

筋力の相互関係について

高橋 恒 雄

On the Mutual Relation in Muscle Strength

Tsuneo TAKAHASHI

(昭和46年10月30日受理)

1 ま え が き

前報⁽¹⁾において、著者は人間の体力を現わす指標の一つである筋機能の判定に、身体運動からみて基本的に外部に表現される上肢筋力、下肢筋力をより妥当な形で測定し、従来より測定されて来た背筋力、握力に上肢筋力、下肢筋力をもくわえ、身体の相互筋力の関係を総合的に考察することにより筋力と形態、運動能力などの解析に一つの方向が示されるものと考え、上肢筋力、下肢筋力の測定に関して報告した。

これは、背筋力の場合、背面筋以外に腎筋、下肢筋、上肢筋などの全身筋群の複合力であり、身体の運動に関与する度合は高いものであるが、運動に連なる筋分布が広範に及ぶため複雑し、余りにも抽象的であると考えたからである。

また、握力においては身体の運動との関連は四指及び前腕屈筋群という身体の一部であり、形態、運動能力などとの関係を考察する場合、余りにも狭範し不足感を禁じえない。

これに対し一般に外部に表現される身体の運動は上肢下肢の運動を伴うため、これらを測定し総合的に他機能との関連を考察する方がよいと考えたためである。

本報では従来よりの背筋力、握力と脚筋力、腕筋力の関係と各筋力間の関係を相関係数より考察し、相互の関係と背筋力、握力という従来よりの筋力に対する脚筋力腕筋力の妥当性を察したいと考えるものである。

また、筋力の相互関係に関しては研究報告^{(2)~(8)}も多く、それらの一部を要約すると発育発達やスポーツ選手等の体力、競技力に関連させ、各種筋力(主に背筋力、握力)と身体計測値、体格指数間の相関を求め筋力がどの程度の意義をもつかを考察し、一方、機能として人間

の発揮しうる筋力、静的筋力、動的筋力、瞬発力を因子分析法で各種の運動スキルより求め、各種筋力間には共通に関与する基礎的な筋力の存在を予測し、人体のもつ筋力は形態、諸機能を係して相互に関連し合っていることを明らかにしている。

2 実 験 結 果

被検者は秋田高専男子学生15~19才の99名であり、腕筋力、脚筋力の測定は市販の測定器に改良をくわえ、テンションメーターを取り付け、腕筋力では上腕二頭筋を主働筋とする腕屈曲力を、脚筋力では大腿四頭筋を主働筋とする脚伸展力を前報同様の方法をもちいて、夫々最大筋力を二度測定し最大値を採った。

背筋力、握力の測定は文部省スポーツテスト基準の要領で夫々測定した。

測定項目は脚筋力(右,左)腕筋力(右,左)背筋力握力(右,左)の7項目で昭和46年5~6月に測定し、結果は下表の通りである。

身体の機能と形態の関係は日常のスポーツにおける階級制や記録などからも伺えるごとく、相当に高い関係にあり、本報における被検者の筋力測定値と形態との関係も無関係ではなく、特に体重、胸囲、上肢、下肢の周径囲などの量育、周育との関係が高く、参考までに被検者の形態を上げると、身長では16才169.6cm, 19才168.8cm, 18才167.7cm, 17才167.6cm, 15才167.1cmの順で、体重では19才61.6kg, 18才61.4kg, 17才61.3kg, 16才59.5kg, 15才58.4kg となり 年令を伴うほど充実しているが、17才以降の発育は停滞気味であり、身体の充実度、肥瘦度を現わすとされるローレル指数では18才131, 17才130, 19才128, 15才126, 16才121 で筋力値と大体一致せる傾向にあり、身体の機能に形態が相関

表1 筋力測定値 (M ± S · D)

年 令			15	16	17	18	19
筋 力							
右	脚	力	45.6 ± 7.29	46.8 ± 5.91	49.0 ± 6.27	52.8 ± 6.08	52.7 ± 5.99
左	脚	力	46.8 ± 7.49	49.2 ± 9.05	50.9 ± 8.01	53.6 ± 6.88	54.5 ± 4.72
右	腕	力	19.7 ± 2.83	19.8 ± 2.73	20.2 ± 3.36	23.1 ± 3.36	23.2 ± 4.15
左	腕	力	18.8 ± 2.69	18.5 ± 2.32	19.6 ± 3.08	20.7 ± 3.03	21.6 ± 3.52
背	筋	力	145.5 ± 22.8	149.1 ± 14.8	151.8 ± 17.8	154.9 ± 18.1	160.5 ± 20.6
右	握	力	44.9 ± 5.95	45.1 ± 5.21	45.8 ± 5.86	47.9 ± 5.22	51.3 ± 7.49
左	握	力	42.9 ± 6.41	41.3 ± 4.13	42.7 ± 5.54	44.6 ± 6.87	45.9 ± 6.19

していることがわかる。

次いで筋力値(表1参照)を見ると、全般に左握力を除いて年齢による発達増加がみられ、年齢が高いほど機能においても充実していることがわかる。

脚力では大体45~55 kg の範囲に含まれ、各年齢において左脚が右脚に対し1~2 kg の範囲で優位にあり、小野も脚伸力が11才までは右脚が左脚よりも大きい値を示しているのに、12才以降は左脚の方が強い傾向が見られることを報告しているが、本報においてもこれと同様の傾向にあり、一般に右利き手の場合、左軸足という交叉動作が年齢が高くなるほど固定化され、左脚の発達を促す現象などと関係するものと推察される。

また、脚筋力に対する形態の関係では、各年齢を通し大腿囲では右脚が左脚より優位にあるのに対し、下腿囲では左脚が右脚より微小ではあるが優位な年齢の多いことは、形態と機能の関連を示す現象の一つである。

腕筋力では大体20 kg 前後にあり、右腕力が左腕力に比べ優勢で、全般的に左腕力は停滞気味であり、利き手など使用頻度などと関連し合う結果とも考察された。

背筋力は全国平均に比較し、各年齢ともに10~17 kg と大きく、身体の複合筋力であるため他筋力に比して年齢に伴う発達増加が顕著に認められた。

握力は腕筋力と同じく、利き手である右握力が左握力に比し2~5 kg と優れ、年齢に伴う発達も顕著ではあるが、総じて左握力は15~17才と発達増加の傾向は見られず、その筋力値において15才が16才17才を凌加し、握力と関連高い前腕囲でも、15才が左前腕において16才17才と微小ながら上回る事実は興味深い現象である。

3 結果の考察

筋力は筋線維の横断面積に比例することが知られ、断面積当たりの筋力は従来、個人、性別などの差異のあるものではなく、筋1 cm²あたり6~7 kg 相当と考えられている。

筋は筋線維の集合体であり、筋力の増加はこの筋線維

の活動性肥大の結果であり、筋線維の数が増加するためではない。これらの筋線維の収縮する力が筋力となり発現され、筋線維が多く太い場合、大なる筋力が発揮されるものであり、労働、運動、トレーニングなどによる筋肉の肥大は、筋組織、中枢からの神経衝撃の大小などと関連し合って筋力の強弱を決定する要素となるものである。

また、筋肉量は出生時、全体重の23.4%であるとされ15才で33%に、一年後の16才ごろは急に増加して体重の44%ぐらいに達し、成人値とほぼ同値になるといわれている。

筋力にあつては発達が年齢に伴うものであり、一般の体重発達とは幾分おくれ、思春期以後13才ごろになって急速に増加速度を増し、上昇の傾斜が大きくなる。その発達の様相は筋力により若干の相異もあるが、握力では13~15才で目立った増加を示し、脚筋力、背筋力でも同様に14才ごろに急激に増加し、17才~18才ごろに一応のおちつきを見せる。腕筋力も同様であるが発達の傾斜が他筋力に比べ緩慢であり、16才~17才で停滞の様相におちつくようである。

次いで各年齢における筋力間の相関を検討(表2, 3参照)する。各年齢で5%以下で有意性が見られたものを述べると、15才では右脚力に対する左脚力 右腕力 背筋力 左握力、左脚力に対する右・左腕力 背筋力 右・左握力、右腕力に対する左腕力 背筋力 右・左握力、左腕力に対する背筋力 左握力、背筋力に対する右・左握力、右握力に対する左握力。

16才では右脚力に対する左脚力 右・左腕力、左脚力に対する右・左腕力、右腕力に対する左腕力 背筋力 右・左握力、左腕力に対する右・左握力、右握力に対する左握力間に有意性が見られた。

17才では右脚力に対する左脚力 右腕力 背筋力、左脚力に対する背筋力 右・左握力、右腕力に対する左腕力 背筋力、背筋力に対する右握力、右握力に対する左握力。

表2 筋力間の相関行列

年 令	筋 力	1 右脚力	2 左脚力	3 右腕力	4 左腕力	5 背筋力	6 右握力	7 左握力
15	1		0.7550	0.4535	0.3217	0.6922	0.4042	0.6388
	2	0.7550		0.6283	0.4562	0.6932	0.4348	0.4728
	3	0.4535	0.6283		0.7894	0.7009	0.5125	0.7120
	4	0.3217	0.4562	0.7894		0.5386	0.4258	0.5746
	5	0.6922	0.6932	0.7009	0.5386		0.7134	0.8273
	6	0.4042	0.4348	0.5125	0.4258	0.7134		0.8127
	7	0.6388	0.4728	0.7120	0.5746	0.8273	0.8127	
16	1		0.7272	0.4927	0.5080	0.3616	0.1754	0.0606
	2	0.7272		0.6941	0.6453	0.3496	0.2917	0.1270
	3	0.4927	0.6941		0.9148	0.4833	0.6742	0.5222
	4	0.5080	0.6453	0.9148		0.4039	0.6262	0.4892
	5	0.3616	0.3496	0.4833	0.4039		0.4518	0.3018
	6	0.1754	0.2917	0.6742	0.6262	0.4518		0.9014
	7	0.0606	0.1270	0.5222	0.4892	0.3018	0.9014	
17	1		0.8442	0.4725	0.3755	0.6076	0.3923	0.3389
	2	0.8442		0.3535	0.3404	0.7074	0.5357	0.4847
	3	0.4725	0.3535		0.6210	0.4882	0.3001	0.2605
	4	0.3755	0.3404	0.6210		0.3280	0.2940	0.2898
	5	0.6070	0.5357	0.4882	0.3280		0.5382	0.3692
	6	0.3923	0.5357	0.3001	0.2940	0.5382		0.8351
	7	0.3389	0.4847	0.2605	0.2898	0.3692	0.8351	
18	1		0.8085	0.3938	0.3534	0.4583	0.1314	0.2258
	2	0.8085		0.5727	0.3985	0.4866	0.1782	0.3711
	3	0.3938	0.5727		0.7109	0.5196	0.1464	0.3629
	4	0.3583	0.3985	0.7109		0.5470	0.1682	0.4605
	5	0.4583	0.4866	0.5196	0.5470		0.1155	0.5532
	6	0.1314	0.1782	0.1464	0.1682	0.1155		0.3663
	7	0.2258	0.3711	0.3629	0.4605	0.5532	0.3663	
19	1		0.8543	0.5792	0.5861	0.7547	0.4873	0.2740
	2	0.8543		0.3536	0.3839	0.5122	0.3122	0.0238
	3	0.5792	0.3536		0.9063	0.4101	0.6651	0.4360
	4	0.5861	0.3839	0.9063		0.5342	0.7013	0.6262
	5	0.7547	0.5122	0.4101	0.5342		0.7410	0.5047
	6	0.4873	0.3122	0.6651	0.7013	0.7410		0.7686
	7	0.2740	0.0238	0.4360	0.6262	0.5047	0.7686	

18才では右脚力に対する左脚力 背筋力, 左脚力に対する右腕力 背筋力, 右腕力に対する左腕力 背筋力, 左腕力に対する背筋力 左握力, 背筋力に対する左握力に有意性が見られた。

19才では右脚力に対する左脚力 右・左腕力 背筋力

右握力, 左脚力に対する背筋力, 右腕力に対する左腕力 背筋力, 左腕力に対する背筋力 右・左握力, 背筋力に対する右・左握力, 右握力に対する左握力にいずれも順相関で有意性が認められた。

身体の中で右・左対に存在する筋力群, 脚力 腕力

表3 有意性一欄表

筋力	1右脚力	2左脚力	3右腕力	4左腕力	5背筋力	6右握力
2 左脚力	15 *** 16 *** 17 *** 18 *** 19 ***					
3 右腕力	15 * 16 * 17 * 19 ***	15 *** 16 *** 18 ***				
4 左腕力	16 * 19 ***	15 * 16 ***	15 *** 16 *** 17 *** 18 *** 19 ***			
5 背筋力	15 *** 17 *** 18 * 19 ***	15 *** 17 *** 18 * 19 *	15 *** 16 * 17 * 18 *	15 ** 18 ** 19 **		
6 右握力	19 *	15 * 17 *	15 * 16 *** 19 ***	16 *** 19 ***	15 *** 16 * 17 ** 19 ***	
7 左握力		15 * 17 *	15 *** 16 ***	15 *** 16 * 18 * 19 ***	15 *** 18 ** 19 *	15 *** 16 *** 17 *** 19 ***

*** P < 0.01

** P < 0.02

* P < 0.05

握力ではいずれも1%水準以下の高い有意性が認められ、これは一般の運動では左右平均して動作されるものであること、対側同名筋群を支配する神経中枢が共通するため、一方の側の筋トレーニングをしたとき、対側の筋力やスキルにも効果があるという交叉トレーニング効果などもくわわつての現われとも推察される。

テンションメーター測定の前脚筋力と従来の背筋力との相関では、16才を除いて各年齢において右・左脚力ともに5%以下で有意性が認められ、これは他報告とも一致せるものである。

脚筋力と従来からの握力との相関は15才17才で認めら

れるが、相対的な発育発達で時期を共通するほかは、身体的な部位から察しても下肢筋群と上肢の一部分である四指の屈筋群との関係であり、全般的に相関係数からみて相関度は低いものと推察された。

脚筋力と腕筋力との相関を見ると、年齢を通じて、利き腕の関係から右腕力が左腕力に比べ多少ではあるが相関の頻度において高い傾向に見られた。両者の力発揮から察すれば異なる筋群からなり、その関連性は少ないが、身体の筋の発育増量から考えると、両者ともにほぼ同年令時において同速度で増加すると考えられることと合せ、年齢に伴う生活内の種々の動作、運動、スポー

ットレーニングなどは上肢、下肢を一連して働かせるため、脚の発達と腕の発達は相応的に併行し、両者はきわめて相関的であり、その出現の度数においても高いものとなっていると推察される。

テンションメーター測定の前腕筋力と従来からの背筋力との相関では、その相関の出現度数において右腕力が左腕力に比し高い様相にあった。

背筋は身体の体幹を代表する筋力であり、身体の姿勢・動作のバランスやフォームを保つうえに重要な役割をはたし、身体の広範な筋群と協応的な形で働くため、上肢筋力との相関度は握力とも関連しながら高いものであると推察される。

腕筋力と従来からの握力との関係は互いに上肢内に位置しながらも、本結果では年齢により相関の程度に高低が見られ、その頻度の現われも顕著でない。これは腕筋力が上腕屈筋群の収縮であるのに対し、握力は人差指から小指までの四指の屈筋の収縮が主な活動筋群であるためとも推察される。

背筋力と握力の相関は従来からの多くの報告から察しても、きわめて高いものであることが認められた。

これは背筋力測定時において、握力は伸展性収縮すなわちエクセントリックな形で背筋力に関与し、握力測定時においては背面筋群が静的すなわちスタティックな形で互いに関与し合うことから推察されるものであり、本報告においても両者間には16才を除いた左右いづれかに5%水準以下で有意性が認められた。

次いで各年齢に伴う相関度を総括的に考察すると、15才では筋力相互間の相関度が高く、年齢がすすむにつれて相関の出現が減少し、19才で幾分高く現われている。これは著者⁹⁾が本報告に先行して実施した、15才～19才までの異なる標本での筋力の相関度をもとめた結果とも大体一致するものである。

これら年齢に伴う筋力相互の相関度の発現、消失、減少などは、形態、機能などの発育発達の年齢的経過ときわめて関連的であると察しられ、一般に推察すれば、時期的に15才ごろは全筋力発達の急上昇の終末期であり、19才では筋力発達も一応おちついた停滞期にあり、発達曲線は両者とも安定せるものと予想されるのに対し、16才～18才の時期は上昇より停滞への過渡期とも考えられ、被検者の個人的差異などより推察しても発達曲線において不安定なものと予想され、筋力相互の関係においても動搖的なものと考えられることである。

また、スタティックな形での最大筋力における脚筋力、腕筋力、背筋力、握力の発現は互いに異なる筋群からの出力にもかかわらず、相互間においては、身体という媒体をとうして互いに相関し、年齢に伴う頻度においても

高い関係にあると考察される。

しかし、これら筋力の相関は標本の差異、いいかえると年齢、性別、発育発達の様相、形態の大小、精神的要素、運動能力の優劣、トレーニングの有無、生活内における運動、労働の経験など諸々の条件により発現、減少、消失が見られる様子にある。しかし、一般的には筋力の大なるものは全筋力において優れる傾向にあるが、これら筋力間の関係は性差なども含めて広範な標本からの横断観察や追跡調査などから検討されるべきものである。今後の課題であろうと考えるものである。

4 要 約

筋力の相互における関係については、形態、機能、運動能など体力を解析する研究の分野の中で、これまで数多くの研究報告がなされている。

著者は、これに関連させ前報でケーブルテンションメーターを使用し、アイソメトリックな状態での脚筋力における伸張力と腕筋力における屈曲力の測定について報告した。これら脚筋力、腕筋力と従来よりの背筋力、握力の関係度を検討すると同時に相互の筋力間の関係度を考察すべき実験を行い、その結果、次の成績を得た。

被検者は15才～19才の健康な秋田高専男子学生99名である。

1. 筋力は大体年齢に伴って発達増加の傾向にあり、その値は脚筋力で45kg～55kg、腕筋力で18kg～23kg、背筋力で145kg～160kg、握力で41kg～50kgであり、被検者の形態とくに量育、周育とは関連が大なることが認められた。

2. アイソメトリックな形での筋力であるため、全体的に相互の相関度が高く、その相関の出現の割合においては15才で多く、16才～18才と幾分減少し、19才で増加の傾向にあった。これは筋力発達の年齢的な経過に関係あるものではないかと考察された。

3. テンションメーター測定の前腕筋力と従来からの背筋力との関係では、総じて高い相関関係にあり、年齢に伴う頻度も高いものと察しられたが、従来からの握力との関係では、相関の見られる年齢もあつたが、出力の筋肉群などから考察しても相互の相関はきわめて低いものと察しられた。

4. テンションメーター測定の前腕筋力と従来からの背筋力との関係は、身体活動に際して協応的に作用し合う筋力群であるため、脚筋力ほどの著しい関係は認められなかったが、全体的にきわめて高い相関関係にあるものと推察された。握力との関係では、互いに上肢に位置しながらも相関において高低が見られ、その出現の割合においても高い関係には認められなかった。

5. 脚筋力と腕筋力との関係では、筋力発揮において異なる筋肉群よりなるのであるが、日常生活の中で行われる身体活動、特にスポーツ運動は上肢、下肢を一連に働かせるため、上肢の発達が下肢の発達にと互いに相応する傾向にあるため、両者の相関度はきわめて高いものと考察された。全体的にみると筋力において優れる者は全ての筋力において優れる傾向にあることが察しられた。

6. 背筋力と握力との関係は従来より多くの報告に見られるように相関はきわめて高いことが認められた。

参 考 文 献

- 1) 高橋恒雄 筋力測定の実験的研究 秋田高専紀要第6巻 1971
- 2) 沢田芳男 スポーツ医学 体育の科学社 1965
- 3) 日本体力医学会 日本におけるスポーツ医学研究 明治生命厚生事業団 1964
- 4) 増田充他 筋力の性差について 体力研究 No. 7 1965
- 5) 小野三嗣 特殊筋力測定法による重量挙げ選手の筋力解析 体力科学11-2 1963
- 6) 日本体育協会 東京オリンピックスポーツ科学研究報告 1966
- 7) 松浦義行 筋力の階級的因子構造 体育学研究 12-1 1968
- 8) 市村操一他 筋力構造の因子分析的モデル批判 体育学研究 15-2 1971
- 9) 高橋恒雄 脚筋力と腕筋力・背筋力との相関 体育学研究 15-5 1971