

「立位体前屈」と「上体そらし」の再検討

体柔軟性の指標となり得るか

東京学芸大学 渡辺 雅之

(共同研究者) 同 永田 瑞穂

同 矢野 博己

同 長沢 靖夫

国際武道大学 関 和彦

Re-Examination of Trunk Flexion and Extension Are These Able to be the Indicator of the Body Flexibility

by

Masayuki Watanabe, Mizuho Nagata,

Hiromi Yano, Yasuo Nagasawa

Tokyo Gakugei University

Kazuhiko Seki

International Budo University

ABSTRACT

From the previously published reports by the department of physical education in the ministry of education and the experiments which consist of the measurements of back and abdominal muscle strength and trunk flexion and extension, and the electromyogram of back, abdominal, and leg muscle, trunk flexion and extension, which were well recognized as the indicator of the body flexibility, were re-examined. The obtained results were as follows ;

1) Trunk flexion tended to decrease from 1964 to 1988. As the reason for this the development of physique, especially lower limb length are major factor. It is not right to recognize that the body

became stiff.

2) There was no relation between abdominal muscle strength and trunk flexion, but significant relation was observed between back muscle strength and trunk extension.

3) The muscle pain from lower limb, not back mainly prevented the performance of trunk flexion. The inhibition mechanism such as Ia inhibition in neuro-muscular system were not observed.

4) The isometric sit-up exercise in 30 seconds increased the performance of trunk flexion. It might be considered that Ib inhibition mechanism participated.

5) In trunk extension the development of body height and sitting height were major factor, because the ratio, trunk extension to height or sitting height, didn't change in relation to age.

要 旨

行動体力の一要素である柔軟性は、体力テストの「立位体前屈」と「伏臥上体そらし」によって測定されるのが一般的であるが、果してこの2項目の測定値から「身体が硬い」と言う結論を引出し得るかどうかを検討した。その方法としては児童生徒の全国調査である文部省の体力・運動能力調査報告書を用い過去のものとの現在の傾向を比較検討した。また、この両テスト項目が単なる関節の可動範囲の測定ではなく、自力による体幹の屈曲・伸展であるところから座位におけるアイソメトリックな腹部および背部の筋力測定を行った。そして、両テスト実施時の腹部および背部の筋電図を記録し、テスト成績に対する阻害要因としての筋のIa抑制機構の関与、あるいは向上要因としてのIb抑制機構の関与について検討した。その結果、身長伸びに対して座高の伸びがそれにとまなわないので下肢長の伸びが大きいために立位体前屈の成績が低下傾向にあると考えられ、腹部の筋力は前屈には無関係だが、背部の筋力は伏臥上体そらしと有意な相関関係が認められた。ま

た、立位体前屈時の背部の筋による抑制は筋電図からは観察されなかった。むしろ下肢からの痛みが阻害要因として自覚された。アイソメトリックな上体おこし運動を30秒間実施させた後の立位体前屈の成績は向上した。それはIb機構が関与していると思われた。伏臥上体そらしでは身長や座高などの成長がその成績を決定しており、背部の筋の特性を表していると考えられた。

1. 緒 言

行動的体力の一要因としての身体の柔軟性は、スポーツ活動を行なう上でパフォーマンスを高める、技能を向上させる、ならびに安全性を高める(けがの防止およびけがを軽度に抑える)ために重要なことである。経験的にもよく理解されることである。しかし、ここで用いられている身体の柔軟性とは、単なる関節そのものの持つ柔らかさを指すのではないばかりでなく、体柔軟性テストとしてよく知られ、かつ実施されている立位体前屈と伏臥上体そらしの成績をも指すのではない。

関節そのものだけがもつ生物的・物理的な可動

範囲がもし先天的に制限されているとしたら、そのことによって体柔軟性が規定され得る。それに対し先天的な制限条件が認められないならば、それ以外の因子が支配的となり、その因子の関わり方によって関節の可動範囲が決定されてくる。その因子としては関節を取り囲む諸筋群、靭帯、および神経系があげられる。さらに後天的なトレーニングの影響や加齢による変化などが絡んでくる。

このような体柔軟性をどのように測定し、評価するかは問題の多いところである。特に、立位体前屈と伏臥上体そらしが体柔軟性を表すという一般的な認識もあり、問題を複雑にしている。これらの項目の測定値が大ききときに体柔軟性が優れるとしたら、背筋をはじめとして運動不足や加齢などで筋骨が弱体化しているほど体柔軟性があり、好ましいことになってしまう。逆に、陸上競技の長距離選手のように立位体前屈の数値が小さい⁵⁾ときに体柔軟性がないと言いきれるかという問題もある。

文部省が毎年10月10日に発表している「体力・運動能力調査報告書」^{3),4)}の中で体柔軟性をどのように捉えるかには一理あるが、立位体前屈の成績が低下したから直ちに「身体が硬くなった」とするマスコミ報道は、一般的な影響力が大きいという点で注意を要すると思われる。

そこで本研究では過去に報告された同報告書について比較を試みた。そして、腹部や背部の筋力ならびに形態の測定値から立位体前屈と伏臥上体そらしとの関連を検討した。また、立位体前屈と伏臥上体そらし時における筋電図を記録し、筋神経系のそれらへの関与について検討した。

2. 方 法

1) 昭和39年度ならびに昭和63年度の文部省体育局による「体力・運動能力調査報告書」から形態値として身長、体重、座高を、体力項目から

伏臥上体そらし、立位体前屈、および背筋力を取り出し、身長比、座高比、ならびに体重比を算出し、年齢別に比較検討した。

2) 立位体前屈と伏臥上体そらしに最も影響すると思われる腹部と背部の筋力を測定した。測定姿勢は座位とし、腹筋の場合には胸部に抵抗板を置き、ワイヤーを介して背部に置いたロードセルにより筋力を検出・測定した。背筋の場合には腹筋の測定と全く逆にして前方のロードセルを後方へ引っ張らせた。

大腿部はベルトで椅子に固定した。両腕は身体に触れないように配慮した。

比較のために身長、体重、下肢長、上肢長、背筋力、伏臥上体そらし、立位体前屈ならびに皮下脂肪厚を常法により測定した。皮下脂肪厚から体脂肪率を算出した。

立位体前屈と伏臥上体そらしの測定値は、身長、下肢長、上肢長、および身長一下肢長との比を算出した。背筋力は体重比とした。

対象は健康な青年男女30名で日頃から身体活動をよく行なっている者たちである。

3) 伏臥上体そらしおよび立位体前屈を実施させた際の腹部、背部、および脚部の筋活動を見るために筋電図を記録した。直径5mmの表面電極を用い、双極誘導法にて記録した。被検筋として腹直筋、僧帽筋、広背筋、大腿二頭筋、腓腹筋を用いた。伏臥上体そらしと立位体前屈に加えて長座位体前屈や他者によって引き起こされたかたちの伏臥上体そらしも実施した。さらに、アイソメトリック状態で上体おこし(角度30度)を全力で30秒間実施させた後にも同様な動作を行なわせた。この動作で背部の筋肉が十分引き延ばされるようにさせた。

3. 結 果

表1は昭和39年度と63年度における身長、体重、座高、伏臥上体そらし、立位体前屈、および

表1 Comparison of mean values of physique, trunk extension and flexion, and back strength in 1964 and 1988

Age	Height (cm)		Weight (kg)		Sitting Height (cm)		Trunk Extension (cm)		Trunk Flexion (cm)		Back Strength (kg)	
	1964	1988	1964	1988	1964	1988	1964	1988	1964	1988	1964	1988
10	135.5	138.6	27.6	33.7	73.6	74.7	45.2	45.2	8.6	6.9	61.6	57.4
11	138.2	144.5	31.8	37.5	75.0	77.2	46.8	47.2	9.2	7.7	72.0	69.6
12	143.7	152.4	36.0	43.5	77.8	81.0	49.0	48.4	9.7	7.6	80.2	83.9
13	150.9	159.1	41.1	48.4	81.2	83.9	51.2	50.9	11.0	8.5	96.3	100.2
14	157.4	164.7	47.0	53.8	84.6	86.9	54.0	53.4	12.7	9.8	16.1	117.0
15	163.3	167.8	52.3	58.0	87.7	88.5	56.6	54.5	15.4	10.8	128.7	121.7
16	165.7	169.5	55.5	59.9	89.2	89.9	58.7	56.4	16.5	11.9	139.1	133.0
17	166.5	170.4	57.1	61.7	89.5	90.2	59.0	57.4	17.2	12.8	146.0	136.4
18	166.3	170.8	56.4	52.8	89.6	90.5	57.3	56.6	16.2	12.9	134.0	141.8
19	166.5	170.9	57.2	63.0	89.6	90.6	56.8	56.3	16.0	13.1	136.3	141.9
20	166.0	171.4	57.3	63.8	89.5	90.2	56.6	55.7	15.5	12.9	137.0	142.7

背筋力の成績を10歳から20歳までの年齢別に比較したものである。昭和39年度から63年度にかけて身長、体重とも大きな伸びを示しているが座高はあまり大きな伸びとはなっていない。伏臥上体そらしは最大でも2.3 cmの低下にすぎないが、立位体前屈は4.4 cmの低下を示している。

表2は伏臥上体そらしと立位体前屈を身長および座高で除したものと背筋力を体重当りで見たものをそれぞれ昭和39年度と63年度で比較したものである。立位体前屈の場合、身長および座高当りで見ても傾向には大差がない。それに対し伏臥上体そらしでは両年度で差が無いばかりでなく、

表2 Comparison of the ratio of trunk extension and flexion to height and sitting height, and back strength to weight in 1964 and 1988

Age	T-Ex / H		T-Ex / S-H		T-Fx / H		T-Fx / S-H		B-S / W	
	1964	1988	1964	1988	1964	1988	1964	1988	1964	1988
10	33.36	32.61	61.41	60.51	6.35	4.98	11.68	9.24	2.23	1.70
11	33.86	32.66	62.40	61.14	6.66	5.32	12.27	9.97	2.26	1.86
12	34.10	31.76	62.98	59.75	6.75	4.99	12.47	9.38	2.23	1.93
13	33.93	31.99	63.05	60.67	7.29	5.34	13.55	10.13	2.34	2.07
14	34.31	32.42	63.83	61.45	8.07	5.95	15.01	11.28	2.47	2.17
15	34.66	32.48	64.54	61.58	9.43	6.44	17.56	12.20	2.46	2.10
16	35.43	33.27	65.81	62.74	9.95	7.02	18.50	13.24	2.51	2.22
17	35.44	33.69	65.92	63.64	10.33	7.51	19.22	14.19	2.56	2.21
18	34.46	33.14	63.95	62.54	9.74	7.55	18.08	14.25	2.38	2.26
19	34.11	32.94	63.39	62.14	9.61	7.67	17.86	14.46	2.38	2.25
20	34.10	32.50	63.24	61.75	9.34	7.52	17.32	14.30	2.39	2.24

T-Ex : trunk extension H : height
 T-Fx : trunk flexion S-H : sitting height
 B-S : back strength W : weight

加齢による変化も認められなかった。背筋力は体重当りで見ると絶対値の傾向が逆転した。

表3はよく鍛錬している健康な男女30名について男女別に測定結果を平均値と標準偏差を示したものである。絶対値での背筋力が男子199 kg, 女子178 kgとなっているところから鍛錬度がうかがわれる。同じく体脂肪率が男子10.8%, 女子13.6%にもそれがよく現われている。立位体前屈の成績は女子の方がやや大きい伏臥上体そらしには差がなかった。腹筋の筋力は背筋の筋力より若干少ないが対象者のなかには逆転している例も認められた。表4には立位体前屈と伏臥上体そ

しを身長, 下肢長, 上肢長, および身長-下肢長で除した値ならびに体重1 kg 当りの背筋力を男女別の平均値で示した。形態計測値による比で見ると女子は4つのどの比をとっても男子より大きな値であった。体重比の背筋力では男子の方が大きかった。

表5には人数の多い男子について立位体前屈ならびに伏臥上体そらしと形態や運動能力の計測値およびそれらとの比との相関係数を表した。立位体前屈, 伏臥上体そらしとも形態との相関は全く認められなかった。また, この両者の相関も認められなかった。相関が認められたのは伏臥上体そ

表3 Mean values of physique, trunk flexion and extension, and muscle strength of the subjects

	n	Height (cm)	Weight (kg)	Leg Length (cm)	Upper Limb Length (cm)	Trunk Flexion (cm)
Male	20	168.1±5.49	63.0±6.33	91.1±3.97	72.8±4.31	16.2±4.78
Female	10	164.4±7.49	59.5±7.87	88.4±5.48	70.2±5.20	17.2±4.95
	n	Trunk Extension (cm)	Back Strength (kg)	Body Fat (%)	Abdomen Strength (kg)	Back Muscle Strength (kg)
Male	20	52.3±9.04	199.1±42.99	10.8±1.61	56.0±12.39	66.2±8.07
Female	10	52.3±8.27	178.0±47.76	13.6±4.73	50.4±15.54	63.8±9.12

表4 Comparison of the ratio of trunk extension and flexion to height, leg length, upper limb length, and height-leg length and back strength to weight of the subjects

	n	T-Fx / H	T-Fx / L	T-Fx / U	T-Fx / H-L	T-Ex / H
Male	10	9.64±2.88	17.93±5.31	22.18±6.90	21.09±6.12	31.16±5.48
Female	20	12.38±3.23	23.34±6.12	29.69±7.93	26.40±6.62	33.22±4.29
	n	T-Ex / L	T-Ex / U	T-Ex / H-L	B-S / W	
Male	10	57.00±10.87	70.36±14.69	67.09±12.02	3.22±0.78	
Female	20	62.64± 8.35	79.53±10.30	70.82± 9.16	2.60±0.44	

T-Fx : trunk flexion H : height
 T-Ex : trunk extension L : leg length
 B-S : back strength U : upper limb length
 H-L : height-leg length
 W : weight

表5 Correlation between trunk flexion and extension and other items

	Height	Leg Length	Upper Limb Length	Back Strength	Fat %	Abdomen Strength	Back Muscle Strength
Trunk Flexion	-0.0344	-0.0399	-0.0242	0.1420	-0.1578	-0.3386	0.1396
Trunk Extension	-0.0309	-0.0764	-0.2826	0.3460	0.1577	-0.2009	0.4361*
	T-Ex	B-S/W	T-Fx/H	T-Fx/L	T-Fx/U	T-Fx/H-L	
Trunk Flexion	0.2817	0.2380	0.9947*	0.9897*	0.9723*	0.9897*	
Trunk Extension	1.0000	0.2845	T/Ex/H	T/Ex/L	T/Ex/U	T/Ex/H-L	
			0.9842*	0.9728*	0.9180*	0.9792*	

*P<0.05

らしと背筋の筋力測定値と形態測定値による立位体前屈と伏臥上体そらしの比であった。形態との相関が認められない以上形態値との比で相関が認められないのは当然の結果である。静的な筋力である背部の筋力との相関が伏臥上体そらしで認められたことは、いわゆる背筋力とは相関が認められなかったことと関連して重要である。

表6に示したのは30秒間の全力のアイソメトリックでの上体おこし運動を実施させた後の立位体前屈と長座位体前屈の成績である。前から後にかけて平均でそれぞれ6.7 cm, 6.3 cmであったが、後には10.9 cm, 11.3 cmまで大きな値となった。図1には伏臥上体そらしの筋電図である。図2は補助者によって上体を引き起こしてもらう形で他動的に伏臥上体そらしを実施したときの筋電図である。図1では背部の筋が活動して上体をそらししているのに対し、図2では補助者があるため

に自らの背部の筋は活動せず、逆に腹部の筋が引き延ばされて活動している。図3は立位体前屈時の筋電図である。腹部の筋が活動しているが引き延ばされている背部の筋ではほとんど活動が見られなかった。

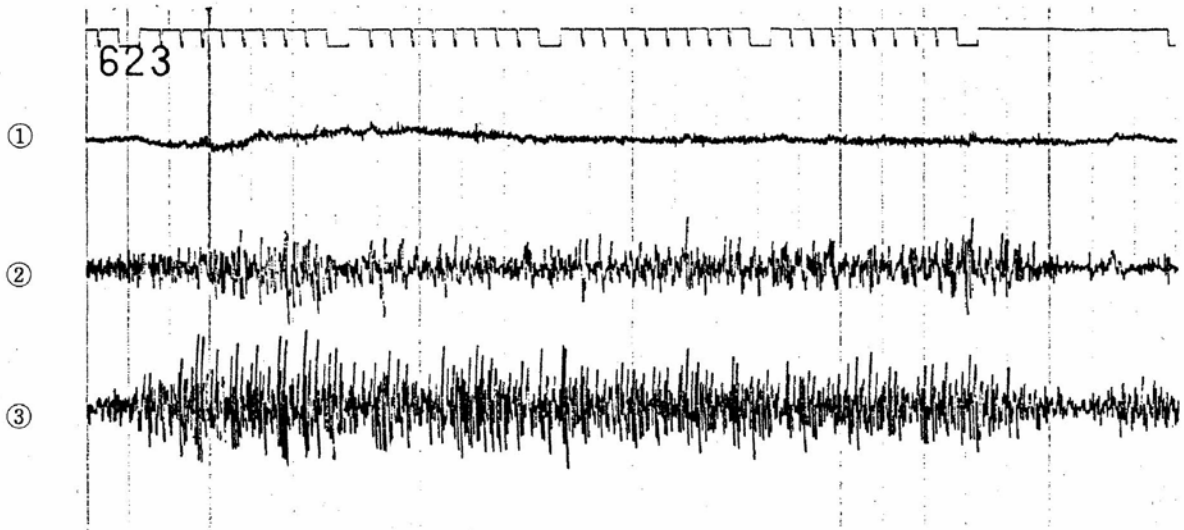
4. 考 察

文部省のスポーツテストのうち体力診断テストとは、敏捷性・瞬発力・筋力・持久性・柔軟性の5種類の「運動の基礎的要因」を7種目から判定しようとするものである^{3,4)}。柔軟性は伏臥上体そらしと立位体前屈から判定される。このことは主に脊柱を構成している多くの関節の可動範囲を含む運動範囲が大きいことが「柔軟性」を意味していることになる。すなわち、体幹の前屈と背屈運動である。その背景について小野⁶⁾は、1950年の白石⁹⁾による「体育医学」の関節に於ける運動種類の項で記述された「日常運動に依りよく鍛錬された関節と然らざるものとは自ら運動範囲も異なっている。」ことから、関節運動が円滑で運動領域が大きいことを「柔軟性」が大きいと考えるようになったと述べている。

全身には数多くの関節があるが、局所的なしかも一、二の関節で構成されるものよりもこれらで

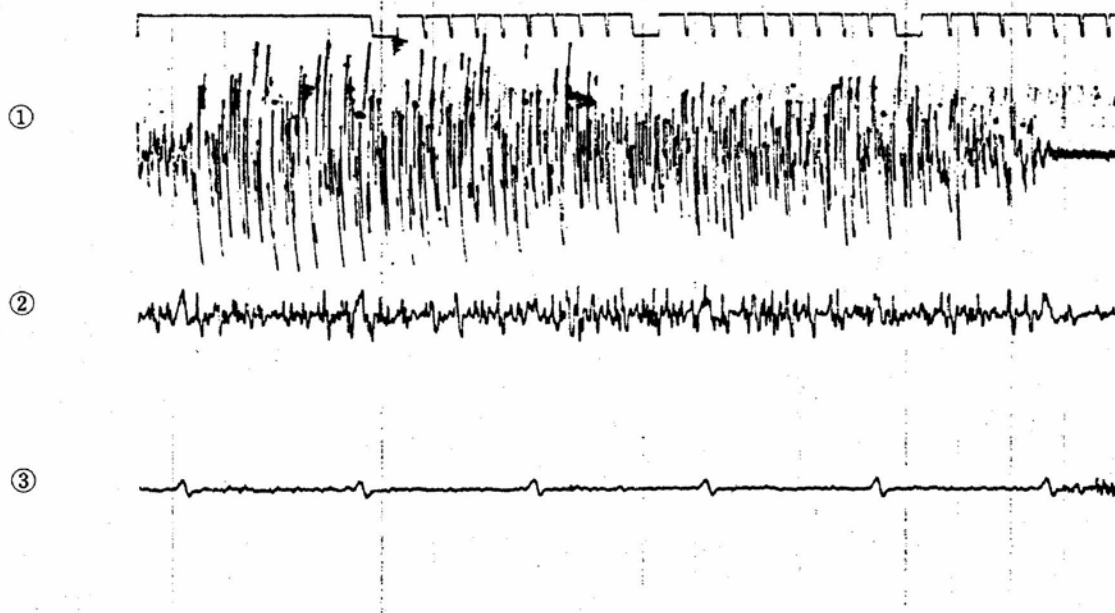
表6 Effect of isometric sit-up exercise in 30 seconds

	Trunk Flexion (cm)	Sitting Trunk Flexion (cm)
Before	6.7±2.52	6.3±4.97
After	10.9±1.88	11.3±2.75



- ① M. Rectus Abdominis
- ② M. Trapezius
- ③ M. Latissimus Dorsi

図1 Electromyogram of trunk extension



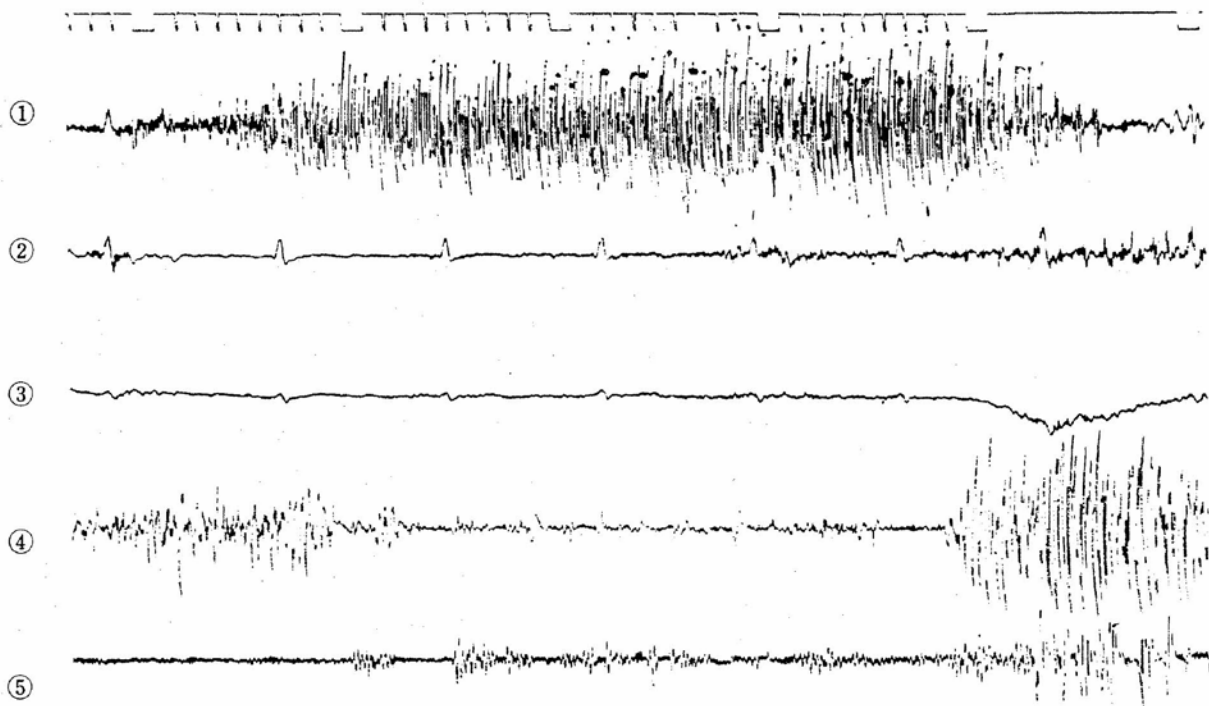
- ① M. Rectus Abdominis
- ② M. Trapezius
- ③ M. Latissimus Dorsi

図2 Electromyogram of trunk extension with assistance

見る方が首肯しやすいのは事実である。しかし、この2種目では自力のみで発揮された成績よりも補助者によって他動的に発揮された成績の方がはるかに大きな値が得られることから明らかなように、関節の可動範囲の大小よりもそれ以外の条

件が支配的であることから「柔軟性」をこれらから単純に論じるには問題が多い。

したがって、「柔軟性」を伏臥上体そらしと立位体前屈で判定しようとする場合には、関節の可動範囲の大小以外の条件に注目すべきであって、単



- ① M. Rectus Abdominis
- ② M. Trapezius
- ③ M. Latissimus Dorsi
- ④ M. Biceps Femoris
- ⑤ M. Gastrocnemius

図3 Electromyogram of trunk flexion

に「身体が硬くなった。」の類の表現は慎まねばならないと考える。

1989年10月10日の朝日新聞朝刊では、「硬くなる一方の子供の体」と題した記事において、昭和39年度から昭和63年度までの立位体前屈の成績の推移として男子の10歳、13歳、および16歳の例が図示され、報じられた。それによると、10歳では以前の最高値9.9 cmから6.9 cmに、13歳では12 cm前後での推移から8.5 cmへと落ち込んだと記載されている。

表1からも明らかなように10歳から20歳までの全ての年齢で立位体前屈は低下しているものの、一方では伏臥上体そらしの方ではそれほど大きな低下とはなっていない。この矛盾は立位体前屈を支配する条件と伏臥上体そらしを支配する条件が異なることを意味している。すなわち、表1

の身長伸び具合と座高の不変とは下肢長の伸びを示唆しており、それが立位体前屈の低下の主たる要因と考えられる。したがって、脊柱の前屈度合は変わっていても下肢の伸びが大きければ必然的に立位体前屈の成績も低下することになる。

形態的な要因が直ちに立位体前屈と伏臥上体そらしとの成績を決定しないことは表5からも明らかである。そして、立位体前屈では腹部の筋力には無関係であるばかりでなく、背部の筋力とも相関が認められなかった。このことは立位体前屈とは主に体幹の重さが重力にしたがって貢献していると考えべきで、腹部の筋が関与して曲げているという要素は少ないと考えられる。それに対し伏臥上体そらしでは背部の筋が大きく貢献している結果となった。ただし、ここでの背部の筋とい

うのは背筋力ではない点に注意を要する。背筋力では、手で背筋力計を引っ張り上げる測定方式であるので、背部の筋以外の要因が混入しやすいからである。

しかし、立位体前屈では腹部の筋力が関与しないとなればその成績を決定している要因を考える必要がある。それには阻害要因としての背部の筋の緊張度合い、いわゆる背筋の伸張反射や背部、あるいは脚部の疼痛があげられる。後者については経験からもその痛みによって曲げられないということは支持される。

前者については、これまではあまり指摘されていない。大山⁷⁾はその成書のなかで立位体前屈の成績が劣るのは拮抗筋の同時収縮がそうではないかと推測している。すなわち、前屈時の主動筋と拮抗筋とが相反性神経支配の法則に当てはまらないからだとしている。

図3から明らかのように、立位体前屈時には背部の筋はほとんど活動していない。もし前屈時に背部の筋が伸張反射によってIa抑制¹⁾が働けば筋放電が出現し、腹部の筋が抑制され筋放電が減少するはずである。

図2の伏臥上体そらしの他動的な場合には、引き延ばされる腹部の筋から筋放電が認められていることから、立位体前屈のように、体幹の重量と腹部の筋収縮による背部の筋の伸張程度では、伸張反射を引き起こすには至っていないということが推測される。すなわち、立位体前屈では背部の筋の伸張反射による阻害要因は少ないと考えられる。背部の筋よりもむしろ大腿二頭筋や腓腹筋などの下肢の筋が引き延ばされることによることや、それによって生じる疼痛の方が大きな要因になっている可能性がある。

筋の痛みに関して清原²⁾は、筋の中の無髄求心性神経線維は筋の伸展やテタヌス刺激による強い張力発生時にも興奮しないこと、有髄線維の存在を認めながらも不明であると述べている。実際に

は立位体前屈時には、下肢からの痛みがあることは事実である。その痛みがはたしてどこに由来するのかは不明だが、ストレッチ実施時にも同様の痛みがあり、それらがストレッチの限界を作っていることも事実である。そしてこのような痛みがあるにも関わらず30秒間のアイソメトリックの上体起こし運動によって簡単に立位体前屈の成績が向上してしまったことは、おそらく筋の自己抑制(Ib抑制)が生じ、一過性に背部や下肢の筋における伸張に対する抑制因子が除かれた機序が考えられる。こうした外部からの影響が立位体前屈実施時に表れるということは、関節の可動範囲の大小よりも、そこに付着している筋の神経支配様式が大きな要因と考えられる。したがって、立位体前屈とは下肢の筋からの疼痛や伸張反射によるIa抑制などが決定要因となっていると考えられる。

それに対して伏臥上体そらしでは表2のように形態的な要因が大きく、背筋の強さが深く関係している。小野⁸⁾は、伏臥上体そらしの成績は体脂肪率と相関があり、背部の筋が短縮にとまって張力低下をおこす度合を見るものだと述べている。柴田⁹⁾も水泳選手で同様な観察を行っている。

ま と め

体柔軟性を知るための測定項目としてよく知られている「立位体前屈」と「伏臥上体そらし」について過去の報告書や二、三の実験成績から再検討した。その結果は以下の通りである。

1) これまでの調査報告から立位体前屈の成績の低下が指摘されているが、その背景には下肢長の伸びという形態的な要因が強いことが示唆された。したがって、単に身体が硬くなったと言う認識は誤りである。

2) 腹部の筋力の大小は立位体前屈の成績と無関係だが、背部の筋力の大小は伏臥上体そらしと相関関係にあった。ただし、ここでの背部の筋力

とはいわゆる背筋力ではない。

3) 立位体前屈の阻害要因としては、背部よりも下肢の筋の疼痛があげられ、Ia抑制のような抑制機構の関与は認められなかった。

4) 30秒間のアイソメトリック運動(上体おこし)の実施後に、立位体前屈の成績は向上した。その原因にはIb抑制の機構が示唆された。

5) 伏臥上体そらしは身長や座高などの成長が大きな因子であった。

文 献

- 1) 荒木辰之助; 脊髄反射とその機能, 問田・内蘭編「新生理学 上」第4版, 医学書院, pp. 228-259 (1975)
- 2) 清原迪夫; 痛みの神経機序, 問田・内蘭編「新生理学 上」第4版, 医学書院, pp. 953-967 (1975)
- 3) 文部省体育局; 昭和39年度体力・運動能力調査報告書 (1965)
- 4) 文部省体育局; 昭和63年度体力・運動能力調査報告書 (1989)
- 5) 日本体育協会スポーツ科学委員会, 昭和59年度日本体育協会スポーツ科学研究報告VI, 第23回ロサンゼルス・オリンピック大会日本代表選手, 健康診断・体力測定報告 (1985)
- 6) 小野三詞; 運動の生理科学, 朝倉書店 (1978)
- 7) 大山良徳; 体力づくりと身体柔軟性, 不昧堂 (1970)
- 8) 柴田義晴; いわゆる体柔軟性について, 体力科学, 27, 109-116 (1978)
- 9) 白石謙作, 吉川春寿, 熊沢清志; 体育医学, pp. 70 (1950)