

スポーツ PNF トレーニングが筋力, パワーに及ぼす影響

余田 由香, 目連 淳司, 黛 誠

(武庫川女子大学文学部教育学科体育専攻)

The effects of Sports PNF training on muscle strength and power.

Yuka Yoden, Junji Meren and Makoto Mayuzumi

Physical Education Major,

Department of Education, School of Letters,

Mukogawa Women's University, Nishinomiya 663, Japan.

The purpose of this study was to determine the effects of sports PNF training on muscle strength and power as compared to another training methods.

Twenty-eight healthy female were assigned to three training groups, i. e. PNF training (PNF-G, n=8), isometric training (Iso-G, n=10), and eccentric training (Ec-G, n=10)

The each group participated in special strength training programs of elbow flexion for eight weeks, three days a week, which consisted of three sets of stretch-shortening contraction in PNF-G, three sets of isometric contraction for 6 seconds in Iso-G and three sets of eccentric contraction for 6 sec in Ec-G.

Maximum isometric muscle strength and power of elbow flexion, skinfold thickness and girth of upper arm were measured before and after training.

The results were summarized as follows;

- 1) After the training period, muscles strength increased significantly in each group, by 27.1% in PNF-G, 19.2% in Iso-G and 16.8% Ec-G. But no significant differences were observed among three groups.
- 2) Power increased significantly in each group, by 13.2% in PNF-G, 24.4% in Iso-G, and 14.7% in Ec-G. But no significant differences were observed among three groups.
- 3) No significant changes were observed in skinfold thickness and girth of upper arm.

These results suggested that the sports PNF training improves muscle strength and power with no morphological changes.

緒 言

PNFは proprioceptive neuromuscular facilitation の略語であり日本語訳としては“神経捉通手技”，“固有受容性神経捉通法”などがあるが，世界的にも PNF で理解されている．具体的には筋の長さや張力の変化に対して求心性インパルスを発射する筋紡錘などの固有受容性感覚器に刺激を加えることにより，目的とする神経-筋メカニズムの反応を賦活しようとするものであるとされている．本来は運動機能回復を試みようとする治療的手技であるが，近年，多くの場面で活用される過程で様々な発展を見せてきている.¹⁾ その主なもののひとつにスポーツ PNF がある．

スポーツ PNF はスポーツ障害の治療とスポーツ動作のパフォーマンスの向上を図ろうとする手技のことであり，対角線上あるいは，ら線上など実際のスポーツ活動動作に近似した複合運動であることが特徴である．それゆえスポーツ PNF の筋力，パワーに対するトレーニング効果は判断しにくいとされている．

そこで，本研究では，あえて測定に容易な肘関節屈曲運動を選び，パフォーマンス向上のためのスポーツ PNF の特徴的手技のひとつである反復収縮運動のトレーニングを 8 週間行わせ，その前，後およびトレーニング中に筋力，パワーを測定し，スポーツ PNF のトレーニング効果を明らかにするために Isometric，Eccentric トレーニングの効果と比較した．

方 法

1. 被検者

被検者は健康な 18～22 歳の M 女子大学の学生 28 名で日常的に筋力，パワーが向上するような運動を行っていない者とした．

2. 筋力の測定

筋力は肘関節角度を明興社製腕エルゴメータを使用して 90 度にセットした状態で，肘屈曲最大筋力を竹井機器工業社製ダイナモメータにより 2 回測定し高値を採用した．測定はトレーニング前と後およびトレーニング期間中にも 1 週毎に行った．

3. パワーの測定

パワーは肘関節角度 120° からの最大屈曲パワーを明興社製パワーアナライザを用い，負荷は全測定で DIA. 1000，NO ROAD として 2 回測定し，高値を採用した．測定はトレーニング前と後およびトレーニ

ング期間中にも 1 週毎に行った．

4. 上腕の形態計測

上腕囲，上腕屈曲囲をスチール製のメジャーで，上腕前，後部の皮脂厚を栄研式皮下脂肪計を用いてトレーニング前と後に測定した．

5. トレーニング方法

トレーニングの主な方法を表 1 に示した．

Table 1. Training methods

Groups	Time (sec.)	Set	Load	Frequency (/week)	Elbow Joint Angle
Iso	6	3	max.	3	90°
Ec	6	3	max.	3	90°→120°
PNF	2×3回	3	max.	3	120°→90°

Iso=isometric トレーニング

Ec=eccentric トレーニング

PNF=PNF トレーニング

1) PNF トレーニング

肘屈曲最大収縮に対し 2 秒間で肘関節角度が 120 度から 90 度に至るよう抵抗を加え，これを連続で 3 回，1 セットにつき 6 秒のトレーニングを行った．

2) Isometric トレーニング

肘角度 90. での肘屈曲最大収縮を 6 秒間行わせた．

3) Eccentric トレーニング

肘屈曲最大収縮に抗して肘関節角度を 90 度から 120 度まで 6 秒間で伸展させた．いずれのトレーニングも 1 日 3 セット，週 3 回の割合で 8 週間行わせた．なお，セット間には 2 分程度の休息を取り，負荷はいずれも手頸部に加えた．

結 果

1. 筋力

トレーニング期間中の週毎の最大筋力の変化を図 1 に示した．PNF-G と Ec-G は 5 週目まで，Iso-G は 6 週目まで増加の傾向を示したが，それ以降は，いずれのトレーニングにおいても筋力の増加はほとんど見られなかった．また PNF-G が他のトレーニング群より早期に増加傾向を示したがいずれの時点においても，トレーニング群間に有意差は認められなかった．

表 2 にトレーニング前後の最大筋力とその伸び率を示した．いずれのトレーニング群もトレーニング前に比べ後では有意に向上した．しかし，トレーニング群間に有意差は認められなかった．

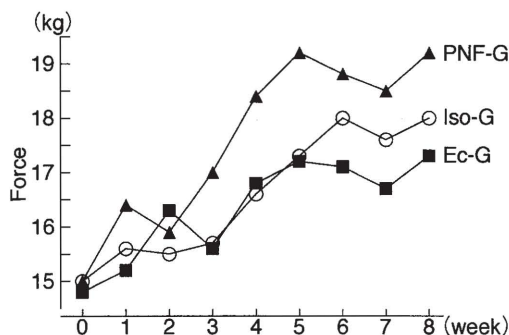


Fig. 1. Muscle strength during a training period.

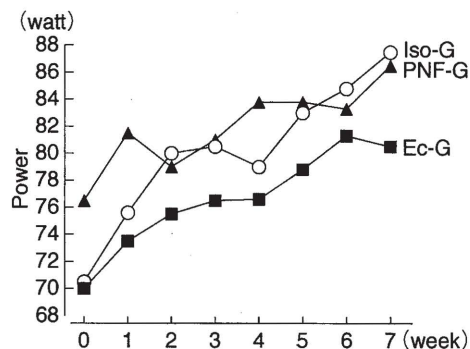


Fig. 2. Power during a training period.

Table 2. Maximum muscle strength before and after training.

Group	before (Kg)	after (Kg)	Rise rate (%)
Iso (n=10)	15.1±3.1	18.0±1.9**	19.2
Ec (n=10)	14.8±3.8	17.3±3.4**	16.8
PNF (n=8)	15.1±2.9	19.2±3.4**	27.1

**p<0.01

2. パワー

トレーニング期間中の週毎のパワー変化を図2に示した。PNF-Gはトレーニング開始時から他のトレーニング群に比べ高値を示したが、2週目以降はいずれのトレーニング群もほぼ同様の増加傾向を示した。しかし、いずれの時点においてもトレーニング群間に有意な差は認められなかった。

表3にトレーニング前後のパワーとその伸び率を示した。いずれのトレーニング群も有意に増加したが、トレーニング群間の有意差は認められなかった。

Table 3. Power before and after training.

Group	before (Watt)	after (Watt)	Rise rate (%)
Iso (n=10)	70.5±10.3	87.7± 9.1**	24.4
Ec (n=10)	70.2±12.1	80.5±14.7**	14.7
PNF (n=8)	76.7±10.2	86.8±18.8**	13.2

*p<0.05 **p<0.01

3. 上腕の形態

表4にトレーニング前後の上腕の形態を示した。いずれのトレーニング群もトレーニングの前と後の間に有意差は認められなかった。

Table 4. Upper arm girth and skinhold thickness before and after training.

Groups	Isometric		Eccentric		PNF	
	before	after	before	after	before	after
上腕囲 (cm)	24.1±1.8	24.3±1.7	24.7±1.4	24.7±1.2	23.2±1.4	23.7±1.5
上腕屈曲囲 (cm)	25.6±1.9	26.1±1.7	26.0±1.6	26.3±1.6	24.9±1.1	25.4±1.6
上腕前部皮脂厚 (mm)	9.7±1.7	10.3±2.6	11.2±3.6	11.3±2.9	6.9±3.3	7.1±3.1
上腕後部皮脂厚 (mm)	18.5±3.9	19.2±3.3	18.2±2.9	18.4±2.8	15.0±4.7	15.8±4.7

考 察

1. 筋力

PNFは筋力そのものの増強ではなく筋出力の増加に効果があると言われており、種々の中枢神経機構を通じて前角細胞の最大興奮を引き起こすことを目的としている。³⁾つまり、不動筋繊維の動員や筋出力に対する精神的抑制作用の緩和、神経インパルスの増大などの神経系の改善が筋出力につながるものと思われる。

本実験結果では、いずれのトレーニング群も筋力は5~6週目までは、ほぼ直線的に増加し、その後プラトー状態になった。トレーニング前と後では、いずれのトレーニング群も有意に増加した。筋力トレーニングによる筋力の増強にはトレーニング初期における神経系の改善と筋肥大が関与すると言われているが、金久ら⁴⁾は、5秒間の最大収縮を3セット、週に5回の割合で8週間行わせたところ、6週目から8週目にかけての筋力増加は認められなかったと述べている。筋力トレーニングの初期の筋力増加は運動単位の参画パターンの同期化と筋活動レベルの上昇などによる神経要素の改善によるものであり、筋断面積に変化が認められないことはいくつかの先行研究により報告されている。⁵⁾⁶⁾⁷⁾

したがって、本実験による筋力の向上は神経系の急速な改善によるものであり、5~6週目以降のプラトーは神経系の改善がほぼ完了したことを示すもので、筋肥大による筋力増加は認められなかった。

トレーニング群間に有意差は認められなかったが、このことについて福永ら⁸⁾も静的な筋力トレーニングと動的な筋力トレーニングの効果を比較したところ、静的な筋力に及ぼす効果は群間に差を認めなかったとしている。有意差は認められなかったものの、伸び率の最も高かったPNF-Gは他の2群に比べて、早期の増加が見られた。PNFの反復収縮運動は同じ神経回路を繰り返し興奮させて同一の筋群を繰り返し収縮させることによって運動を次第に円滑に、さらに強い抵抗に抗して構成される。⁹⁾すなわち、本実験では、各トレーニングの張力発揮時間はいずれも6秒で同じであったが、PNFトレーニングは2秒間の収縮を3回繰り返した。このことが影響したのではないかと推察される。

2. パワー

本実験ではパワーの測定に慣性負荷装置を使用し、全測定で負荷条件を同一にした。したがって、測定値

は最大パワーでないために、トレーニングに伴い筋力が増強している本実験では、個人間やグループ間の大小を比較することは適当でないが、同一負荷での縦断的測定であるので、個人、グループの経時的変動は検討できる。

パワーのトレーニングに伴う増強はトレーニング開始直後1週からの急激な増加と、その後のほぼ直線的で緩やかな増加の2局面がみられ、トレーニング後では前に対し有意に増加した。

パワーは“力×速度¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾で表わされる。パワーと筋力の関係をトレーニング前後でみると、図3のように高い相関があるように思われる。しかし、この関係をさらに詳細に見るために1週毎のパワーと筋力の変動をプロットした図4によると相関関係は認められない。図2のトレーニング初期にみられるパワーの急伸は図1の筋力の変動からみて、筋収縮速度に関係する神経系の改善やパワー測定動作の技術的慣れなどによるものと推察される。また、筋力の伸びが5~6週以降プラトーになるにもかかわらずパワーはこの時期も直線的な増加傾向をたどっていることは、筋の収縮速度に関与する筋や神経系の改善を推測させる。

Ec-Gのパワーが有意な差ではないが他の群に比べ、やや低位で推移している。トレーニングの際は、いずれも最大努力させたので、Eccentric筋収縮はIsometric筋収縮よりも約30%高いことからEc-Gの張力発揮は他の群に比べ高かったと思われるが、Iso-Gと比べ筋力の伸びは同等でパワーは低かった。この違いは筋収縮の様式が伸張性収縮であったことによるものと思われるが、判然とせず、今後の課題である。

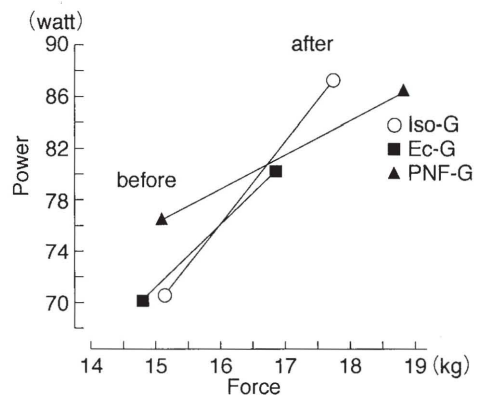


Fig. 3. Changes of the power and muscle strength among the training before to after.

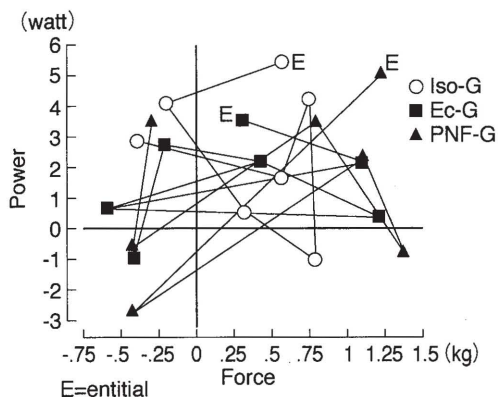


Fig. 4. Relationship between power rise and muscle strength rise.

3. 上腕の形態

トレーニングによる上腕囲の増大は認められなかった。筋肥大を超音波で測定した猪飼と福永¹⁴⁾はトレーニング初期の筋力増加には筋断面積の変化が認められなかったと述べ、小野¹⁵⁾は9秒間のeccentricなトレーニングを毎日1回、9週間行わせたと、上腕囲には、ほとんど変化が見られなかったと報告している。これら本実験とほぼ同程度のトレーニング条件での先行研究結果は筋肥大を認めていない。今回測定した上腕囲、上腕屈曲囲はいずれも極微量の増加を示したが、同時に上腕前および後部の皮脂厚も同様の変化をしており、筋肥大や脂肪の減少といった形態の変化は起こらなかったものと推察する。

結 論

スポーツ PNF の筋力、パワーに及ぼすトレーニング効果を明らかにする目的で、28名の女子学生を被検者にスポーツ PNF、Isometric、Eccentric の3種類のトレーニング群に分け、1回6秒間、1日3セット、週3回のトレーニングを8週間行わせ、トレーニング効果を比較検討し、以下の結果を得た。

1. 肘関節屈曲最大筋力は、いずれのトレーニング群においてもトレーニングにより有意に増強した。この増加に、トレーニングの種類による有意差は認められなかった。筋力増加は主に神経系の改善によるものと推察された。
2. 肘関節屈曲パワーもトレーニングにより有意に増強したが、トレーニング群間には有意差は認められなかった。

3. 上腕囲、上腕屈曲囲、上腕皮脂厚のいずれもトレーニングによる有意な増減は認められなかった。筋の肥大は起きなかったものと推察された。
4. 以上のことより、スポーツ PNF トレーニングの筋力、パワーに及ぼす効果は Isometric、Eccentric トレーニングと、ほぼ同様の効果が得られるものと言える。

文 献

- 1) 覚張秀樹, スポーツ PNF マニュアル, 南江堂, pp. 2-4, 1994
- 2) 覚張秀樹, スポーツ PNF マニュアル, 南江堂, pp. 7-8, 1994
- 3) 覚張秀樹, スポーツ PNF マニュアル, 南江堂, pp. 12, 1994
- 4) 金久博昭, 猪飼道夫, 筋力トレーニングにおける期間と効果の現われ方, pp. 82, 1979
- 5) 永田晟, 筋と筋力の科学, 不昧堂出版, 3版, pp. 120-121, 1984
- 6) 猪飼道夫, 身体運動の生理学, 杏林書院, 1973
- 7) deVris, H. Aand Moritani, T: A simple, direct method for estimation of aerobic power and anerobic thresohld. Med. Sci. Sport. 12: 8 6, 1980
- 8) 福永哲夫, 絶対的筋力におよぼす静的および動的筋力トレーニングの影響, 体育学研究, 22: pp. 343-349, 1978
- 9) 覚張秀樹, スポーツ PNF マニュアル, 南江堂, pp. 63, 1994
- 10) 金子公有, パワーアップの科学, 朝倉書店, 第2刷, pp. 1-5, 1990
- 11) Wilkie, D. R. : Manas a souse of mechanical power, Ergonomics. 3, pp. 1-8, 1960
- 12) 金子公有, 淵本隆文, 田路秀樹, 末井健作, 人体筋の力・速度・パワー関係に及ぼすトレーニング効果, 体力科学, pp. 86-93, 1981
- 13) 永田晟, 筋と筋力の科学, 不昧堂出版, 3版, pp. 23-24, 1984
- 14) 猪飼道夫, 身体運動の生理学, 杏林書院, 1973
- 15) 小野三嗣, 窪田登, 日本体育協会スポーツ科学報告 No. 1, pp. 9-14, 1969