運動介入が膝関節痛を有する在宅自立高齢者の運動機能に及ぼす影響

佐藤 慎一郎¹⁾ 中村 信義²⁾ 塩澤 伸一郎³⁾
諸角 一記⁴⁾ 種田 行男⁵⁾

INFLUENCE OF THE EXERCISE INTERVENTION ON PHYSICAL FUNCTION IN THE COMMUNITY-DWELLING INDEPENDENT ELDERLY WITH KNEE JOINT PAIN

SHINICHIRO SATO, NOBUYOSHI NAKAMURA, SHINICHIRO SHIOZAWA,
KAZUNORI MOROZUMI and YUKIO OIDA

Abstract

Purpose The purpose of this study was to examine the influence of the exercise program for Osteoarthritis of the knee (knee OA) which American Geriatrics Society Panel on Exercise and Osteoarthritis (AGS) recommends on physical function in Japanese independent elderly with knee joint pain.

Methods Subjects of this study were 36 (7 males : aged 74.7 ± 5.1 years, 29 females : aged 72.3 ± 4.6 years) community-dwelling independent elderly with knee joint pain who voluntarily participated in our exercise program. The program consisted of massage around knee, flexibility exercises in knee and ankle joints, and leg muscle development exercises. They performed these exercises twelve times for a month at regular intervals. Physical function were evaluated by the muscle strength during knee extension and flexion, the range of motion of knee joint and the center of pressure during upright standing. There were three times measurements at one month before starting of the program (the 1st), immediately before beginning of the program (the 2nd), and just after ending of the program (the 3rd). Difference between change in measurement values during the observation period (subtract the 1st from the 2nd; $\Delta 1$) and that during intervention period (subtract the 2nd from the 3rd; $\Delta 2$) were analyzed by Student's t-test.

Results and Conclusion There was significant difference between $\Delta 1$ (0.01 ± 0.05 kg/wt) and $\Delta 2$ (0.04 ± 0.05 kg/wt) on maximal muscle strength during knee extension. This result suggested that the exercise program recommended by AGS was improved the leg muscle strength in Japanese elderly with knee joint pain. However the effects of the exercise intervention were not clarified on the other physical function. As for the reasons it seems to affect the initial level of joint pain and physical function in the subjects. Therefore, reexamination of this point with a greater number of samples which the worse level of knee joint pain is needed in the future.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 2006, 55 : 413~420)

key word : exercise intervention, knee joint pain, physical function, elderly people

¹⁾早稲田医療技術専門学校理学療法学科
〒339-8555 埼玉県さいたま市岩槻区太田字
新正寺曲輪354-3

Department of Physical Therapy, Waseda College of Medical Arts
and Sciences

²⁾介護老人保健施設ピースプラザ
〒183-0021 東京都府中市片町2-16-1

Geriatric Health Services Facility Peace Plaza

³⁾専門学校社会医学技術学院理学療法学科
〒184-8508 東京都小金井市中2-22-32

Department of Physical Therapy, Japanese School of Technology for
Social Medicine

⁴⁾八王子保健生活協同組合城山病院
リハビリテーション科
〒193-0826 東京都八王子市元八王子町3-2872-1

Department of Rehabilitation, Hachiohji Health Cooperative
Shiroyama Hospital

⁵⁾中京大学生命システム工学部
〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立101

School of Life System Science and Technology, Chukyo University

I．緒 言

近年，我が国では急速な高齢化が進行していることを背景に，高齢者が身体的に自立して豊かな生活を享受すること，すなわち健康寿命の延伸および生活の質(Quality of life；以下 QOL)の向上が重要な社会的課題となっている^{1~3)}．現在，高齢者が要介護状態に陥る原因のうち，骨・関節疾患によるものはおよそ15%という報告があり，生活機能および QOL の低下を引き起こす要因として無視できない^{3,4)}．おりしも現在，『運動器の10年(Bone and Joint Decade)』世界運動が進行中であり，骨・関節疾患の予防や治療に関するエビデンスが世界的に希求されている⁵⁾．高齢者の骨・関節疾患の中で，発生頻度が最も高いのは膝関節痛であり，変形性膝関節症(Osteoarthritis of the knee；以下膝 OA)がその原因の第1位を占めている⁴⁾．これまでに膝 OA に対する運動療法の効果を検討した研究がいくつか報告されている^{6~9)}．American Geriatrics Society Panel on Exercise and Osteoarthritis(以下 AGS)は，膝 OA に対する運動療法などの様々な対処法に関する研究のシステマティックレビューを行い，それらの成果をまとめて，推奨されるマネージメント・プログラムを提示した¹⁰⁾．その勧告の内容は膝 OA の兆候のある者に対して柔軟性，筋力，あるいは持

久性の運動プログラムを実施し，4週間後に再評価を行うというものである．そこで，本研究は AGS の推奨する膝 OA に対するマネージメント・プログラムが，我が国の膝関節痛を有する自立高齢者の運動機能に及ぼす影響について検討することを目的とした．

II．方 法

A．対象者

本研究の対象者は，東京都武蔵野市高齢者福祉課が開催した『軽やか若ひざ体操教室』に自主的に参加した膝関節痛を有する65歳以上の在宅自立高齢者36名(男性7名；平均年齢74.7±5.1歳，女性29名；平均年齢72.3±4.6歳)であった(表1)．教室への参加基準は膝関節痛の訴えを有し，教室開催時において医療機関に通院していない者とした．整形外科医によるX線診断(腰野による「変形性膝関節症のX線学的進行度分類(grade)」)^{11,12)}および理学療法士による膝機能評価(膝関節の炎症所見，不安定性の程度，アライメント等)の結果，体操教室への参加が適当でないと判断された者は対象から除外した．なお，腰野らのX線学的進行度分類に従えば，grade 0であった者は対象者全体の5.9%，grade 1は61.6%，grade 2は7.0%，grade 3は14.0%，grade 4は9.4%，および grade 5は2.3%(左右平均)

Table 1. Physical characteristics and progress degree of osteoarthritis(grade) of subjects

	Male(n=7)	Female(n=29)	
Age(yr)	74.7±5.1	72.3±4.6	
Height(cm)	162.9±3.2	149.7±6.3	
Body weight(kg)	65.8±6.5	53.1±7.5	
Progress Degree Classification of Osteoarthritis(grade)	Grade	Right Leg(n=36)	Left Leg(n=36)
	0	1	0
	1	18	24
	2	7	2
	3	6	3
	4	3	6
	5	1	1

であった．

B．研究デザイン

本研究は同一の対象集団に対して，最初の1ヶ月間の観察期間とその後の1ヶ月間の介入期間における各評価指標の変化量を比較することによって，介入効果を検討する前後比較デザインを用いた．なお，観察期間中において対象者とは全く接触機会を持たなかった．

C．教室プログラム

AGSのプログラムは膝OAの徴候のある者に対して，リスクファクター改善のための教育を行うと同時に痛みや障害の評価を行い，その結果関節のゆるみが無く，自宅での体操が可能な者に対して柔軟性，筋力，持久性の運動プログラムを実施し，4週間後に再評価を行うというものである．そこで，本研究ではこの勧告にできる限り沿って実施した．すなわち，膝関節痛を有する者に対して医師によるX線診断および理学療法士による膝関節機能評価を行い，運動可能と判断した者に対して以下の運動プログラムを実施し，4週間後に再評価を行った．本プログラムの全体の構成は基本プログラム，膝機能のレベル別プログラム，教育プログラムとした(表2)．

基本プログラムは，膝関節痛の緩和，膝の柔軟性改善および下肢全体の筋力・筋協調性の向上を目的として，①マッサージ，②膝関節自動運動，③大腿四頭筋強化運動，④足指把持運動(タオルギャザー)，⑤ボール蹴り運動，⑥柔軟性運動などで構成した．レベル別プログラムは，下肢全体の筋力・筋協調性・持久性の向上を目的として，①ゴムバンド(REPB and Magister Corporation 社製)を用いた股関節外転，膝関節伸展および屈曲筋群の抵抗運動，②ボールを用いた股関節内転筋群の抵抗運動，③閉鎖性運動連鎖(Closed Kinetic Chain：以下CKC運動)によるスクワット運動，④簡易ペダリングマシンを用いたペダリング運動，および⑤ボール回し運動であった．なお，すべての運動は椅子座位にて行った．レベル別プログラムでは対象者を3段階の機能レベルに分類して，それに応じた運動負荷を与えた(表2)．分類方法は，(財)明治安田厚生事業団体力医学研究所が開発した「生活体力」^{13,14)}の起居能力(背臥位から立ち上がり，椅子に座り再び立ち上がる)の評価点および腰野による「変形性膝関節症のX線学的進行度分類(grade)」を用いた．すなわち，起居評価点1点～2点と腰野式 grade 5～3 を低レベル(14名)，起居評価点3点と腰野式 grade 3～1 を中レベル(10名)，起居評価点4点～5点と腰野式

Table 2. Setting of load on exercise program

Exercise item		Quantity of load(Intensity×Volume)	
Basic exercise	Active exercise of knee joint flexion and extension	active exercises of right and left alternation, no load, 30 times × 2 sets	
	Muscle strength exercise of quadriceps femoris muscle	isometric exercise of submaximal effort, each 5 sec right and left × 5 times	
	Gathering of toes exercises	gathering movement of toes with a towel, each 3 min right and left	
	Ball kick exercise	ball with diameter of about 60cm is kicked on foot, each 5 min right and left	
	Flexibility exercise (Knee joint flexion muscle groups)	stretch to subjective sensation of resistance, each 10 sec right and left × 3 times	
Exercise according to level	Resistance exercise (Knee joint flexion and extension muscle groups, Hip joint adduction and abduction muscle groups)	isometric and isotonic exercise of submaximal effort knee joint extension: slowly extension, maintain final range for 5 sec, and slowly flexion × each 5 times right and left knee joint flexion: slowly flexion, maintain final range for 5 sec, and slowly extension × each 5 times right and left hip joint abduction: slowly abduction, maintain final range for 5 sec, and slowly adduction × 5 times right and left	Low level: REP Band of Peach color (knee joint flexion and extension × 1 set, hip joint abduction × 1 set) Middle level: REP Band of Peach color (knee joint flexion and extension × 2 sets, hip joint abduction × 1 set) High level: REP Band of Orange color (knee joint flexion and extension × 2 sets, hip joint abduction × 1 set)
		stand up exercise by own weight load, 5 times squat exercise by own weight load, 5 times	Low and middle level: not performed High level: each 2 sets
		simple pedal machine, Conscious load setting, 10 min	Low level: no load Middle level: low load High level: middle load
	Ball rotary exercise and Hip joint adduction exercise using a ball	ball with diameter of about 15cm is rotated on foot, each 4 min right and left hip joint adduction exercise: isometric exercise of submaximal effort, slowly adduction, maintain final range for 5 sec, and slowly abduction × 5 times right and left	Low and middle level: Ball rotary exercise and Hip joint adduction exercise × 1 set High level: not performed

grade 1~0 を高レベル(11名)とした。なお, 腰野式 grade 分類が重複している点については, 対象者の grade に左右差が生じていたため, 「生活体力」の結果をもとに分類を調整している。教育プログラムは対象者の膝の状態, 運動の負担度, 支援内容の要望などを把握することを目的として, 理学療法士による個別相談および膝関節痛への対処法についてのレクチャー(毎教室で約10分)を実施した。教室は1週間に3回で4週間継続し, 合計12回実施した。教室の1回あたりの所要時間は約90~120分であった。

D. 測定

運動機能の評価として筋力, 柔軟性, 平衡機能を測定した。筋力の測定方法は筋力計(OG 技研社製, マスキュレーター GT30)を用い, 膝関節伸展時と屈曲時における等尺性最大筋力を測定した。対象者は筋力台に座り, 膝関節角度を伸展時は 60° および屈曲時は 70° に固定された。測定値を体重で除し, 体重あたりの相対筋力を算出し, 左右の平均値を評価指標とした。柔軟性の測定は膝関節伸展と屈曲の関節可動域(Range of motion 以下 ROM)を測定した。測定方法は伸展 ROM を座位で, 屈曲 ROM を腹臥位で, 東大式角度計を用いて他動的 ROM を測定した。測定角度は 5° 単位で読み取り, 左右の平均値を評価指標とした。平衡機能は平衡機能計(パテラ社製, Stabilometer S510)を用い, 直立姿勢保持中の静的重心動揺を30秒間測定した。対象者は開眼, ロンベルグ足位で前方 2 m に置いた直径 5 cm の視標を固視した。計測中の重心動揺軌跡長(身長で除した)および外周面積を測定指標とした。なお, 膝関節痛の評価として日本整形外科学会膝疾患治療成績判定基準(日整会得点)を聴取し, 左右合計の平均得点を測定指標として用いている。これらの測定は介入開始1ヶ月前(1回目), 介入開始直前(2回目)および介入終了直後(3回目)に同一検者によって実施された。

E. 解析

運動機能の解析は, 観察期間における変化量(第2回目測定値から第1回目測定値を差し引いた値: $\Delta 1$)と介入期間における変化量(第3回目測定値から第2回目測定値を差し引いた値: $\Delta 2$)の差を, 対

応のある t 検定を用いて検定した。ベースラインにおけるレベル間の差は一元配置分散分析および多重比較法(Fisher の PSLD)により検定した。また, 運動機能と膝関節痛との関連性の解析は, ベースライン値(第1回目測定値)および介入前後における変化量($\Delta 2$)を性・年齢を調整変数とした偏相関分析を用いて検定した。解析には SPSSfor Windows Ver12.0 を用い, 危険率は 5 %未満を有意水準とした。

F. 倫理

対象者には研究の目的と内容, 利益とリスク, 個人情報保護, 参加の拒否と撤回などについての説明を行い, 参加同意書に自筆による署名を得た。また, 本研究は日本疫学会倫理審査委員会に審査を申請し, 研究実施の承認を得た(登録番号03002)。

III. 結 果

ベースライン時における膝関節伸展筋力は, 0.34 ± 0.10 kg/wt, 屈曲筋力は 0.21 ± 0.06 kg/wt であった。伸展筋力では $\Delta 1$ に比べて $\Delta 2$ の方が有意に増加した($P < 0.05$)。屈曲筋力では, $\Delta 1$ と $\Delta 2$ の間に有意な差を認めなかった。ベースライン時における膝関節 ROM は伸展が $-3 \pm 3^\circ$, 屈曲は $136 \pm 13^\circ$ であった。伸展 ROM の $\Delta 1$ と $\Delta 2$ の間に有意な差を認めなかった。屈曲 ROM では $\Delta 1$ に比べて $\Delta 2$ の方が有意に減少した($P < 0.05$)。ベースライン時における身長当たりの重心動揺軌跡長は 0.38 ± 0.26 cm および外周面積は 3.46 ± 3.23 cm² であった。重心動揺軌跡長および外周面積ともに $\Delta 1$ と $\Delta 2$ の間に有意差を認めなかった(表 3)。

明らかな介入効果が認められた膝関節伸展筋力においてレベル別の比較および膝関節痛との関連性の検討を行った。レベル別の比較ではベースライン時において, 低レベル群 0.32 ± 0.07 kg/wt, 中レベル群 0.31 ± 0.08 kg/wt, 高レベル群 0.40 ± 0.12 kg/wt であった。一元配置分散分析の結果, 各群間に有意差($P < 0.05$)が認められ, 多重比較検定により低レベル群と高レベル群, 中レベル群と高レベル群の間に有意差を認めた($P < 0.05$)。各群別に介入効果を検討した結果, 高レベル群では $\Delta 1$ に比べて $\Delta 2$ の方が有意に増加した($P < 0.01$)。しかしながら, その他の群には有意差を認めなかった(表 4)。

Table 3. Each measurement values and change in physical function

measurement items	Muscle strength (n=35)		Flexibility (n=36)		Equilibrium function (n=36)	
	Knee joint extension	Knee joint flexion	Knee joint extension	Knee joint flexion	Length of Center of Pressure	Environmental Area of Center of Pressure
	(kg/wt)		(°)		(cm/length)	(cm ²)
1st time	0.34±0.10	0.21±0.06	-3±3	136±13	0.38±0.26	3.46±3.23
2nd time	0.36±0.11	0.23±0.08	-3±4	138±13	0.38±0.23	3.49±2.26
3rd time	0.40±0.11	0.25±0.07	-1±4	137±13	0.39±0.27	3.35±2.47
Δ1	0.01±0.05	0.02±0.04	1±4	2±5	0.01±0.09	0.03±1.96
Δ2	0.04±0.05	0.02±0.04	1±3	-1±5	0.01±0.10	-0.14±1.77
P-value	P<0.05	ns	ns	P<0.05	ns	ns

※Δ1 is change in measurement values during the observation period(the value which subtract 1 st from 2nd)

※Δ2 is change in measurement values during the intervention period(the value which subtract 2 nd from 3rd)

Table 4. Change in knee joint extension muscle strength in each group

Group	Low Level (n=14)	Middle Level (n=10)	High Level (n=11)
Δ1	0.03±0.05	0.02±0.07	-0.01±0.04
Δ2	0.02±0.04	0.04±0.07	0.08±0.04
P-value	ns	ns	P<0.01

※Δ1 is change in measurement values during the observation period(the value which subtract 1 st from 2nd)

※Δ2 is change in measurement values during the intervention period(the value which subtract 2nd from 3rd)

ベースラインにおける日整会得点は 91.7 ± 7.6 点であり、介入前後の差(Δ2)は 3.2 ± 3.8 点であった。膝関節痛とベースライン時の膝関節伸展筋力との関連性の検討の結果、有意な正の相関関係を認めた($r = 0.36$, $P = 0.04$)。しかしながら、介入前後における変化量との間には、有意な相関関係を認めなかった($r = 0.17$, $P = 0.34$)。

Ⅳ．考 察

本研究では、膝関節伸展筋力に明らかな介入効果が認められた。AGS では筋力強化運動について、関節の安定性、痛み、炎症の程度に合わせた運動の選択、筋疲労が起らない程度の運動、および運動負荷は最大下抵抗を用いることなどを提唱し、その上で等尺性運動および等張性運動に分けてそれぞれの運動処方を提示している。基本的には全身の筋群

を対象としているが、特に殿筋群や大腿四頭筋の強化を重要視している。本研究における等尺性運動は、股関節外転・内転筋群および膝関節伸展・屈曲筋群を対象として、軽度から中等度の強度で回数を少なめに設定した。また、等張性運動としては膝関節自動運動、ゴムバンドを用いた抵抗運動、CKC 運動、ペダリング運動などを軽度から中等度の強度で回数を多めに設定した。運動実施頻度はいずれも週3回であった。このように AGS の勧告に忠実に従えば、筋力の改善が得られることが示唆された。

一般に、トレーニング初期の筋力増強は筋力発揮時におけるインパルス発射頻度の増加に由来する神経的要因が関与するといわれており、筋肥大による筋力増強は4週間以後に生ずるとされている^{15~19)}。従って、高齢者における筋力トレーニングの効果は、その多くが神経性要因に依存していると報

告されている^{18,19)}。本研究の介入期間は1ヶ月という短期間であったことから、観察された筋力増強効果は主に神経性要因によるものと推測された。また、レベル別に膝関節伸筋群への介入効果を検討した結果、関節変形が少なく動作能力の高い群にのみ明らかな改善が認められた。Van Baar²⁰⁾たちや池田たち²¹⁾の報告では、軽度から中等度までの膝OA患者に対してのみ運動療法が有効であったとされ、本研究の結果と極めて一致している。膝OA患者における大腿四頭筋の筋力低下は、単純な廃用性筋萎縮のみでなく、疼痛による反射性の筋収縮抑制や関節内圧上昇による関節受容器からの刺激が反射性に筋収縮抑制を引き起こす(神経制御メカニズム)ことが原因と指摘されており^{22~24)}、こうした筋力低下は重度な膝OAほど起こりやすいものとする。従って、本研究における高レベル群の筋力が改善した理由は、神経性要因による筋力増強効果に加えて、膝関節痛による神経制御メカニズムの影響が少なからず関与したものと推察された。レベル別プログラムでは、高レベル群ほど運動の介入量が多くなるように設定されるため、他の群よりも筋力増強効果が得られやすい結果になった可能性がある。今後は、他動的な筋再教育、長期的なフォロー、運動の暴露量の調整など、より機能の低い対象者への対応を検討する必要があるものと考えられた。

すでに我々は本プログラムを用いた介入によって、膝関節痛が有意に緩和したこと、および日常生活動作能力(ADL)の自立性を示す「生活体力(起居能力および歩行能力)」に改善傾向がみられたことを報告している²⁵⁾。本研究において膝関節痛が強い者ほど筋力が弱いことが明らかに認められた。この結果に基づいて考察すれば、介入後に痛みが軽減したことが筋力の向上につながった可能性が考えられる。しかしながら、介入前後の変化量を用いて両者の関連を検討した結果、明らかな関連性は認められなかった。この点に関しては、主観的評価で得られた疼痛指標の精度の問題やサンプリング数の問題などがあり、今後の検討課題と考えられる。

本研究では膝関節屈曲筋力に介入効果が認められなかった。AGSの勧告では膝関節伸筋の重要性は強調されているが、膝関節屈筋はあまり重要視されていない。先行研究においても膝関節屈曲筋力を効果指標として取り上げている文献や介入効果を示し

た文献は比較的少ない。Rogind たち²⁶⁾の報告では、本研究の結果と同様に明らかな介入効果が認められていない。本研究ではゴムバンドを用いて膝関節屈曲運動を実施した。しかし、この運動はバンドの長さの調節が難しいため、負荷量が適切に調整されていなかった可能性が考えられる。今後は、トレーニング時の動作を注意深く指導する必要があるものと考えられる。

AGSによる柔軟性に関する勧告は、最終可動域での自覚的伸張感が得られる状態での実施を推奨している。本研究で実施した柔軟性運動は、できる限りこれに従って実施したが、膝ROMに改善効果は認められなかった。本研究と同様に対象者自身によるストレッチ運動を行ったVan Baar たち²⁰⁾やRogind たち²⁶⁾の報告でも、膝ROMに対する介入効果は認められていない。Petrella & Batha²⁷⁾は、自己ストレッチに加えて、錘(1~2 kg)による他動的な関節包の伸張運動を8週間継続した結果、他動運動を行わなかった対照群に比べて膝ROMが有意に改善したことを報告している。従って、膝OA患者のROMの拡大を図るには、対象者自身によるストレッチ運動に加えて、錘などを使用した他動的な伸張運動を補足することや運動の継続期間を延長するなどの考慮が必要であると推察された。

高齢者において、直立(ロンベルグ)姿勢時の前後への重心移動範囲と膝関節伸展筋力との間に有意な正の相関関係が報告されている^{28,29)}。本研究では膝関節伸展筋力に介入効果が認められたことから、平衡機能の改善が期待されたが、介入効果は認められなかった。従って、本研究で認められた程度の筋力増加では直立時の平衡機能の改善には至らないものと推察された。一方、井原³⁰⁾は片足立ちおよび不安定板上での重心動揺量と膝関節筋力との間に関連性が認められないことを報告している。平衡機能の評価には様々な指標があるため、他の運動機能との関連性を検討する際には、それぞれの評価指標の特性を十分に考慮した上で選択することが必要あり、今後の検討課題と考えられる。

V. 結 語

本研究の結果、AGSに基づく運動プログラムが我が国の膝関節痛を有する自立高齢者の筋力改善に有用であることが示唆された。しかしながら、その

他の運動機能には明らかな改善は認められなかった。運動プログラムの効果判定には、介入内容(運動の量と質)との関連のみならず、対象者の特性を考慮して吟味することが肝要と考えられる。今後は研究対象者数を増やして、OA グレードおよび運動機能水準別に運動介入効果を検討することが必要と考えられる。

謝 辞

本研究は平成15年度武蔵野市福祉保健部からの委託研究補助金を得て行われたものである。なお、本研究の一部は第39回日本理学療法学会大会において発表した。本研究の対象者である「軽やか若ひざ体操教室」参加者の皆様、医学的診断をお願いした故藤田敏光医師・吉沢公利医師・八木正博医師、教室での運動指導にご協力頂いたヘルシーライフプロジェクトの山本初美さん・野川富美代さん、および教室を主催した武蔵野市福祉保健部高齢者福祉課職員の皆様に深く感謝いたします。

(受理日 平成18年4月28日)

文 献

- 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室, 21世紀における国民健康づくり運動(健康日本21)と健康増進法について, 理療ジャーナル, (2004), 38, 433-439.
- 林 泰史, 高齢者の関節疾患, 日老医, (2001), 38, 433-439.
- 鈴木隆雄, 高齢者の運動機能低下と障害, 整・災外, (2002), 45, 699-704.
- 平澤泰介, 高齢者の関節痛のとりえかた, J Clin Rehabil, (2002), 11, 594-599.
- 国分正一, 「運動器の10年」世界運動 その概略とわが国における展開, 理学療法 (2004), 21, 1127-1132.
- 黒澤 尚, 岩谷 力, 赤井正美, 土肥徳秀, 藤野圭司, 那須耀夫, 吉永勝則, 変形性膝関節症に対する SLR 訓練の効果 多施設 RCT の結果, 日整会誌第78回大会抄録集, (2005), 79, S9.
- Ettinger, W. H., Burns, R., Messier, S. P., Applegate, W., Rejeski, W. J., Morgan, T., Shumaker, S., Berry, M. J., O'Tool, M., Monu, J., Craven, T. A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with knee a health education program in older adults with knee osteoarthritis. JAMA. (1997), 27, 25-31.
- Thomas, K. S., Muir, K. R., Doherty, M., Jones, A. C., O'Reilly, S. C., Bassey, E. J. Home based exercise programme for knee pain and knee osteoarthritis: randomised controlled trial. BMJ. (2002), 325, 752-755.
- Schilke, J. M., Johnson, G. O., Housh, T. J., O'Dell, J. R., Effects of muscle-strength training on the functional status of patients with osteoarthritis of the knee joint. Nurs Res. (1996), 45, 68-72.
- American Geriatrics Society Panel on Exercise and Osteoarthritis. Exercise Prescription for Older Adults With Osteoarthritis Pain. Consensus Practice Recommendations. JAGS. (2001), 49, 808-823.
- 腰野富久, 膝診療マニュアル, 第4版, 中高年期の膝疾患, 医歯薬出版株式会社, 東京, (1992), 177-207.
- 斎藤知行, 腰野富久, 武内鉄夫, 変形性膝関節症治療法の選択, 総合リハ, (2001), 29, 227-232.
- 種田行男, 荒尾 孝, 西嶋洋子, 北畠義典, 永松俊哉, 一木昭男, 江橋 博, 前田 明, 高齢者の身体的活動能力(生活体力)の測定法の開発, 日公衛誌 (1996), 43, 196-208.
- 種田行男, 高齢者の日常生活能力評価, 理学療法, (1995), 12, 417-424.
- Moritani, T., & deVries, H. A. Reexamination of the relationship between the surface integrated electromyogram(IEMG) and force of isometric contraction. Am. J. Phys. Med. (1978), 57, 263-277.
- Moritani, T., & deVries, H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. Am. J. Phys. Med. (1979), 58, 115-130.
- 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩, 基礎運動学, 第6版, 生体の構造と機能, 医歯薬出版株式会社, 東京, (2003), P81-83.
- 森谷敏夫, トレーニングによる筋力増大のメカニズム, 臨スポーツ医, (1991), 7, 741-744.
- Moritani, T., & deVries, H. A. Potential for gross muscle hypertrophy in older men. J Gerontol. (1980), 35, 672-682.
- Van Baar, M. E., Dekker, J., Oostendorp, R. A. B., Bijl, D., Voorn, T. B., Lemmens, J. A. M., Bijlsma, J. W. J. The effectiveness of exercise therapy in patient with osteoarthritis of the hip or knee: a randomized clinical trial. J Rheumatol. (1998), 25, 2432-2439.
- 池田 浩, 黒澤 尚, 効果が上がらない治療法の落とし穴, J Clin Rehabil (2006), 15, 24-29.
- Slemenda, C., Brandt, K. D., Heilman, D. k., Mazzuca, S., Braunstein, E. M., Katz, B. P., Wolinsky, F. D. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. Ann Intern Med. (1997), 127, 97-104.
- 宮口正継, 変形性膝関節症に対する筋力強化訓練とその効果, Med Rehabil, (2003), 32, 22-28.
- 森 剛士, 変形性膝関節症に対する理学療法のキーポイント, 理学療法, (2002), 19, 786-790.
- 諸角一記, 種田行男, 中村信義, 佐藤慎一郎, 塩澤伸一郎, 山本 巖, 藤原孝之, 烏野 大, 杉本 淳, 在宅自立高齢者の膝関節痛および生活動作能力に関する運動介入の効果, 理学療法学, (2006), 33, 126-132.
- Rogind, H., Bibow-Nielsen, B., Jensen, B., Moller, H. C., Frimodt-Moller, H., Bliddal, H. The effects of a

- physical training program on patients with osteoarthritis of the knee. Arch Phys Med Rehabil.(1998), **79**, 1421-1427.
- 27) Petrella, R. J., & Bartha, C. Home Based Exercise Therapy for Older Patients with Knee Osteoarthritis : A Randomized Clinical Trial. J Rheumatol.(2000), **27**, 2215-2221.
- 28) 種田行男，永松俊哉，荒尾 孝，峯岸由紀子，江橋博，高齢者の日常生活における身体活動能力(生活体力)測定法の開発に関する研究 第1報姿勢保持能力について，体力研究，(1991)，**78**，1-9.
- 29) 藤原勝男，池上晴夫，岡田守彦，小山吉明，立位姿勢の安定性における年齢および下肢筋力の関与，人類誌，(1982)，**90**，385-400.
- 30) 井原秀俊，関節トレーニング，神経運動器協調訓練，第2版，筋の反応に目を向ける，協同医書出版社，東京，(1990)，168-169.