

# 高齢者の指示されたレベルに対する筋力発揮について

松 永 郁 男・福 安 喜\*・小 山 健\*\*

(2003年10月21日 受理)

## Muscular output in the elderly

MATSUNAGA Ikuo・FUKU Yasuki・KOYAMA Takesi

### 要 約

**目的：**高齢者のアイソメトリックトレーニングを処方する時，最も問題になるのが負荷の問題である。負荷がアイソトニックトレーニングと違い，自意識下で出力させることになるので，正しい把握が必要である。負荷の正しい把握がなければ持続時間の決定ができないからである。高齢者の自意識下での出力の実態を把握することが本研究の目的である。

**方法：**65才から94才の高齢者23名の左右の脚伸展力と屈筋力を最大筋力の80%，50%，30%という指示を出して，発揮をさせた。

**結果：**1，伸筋と屈筋の出力に大きな違いがみられた。2，伸筋が屈筋より調整力が優れていた。3，伸展力は指示レベルが低くなるにつれて算出値とのズレが大きくなった。4，屈筋力の80%，50%レベルは指示に対する調整力は無いものと考えられた。

**キーワード：**高齢者，指示レベル，筋力発揮

## 1 研究の目的

久野氏は茨城県大洋村との健康増進プロジェクトを立ち上げ<sup>6)</sup>，その観点の一つに，高齢者の転倒・骨折の予防法の開発あげ，また，転倒・骨折をきっかけとした「寝たきり」の予防をするために筋力トレーニングの効果の確認をすることあげている<sup>16~17)</sup>。また，厚生労働省の平成12年度の資料に拠ると「寝たきりの」の原因の一番が「脳血管疾患」であるが，また「骨折・転倒」も上位を占めていることをあげている。

---

\*今村学園・福接骨院      \*\*今村学園・大塚接骨院

そのことに、飯干は高齢者が筋力低下に伴い、歩行等で転倒が多くなることを報告し<sup>1),3),4)</sup>、福永は<sup>2)</sup> 高齢者の筋力低下について、20才から80才の男女1,578名について筋量の測定を行った結果、上腕部の筋量は各年代においてほとんど差はみられず、若者、高齢者ともほぼ同じ値であったが、大腿部、下腿部では高齢になるに伴い、筋量が低くなる傾向がみられ、特に大腿前部（大腿四頭筋）、下腿後部（大腿三頭筋）は著しく少なくなる傾向があると報告している。因に、20才代に対して70才代は大腿四頭筋が72%、下腿三頭筋は77%であると報告している。更に、脚伸展パワーは20才代に比べ、70歳男子は54%、女子は49%であり、脚伸展と大腿四頭筋の間に高い有意な相関関係が見られ、走パワーは20才代に比べ、70才は男子が32%、女子は31%であったと報告している<sup>22)</sup>。

このように、下腿は日常生活の歩行走行などの身体の移動を司る主働筋でありながら、筋力の低下が著しいので、転倒・骨折等のよって、少しの期間でも寝たきりになると高齢者は筋力低下によつて、歩行や走行が困難になるので、そのようにならないために筋力アップが指摘されている<sup>16~17)</sup>。

その脚筋力のアップを図るには、高齢者にどのようなトレーニングを行い（若者と同じで良いか）、高齢者のトレーナビリティはどうか、安全性はどうするのか等の未解決の課題を抱えている状況にある。それらの課題を早急に解決していかなければならないが、ただトレーナビリティについては高齢者でもまだアップの可能性は大きいことが報告されているので<sup>5),7),9~10)</sup>、今後は安全に如何に負荷を決定していくかが大きな課題と言えよう。

近年、高齢者の体力アップの中で、特に筋力トレーニングが取り上げられている。そのため、自治体では高価な「〇〇マシン」と呼ばれるような、一台数千万円もする機器を購入するところもある。しかし、体力の衰えた高齢者にとって、遠いトレーニング施設に（近い人もいると思われるが）にわざわざ通って、トレーニングすることは大変なことである。

これまで筋力アップのトレーニングには筋の出力様式からアイソメトリック、アイソトニックに分類されるが、近年は機器の開発により等速で筋出力を可能にすることができるようになったので、等速度収縮からアイソキネティックトレーニングがある。

筋力アップにはその効果を得るためには負荷の正しい把握、それに対する時間、体力に応じた頻度（回数）が問題になるが、寝たきりの高齢者の安全性や便利性を考え、衰えてきた部分を簡単に筋力アップさせる方法はアイソメトリックが最も適当ではなかろうか。

負荷も、時間も、頻度もそれぞれの能力に応じて、たとえ寝たきりの状態においても実施できるからである。

ただ、その際に問題になるのが負荷の問題である。負荷は各人の自意識による発揮であるからである。高齢者については、まだ自意識下で発揮した筋力が最大筋力の何%を発揮しているかの実態の把握がなく、その点が不明である。アイソメトリックトレーニングを正しく行うためには、自意識下で最大筋力の何%の発揮をしているかをしっかりと把握されなければ時間の決定ができない。正しくアイソメトリックトレーニングの効果を引き出すためには自らの筋力発揮が正しく捉えて発

揮されなければならない。

これまで筆者等は男子大学生の垂直跳びについて測定し、実際の発揮に50%と80%レベルは指示されたレベルと近い値を発揮し、女子学生は80%レベルにおいては指示されたレベルと実際の筋力発揮が近い値を発揮することを報告してきた<sup>11~15)</sup>。このことから若者が80, 50%の負荷でアイソメトリックトレーニングを行うことは効果があると言える。しかし、高齢者にはこれまで自意識下で筋力発揮がどうようになされているか測定した報告はこれまでなされていない。

今回は高齢者の転倒・骨折予防のため、下腿の筋力アップの正しい負荷の把握をするのに、脚伸展、脚屈曲の自意識下の適正な筋力発揮の実態を探ることにした。

そのために今回は高齢者の自意識下の脚伸展力、脚屈曲力の筋力発揮について測定を行った。

## 2 研究方法

### 1) 対象

インフォームド・コンセントの得られた65歳以上の高齢者で膝痛がない者を被験者の条件とした。年齢は66歳～94歳で、平均78.6歳、男5名、女18名、合計23名について膝の伸展力と膝の屈曲力の測定を行った。

### 2) 筋力測定

測定は2003年7月におこなった。筋力はバネばかり（Kamoshita社製、30kgスケール）を使用して測定した。筋力測定時の肢位はベットの端に腰掛けた状態で股関節直角位、膝関節直角位とし、両手を膝の上に乗せて背筋を伸ばした姿勢を基準とした。足関節面関節裂隙の高さにベルトを巻き、バネばかりに連結した。測定値は膝伸展、屈曲動作時に大腿部や臀部をベットから浮かさないようにして膝屈曲30度（伸展150度）に達した時点で、バネばかりが示した値とした。筋力測定は開始2分間の安静の後にそれぞれのレベルに対して一回ずつ施行した。また、筋疲労の回復のために各20秒の休憩を入れて行った。上記の方法で被験者に対し、求心性収縮様式の膝伸展および屈曲の等張性最大筋力を測定した。同時に被験者に自意識下で最大筋力の「80%」「50%」「30%」各レベルの筋力を出すように指示を出して測定した。

### 3) 処理

右脚の伸展と屈曲、左脚の伸展と屈曲のそれぞれの平均値、偏差を求め、最大筋力の「80%」、「50%」、「30%」の算出値を求め、実際の筋力発揮値とのズレがどのレベルが大きいかをF-検定によって求めた。また、各レベル間の検定にはテューキーのHSD検定を用いた。

## 3 結果と考察

### 1) 各レベルにおける筋力発揮について

- (1) 「表1」は右脚伸展力の最大筋力値、最大筋力の80%の出力を指示された時の筋力値（以後、0.8Maxと略すをA）、最大筋力×0.8の算出値（以後、算出値をB）、0.8Max - 算出値をC、

各人の $0.8\text{Max} \div \text{算出値} \times 100$ をDに表した表である。

算出値をもっとも上回る者は「O・T」の125%で、もっとも下回る者は「T・Z」の52.1%であった。算出値を上回る者は10人、算出値と同じ者が2人、下回る者が11人であった。平均は92%でやや下回っていた。このレベルで最大値を上回る者はいなかった。

表1 右脚伸展力の指示レベルが0.8Max

Nun	Sbj	性	年齢	Max	※A	※B	※C	※D (%)
1	T・S	W	94	4	3	3.2	0.2	93.8
2	T・M	W	90	8	7	6.4	0.6	109.4
3	K・T	M	88	12	7	9.6	2.6	72.9
4	M・S	W	87	15	14	12	2	116.7
5	S・T	w	85	14.5	11	11.6	0.6	94.8
6	N・M	w	84	20.5	18.5	16.4	2.1	112.8
7	N・N	M	83	11	9	8.8	0.2	102.3
8	T・S	M	80	5.5	4.5	4.4	0.1	102.3
9	Y・A	W	80	12	5.5	9.6	4.1	57.3
10	M・M	W	80	13	11	10.4	0.6	105.8
11	M・K	w	79	9	5.5	7.2	1.7	76.4
12	T・Z	M	78	12	5	9.6	4.6	52.1
13	O・F	M	78	9	7	7.2	0.2	97.2
14	K・E	w	77	15.5	10.5	12.4	1.9	84.7
15	O・Y	W	76	8	4.5	6.4	1.9	70.3
16	Y・M	w	75	5	4	4	0	100.0
17	S・A	W	74	15	14	12	2	116.7
18	S・K	W	73	15	10	12	2	83.3
19	E・A	W	72	12	6.5	9.6	3.1	67.7
20	S・S	W	71	6	5	4.8	0.2	104.2
21	M・T	w	70	7	4	5.6	1.6	71.4
22	O・T	W	68	6.5	6.5	5.2	1.3	125.0
23	O・K	W	66	12.5	10	10	0	100.0
			平均	10.8	7.957	8.626	1.46	92.0
			標準偏差	4.17	3.902	3.335	1.27	20.0

※Aは最大筋力の80%を指示された時の出力

※Bは最大筋力×0.8

※Cは※A-※B

※Dは※A÷※B×100

- (2) 「表2」は右脚伸展力の最大筋力値，最大筋力の50%の出力を指示された時の筋力値（以後，0.5Maxと略すをA），最大筋力×0.5の算出値（以後，算出値をB），0.5Max - 算出値をC，各人の0.5Max ÷ 算出値×100をDに表した表である。

表2 右脚伸展力の指示レベルが0.5Max

Nur	Sbj	性	年齢	Max	※A	※B	※C	※D (%)
1	T・S	W	94	4	2	2	0.0	100.0
2	T・M	W	90	8	7.5	4	3.5	187.5
3	K・T	M	88	12	8	6	2.0	133.3
4	M・S	W	87	15	11	7.5	3.5	146.7
5	S・T	w	85	14.5	7.5	7.25	0.3	103.4
6	N・M	w	84	20.5	13	10.25	2.8	126.8
7	N・N	M	83	11	6	5.5	0.5	109.1
8	T・S	M	80	5.5	3	2.75	0.3	109.1
9	Y・A	W	80	12	5	6	1.0	83.3
10	M・M	W	80	13	10.5	6.5	4.0	161.5
11	M・K	w	79	9	6	4.5	1.5	133.3
12	T・Z	M	78	12	5	6	1.0	83.3
13	O・F	M	78	9	6	4.5	1.5	133.3
14	K・E	w	77	15.5	7.5	7.75	0.3	96.8
15	O・Y	W	76	8	4	4	0.0	100.0
16	Y・M	w	75	5	4.5	2.5	2.0	180.0
17	S・A	W	74	15	14	7.5	6.5	186.7
18	S・K	W	73	15	6	7.5	1.5	80.0
19	E・A	W	72	12	5.5	6	0.5	91.7
20	S・S	W	71	6	4.5	3	1.5	150.0
21	M・T	w	70	7	3	3.5	0.5	85.7
22	O・T	W	68	6.5	3.5	3.25	0.3	107.7
23	O・K	W	66	12.5	9	6.25	2.8	144.0
			平均	10.78	6.61	5.39	1.6	123.2
			標準 偏差	4.17	3.17	2.08	1.6	33.80

※Aは最大筋力の50%を指示された時の出力

※Bは最大筋力×0.5

※C ※A-※B

※Dは※A÷※B×100

算出値をもっとも上回る者は「S・A」の186%，もっとも下回る者は「S・K」の80%であった。平均は12.2%で0.8Maxの時より算出値をオーバーする傾向が大きかった。算出値を上回る者が15人，同値が2人，下回る者が6人であった。「0.8Max」レベルより指示された算出値を大きく上回る者はいない。また，このレベルで最大値を上回る者はいなかった。

- (3) 「表3」は右脚伸展力の最大筋力値, 最大筋力の30%の出力を指示された時の筋力値 (以後, 0.3Maxと略すをA), 最大筋力×0.3の算出値 (以後, 算出値をB), 0.3Max - 算出値をC, 各人の0.3Max ÷ 算出値×100をDに表した表である。

表3 右脚伸展力の指示レベルが0.3Max

Nur	Sbj	性	年齢	Max	※A	※B	※C	※D (%)
1	T・S	W	94	4	1	1.2	0.2	83.3
2	T・M	W	90	8	7.5	2.4	5.1	312.5
3	K・T	M	88	12	4.5	3.6	0.9	125.0
4	M・S	W	87	15	9.5	4.5	5	211.1
5	S・T	w	85	14.5	5	4.4	0.65	114.9
6	N・M	w	84	20.5	6	6.2	0.15	97.6
7	N・N	M	83	11	4	3.3	0.7	121.2
8	T・S	M	80	5.5	4.5	1.7	2.85	272.7
9	Y・A	W	80	12	5.5	3.6	1.9	152.8
10	M・M	W	80	13	10	3.9	6.1	256.4
11	M・K	w	79	9	5.5	2.7	2.8	203.7
12	T・Z	M	78	12	4.5	3.6	0.9	125.0
13	O・F	M	78	9	4	2.7	1.3	148.1
14	K・E	w	77	15.5	5.5	4.7	0.85	118.3
15	O・Y	W	76	8	2.5	2.4	0.1	104.2
16	Y・M	w	75	5	3.5	1.5	2	233.3
17	S・A	W	74	15	11.5	4.5	7	255.6
18	S・K	W	73	15	3	4.5	1.5	66.7
19	E・A	W	72	12	4.5	3.6	0.9	125.0
20	S・S	W	71	6	4	1.8	2.2	222.2
21	M・T	w	70	7	2.5	2.1	0.4	119.0
22	O・T	W	68	6.5	2.5	2.0	0.55	128.2
23	O・K	W	66	12.5	7	3.8	3.25	186.7
			平均	10.78	5.13	3.2	2.06	164.5
			標準 偏差	4.17	2.56	1.2	1.99	68.0

※Aは最大筋力の30%を指示された時の出力

※Bは最大筋力×0.3

※Cは※A-※B

※Dは※A÷※B×100

算出値を最も大きく上回る者は「T・M」の312.5%, もっとも下回る者で「S・K」の66.7%であった。算出値をオーバーする者が20人, 下回る者が3人であった。

0.8Max, 0.5Maxのレベルより, オーバーする者が多く, 平均でも164.5%で, 調整しにくいレベルであると考えられる。

- (4) 「表4」は左脚伸展力の最大筋力値，最大筋力の80%の出力を指示された時の筋力値（以後，0.8Maxと略すをA），最大筋力×0.8の算出値（以後，算出値をB），0.8Max - 算出値をC，各人の0.8Max ÷ 算出値×100をDに表した表である。

表4 左脚伸展力の指示レベルが0.8Max

Num	Sbj	性	年齢	Max	※A	※B	※C	※D (%)
1	T・S	W	94	7	2	5.6	3.6	35.7
2	T・M	W	90	8.5	8	6.8	1.2	117.6
3	K・T	M	88	10	8	8	0	100.0
4	M・S	W	87	10	7	8	1	87.5
5	S・T	w	85	14	13.5	11.2	2.3	120.5
6	N・M	w	84	26.5	18	21.2	3.2	84.9
7	N・N	M	83	12	9	9.6	0.6	93.8
8	T・S	M	80	5	3.8	4	0.2	95.0
9	Y・A	W	80	13	8	10.4	2.4	76.9
10	M・M	W	80	13	11	10.4	0.6	105.8
11	M・K	w	79	6	5.5	4.8	0.7	114.6
12	T・Z	M	78	9	6	7.2	1.2	83.3
13	O・F	M	78	9.5	8	7.6	0.4	105.3
14	K・E	w	77	15	10	12	2	83.3
15	O・Y	W	76	7	5	5.6	0.6	89.3
16	Y・M	w	75	12	9	9.6	0.6	93.8
17	S・A	W	74	13	11	10.4	0.6	105.8
18	S・K	W	73	16	13	12.8	0.2	101.6
19	E・A	W	72	13	10	10.4	0.4	96.2
20	S・S	W	71	10	8	8	0	100.0
21	M・T	w	70	8	5	6.4	1.4	78.1
22	O・T	W	68	7.5	7	6	1	116.7
23	O・K	W	66	13	10.5	10.4	0.1	101.0
			平均	11.2	8.53	8.97	1.06	95.1
			標準 偏差	4.48	3.48	3.58	1	17.9

※Aは最大筋力の80%を指示された時の出力

※Bは最大筋力×0.8

※Cは※A-※B

※Dは※A÷※B×100

算出値をもっとも上回る者は「T・M」の118%で，もっとも下回る者で「T・S」の35.7%であった。平均で95.7%であった。また，算出値を上回る者が8人，同じ者が2人，下回る者が13人であった。下回る者の方が多かった。伸展力は左右ともに算出値を下回る傾向が見られた。

- (5) 「表5」は左脚伸展力の最大筋力値，最大筋力の50%の出力を指示された時の筋力値（以後，0.5Maxと略すをA），最大筋力×0.5の算出値（以後，算出値をB），0.5Max - 算出値をC，各人の0.5Max ÷ 算出値×100をDに表した表である。

表5 左脚伸展力の指示レベルが0.5Max

Num	Sbj	性	年齢	Max	※A	※B	※C	※D (%)
1	T・S	W	94	7	3	3.5	0.5	85.7
2	T・M	W	90	8.5	5.5	4.25	1.25	129.4
3	K・T	M	88	10	7	5	2	140.0
4	M・S	W	87	10	6.5	5	1.5	130.0
5	S・T	w	85	14	10.5	7	3.5	150.0
6	N・M	w	84	26.5	10.5	13.25	2.75	79.2
7	N・N	M	83	12	7.5	6	1.5	125.0
8	T・S	M	80	5	3.5	2.5	1	140.0
9	Y・A	W	80	13	7	6.5	0.5	107.7
10	M・M	W	80	13	11	6.5	4.5	169.2
11	M・K	w	79	6	5	3	2	166.7
12	T・Z	M	78	9	5	4.5	0.5	111.1
13	O・F	M	78	9.5	7.5	4.75	2.75	157.9
14	K・E	w	77	15	5.5	7.5	2	73.3
15	O・Y	W	76	7	4.5	3.5	1	128.6
16	Y・M	w	75	12	8	6	2	133.3
17	S・A	W	74	13	10	6.5	3.5	153.8
18	S・K	W	73	16	5.5	8	2.5	68.8
19	E・A	W	72	13	7.5	6.5	1	115.4
20	S・S	W	71	10	6.5	5	1.5	130.0
21	M・T	w	70	8	4.5	4	0.5	112.5
22	O・T	W	68	7.5	6.5	3.75	2.75	173.3
23	O・K	W	66	13	9	6.5	2.5	138.5
			平均	11.2	6.83	5.61	1.89	126.9
			標準 偏差	4.48	2.24	2.24	1.09	29.1

※Aは最大筋力の50%を指示された時の出力

※Bは最大筋力×0.5

※Cは※A-※B

※Dは※A÷※B×100

算出値をもっとも上回る者が「O・T」で173.33%，もっとも下回る者で「S・K」で68.75%であった。平均値で0.8Maxレベルが算出値を下回るのに対して，このレベルでは126.93%で上回る傾向が強い。また，算出値より大きく発揮する者が19人，下回る者が4人で0.8Maxレベルとは逆の傾向を示した。



- (6) 「表6」は左脚伸展力の最大筋力値、最大筋力の30%の出力を指示された時の筋力値（以後、0.3Maxと略すをA）、最大筋力×0.3の算出値（以後、算出値をB）、0.3Max - 算出値をC、各人の0.3Max ÷ 算出値×100をDに表した表である。

表6 左脚伸展力の指示レベルが0.3Max

Num	Sbj	性	年齢	Max	※A	※B	※C	※D (%)
1	T・S	W	94	7	2	2.1	0.1	95.2
2	T・M	W	90	8.5	5.5	2.6	2.95	215.7
3	K・T	M	88	10	5	3.0	2	166.7
4	M・S	W	87	10	2.5	3.0	0.5	83.3
5	S・T	w	85	14	8	4.2	3.8	190.5
6	N・M	w	84	26.5	7	8.0	0.95	88.1
7	N・N	M	83	12	3.5	3.6	0.1	97.2
8	T・S	M	80	5	2.5	1.5	1	166.7
9	Y・A	W	80	13	5	3.9	1.1	128.2
10	M・M	W	80	13	10.5	3.9	6.6	269.2
11	M・K	w	79	6	5	1.8	3.2	277.8
12	T・Z	M	78	9	3.5	2.7	0.8	129.6
13	O・F	M	78	9.5	6	2.9	3.15	210.5
14	K・E	w	77	15	4.5	4.5	0	100.0
15	O・Y	W	76	7	3	2.1	0.9	142.9
16	Y・M	w	75	12	7	3.6	3.4	194.4
17	S・A	W	74	13	8	3.9	4.1	205.1
18	S・K	W	73	16	5	4.8	0.2	104.2
19	E・A	W	72	13	6.5	3.9	2.6	166.7
20	S・S	W	71	10	5	3.0	2	166.7
21	M・T	w	70	8	4.5	2.4	2.1	187.5
22	O・T	W	68	7.5	5.5	2.3	3.25	244.4
23	O・K	W	66	13	7	3.9	3.1	179.5
			平均	11.2	5.30	3.4	2.08	165.7
			標準 偏差	4.48	2.05	1.3	1.61	57.0

※Aは最大筋力の30%を指示された時の出力

※Bは最大筋力×0.3

※Cは※ ※A-※B

※Dは※A÷※B×100

算出値をもっとも上回る者は「M・K」で277.8%、もっとも下回る者で「M・S」の83.3%であった。また、算出値を上回る者は18人、同値は1人、下回るものは4人であった。「0.5Max」より、更に算出値を上回る傾向があった。

- (7) 「表7」は右脚屈筋力の最大筋力値、最大筋力の80%の出力を指示された時の筋力値（以後、0.8Maxと略すをA）、最大筋力×0.8の算出値（以後、算出値をB）、0.8Max - 算出値をC、各人の0.8Max ÷ 算出値×100をDに表した表である。

表7 右脚屈筋力の指示レベルが0.8Max

Num	Sbj	性	年齢	Max	※A	※B	※C	※D (%)
1	T・S	W	94	5	7.5	4	3.5	187.5
2	T・M	W	90	3	18.5	2.4	16.1	770.8
3	K・T	M	88	4	3.5	3.2	0.3	109.4
4	M・S	W	87	7	6.5	5.6	0.9	116.1
5	S・T	w	85	6	24.5	4.8	19.7	510.4
6	N・M	w	84	4	17.5	3.2	14.3	546.9
7	N・N	M	83	10.5	20.5	8.4	12.1	244.0
8	T・S	M	80	8	13.5	6.4	7.1	210.9
9	Y・A	W	80	7	5.5	5.6	0.1	98.2
10	M・M	W	80	4.5	14.5	3.6	10.9	402.8
11	M・K	w	79	7	21.5	5.6	15.9	383.9
12	T・Z	M	78	6.5	2.5	5.2	2.7	48.1
13	O・F	M	78	6.5	10.5	5.2	5.3	201.9
14	K・E	w	77	4	19.5	3.2	16.3	609.4
15	O・Y	W	76	7	11.5	5.6	5.9	205.4
16	Y・M	w	75	3	23.5	2.4	21.1	979.2
17	S・A	W	74	13.5	8.5	10.8	2.3	78.7
18	S・K	W	73	8	22.5	6.4	16.1	351.6
19	E・A	W	72	6	4.5	4.8	0.3	93.8
20	S・S	W	71	6.5	12.5	5.2	7.3	240.4
21	M・T	w	70	6	16.5	4.8	11.7	343.8
22	O・T	W	68	7	15.5	5.6	9.9	276.8
23	O・K	W	66	12	9.5	9.6	0.1	99.0
			平均	6.61	13.5	5.29	8.69	309.1
			標準 偏差	2.62	6.6	2.10	6.84	239.0

※Aは最大筋力の80%を指示された時の出力

※Bは最大筋力×0.8

※Cは※A-※B

※Dは※A÷※B×100

算出値をもっとも上回る者は「Y・M」の979.2%、もっとも下回る者で「T・Z」の48.1%であった。平均値が309.1%であり、指示の3倍の筋力発揮をしている。また、算出値を上回る者が18人、下回る者が5人であった。指示した「0.8Max」レベルの筋力発揮が3倍となっており、最大筋力の2倍の筋力発揮を「0.8Max」レベルで行うことは指示が全く無視されているか、調整する考えが80%レベルはないという以外に考えられない。伸展力のような屈筋の調整力はみられない。

- (8) 「表8」は右脚屈筋力の最大筋力値，最大筋力の50%の出力を指示された時の筋力値（以後，0.5Maxと略すをA），最大筋力×0.5の算出値（以後，算出値をB），0.5Max - 算出値をC，各人の0.5Max ÷ 算出値×100をDに表した表である。

表8 右脚屈筋力の指示レベルが0.5Max

Num	Sbj	性	年齢	Max	※A	※B	※C	※D (%)
1	T・S	W	94	5	8.5	2.5	6	340.0
2	T・M	W	90	3	19.5	1.5	18	1300.0
3	K・T	M	88	4	4.5	2	2.5	225.0
4	M・S	W	87	7	7.5	3.5	4	214.3
5	S・T	w	85	6	25.5	3	22.5	850.0
6	N・M	w	84	4	18.5	2	16.5	925.0
7	N・N	M	83	10.5	21.5	5.25	16.25	409.5
8	T・S	M	80	8	14.5	4	10.5	362.5
9	Y・A	W	80	7	6.5	3.5	3	185.7
10	M・M	W	80	4.5	15.5	2.25	13.25	688.9
11	M・K	w	79	7	22.5	3.5	19	642.9
12	T・Z	M	78	6.5	3.5	3.25	0.25	107.7
13	O・F	M	78	6.5	11.5	3.25	8.25	353.8
14	K・E	w	77	4	20.5	2	18.5	1025.0
15	O・Y	W	76	7	12.5	3.5	9	357.1
16	Y・M	w	75	3	24.5	1.5	23	1633.3
17	S・A	W	74	13.5	9.5	6.75	2.75	140.7
18	S・K	W	73	8	23.5	4	19.5	587.5
19	E・A	W	72	6	5.5	3	2.5	183.3
20	S・S	W	71	6.5	13.5	3.25	10.25	415.4
21	M・T	w	70	6	17.5	3	14.5	583.3
22	O・T	W	68	7	16.5	3.5	13	471.4
23	O・K	W	66	12	10.5	6	4.5	175.0
			平均	6.61	14.5	3.3	11.20	529.5
			標準 偏差	2.62	6.78	1.31	7.12	393.2

※Aは最大筋力の50%を指示された時の出力

※Bは最大筋力×0.5

※Cは※A-※B

※Dは※A÷※B×100

全員が算出値よりも大きな値を出した。最大の者で「Y・M」の1,633.3%で，最大筋力の8倍の発揮をしている。この他に1000%を超えるものが2人いた。そして，「0.5Max」レベルの方が最大値を上回り，「0.8Max」レベルの時より，更に平均値で1Kg高く出力している。このようなことが屈筋にどうして起こるのか不思議であり，最大の筋力発揮の時に最大を発揮していないのではないかと考えられる。一つには高齢者は最大を発揮しなさいという無理をして筋肉を痛めるのではという体を守る意識が働き，そのために最大を発揮できず，少し低めのレベルの発揮を言われると思いついて発揮するのではないかと考えられる。特に80%レベルよりさらに50%レベルが1,000%を超える発揮が3人も見られ，80%レベルよりさらに出せるのは上記のことが考えられる。

- (9) 「表9」は右脚屈筋力の最大筋力値、最大筋力の30%の出力を指示された時の筋力値（以後、0.3Maxと略すをA）、最大筋力×0.3の算出値（以後、算出値をB）、0.3Max - 算出値をC、各人の0.3Max ÷ 算出値×100をDに表した表である。

表9 右脚屈筋力の指示レベルが0.3Max

Num	Sbj	性	年齢	Max	※A	※B	※C	※D
1	T・S	W	94	5	4	1.50	2.5	266.7
2	T・M	W	90	3	3	0.90	2.1	333.3
3	K・T	M	88	4	5	1.20	3.8	416.7
4	M・S	W	87	7	4.5	2.10	2.4	214.3
5	S・T	w	85	6	3.5	1.80	1.7	194.4
6	N・M	w	84	4	2.5	1.20	1.3	208.3
7	N・N	M	83	10.5	3.5	3.15	0.35	111.1
8	T・S	M	80	8	5.5	2.40	3.1	229.2
9	Y・A	W	80	7	3	2.10	0.9	142.9
10	M・M	W	80	4.5	4	1.35	2.65	296.3
11	M・K	w	79	7	4	2.10	1.9	190.5
12	T・Z	M	78	6.5	2.5	1.95	0.55	128.2
13	O・F	M	78	6.5	5	1.95	3.05	256.4
14	K・E	w	77	4	4	1.20	2.8	333.3
15	O・Y	W	76	7	1	2.10	1.1	47.6
16	Y・M	w	75	3	2	0.90	1.1	222.2
17	S・A	W	74	13.5	12.5	4.05	8.45	308.6
18	S・K	W	73	8	4.5	2.40	2.1	187.5
19	E・A	W	72	6	2.5	1.80	0.7	138.9
20	S・S	W	71	6.5	2.5	1.95	0.55	128.2
21	M・T	w	70	6	3.5	1.80	1.7	194.4
22	O・T	W	68	7	4	2.10	1.9	190.5
23	O・K	W	66	12	4.5	3.60	0.9	125.0
			平均	6.61	3.96	1.98	2.07	211.5
			標準偏差	2.62	2.15	0.79	1.68	86.4

※Aは最大筋力の30%を指示された時の出力

※Bは最大筋力×0.3

※Cは※A-※B

※Dは※A÷※B×100

算出値をもっとも上回る者は「K・T」で416.7%、もっとも下回る者は「O・Y」で47.6%であった。平均値は211.5%で算出値を2倍上回った。また、算出値を23人中、22人が上回り、オーバーする者がほとんどであった。ただ、50%レベルのように1,000%を超える者はいなく、2～3倍位の発揮であることから、このレベルでは調整の意識が働いたのではないかと考える。

- (10) 「表10」は左脚屈筋力の最大筋力値，最大筋力の80%の出力を指示された時の筋力値（以後，0.8Maxと略すをA），最大筋力×0.8の算出値（以後，算出値をB），0.8Max - 算出値をC，各人の0.8Max ÷ 算出値×100をDに表した表である。

表10 左脚屈筋力の指示レベルが0.8Max

Num	Sbj	性	年齢	Max	※A	※B	※C	※D (%)	
1	T・S	W	94	7.5	8.5	6	2.5	141.7	
2	T・M	W	90	2.5	19.5	2	17.5	975.0	
3	K・T	M	88	2	4.5	1.6	2.9	281.3	
4	M・S	W	87	5.5	7.5	4.4	3.1	170.5	
5	S・T	w	85	5	25.5	4	21.5	637.5	
6	N・M	w	84	4.5	18.5	3.6	14.9	513.9	
7	N・N	M	83	7.5	21.5	6	15.5	358.3	
8	T・S	M	80	9	14.5	7.2	7.3	201.4	
9	Y・A	W	80	6.5	6.5	5.2	1.3	125.0	
10	M・M	W	80	4.5	15.5	3.6	11.9	430.6	
11	M・K	w	79	5	22.5	4	18.5	562.5	
12	T・Z	M	78	5.5	3.5	4.4	0.9	79.5	
13	O・F	M	78	7	11.5	5.6	5.9	205.4	
14	K・E	w	77	5.5	20.5	4.4	16.1	465.9	
15	O・Y	W	76	7.5	12.5	6	6.5	208.3	
16	Y・M	w	75	5	24.5	4	20.5	612.5	
17	S・A	W	74	12	9.5	9.6	0.1	99.0	
18	S・K	W	73	9	23.5	7.2	16.3	326.4	
19	E・A	W	72	7.5	5.5	6	0.5	91.7	
20	S・S	W	71	4.5	13.5	3.6	9.9	375.0	
21	M・T	w	70	6.5	17.5	5.2	12.3	336.5	
22	O・T	W	68	6.5	16.5	5.2	11.3	317.3	
23	O・K	W	66	8.5	10.5	6.8	3.7	154.4	
				平均	6.28	14.5	5.03	9.60	333.5
				標準偏差	2.17	6.63	1.77	7.03	220.1

※Aは最大筋力の80%を指示された時の出力

※Bは最大筋力×0.8

※Cは※A-※B

※Dは※A÷※B×100

算出値をもっとも上回った者が「T・M」の975%，もっとも下回った者が「T・Z」の79.5%，平均が333.45%であり，3倍を越す発揮が見られた。また，算出値を20人が上回り，3人が下回ったが，大きく発揮する傾向が強かった。最大筋力の平均値は6.28Kgであるのに対して「0.8Max」レベルで14.5Kgを出力した。このような事は，伸展力ではみられないことであった。

- (1) 「表11」は右脚伸展力の最大筋力値，最大筋力の50%の出力を指示された時の筋力値（以後，0.5Maxと略すをA），最大筋力×0.5の算出値（以後，算出値をB），0.5Max - 算出値をC，各人の0.5Max ÷ 算出値×100をDに表した表である。

表11 左脚屈筋力の指示レベルが0.5Max

Num	Sbj	性	年齢	Max	※A	※B	※C	※D (%)
1	T・S	W	94	7.5	7.5	3.75	3.8	200.0
2	T・M	W	90	2.5	18.5	1.25	17.3	1480.0
3	K・T	M	88	2	3.5	1	2.5	350.0
4	M・S	W	87	5.5	6.5	2.75	3.8	236.4
5	S・T	w	85	5	24.5	2.5	22.0	980.0
6	N・M	w	84	4.5	17.5	2.25	15.3	777.8
7	N・N	M	83	7.5	20.5	3.75	16.8	546.7
8	T・S	M	80	9	13.5	4.5	9.0	300.0
9	Y・A	W	80	6.5	5.5	3.25	2.3	169.2
10	M・M	W	80	4.5	14.5	2.25	12.3	644.4
11	M・K	w	79	5	21.5	2.5	19.0	860.0
12	T・Z	M	78	5.5	2.5	2.75	0.3	90.9
13	O・F	M	78	7	10.5	3.5	7.0	300.0
14	K・E	w	77	5.5	19.5	2.75	16.8	709.1
15	O・Y	W	76	7.5	11.5	3.75	7.8	306.7
16	Y・M	w	75	5	23.5	2.5	21.0	940.0
17	S・A	W	74	12	8.5	6	2.5	141.7
18	S・K	W	73	9	22.5	4.5	18.0	500.0
19	E・A	W	72	7.5	4.5	3.75	0.8	120.0
20	S・S	W	71	4.5	12.5	2.25	10.3	555.6
21	M・T	w	70	6.5	16.5	3.25	13.3	507.7
22	O・T	W	68	6.5	15.5	3.25	12.3	476.9
23	O・K	W	66	8.5	9.5	4.25	5.3	223.5
			平均	6.28	13.5	3.14	10.4	496.4
			標準偏差	2.21	6.63	1.11	7.0	342.9

※Aは最大筋力の50%を指示された時の出力

※Bは最大筋力×0.5

※Cは※A-※B

※Dは※A÷※B×100

算出値を最も上回る者が「T・M」の1,480%，もっとも下回る者が「T・Z」の90.9%であった。平均値は496.4%で5倍近い発揮が見られ，右脚の529.5%より小さい値であった。また，算出値を下回るのは1人で，他の22人は上回り，算出値を上回る者の方が多い事がいえる。右脚が1,000%を超えるものが3人見られたのに対して左は1人であったことから，右脚より低めの発揮であった。

- (12) 「表12」は右脚伸展力の最大筋力値，最大筋力の30%の出力を指示された時の筋力値（以後，0.3Maxと略すをA），最大筋力×0.3の算出値（以後，算出値をB），0.3Max - 算出値をC，各人の0.3Max ÷ 算出値×100をDに表した表である。

表12 左脚屈筋力の指示レベルが0.3Max

Num	Sbj	性	年齢	Max	※A	※B	※C	※D (%)
1	T・S	W	94	7.5	1.5	2.25	0.8	66.7
2	T・M	W	90	2.5	1.5	0.75	0.8	200.0
3	K・T	M	88	2	1.5	0.60	0.9	250.0
4	M・S	W	87	5.5	2.5	1.65	0.9	151.5
5	S・T	w	85	5	2.5	1.50	1.0	166.7
6	N・M	w	84	4.5	2	1.35	0.7	148.1
7	N・N	M	83	7.5	4.5	2.25	2.3	200.0
8	T・S	M	80	9	5.5	2.70	2.8	203.7
9	Y・A	W	80	6.5	3.5	1.95	1.6	179.5
10	M・M	W	80	4.5	3.5	1.35	2.2	259.3
11	M・K	w	79	5	2.5	1.50	1.0	166.7
12	T・Z	M	78	5.5	3	1.65	1.4	181.8
13	O・F	M	78	7	4	2.10	1.9	190.5
14	K・E	w	77	5.5	4.5	1.65	2.9	272.7
15	O・Y	W	76	7.5	2	2.25	0.3	88.9
16	Y・M	w	75	5	1.5	1.50	0.0	100.0
17	S・A	W	74	12	12	3.60	8.4	333.3
18	S・K	W	73	9	4	2.70	1.3	148.1
19	E・A	W	72	7.5	3.5	2.25	1.3	155.6
20	S・S	W	71	4.5	2.5	1.35	1.2	185.2
21	M・T	w	70	6.5	3.5	1.95	1.6	179.5
22	O・T	W	68	6.5	4.5	1.95	2.6	230.8
23	O・K	W	66	8.5	4.5	2.55	2.0	176.5
			平均	6.28	3.5	1.88	1.7	184.1
			標準偏差	2.21	2.14	0.66	1.6	59.7

※Aは最大筋力の30%を指示された時の出力

※Bは最大筋力×0.3

※Cは※A-※B

※Dは※A÷※B×100

算出値を最も上回る者は「S・A」の333.3%で，もっとも下回る者は「T・S」の66.7%であった。平均値は184.1%で，算出値の2倍近い発揮をしていた。また，算出値を上回る者が20人，同値が1人，下回る者が2人であった。最大筋力が6.28Kgに対して，「0.3Max」レベルでは3.5Kgに減少し，このレベルで初めて調整という徴候がみられた。それでも最大値の50%を超える値を出していた。

## 2) 「0.8Max」, 「0.5Max」, 「0.3Max」 レベル間の算出値と出力値の比較について

「表13」は右脚の伸展力の「0.8Max」, 「0.5Max」, 「0.3Max」各レベル間の違いを見るために、F-検定を行い、5%水準で有意な差がみられたので、各レベル間にHSD検定を行ったところ、すべてのレベル間に有意な差がみとめられた。「0.8Max」レベルは他のレベルより算出値との差が少なく、「0.5Max」レベルは「0.8Max」レベルより算出値との差が大きい、「0.3Max」レベルより算出値との差がすくない。「0.3Max」レベルは他のレベルより算出値との差が大きいと考えられる。

表13 右脚伸展力のf-検定

要因	SS	df	MS	F
変動因	60764.61	2	30382.31	14.77
誤差	135749.03	66	2056.803	
全体	196513.64	68		

各レベル間の平均値の差とテューキーのHSD検定 (HSD=26.761)

0.8Max-0.5Max	31.2	(絶対値)
0.5Max-0.3Max	41.3	(絶対値)
0.3Max-0.8Max	72.5	(絶対値)

※各レベル間に5%水準で有意

「表14」は左脚の伸展力の「0.8Max」, 「0.5Max」, 「0.3Max」各レベル間の違いを見るために、F-検定を行い、5%水準で有意な差がみられたので、各レベル間にHSD検定を行ったところ、すべてのレベル間に有意な差がみとめられた。「0.8Max」レベルは他のレベルより算出値との差が少なく、「0.5Max」レベルは「0.8Max」レベルより算出値との差が大きい、「0.3Max」レベルより算出値との差がすくない。「0.3Max」レベルは他のレベルより算出値との差が大きいと考えられる。

表14 左脚伸展力のf-検定

要因	SS	df	MS	F
変動因	57472.8	2	28736.4	19.35
誤差	97999.99	66	1484.8	
全体	155472.79	68		

各レベル間の平均値の差とテューキーのHSD検定 (HSD=22.497)

0.8Max-0.5Max	31.8	(絶対値)
0.5Max-0.3Max	38.8	(絶対値)
0.3Max-0.8Max	38.8	(絶対値)

※各レベル間に5%水準で有意

「表15」は右脚の屈筋力の「0.8Max」, 「0.5Max」, 「0.3Max」各レベル間の違いを見るために、F-検定を行い、5%水準で有意な差がみられたので、各レベル間にHSD検定を行ったところ、「0.8Max」レベルと「0.5Max」レベルの間に、「0.5Max」レベルと「0.3Max」レベル間に



それぞれ有意な差がみとめられた。屈筋は算出値に対して大きく出力する傾向があるが、その中でも「0.5Max」レベルは他のレベルより大きい出力があるということがいえる。何故かは推察できないが「0.5Max」レベルの指示は高齢者に心理的に安心を与え、筋力を発揮できるものがあるのではないかと考えられる。また、伸展力では「0.3Max」は算出値をもっとも上回る傾向が強いのに屈筋では反対の傾向が見られた。

表15 右脚屈筋力のf-検定

要因	SS	df	MS	F
変動因	1220325.93	2	610163	8.35
誤差	4822343.66	66	73065.13	
全体	6042669.59	68		

各レベル間の平均値の差とチューキーのHSD検定 (HSD=156.506)

0.8Max-0.5Max	220.4	(絶対値)
0.5Max-0.3Max	318	(絶対値)
0.3Max-0.8Max	97.6	(絶対値)

※0.8Maxと0.5Max、0.5Maxと0.3Maxのレベル間に5%の水準で有意

「表16」は左脚の屈筋力の「0.8Max」、「0.5Max」、「0.3Max」各レベル間の違いを見るために、F-検定を行い、5%水準で有意な差がみられたので、各レベル間にHSD検定を行ったところ、すべてのレベル間に有意な差がみとめられた。屈筋は右と同様に算出値に対して大きな出力がみられるが、その中で「0.3Max」レベルは他のレベルより少ない。「0.8Max」レベルは「0.3Max」レベルより算出値との差が大きく、「0.5Max」レベルより算出値との差が少なく、「0.5Max」レベルは他のレベルより算出値との差が大きいと考えられる。「表15」のところで述べたように、何故かは推察できないが「0.5Max」レベルは高齢者に心理的に安心を与え、筋力を発揮できるものがあるのではないかと考えられる。右脚と同様に、伸展力では「0.3Max」は算出値をもっとも上回る傾向が強いのに屈筋では反対の傾向が見られた。

表16 左脚伸展力のf-検定

要因	SS	df	MS	F
変動因	1121880.31	2	560940.16	992.41
誤差	3730520.38	66	56523.04	
全体	4852400.69	68		

各レベル間の平均値の差とチューキーのHSD検定 (HSD=140.292)

0.8Max-0.5Max	162.95	(絶対値)
0.5Max-0.3Max	312	(絶対値)
0.3Max-0.8Max	149.35	(絶対値)

※各レベル間に5%水準で有意

### 3) 左右の比較検討

「表17」は伸展力の左右の平均値からT-検定を行ったものである。「0.8Max」「0.5Max」,「0.3Max」の左右の各レベルにおいて、有意な差はみられず、自意識下における筋力発揮に左右差はないと考える。

「表18」は屈筋力の左右の平均値からT-検定を行ったものである。「0.8Max」「0.5Max」,「0.3Max」の左右の各レベルにおいて、有意な差はみられず、屈筋力においても、自意識下における筋力発揮に左右差はないと考える。

表17 左右脚の伸展力のt-値

	t-値
0.8Maxレベル	0.262
0.5Maxレベル	0.293
0.3Maxレベル	0.465

※左右の各レベル間に有意な差はない。

表18 左右脚の屈筋力のt-値

	t-値
0.8Maxレベル	0.166
0.5Maxレベル	0.206
0.3Maxレベル	0.049

※左右の各レベル間に有意な差はない。

## 4 総括

高齢者のアイソメトリックトレーニングの処方を考えるため、自意識下で最大筋力の「80%」,「50%」,「30%」の各レベルの筋力発揮を測定した。その結果以下のような知見が得られた。

- 1) 伸展力と屈曲力に大きな違いが見られ、特に屈曲力はほとんど信頼性のない程の大きな筋力発揮であった。
- 2) 伸展力は筋力発揮のレベルが下がるにつれて、算出値とのズレが大きくなった。屈曲力は、逆に「0.3Max」レベルがズレの度合いが少なく、「0.5Max」レベルのズレが最も大きかった。
- 3) 伸展力は調整力が屈曲力より優れていた。
- 4) 高齢者の屈曲力の発揮は最大筋力の発揮を指示すると、逆に体を守る意識が働き、最大を発揮できないことが考察された。
- 5) 高齢者の屈曲力の発揮は最大筋力の発揮の指示された時よりも、「80%」,「50%」レベルの指示の時の方が最大を上回る値をだした。
- 6) 自意識下の各レベル間の筋力発揮に左右差はないと考えられた。
- 7) 伸展力は筋力発揮の大きいレベルほど、算出値からのズレが少なく、屈曲力の発揮では「0.3Max」の算出値からのズレが少なかった。
- 8) 屈曲力では「0.5Max」レベルが「0.8Max」レベルを超える出力が見られた。更に最大筋力の3~5倍強の大きな出力が見られ、どのレベルでも算出値を上回り者が多く見られた。

### 引用・参考文献

- 1) Akira IIBOSHI The incidence of fall and the characteristics of gait with load carriage in the community-dwelling elderly, Med.j.Kagoshima, Univ., vol .50, No.3, 89~99, November, 1998
- 2) 福永哲夫, 「生活フィットネス」の性年齢別変化, 体力科学. 52巻, p9~16, 2003
- 3) 飯干 明, 末永政治, 上田厚, 松下敏夫, ゲートボールを行う高齢者の転倒の実態と歩行動作, 第12回パ

イオメカニクス学会大会論文集 '94, 396~401

- 4) 飯干 明, 末永政治, 松下敏夫, 高齢者が荷物を持ち歩く時の転倒と歩行動作, 身体運動のバイオメカニクス, 日本バイオメカニクス学会, 114~119, 1997,
- 5) 久野譜也, 上岡方士, 高齢者の筋力トレーニングの限界因子, 体育の科学, 53巻2号, P96~103
- 6) 久野譜也, 地域における健康政策の現状と課題, 体力科学, 52巻, p1~8, 2003
- 7) 久野譜也, 村上晴香, 馬場紫乃, 菌俊東, 上岡方士, 高齢者の筋特性と筋力トレーニング, 体力科学, 52巻, p17~30, 2003
- 8) 池内隆治, 澤田規, 中村辰三, 小田原良誠, 膝痛患者の四頭筋筋力と膝関節機能に対する調査および統計学的検討, 柔道整復・接骨医学, 11巻4号, P340~348, 2003
- 9) 加賀谷淳子, 高齢者の筋作業能力, 体力科学, 52巻, p47~54, 2003
- 10) 衣笠竜太, 川島紫乃, 増田和実, 鯉坂隆一, 松田光生, 久野譜也, 筋力トレーニングによる中高年女性の筋力増加とその要因としての筋の動員と筋肥大の経時的変化, 体力科学, 52巻, p105~118, 2003
- 11) 松永郁男, 藤島仁兵, 高岡治, 平沼正治, 柔道選手における指示されたレベルに対する筋力発揮について, 鹿児島大学教育学部研究紀要, 42, p21~30, 1991
- 12) 松永郁男, 藤島仁兵, 佐野淳一, 丸山敦夫, 平沼正治, 柔道選手における指示されたレベルに対する握力発揮について, 鹿児島大学教育学部研究紀要, 44, p27~38, 1993
- 13) 松永郁男, 藤島仁兵, 丸山敦夫, 高岡治, 平沼正治, 女子学生における指示されたレベルに対する垂直跳びに関する研究, 鹿児島大学教育学部研究紀要, 46, p53~61, 1994
- 14) 松永郁男, 藤島仁兵, 高岡治, 平沼正治, 中原一, 女子学生における指示されたレベルに対する立ち幅跳びに関する研究, 鹿児島大学教育学部研究紀要, 47, p99~107, 1995
- 15) 松永郁男, 藤島仁兵, 高岡治, 平沼正治, 上口孝文, 中原一, 学生における指示されたレベルに対する後方への立ち幅跳びに関する研究, 鹿児島大学教育学部研究紀要, 48, p89~102, 1996
- 16) 宮下允正, 高齢者のトレーニング, 一体を動かす能力の保持のために, Sportsmedicine, 45巻, P6~9, 2002
- 17) 西嶋尚彦, 大塚慶輔, 鈴木宏哉他7名, 地域在住中高年者の運動教室参加における筋力と歩行能力発達との因果関係, 体力科学, 52巻, p203~212, 2003
- 18) 竹川徹, 殷祥洙, 安保雅博, 宮野佐年, 変形性膝関節症に対するセラバンドを用いた運動療法の効果, 体力科学, 52巻, P305~312, 2003
- 19) 竹内孝仁, パワーリハビリテーションの考え方, PTジャーナル, 37巻2号, P148~155, 2003
- 20) 田中喜代治, 中村容位置一, 阿久津智美, 体力測定3:身体的に自立している中高年者のための体力測定, 臨床スポーツ医学, 20巻2号, P201~
- 21) 竹中晋, 西川正史, 椿原彰夫, 機器による筋力測定, 総合リハ, 30巻11号, p1045~1050
- 22) 立 正伸, 牛山潤一, 宮谷昌枝, 久野譜也, 金久博昭, 福永哲夫, 膝関節トルクおよび脚伸展パワーにおける年齢差および性差, 体力科学, 52巻, p141~148, 2003
- 23) 山崎信寿他五名, 足の辞典, 朝倉書店, 1999