し、回外位で前面の手首支持台にのせた椅座位準備姿勢をとり、strain gauge が貼付された手首支持台に対して、手頸部をできるだけ素早く打叩した。

②フット・タッピング：被検者は、force plate 上に右足先をのせた椅座位準備姿勢をとり、右足先をできるだけ素早く打叩した。

③反復横跳び (Side Jumps)：被検者は、force plate 上に引かれた二本の平行線（間隔は下肢長の二分の一）の右側のライン上に右足をのせた立位準備姿勢をとり、両足踏み切りで左側のラインを右足が踏むか踏み越すように跳躍し、連続的に元の位置に戻る動作をできるだけ素早く反復した。

④分析項目

筋電図記録は、タッピング動作では上腕三頭筋・上腕二頭筋、フットタッピングと反復横跳びでは右下肢の腓腹筋、前脛骨筋から表面双極導出法を

表1 反応動作における筋放電開始時間・動作開始時間・最大筋力発揮時間の比較

項 目	全 体		男 子		女 子		男子に対する女子の比率	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
局所反応動作	上腕三頭筋放電開始時間	125.9	17.90	126.7	17.25	125.2	19.12	0.99
	動作開始時間	167.0	21.79	169.5	14.12	164.4	27.75	0.97
	最大筋力発揮時間	66.0	17.77	63.7	17.78	68.3	18.08	1.07
全身反応動作	内側広筋放電開始時間	137.5	26.29	137.8	24.56	137.2	28.79	1.00
	外側広筋放電開始時間	138.1	27.34	139.6	25.23	136.5	30.11	0.98
	動作開始時間	168.2	25.64	166.7	23.58	169.7	28.29	1.02
	最大筋力発揮時間	77.6	10.52	73.5	6.67	81.8	12.16	1.11*

単位は msec

* p < 0.05

用いて導出した。分析方法については、運動開始直後の5試行の主動筋と拮抗筋の筋放電時間及び筋放電休止時間を計測し、この平均値を個人値とした²²⁾。

実験結果

1. 局所反応動作の比較

局所反応動作と全身反応動作の筋放電開始時間・動作開始時間・最大筋力発揮時間を表1に示した。局所反応動作と全身反応動作について男女間で比

較すると、筋放電開始時間・動作開始時間には有意な差が認められなかったが、全身反応動作の最大筋力発揮時間は男子が女子よりも5%水準で有意に短縮した値を示した。局所反応動作と全身反応動作の比較については、男女を統合した値で処理した。

筋放電開始時間の平均値は、局所反応動作の上腕三頭筋が125.9ms、全身反応動作の内側広筋と外側広筋がそれぞれ137.5ms、138.1msであり、局所反応動作と全身反応動作間にそれぞれ5%水準の有意な差が認められた。動作開始時間の平均値は、局所反応動作が167.0ms、全身反応動作が168.2msであり、両者間には有意な差が認められなかった。最大筋力発揮時間の平均値は、局所反応動作が66.0ms、全身反応動作が77.6msであり、両者間に1%水準の有意な差が認められた。

局所反応動作と全身反応動作の関係は、筋放電開始時間では上腕三頭筋と内側広筋との間に $r=0.4715$ 、上腕三頭筋と外側広筋との間に $r=0.4787$ であり、それぞれ1%水準の有意な相関関係が認められた(図1・図2)。また、動作開始時間における両者の相関係数は $r=0.4330$ であり、5%水準の有意な相関関係が認められた(図3)が、最大筋力発揮時間における両者の相関係数は、 $r=0.0673$ であり、有意な相関関係が認められなかった。

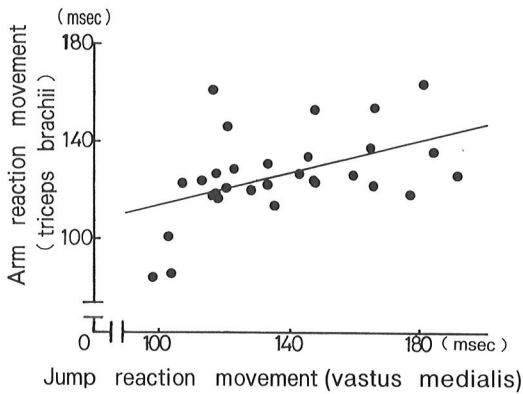


図1 局所反応動作(上腕三頭筋)と全身反応動作(内側広筋)における筋放電開始時間の関係

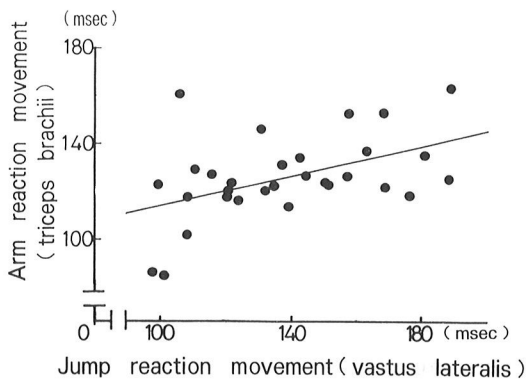


図2 局所反応動作(上腕二頭筋)と全身反応動作(外側広筋)における筋放電開始時間の関係

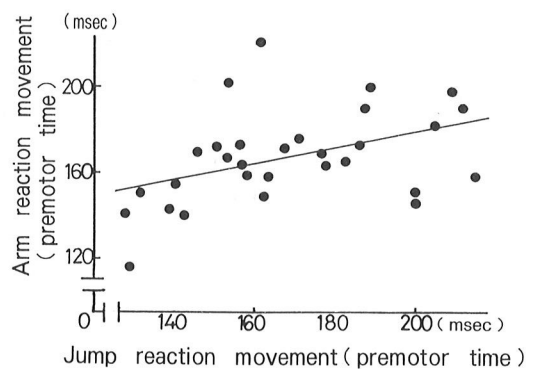


図3 局所反応動作と全身反応動作における動作開始時間の関係

2. 局所反復動作と全身反復動作の比較

局所反復動作と全身反復動作の反復頻度、主動筋の筋放電時間と休止時間、拮抗筋の筋放電時間と休止時間の平均値を表2に示した。タッピング・フットタッピング・反復横跳びについて男女間で比較すると、反復頻度・主動筋の筋放電時間と休止時間・拮抗筋の筋放電時間と休止時間のいずれにも有意な差が認められなかった。局所反復動作と全身反復動作の比較については、男女を統合した値で処理した。

単位時間当りの反復頻度の平均値は、タッピングが毎秒7.26回、フットタッピングが6.21回、反復横跳びが3.22回であり、三者間にそれぞれ1%水準の有意な差が認められた。

主動筋の1回に要する筋放電時間の平均値は、タッピングの上腕三頭筋が61.2ms、フットタッピングの腓腹筋が51.3ms、反復横跳びの腓腹筋が157.1msであり、三者間にそれぞれ1%水準の

有意な差が認められた。また、主動筋の筋放電休止時間はそれぞれ59.1ms、88.9ms、143.9msであり、3者間にそれぞれ1%水準の有意な差が認められた。

一方、拮抗筋の1回に要する筋放電時間の平均値は、タッピングの上腕二頭筋が58.6ms、フットタッピングの前脛骨筋が55.8ms、反復横跳びの前脛骨筋が149.6msであり、タッピングおよびフットタッピングと反復横跳びとの間にそれぞれ1%水準の有意な差が認められた。また、拮抗筋の筋放電休止時間はそれぞれ60.6ms、84.5ms、162.0msであり、3者間にそれぞれ1%水準の有意な差が認められた。

タッピング・フットタッピング・反復横跳びにおける反復頻度の関係は、タッピングとフットタッピングとの間に $r=0.361$ の相関係数を示し、5%水準の有意な相関関係が認められた(図4)。主動筋の筋放電時間については、タッピング・フ

表2 反復動作における反復頻度・筋放電時間・筋放電休止時間の比較

		全 体		男 子		女 子		男子に対する 女子の比率	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差		
タ ッ ピ ン グ	反 復 頻 度 (times/sec)	7.26	0.819	7.38	0.822	7.14	0.826	0.97	
	上腕三頭筋	放電時間(msec)	61.2	11.31	63.0	6.98	59.2	14.92	0.94
		休止時間(msec)	59.13	14.64	53.2	12.23	65.9	14.64	1.24
	上腕二頭筋	放電時間(msec)	58.6	10.95	60.3	9.34	56.0	13.09	0.93
		休止時間(msec)	60.6	14.94	56.0	14.10	67.5	14.05	1.21
フ ット タ ッ ピ ン グ	反 復 頻 度 (times/sec)	6.21	0.632	6.23	0.679	6.19	0.605	0.99	
	腓 腹 筋	放電時間(msec)	51.3	11.83	52.9	11.15	49.8	12.66	0.94
		休止時間(msec)	88.9	14.70	85.0	16.15	92.8	12.44	1.09
	前脛骨筋	放電時間(msec)	55.8	12.79	55.1	10.49	56.4	15.10	1.02
		休止時間(msec)	84.5	14.22	83.4	11.63	85.5	16.77	1.03
反 復 横 跳 び	反 復 頻 度 (times/sec)	3.22	0.535	3.21	0.641	3.23	0.425	1.01	
	腓 腹 筋	放電時間(msec)	157.1	48.57	152.4	48.71	161.8	49.78	1.06
		休止時間(msec)	143.9	48.03	149.7	41.65	138.2	54.64	0.92
	前脛骨筋	放電時間(msec)	149.6	47.17	145.3	50.64	151.7	44.08	1.04
		休止時間(msec)	162.0	43.89	168.7	48.33	154.7	38.21	0.92

ットタッピング・反復横跳びの三者間にはいずれも有意な相関関係が認められなかったが、主動筋の筋放電休止時間ではタッピングとフットタッピングの間に $r=0.4406$ の相関係数を示し、5%水準の有意な相関関係が認められた(図5)。なお、拮抗筋における筋放電時間、筋放電休止時間については、タッピング・フットタッピング・反復横跳びの間にはいずれも有意な相関関係が認められなかった。

3. 反応動作と反復動作の関係

局所反応動作の主動筋(上腕三頭筋)の筋放電開始時間・動作開始時間・最大筋力発揮時間とタッピング動作における反復頻度・主動筋(上腕三

頭筋)の筋放電時間・筋放電休止時間との間には、いずれも有意な相関関係は認められなかった。

一方、全身反応動作の主動筋(内側広筋・外側広筋)の筋放電開始時間・動作開始時間・最大筋力発揮時間とフットタッピング動作における反復頻度・主動筋(上腕三頭筋)の筋放電時間・筋放電休止時間との間には、いずれも有意な相関関係は認められなかった。また、全身反応動作の主動筋(内側広筋)の筋放電開始時間・動作開始時間と反復横跳びにおける主動筋(腓腹筋)の筋放電時間との間にそれぞれ $r=0.4039$, $r=0.3997$ の相関係数を示し、それぞれ5%水準の有意な相関関係が認められた(図6・図7)が、その他の項目については有意な相関関係が認められなかった。

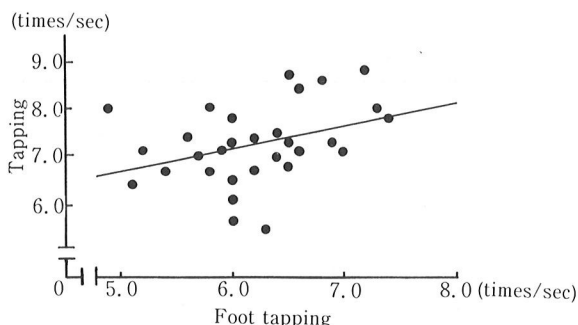


図4 タッピングとフットタッピングにおける反復頻度の関係

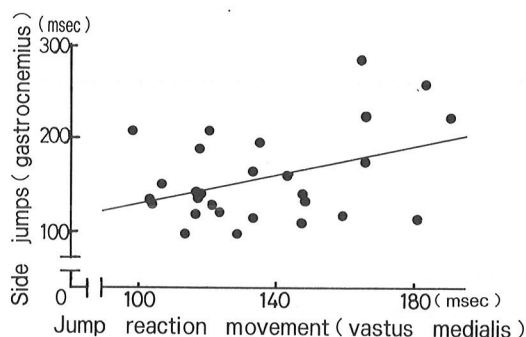


図6 全身反応動作の筋放電開始時間(内側広筋)と反復横跳びの筋放電時間(腓腹筋)の関係

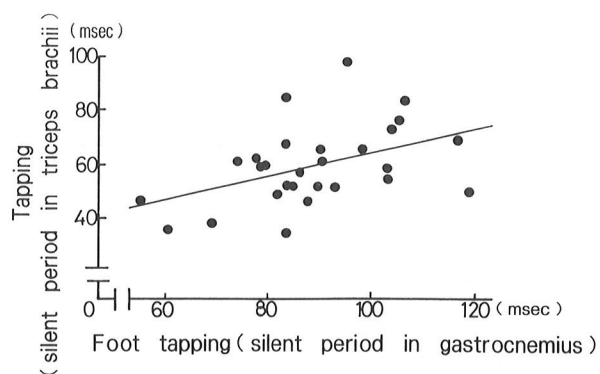


図5 タッピング(上腕三頭筋)とフットタッピング(腓腹筋)における筋放電休止時間の関係

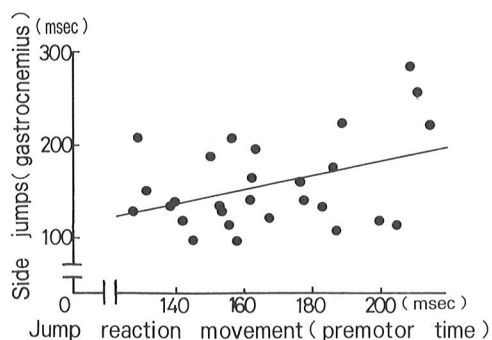


図7 全身反応動作の動作開始時間と反復横跳びの筋放電時間(腓腹筋)の関係

論 議

反応時間の測定には、1条件の刺激に対して同一動作で反応する単純反応時間と2条件以上の刺激に応じて反応する選択反応時間とがあり、これらはさらに関与する部位によって局所反応時間と全身反応時間とに区別されている。手の単純反応時間については、光刺激が180ms~220ms、音刺激が120ms~180msであり、視覚刺激が聴覚刺激に比較して遅延することが報告されている⁴⁾。本実験の光刺激に対する単純反応動作では、男子の動作開始時間が169.5ms、女子が164.4msであり、先の報告とほぼ類似した値を示した。

一方、全身反応時間については、Cureton²⁾が運動競技と関連の深いジャンプ動作を用いた反応時間を考案し、大学陸上選手の反応時間が250ms~300msであると報告している。猪飼ら⁵⁾は、ストレージを貼付した板上での垂直跳びによる反応動作を行わせ、反応時間を反応開始時間(刺激から動作開始するまでの時間)と筋収縮時間(跳躍の応力が板に作用している時間)に分離して分析した。その結果、オリンピックの陸上競技出場選手では反応開始時間が170ms~249ms、筋収縮時間が100ms~150msであり、短距離選手が中長距離選手に比較して短縮することを報告している。本研究における全身反応動作の動作開始時間は168.2msであり、先の報告とほぼ一致した値を示した。しかし、本実験の最大筋力発揮時間は77.6msと先の筋収縮時間に比較して短縮した値を示したが、これは先の報告の筋収縮時間が荷重開始から離床するまでの時間であり、本実験が荷重開始から最大筋力発揮までの時間を計測しており、測定方法の相違によるものである。また、筋放電開始時間については、北川ら¹²⁾が一般人で160msであると報告し、本実験のそれは内側広筋が137.5ms、外側広筋が138.1msであり、この報告に比較してやや短縮した値を示した。

局所と全身の反応動作の比較に関する報告はこれまでに見られない。戸刈ら¹⁸⁾は、バーベルを负荷とした全身反応時間について検討し、筋放電時間と反応開始時間は负荷の増量による影響が

認められないことを報告している。本実験での局所反応動作の筋放電開始時間は、全身反応動作に比較して有意に短縮したが、動作開始時間は両動作間に有意な差を示さなかった。本実験における筋放電開始時間の差異については、局所反応動作が上腕三頭筋、全身反応動作が内側広筋と外側広筋を被検筋としており、中枢神経から被検筋までの距離の違いが原因と考えられる。一方、動作開始時間は、筋放電開始時間とEMD(筋放電開始から力曲線の立ち上がり開始までの時間)から構成された指標である。本実験における両動作の動作開始時間に有意な差がなく、筋放電開始時間に有意な差が認められたことから、本実験の局所反応動作のEMDは全身反応動作に比較して延長したことになり、これらの結果は先の報告とは異なるが、この点についてはさらに検討する必要があると考えられる。

また、反応動作における局所と全身の関係についての報告はこれまでにない。本実験における両反応動作の関係は、筋放電開始時間(上腕二頭筋と内側広筋)と動作開始時間との間に有意な相関関係が認められた。これは両反応動作の筋放電開始時間が刺激から筋に達するまでの神経伝導時間であり、動作開始時間が刺激から神経伝導時間に加えて動作が発現するまでの時間を計測したものであることから、両反応動作の神経経路が同一であることを示唆している。このことから局所反応動作の動作開始が素早い者は、全身反応動作の動作開始においても素早いといえよう。しかし、本実験の最大筋力発揮時間においては、両動作間に有意な相関関係が認められていない。北川ら¹²⁾は、肥満者の全身反応時間を測定し、肥満者の遅延現象は皮下脂肪の付加による動作時間の延長がその原因であると報告している。このことは、反応動作の対象とする部位によって動作時間が変化することを示唆しており、このことが両動作の動作時間に有意な相関関係を示さなかったものと考えられる。なお、このことから、局所反応の動作時間の素早い者が必ずしも全身反応の動作時間を素早く行えるとは限らないといえよう。

一方、反復速度の測定法には、タッピング、ス

テッピング、反復横跳び、シャトルラン、バーピーテストなどがあり、これらは一定時間内の反復頻度をその指標としている。しかし、これまでの報告は、測定時間や測定体肢数が統一されていないので、比較を容易にするために先の報告を単位時間あたり及び1側肢あたりに換算し検討した。タッピング動作については、6歳男子が毎秒2.75回・女子が2.72回、20歳ではそれぞれ5.46回、5.10回³⁾であると報告され、本研究結果は7.26回であり、これまでの報告に比較してやや多い値を示した。ステッピングについては、4歳(毎秒男子2.9回、女子3.0回)から11歳(男女とも毎秒4.9回)まで漸次増加するが、12歳以降男女とも増加しないと報告されている¹⁾。またオリンピック陸上競技選手によるステッピング動作では、短距離、障害、跳躍選手が毎秒5.85~6.35回、中長距離選手が4.9回であり、種目特性を反映していることが報告されている¹⁴⁾。本研究における反復頻度は、フットタッピングが6.21回であり、これまでの報告とはほぼ一致した結果を得た。全身反復動作である反復横跳び(side jumps)については、川上ら⁹⁾が幼児を対象として検討し、4.6~5歳が毎秒1.18回、6.1~6.5歳が1.88回であると報告している。サイド・ステップについては浅見ら¹⁾が幼稚園の年少の男子が毎秒0.83回、女子が0.81回、小学校6年生男子が2.22回、女子が2.21回であると報告している。本研究における反復横跳びの頻度は3.22回であり、これまでの報告に比較して反復頻度が高く、これは本実験の対象年齢が高いことに起因しているものと考えられる。

また反復動作について筋電図から検討した報告には、猪飼らのタッピング動作があり⁶⁾⁷⁾、それでは上腕二頭筋が約50ms、上腕三頭筋が30~50msの筋放電時間であると報告している。本研究におけるタッピングの筋放電時間は上腕二頭筋が58.6ms、上腕三頭筋が61.2ms、フットタッピングでは腓腹筋が51.3ms、前脛骨筋が55.8msと先の報告と類似した値を示した。

反復動作における局所と全身の比較に関する報告はこれまでに見受けられない。本研究では局所と全身の反復動作の比較を筋放電時間と筋放電休

止時間から検討した。その結果、主動筋の筋放電時間・筋放電休止時間は、局所のタッピングやステッピングに比較して反復横跳びが有意に延長した値を示した。この点に関しては、局所反復動作では上肢または下肢のみの負荷であり、反復横跳びは、跳躍動作による重心移動をとまなう動作であることから、負荷の増大が筋収縮時間と筋放電休止時間を延長させ、このことが反復頻度を減少させたものと考えられる。

反復動作における局所と全身の関係についての報告はこれまでになく、本研究ではタッピング・フットタッピング・反復横跳びの反復頻度・主動筋と拮抗筋の筋放電時間・筋放電休止について相互の関連性を検討した。その結果、タッピングとフットタッピングの反復頻度・主動筋の筋放電休止時間の間にのみ有意な相関関係が認められた。これは両反復動作が上肢または下肢の相違があるものの、主として相反神経支配による動作であり、運動を司るメカニズム同一であることを示唆している。したがって、このことから局所における上肢の切り換え動作の素早い者は下肢の切り換え動作も素早いといえよう。なお両動作の有意な相関関係が筋放電時間ではなく筋放電休止時間に認められている。大道ら¹⁵⁾の幼児を対象としたタッピング打叩回数比較では、両手交互の成績は片手の2倍に及ばず(1.35倍)、左右交互の動作の切り換えに中枢は相当の時間を要することを推定している。このことから、一側肢の切り換え動作においても切り換え時間の短縮には筋放電休止時間が重要な因子として関与するものと考えられる。また、本研究における局所と全身の反復動作との間にはいずれの項目においても有意な相関関係が認められなかった。これについては、局所反復動作が相反神経支配による上肢または下肢のみの切り換え動作であるのに対して、全身反復動作は体重移動を伴う筋出力の増大した切り換え動作であることが考えられる。

一方、体力要素における敏捷性の測定法には反応時間と反復速度があり、両動作の関連について論じられた報告はみられない。本研究における両動作の関係は、全身反応動作の筋放電開始時間・

動作開始時間と反復横跳びの筋放電時間との間のみ有意な相関関係が認められ、他の項目についてはいずれも有意な相関関係は認められなかった。全身反応時間の筋放電開始時間・動作開始時間は主として神経系の関与する現象であり、反復横跳びの筋放電時間は筋系が関与する指標であることから、両者の関係を積極的に生理学的な意味を持たすことができない。したがって、反応時間が大脳皮質を介する随意動作であり、反復動作は主として相反神経支配による自動的な動作であり、反応動作と反復動作では動作を司る基本的なメカニズムが異なるといえよう。

要 約

本研究は健常成人を対象として、反応時間と反復速度における局所動作と全身動作の相違を検討するとともに、反応時間と反復速度との関連について究明しようとし、以下のような結果を得た。

- 1) 局所反応動作の筋放電開始時間・最大筋力発揮時間は、全身反応動作に比較して有意に短縮した。
- 2) 局所反応動作と全身反応動作の筋放電開始時間および動作開始時間の間に有意な相関関係が認められた。
- 3) 局所反復動作における主動筋の筋放電時間と筋放電休止時間は、反復横跳びに比較して有意に短縮した。
- 4) タッピングとフットタッピングの反復頻度および主動筋の筋放電休止時間の間に有意な相関関係が認められた。
- 5) 反応動作と反復動作の間には有意な相関関係が認められなかった。

以上の結果から、反応動作の動作開始時間は局所と全身の間に有意な相関関係を示し、反復動作の局所と全身の間には有意な相関関係が認められない。さらに反応動作と反復動作の間に有意な相関関係が認められないことから、反応動作は大脳皮質の関与する随意動作であり、反復動作は主として相反的神経支配による切りかえ動作であり、両動作は異なるメカニズムによって成立すること

が示唆された。

引用・参考文献

- 1) 浅見高明, 洪川侃二「調整力に関する研究(2) —その発達傾向について—」体育科学, 3: 188-199, 1975.
- 2) Curton, T. K: Physical fitness of champion athletes, University of Illinois Press, Urbana, 1951.
- 3) 古屋 正「成長期における Tapping 検査の成績について」体育学研究, 5: 216, 1960.
- 4) 猪飼道夫編著「身体運動の生理学」杏林書院, 84-94, 1973.
- 5) 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, 7: 210-219, 1961.
- 6) 猪飼道夫, 山川純子「急速反復動作における疲労の現れ方」体育学研究, 2: 168-173, 1951.
- 7) 猪飼道夫, 山川純子「反復的動作に於ける動作の乱れの筋電図学的研究」体育学研究, 5: 340-344, 1953.
- 8) 磯川正教, 三宅紀子, 中西光雄, 岩崎義正, 永田 晟, 佐久間春夫「全身反応時間に関する研究 —その発達曲線および体力要因との関連—」Journal of sports science 10: 17-22, 1985.
- 9) 川上雅之, 松原 孝, 太田正和「幼児(4~7歳)の体力の総合的分析~敏捷性および瞬発力の発達と知能の関係~」体育の科学, 32: 451-456, 1982.
- 10) 河崎英武「成長期に於ける急速反復運動能力に関する調査研究」民族衛生, 12: 290, 1944.
- 11) 金原 勇, 他「敏捷性トレーニングの負荷に関する研究」体育学研究, 10: 203, 1966.
- 12) 北川 薫・磨井祥夫・宮下充正「跳躍反応動作にみる肥満の影響」体育の科学, 30: 741-743, 1980.
- 13) 飯塚鉄夫, 日丸哲也, 岩崎義正, 永田 晟, 唐津邦利「全身敏捷性テストとしての J. S. T. の研究」体育学研究, 13: 39-48, 1968.
- 14) 西沢 昭, 浅見高明「敏捷性の研究法について」体育の科学, 28: 262-268, 1978.
- 15) 大道 等, 八木尚江, 森下はるみ「幼児タッピング動作の観察」体育の科学, 33: 240-247, 1983.
- 16) 酒巻敏夫「敏捷性測定法の検討」体育の科学, 24: 250-252, 1974.
- 17) 徳山 廣, 他「急速反復動作(ステッピング)の年齢別並びに性別変化」体育学研究, 13: 124, 1969.
- 18) 戸刈晴彦, 浅見俊雄, 菊池武道, 足立長彦, 佐野祐司「パワーの発揮をともなう運動と反応時間について」東京大学教養部体育学紀要, 7: 61-67,

- 1970.
- 19) 豊田 博, 島津大宣, 遠藤郁夫「大学体育実技の教育効果に関する研究」東京大学教養部体育学紀要, 6: 17-20, 1969.
- 20) 脇田裕久, 水谷四郎, 矢部京之助「動作直前に出現する二様式の筋放電休止の比較-反動動作と非反動動作について-」体育学研究, 32: 49-56, 1987.
- 21) 脇田裕久, 長井健二, 八木規夫, 矢部京之助「反応動作におよぼす動作前 Silent period の影響」体育学研究, 26: 119-128, 1981.
- 22) 脇田裕久, 杉田正明, 矢部京之助「下肢における急速反復動作の検討」総合保健体育科学, 13: 79-89, 1990.
- 23) 湯浅景元「文部省体力テストを解剖する」体育の科学, 35: 444-450, 1985.

(1990年12月3日受付)

