

腰痛疾患症例の身体・体力機能に与える水中運動の効果 — 骨密度測定・バランス能力評価を含めて —

赤嶺卓哉*, 吉田剛一郎*, 高田 大**, 田口信教**

Effects of underwater exercise on patients with low back pain — measurement of bone mineral density and balance ability —

Takuya AKAMINE*, Goichiro YOSHIDA*, Dai TAKATA**, Nobutaka TAGUCHI**

Abstract

We investigated the effects of underwater exercise on middle and the aged patients with low back pain.

We have opened underwater therapeutic exercise class for 55 patients with low back pain (14 male, 41 female, mean 57.5 ± 9.8 years old) twice a week for about 6.0 months. This class was composed of fundamental lecture to low back pain and underwater exercise. Underwater therapeutic exercise had contained aerobic exercise (walking), joint mobilization, soft tissue stretching, muscle strengthening and swimming (crawl and back stroke). Temperature of water in pool was approximately 30°C. The stretching of dorsal and iliopsoas muscles were promoted in underwater exercise. Also the strengthening of abdominal and gluteal muscles were practiced in underwater period. We had been paying attention to prevention against the increase of lumbar lordosis.

We had done physical examinations, Japan Orthopaedic Association (JOA) evaluation, measurement of bone mineral density (BMD) [DEXA; Hologic, Discovery], evaluation of balance ability before and after exercise, respectively.

Several findings have been obtained as follows.

1) In the group of low back pain, the obesity (body weight), function of respiration and circulation ($\dot{V}O_2\max$), elasticity (finger floor distance) and muscle power of the back and lower extremities improved significantly ($p < 0.05$) after the underwater exercise period of 6.0 months compared than before exercise respectively.

2) Extension and flexion power of trunk muscles, functional reach distance (balance ability) were increased significantly ($p < 0.05$) after underwater exercise period.

3) Subject symptom, objective symptom, activity of daily living and total score in JOA evaluation were improved significantly ($p < 0.001$) after underwater exercise period.

4) Bone mineral density, % peak reference and % age matched on L4 were improved significantly ($p < 0.05$) after underwater exercise period.

For the reasons mentioned above, it is concluded that underwater exercise is very effective method to improve symptom on the patients with low back pain.

KEY WORDS: low back pain, underwater exercise, bone mineral density, balance ability evaluation

*鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

**鹿屋体育大学スポーツ・武道実践科学系

はじめに

腰痛疾患は、もっとも患者数の多い疾病の1つであり (Waddell, 2004), 厚生労働省が発表する有訴率の中でも、腰痛は常々上位を占めている (白土, 2009)。

腰痛を引き起こす原因は、筋疲労や不良姿勢、それらに伴う筋力・柔軟性の低下と多岐にわたっており、骨折・脱臼や下肢への放散痛を伴う腰椎椎間板ヘルニアなどのように、X線やMRI検査で明白に確認可能な疾病もある。しかし一般的に腰痛症状を訴える患者の中では、むしろX線上では変化の少ない腰痛症、急性腰部捻挫 (ギックリ腰) などの症例が多い。現代社会においては、座位での長時間労働を強いられることが多く、肥満と運動不足、精神的・肉体的ストレスの増大なども病態に影響する (Feuerstein, 1987)。また、人口の高齢化も筋力・柔軟性低下と関連しており、腰痛症状の発症に大いに関与する (白土, 2008)。

一方、水中運動は腰痛症状の改善や腰痛疾患のリハビリテーションの一環として有効とする論文が近年増加している (大谷ら: 1989, LeFort ら: 1994, Sjogren ら: 1997, 増本ら: 2000, 菅野ら: 2003, 赤嶺ら: 2006, 赤嶺ら: 2012)。

水の抵抗や密度は空気 (陸上) と比べて非常に大きく (抵抗は約12倍, 密度は約820倍), 水中での動作を早く行うとより一層エネルギーの使用量は大きくなる。故に、水中では陸上よりも効率的に短時間で、エネルギー消費運動を行うことができる。また、水中では浮力という重力と反対方向の力を受け、体重は陸上の約1/6程度となり、腰部への負担も軽減される (金岡, 2003)。従って、陸上運動時よりも腰部・下肢関節への負荷を軽減した状態で、高い運動量を生み出すことができる。さらに、浮力効果を利用し、陸上ではとることの困難な姿勢での運動を実施することも可能である。

我々は、中高年の腰痛・関節症例 (運動器症候群: Locomotive Syndrome [Locomo] を含む) を対象に、平成3年度から腰痛・関節症水中運動教

室 (大学公開講座) を施行してきた。なお、運動器症候群とは、運動器の障害により要介護となる可能性の高い状態を指す。すなわち、骨・関節・筋肉などの機能が衰え、自立性が低下しつつある病態である。先行研究により、水中運動は上述の症例に種々の好影響を与えることが判明している (赤嶺ら, 1998)。しかし、水中運動は肥満の軽減、腰下肢の筋力・柔軟性の増強、心肺機能の向上などを通じて腰痛症状の改善に有効である一方 (増本ら, 2000)、骨密度、体幹筋力、全身バランス能力などに対する効果についての報告は数少ない。今回は過去約10年間の水中運動療法の成績結果をまとめ、さらに全身身体組成・骨密度測定、体幹伸展・屈曲力計測、ファンクショナルリーチ試験 (バランス能力評価) 結果を含めて検討したので報告する。

対象と方法

1. 対象

対象は、腰痛疾患症例55名 (腰痛群; 男性14名, 女性41名, 33歳~72歳, 平均年齢 57.5 ± 9.8 歳) である。なお対照として、水中運動期間中に集中的な運動を実施しない6名 (対照群; 男性1名, 女性5名, 40歳~74歳, 平均年齢 61.0 ± 11.6 歳) を設定した。腰痛群の疾患の内分けは、変形性腰椎症28名, 腰椎椎間板症12名, 腰部脊柱管狭窄症8名, 筋・筋膜性腰痛症6名, 腰椎分離症1名であり、日本整形外科学会腰痛疾患判定 (29点満点) (日本整形外科学会, 1986) では水中運動療法実施前において、自覚症状、日常生活動作困難などの減点により平均 22.0 ± 4.1 点であった。

なお、腰痛群55名では後述の水中運動期間中に、特に他の集中的な運動は行っていない。職業的背景については、約33%が無職、約29%が主婦、それぞれ約19%が自営業もしくは会社員であり、重度の作業従事者はいなかった。

2. 方法

対象者に, 水中運動療法を平均約6.0ヵ月間, 週約2回の頻度で施行した. 内容は, 週1回約30分間の腰痛疾患基礎教育と, 週2回約90分間ずつの水中運動である. 水中運動は, 約5分間ずつの準備・整理運動, 約50分間の有酸素性(歩行)運

動・関節授動運動・軟部組織伸張運動・筋力増強運動, 約15分間ずつのボール運動と泳法指導より構成される(表1). 基礎的水中運動では, 特に背筋・腸腰筋のストレッチングと腹筋・殿筋の筋力強化をめざして指導した(図1: 赤嶺ら, 1999). 泳法指導では, バタ足, クロール, 背泳を中心として教示した. また運動処方全般において, 腰痛症状の悪化の一要因とされる腰椎の前弯姿勢の増強をなるべく起こさないように注意が払われた.

身体測定(体重, 体脂肪率[% fat: Brozek法], ローレル指数), 呼吸循環機能(最大酸素摂取量, 無酸素性作業能力, 肺活量), 筋力・柔軟性(背筋力, 体幹伸展・屈曲力, 膝伸展・屈曲力, 立位体前屈, 上体そらし), バランス能力評価(ファンクショナルリーチ試験, 星野, 2010)ならびに日本整形外科学会(以下日整会)腰痛疾患治療成績判定(表2)の各測定・検査を, 腰痛水中運

表1 水中運動教室の内容

・ 水中運動実施期間	平均約 6.0 ヶ月間 (毎週 2 回)
・ 内容	1. 腰痛疾患基礎教育 (30分)
	2. 水中運動
	①準備・整理運動 (10分)
	②基礎的水中運動 (50分)
	a. 有酸素性(歩行)運動
	b. 関節授動運動
	c. 軟部組織伸張運動
	d. 筋力増強運動
	③ボール運動 (15分)
	④泳法指導 (15分)

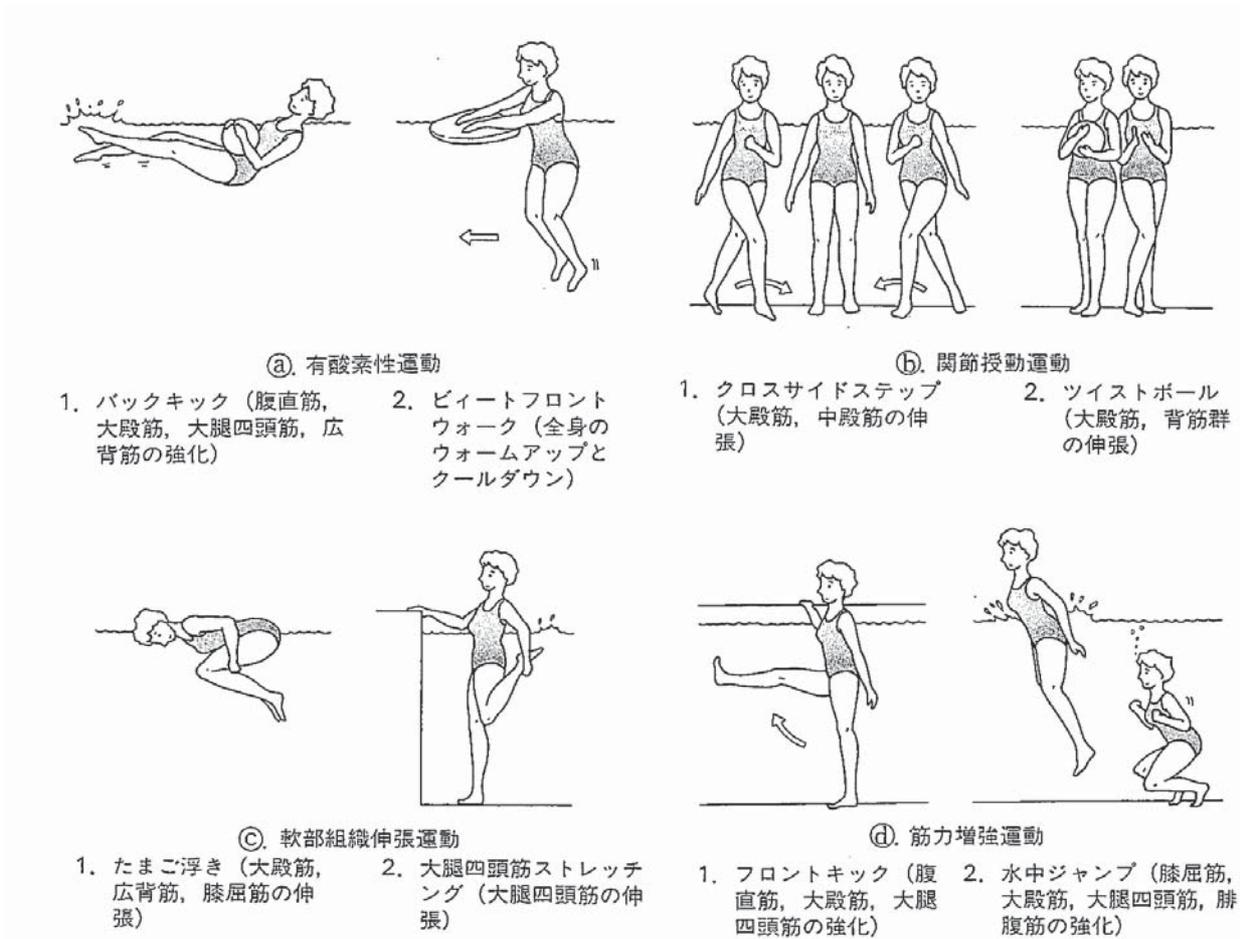


図1 基礎的水中運動の例示

表2 日本整形外科学会腰痛疾患治療成績判定基準

I. 自覚症状	(9点)		
A. 腰痛に関して			
a. 全く腰痛はない	3		
b. 時に軽い腰痛がある	2		
c. 常に腰痛があるかあるいは時にかなりの腰痛がある	1		
d. 常に激しい腰痛がある	0		
B. 下肢痛およびシビレに関して			
a. 全く下肢痛, シビレがない	3		
b. 時に軽い下肢痛, シビレがある	2		
c. 常に下肢痛, シビレがあるかあるいは時にかなりの下肢痛, シビレがある	1		
d. 常に激しい下肢痛, シビレがある	0		
C. 歩行能力について			
a. 全く正常に歩行が可能	3		
b. 500m以上歩行可能であるが, 疼痛, シビレ, 脱力を生じる	2		
c. 500m以下の歩行で疼痛, シビレ, 脱力を生じ, 歩けない	1		
d. 100m以下の歩行で疼痛, シビレ, 脱力を生じ, 歩けない	0		
II. 他覚所見	(6点)		
A. S L R (tight hamstring を含む)			
a. 正常	2		
b. 30° ~ 70°	1		
c. 30° 未満	0		
B. 知覚			
a. 正常	2		
b. 軽度の知覚障害を有する	1		
c. 明白な知覚障害を認める	0		
注1: 軽度の知覚障害とは患者自身が認識しない程度のもの			
注2: 明白な知覚障害とは知覚のいずれかの完全脱出, あるいはこれに近いもので患者自身も明らかに認識しているものをいう			
C. 筋力			
a. 正常	2		
b. 軽度の筋力低下	1		
c. 明らかな筋力低下	0		
注1: 被検筋を問わない			
注2: 軽度の筋力低下とは筋力4程度をさす			
注3: 明らかな筋力低下とは筋力3以下をさす			
注4: 他覚所見が両側に認められる時はより障害度の強い側で判定する			
III. 日常生活動作	(14点)		
	非常に困難	やや困難	容易
a. 寝返り動作	0	1	2
b. 立ち上がり動作	0	1	2
c. 洗顔動作	0	1	2
d. 中腰姿勢または立位の持続	0	1	2
e. 長時間の座位 (1時間位)	0	1	2
f. 重量物の拳上または保持	0	1	2
g. 歩行	0	1	2
IV. 膀胱機能	(-6点)		
a. 正常	0		
b. 軽度の排尿困難 (頻尿, 排尿遅延, 残尿感)	-3		
c. 高度の排尿困難 (失禁, 尿閉)	-6		
注: 尿路疾患による排尿障害を除外する			
V. 満足度 (参考)			
a. とてもよかった			
b. よかった			
c. かわらない			
d. やらない方がよかった			

動療法実施前, 実施平均3.1ヵ月後, 平均6.0ヵ月後に計3回行い, 水中運動療法前後の数値の推移について, 比較検討を行った(表3). 同様の各測定・検査は, 対照群6名に対しても施行した. 最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) の測定では, 自転車エルゴメーター (AEROBIKE 75XL, COMBI

社) を用いた. 運動強度はイヤースセンサーによりモニタリングされた心拍数に対応し, 最大心拍数 (HRmax) の75%に達した時点をもって測定を終了した. $\dot{V}O_2\max$ は, 負荷-心拍数応答の回帰式を算出し推定した. 無酸素性作業能力は, 自転車エルゴメーター (POWERMAX - V II, COMBI 社)

表3 測定項目

1. 身体測定	体重, 体脂肪率, ローレル指数
2. 呼吸循環機能	最大酸素摂取量, 無酸素性作業能力, 肺活量
3. 筋力・柔軟性	背筋力, 体幹伸展・屈曲力, 膝伸展・屈曲力, 立位体前屈, 上体そらし
4. バランス能力評価	ファンクショナルリーチ試験
5. 日整会腰痛疾患治療成績判定	自覚症状, 他覚所見, 日常生活動作, 膀胱機能, 総点
6. 骨密度 (DEXA, Hologic)	全身身体組成, 腰椎, 左大腿骨頸部

を用いて, 運動負荷3.0kpにて10秒間の全力運動を行い, 運動負荷に最高回転数を乗じたものを体重で除して, 体重1kgあたりの仕事量 (watt・min⁻¹) を求めた. 筋力測定に関しては, 膝伸展・屈曲力測定ではマスキュレーター (GT-160, OG 技研社) を使用し, 膝屈曲60°における等尺性最大筋力を測定した. 体幹伸展・屈曲力では, 座位にてアイソフォース (GT-350, OG 技研社) を用いて計測した. ファンクショナルリーチ試験では, リーチ計測器 (GB-210, OG 技研社) を使用し, 直立位で片手を前方に拳上させ指先の届く部位をマークした後, 体を前屈し指先が前方に届く距離を測定した.

なお, 腰痛群の中で同意を頂いた女性7名 (平

均57.6±4.9歳) に対してのみ, 全身身体組成・骨密度測定を水中運動療法実施前, 実施平均4.3ヵ月後に計2回実施し, 比較した. 骨密度測定では, Hologic社製DEXA (Discovery) を用い, 第2~4腰椎 (L₂~L₄), 左大腿骨頸部について測定した. なお, 事前に対象者全員 (大学公開講座受講者) に対して, 実施される水中運動・測定・検査の内容に関する十分な説明が医師により行われた. 運動・測定などの施行過程においては, 安全確保に万全の配慮が払われ, 常時医師の監視下で, ヘルシンキ宣言の精神に則り研究は遂行された.

また運動後の各数値 (平均3.1ヵ月後, 平均6.0ヵ月後, [骨密度測定のみ平均4.3ヵ月後]) については, それぞれ運動前の数値と比較して対応のある両側t検定を行い, 有意水準は危険率5%未満として判定した.

結果

1. 身体・体力測定結果

測定結果を表4~5に示す. 腰痛群の水中運動療法施行後においては施行前に比し, 肥満の軽減

表4 腰痛群の身体・体力測定結果 (n=55)

	水中運動療法実施前	実施平均3.1ヵ月後	実施平均6.0ヵ月後
身体測定			
体重 (kg)	57.2 ± 8.2	56.4 ± 7.9 **	56.3 ± 8.0 **
%fat (%)	24.5 ± 5.9	22.3 ± 5.5 ***	22.5 ± 5.3 ***
ローレル指数 (g/cm ³)	151.3 ± 18.0	148.7 ± 16.6 ***	148.6 ± 17.0 **
呼吸循環機能			
最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	27.5 ± 5.6	30.3 ± 6.7 **	28.8 ± 5.6 *
無酸素性作業能力 (W/kg)	4.8 ± 1.2	5.0 ± 1.1	5.2 ± 1.1 *
肺活量 (ml)	2263.6 ± 715.1	2420.5 ± 702.8 ***	2368.2 ± 704.9 **
筋力			
背筋力 (kg)	71.2 ± 30.2	80.3 ± 35.6 ***	77.9 ± 34.7 **
体幹伸展力 (N)	640.1 ± 325.1	877.0 ± 291.8 **	952.0 ± 285.8 *
体幹屈曲力 (N)	325.7 ± 130.3	358.1 ± 100.1	458.8 ± 177.8 *
膝伸展力 (kg)	53.7 ± 13.1	59.0 ± 10.5 ***	58.5 ± 11.9 **
膝屈曲力 (kg)	30.3 ± 8.0	34.0 ± 6.8 **	33.7 ± 6.5 **
柔軟性			
立位体前屈 (cm)	10.1 ± 10.4	11.9 ± 10.3 ***	11.8 ± 10.3 ***
上体そらし (cm)	35.4 ± 9.0	36.8 ± 8.7 *	37.5 ± 9.2 **
バランス能力評価			
ファンクショナルリーチ試験(mm)	374.9 ± 82.7	402.1 ± 80.9 ***	414.2 ± 80.3 ***

(*: p < 0.05, **: p < 0.01, ***: p < 0.001)

表5 対照群の身体・体力測定結果 (n=6)

	期間前	平均 3.1 ヶ月後	平均 6.0 ヶ月後
身体測定			
体重 (kg)	56.8±14.6	57.0±14.8	56.2±12.7
%fat (%)	26.3±3.1	27.3±4.0	24.3±3.1
ローレル指数 (g/cm ³)	159.3±26.9	160.3±28.5	158.2±24.0
呼吸循環機能			
最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	26.6±7.6	28.7±6.0	27.4±6.8
無酸素性作業能力 (W/kg)	5.7±0.9	5.7±0.5	5.7±0.7
肺活量 (ml)	1876.7±434.4	2016.7±662.3	2041.7±382.6
筋力			
背筋力 (kg)	57.8±24.9	66.3±22.1	61.9±17.6
膝伸展力 (kg)	52.0±15.1	55.2±14.0	45.3±10.5
膝屈曲力 (kg)	27.3±7.2	29.6±9.6	26.9±8.5
柔軟性			
立位体前屈 (cm)	2.6±10.3	5.1±10.0	4.9±10.2
上体そらし (cm)	25.6±6.2	28.4±7.0	28.8±6.5

表6 日整会腰痛疾患治療成績判定の推移

a. 腰痛群 (n=55)

	水中運動療法実施前	実施平均 3.1 ヶ月後	実施平均 6.0 ヶ月後
自覚症状 (点)	6.3±1.4	7.1±1.2 ***	7.2±1.1 ***
他覚所見	5.4±0.8	5.9±0.2 ***	6.0±0.1 ***
日常生活動作	10.7±2.4	11.5±2.4 ***	11.9±2.1 ***
膀胱機能	-0.4±1.0	-0.3±0.8	-0.3±0.8
総点 (点)	22.0±4.1	24.3±3.5 ***	24.8±3.0 ***

(***: p < 0.001)

b. 対照群 (n=6)

	期間前	平均 3.1 ヶ月後	平均 6.0 ヶ月後
自覚症状 (点)	6.9±0.8	7.2±0.8	7.5±0.5
他覚所見	5.7±0.6	6.0±0.0	6.0±0.0
日常生活動作	9.8±1.6	9.7±1.6	10.0±3.3
膀胱機能	-0.3±0.6	-0.3±0.6	-1.0±1.2
総点 (点)	22.1±2.2	22.6±2.1	22.5±3.2

(体重, % fat, ローレル指数), 呼吸循環機能の向上 (最大酸素摂取量, 無酸素性作業能力, 肺活量), 体幹・下肢の筋力と柔軟性の改善 (背筋力, 体幹伸展・屈曲力, 膝伸展・屈曲力, 立位体前屈, 上体そらし) などが, それぞれ統計学的に有意に認められた。また, 今回新たに施行されたファンクショナルリーチ試験についても漸増的な向上が有意に観察され, 全身バランス能力の改善が示された。

なお, 対照群の各数値の推移においては, 有意な変化は全く認められなかった。

2. 日本整形外科学会 (日整会) 腰痛疾患治療成績判定

判定結果を表6-a, bに提示する。腰痛群の水中運動療法後では, 自覚症状・他覚所見・日常生活動作・総点に有意な点数の向上が認められ, 症状の漸増的な改善が観察された。なお水中運動前の減点 (7.0点) 中の最終的な改善は2.8点であり, 改善率は約40%であった。

また, 対照群の各数値の推移においては, 有意な変化を示した項目はなかった。

表7 全身身体組成・骨密度測定結果 (n=7)

		水中運動療法実施前	実施平均 4.3 ヶ月後
<u>全身身体組成</u>			
骨塩量	(g)	1515.6 ± 223.9	1498.5 ± 191.6
全身骨密度	(g/cm ²)	0.891 ± 0.084	0.885 ± 0.078
脂肪量	(g)	22627.6 ± 6371.1	22502.9 ± 5284.1
筋肉量	(g)	34318.1 ± 2596.8	33344.2 ± 1856.9
全体重	(g)	58461.2 ± 8195.6	57345.6 ± 6294.8
体脂肪率	(%)	38.1 ± 6.3	38.9 ± 5.6
<u>腰椎</u>			
L2 BMD	(g/cm ²)	0.811 ± 0.203	0.801 ± 0.207
L3 BMD	(g/cm ²)	0.901 ± 0.191	0.918 ± 0.216
L4 BMD	(g/cm ²)	0.914 ± 0.131	0.942 ± 0.135 *
L4 PR	(%)	86.1 ± 12.5	88.7 ± 12.8 *
L4 AM	(%)	100.4 ± 15.3	103.9 ± 15.4 **
L2~4 AM	(%)	104.0 ± 21.1	105.9 ± 22.7
<u>左大腿骨頸部</u>			
Neck BMD	(g/cm ²)	0.592 ± 0.131	0.584 ± 0.174
Neck PR	(%)	75.3 ± 16.6	74.5 ± 15.4
Neck AM	(%)	88.8 ± 19.3	88.0 ± 18.3
Ward BMD	(g/cm ²)	0.527 ± 0.143	0.515 ± 0.124
Ward PR	(%)	71.3 ± 19.2	69.5 ± 16.7
Ward AM	(%)	117.5 ± 32.7	114.8 ± 27.4

(* : p < 0.05, ** : p < 0.01)

3. 全身身体組成・骨密度測定

測定結果を表7に示す。腰痛群の水中運動療法後においては、L₄骨密度 (BMD), L₄ peak reference (PR), L₄ % Age Matched (AM) の数値に、それぞれ有意な向上が認められた。なお、全身身体組成、左大腿骨頸部においては有意な変化は認められなかった。

次に、代表例を供覧する (図2)。55歳女性で、変形性腰椎症の診断で水中運動療法を開始した。日整会判定総点は、水中運動療法実施前18点から、22点 (実施3ヵ月後), 24点 (実施6ヵ月後) へと改善し、L₄骨密度は1.099 g/cm²から1.158g/cm² (実施4ヵ月後) へと増加を示した。

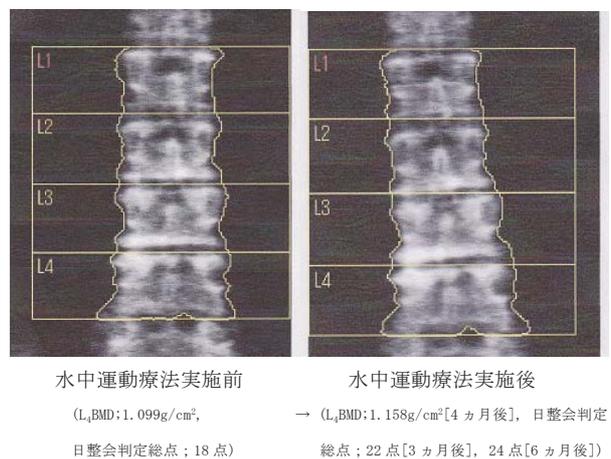


図2 代表例 (55歳, 女性) の腰椎 DEXA 像

考察

腰痛症例に及ぼす水中運動の影響として、肥満の軽減、心肺機能の向上、体幹・下肢の筋力と柔軟性の増強などが挙げられ、それらの効果による腰痛症状の改善が報告されている (LeFort ら：1994, Sjogren ら：1997, 増本ら：2000, 菅野ら：2003, 赤嶺ら：2006, 赤嶺ら：2012)。本研究においても、その中の多くの所見が統計学的に有意に認められた。

一方、腰痛と骨密度に関しては、Ahn ら (2009) は運動不足と腰痛症状には相関があるが、腰痛と骨密度には関係はない、と述べている。しかし、慢性腰痛症例では、骨粗鬆症の頻度が増加するとの指摘もあり (Gaber ら, 2002)、見解の一致は得られていない。本研究では Hologic 社製 DEXA 法において、腰痛例の水中運動療法後に、L₄ 骨密度 (BMD)、L₄ PR、L₄ AM の増加が認められた。これらが、単に変形の増強を示している可能性も否定はできないが、水中運動療法が腰椎骨密度の向上作用を有しているとも考えられる。なお、大腿骨頸部骨密度については、日本人55~60歳女性の平均値の年間減少率は約1.4%である (Iki ら, 2001)。今回の水中運動期間の数値の推移を、年間に換算すると約3.8%の減少率であり、水中運動療法による大腿骨頸部骨密度の減少予防効果は認められなかった。なぜ水中運動により、有意な腰椎骨密度の向上が得られ、有意ではないもの大腿骨頸部骨密度は減少するのかは不明であるが、本研究では例数が未だ少なく、今後更なる追加検討を加えたい。

他方、併せて腰痛群では身体・体力測定値の向上や腰痛症状の改善も認められた。また対照群では、期間前後に有意な変化を示した項目はなかった。さらに、今回腰痛群で新たに施行された体幹伸展・屈筋力測定、ファンクショナルリーチ試験においても、それぞれ水中運動療法による有意な向上が観察された。前者については、水中における抵抗運動 (抵抗は空気中の約12倍) を続けたことによる腹背筋力の増強効果が推察された。ま

た後者については、水中で重力と浮力を受ける中で水平面方向にも均衡をとることによる、全身バランス能力の改善作用である可能性が考えられた。

水の浮力と抵抗、温熱的効果、心身のリフレッシュ作用などを活用する温水下の水中運動療法は、腰痛症例に対し、極めて有益な効果をもたらすことが推察された。

まとめ

腰痛症例55名 (平均年齢57.5±9.8歳) に対し、平均6.0ヵ月間 (週2回) の水中運動療法を行い、以下の知見を得た。

1. 水中運動後では運動前に比し、肥満の軽減、心肺機能の向上、体幹・下肢の筋力・柔軟性の増強、症状の改善が統計学的に有意に認められた (以下 $p < 0.05$)。
2. 水中運動後の骨密度測定では、第4腰椎骨密度・対同性ピーク値比・対同性同年齢平均値比において、それぞれ有意な増強が認められた。
3. 水中運動後においては、体幹伸展・屈曲力、ファンクショナルリーチ試験 (バランス能力評価) の漸増的な向上が有意に観察された。

引用文献

- Ahn, S. and Song, R. (2009) : Bone mineral density and perceived menopausal symptoms : Factors influencing low back pain in postmenopausal women. *J. Adv. Nurs.* 65 (6) : 1228-1236.
- 赤嶺卓哉・田口信教 (1998) : 中高年の整形外科的疾患に対する水中運動処方. *九州スポーツ医・科学会誌* 10 : 91-94.
- 赤嶺卓哉・田口信教 (1999) : 腰痛・変形性膝関節症例に及ぼす水流発生装置を用いた水中運動療法の影響. *関節外科* 18 (8) : 111-117.
- 赤嶺卓哉・中村直文 (2006) : 中高齢者における水中運動と温泉浴. *老年医学* 44 (4) : 521-525.
- 赤嶺卓哉・吉田剛一郎・高田 大・藤井康成・田口信教 (2012) : 腰痛症例の身体・体力機能に

- 及ぼす水中運動の影響—全身身体組成・骨密度測定を含めて—. 九州・山口スポーツ医・科学研究会誌 24 : 60-63.
- Feuerstein, M., Carter, R. L., and Papciak, A. S. (1987) : A prospective analysis of stress and fatigue in recurrent low back pain. *Pain* 31 (3) : 333-344.
- Gaber, T. A., McGlashan, K. A., Love, S., Jenner, J. R., and Crisp, A. J. (2002) : Bone density in chronic low back pain : a pilot study. *Clin. Rehabil.* 16 (8) : 867-870.
- 星野雄一 (2010) : 機能評価, アウトカム評価. 第3回日本整形外科学会認定運動器リハビリテーション医研修会テキスト. pp. 23-49.
- Iki, M., Kagamimori, S., Kagawa, Y., Matsuzaki, T., Yoneshima, H., and Marumo, F. (2001) : Bone mineral density of the spine, hip and forearm in representative samples of the Japanese female population : Japanese Population-Based Osteoporosis (JPOS) Study. *Osteoporosis Int.* 12 (7) : 529-537.
- 金岡恒治 (2003) : 水中運動の臨床応用 : 整形外科的運動療法. *臨床スポーツ医学* 20 (3) : 297-301.
- LeFort, S. M. and Hannah, T. E. (1994) : Return to work following an aquafitness and muscle strengthening program for the low back injured. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 75 (11) : 1247-1255.
- 増本賢治・赤嶺卓哉・堀田 昇・藤島和孝 (2000) : 高齢者の腰痛症者に及ぼす水中運動の影響. *日本生理人類学会誌* 5 (3) : 35-42.
- 日本整形外科学会 (1986) : 腰痛治療成績判定基準. *日本整形外科学会雑誌* 60 (3) : 391-394.
- 大谷宏明・山本義彦・入船尚子・成沢研一郎・敦賀一郎 (1989) : 温水プールによる運動療法. *整形外科と災害外科* 37 (4) : 1790-1794.
- 白土 修 (2008) : 腰痛に対する運動療法の EBM. *Medical Rehabilitation* 98 : 93-100.
- 白土 修・土肥徳秀・赤居正美・星野雄一・藤野圭司・岩谷 力 (2009) : 運動器慢性疾患に対する運動療法. 黒澤 尚編 慢性腰痛症に対する運動療法の効果. 金原出版 : 東京, pp. 109-117.
- Sjogren, T., Long N., Storay I., and Smith, J. (1997) : Group hydrotherapy versus group land-based treatment for chronic low back pain. *Physiother. Res. Int.* 2 (4) : 212-222.
- 菅野篤子・野村武男 (2003) : 腰痛者のための水中運動処方に関する研究. *筑波大学体育科学系紀要* 26 : 99-102.
- Waddell, G. (2004) : The back pain revolution. In : Waddell, G. (Ed.) *The epidemiology of back pain.* Churchill Livingstone: Edinburgh, pp. 71-89.