

下肢関節症に対する水中運動の及ぼす影響

—鹿屋体育大学における関節症水泳教室より—

鹿屋体育大学 赤 嶺 卓 哉

(共同研究者) 同 田 口 信 教

同 荻 田 太

鹿児島大学 酒 匂 崇

The Effects of Under-water Exercise on the Hip and Knee with Arthropathy

by

Takuya Akamine, Nobutaka Taguchi, Futoshi Ogita

National Institute of Fitness and Sports of Kanoya

Takashi Sakou

Faculty of Medicine, Kagoshima University

ABSTRACT

We have done the electromyographic observation on bilateral M. rectus femoris and M. biceps femoris with internal derangement of the knee (5 male, average 19.4 years). It was done during maximum contraction on shore and swimming in water. The injured side showed less electric discharge than the healthy side on shore. But it was revealed that the injured side showed strong electric discharge that was almost the same ratio as the healthy side during swimming in water.

We investigated the effects of under-water exercise (average 6.8 months) on the hip and knee with osteoarthritis (14 female, average 49.3 years). Under-water exercise was done especially for muscle

building and soft tissue stretching of hip abduction, hip extension, knee extension and knee flexion muscles. we got some conclusions as below.

1. The obesity, functions of respiration and circulation, muscle power around the knee and elasticity of trunk and lower limbs were improved significantly ($P < 0.05$) in the total osteoarthritis group after under-water exercise by degrees.

2. The total judgement score of Japan Orthopaedic Association for osteoarthritis of the hip and knee were improved significantly ($P < 0.01$) in both groups after under-water exercise.

3. It was revealed that isotonic resistant exercise could be done easily in water and under-water exercise was very effective treatment method on hip and knee with osteoarthritis.

要 旨

膝内障男性 5 例（平均 19.4 歳）の左右大腿直筋・大腿二頭筋に対し、陸上運動時と水泳時の動作筋電図観察を行った。陸上では、患側は健側に比し小さい筋放電量を示したが、クロールと背泳時においては、患側では健側とほぼ同じ比率の力強い筋放電が観察された。

変形性股・膝関節症女性 14 例（平均 49.3 歳）に対し、平均 6.8 ヶ月間（週 2 回）の水中運動療法と講習会を実施し、身体・体力測定と日整会判定を合わせて施行した。水中運動は、股関節症群では外転筋群・大殿筋・大腿四頭筋、膝関節症群では大腿四頭筋・膝屈筋群の筋力強化と軟部組織伸張を目途として実施され、肥満度、呼吸循環機能、膝筋力、体幹・下肢柔軟性の有意な改善が継続的に観察された。日整会判定では、両群ともに疼痛と歩行能力の改善を主とした有意な総点向上が認められ、受講者の満足度も良好であった。水中運動療法は、関節負荷軽減下に等張性抵抗運動を行い得る利点を有し、下肢変形性関節症に対し有効である点が示唆された。

まえがき

われわれは重篤な全身合併症のない下肢変形性関節症例で、下肢筋の拘縮や筋萎縮がその病態の一因を占める例を対象として、関節症水泳教室（鹿屋体育大学公開講座）を開催し指導にあっている。今回は、最近得られた膝内障例における動作筋電図観察結果とともに、当教室の成績について報告する。

1. 研究方法

1.1 下肢動作筋電図観察

対象は、膝内障男性 5 例（前十字靭帯損傷 2 例、内側側副靭帯損傷 2 例、外側半月板損傷 1 例、平均年齢 19.4 歳）であり、極度の肥満者や全身合併症例は含まれていない。

被観察筋は大腿直筋、大腿二頭筋の左右計 4 ヶ所とし、同時記録を行った。測定点は各筋腹中央で、可及的に左右対称に設置した（図 1）。使用電極はコロジオン製皿型表面電極（直径 8 mm、2 電極間距離 20 mm）で、水混入防止用特殊パッドを電極上に貼付し使用した。

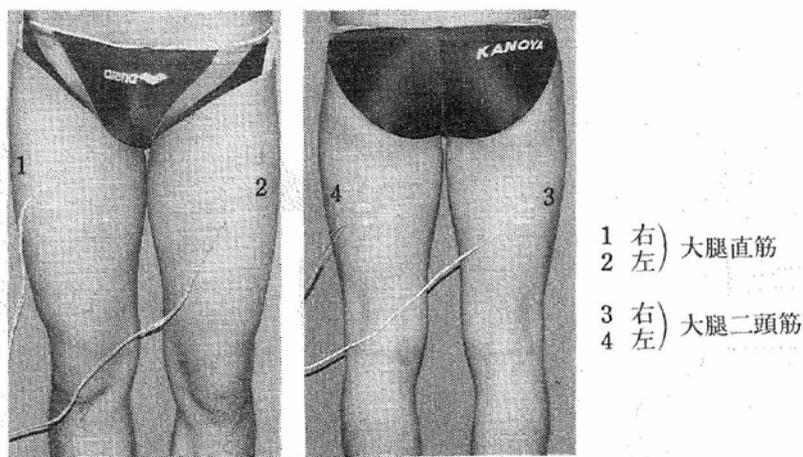


図1 下肢筋電図の電極位置

動作筋電図観察は、まず陸上にて最大努力下に等尺性運動を行い、各筋の収縮波形を記録した後、電極を付けた状態で流水プール中にて一定の流速のもとに、クロール・背泳・平泳ぎを行い観察した。活動電位は日本光電社製 RM 6000 ポリグラフを用いて導出記録し (Hum filter ⊕, Time constant 0.003 sec), 導出筋電位については全例に、ATAC 450 解析器を用いて積分解析を行った。

1. 2 関節症水泳教室の実施

対象は変形性股関節症群 8 例 (女性 8 例, 前症 1 例・初期 3 例・進行期 4 例, 平均年齢 48.0 歳, 日整会判定平均 81.4 点) と変形性膝関節症群 8 例 (女性 8 例, 平均年齢 52.5 歳, 日整会判定平均 85.4 点) の計 14 例 (2 例は変形性股・膝関節症の両方を有する) である。

水中運動実施期間は平均 6.8 ヶ月間で、毎週 2 回実施した。プールの水温は常時約 30℃ である。教室の 1 回の内容は、関節症に関する基礎知識講習 (30 分間) と水中運動 (60 分間) よりなり、水中運動のプログラムは 30 分間の基礎的水中運動 (関節授動運動, 軟部組織伸張運動, 筋力強化運動, 有酸素性運動), 15 分間の泳法指導, 15 分間の自由泳からなる計 1 時間とした (表 1)。基礎的水中運動に関しては、4 つの各運動ごとに 7 ~ 8

表 1 関節症水泳教室 (鹿屋体育大学公開講座) プログラム

・水中運動期間	平均 6.8 ヶ月間 (毎週 2 回)
・内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 関節症基礎知識講習 (30分) 2. 水中運動 <ol style="list-style-type: none"> ①準備運動 ②基礎的水中運動 (30分) <ol style="list-style-type: none"> a. 関節授動運動 b. 軟部組織伸張運動 c. 筋力増強運動 d. 有酸素性運動 ③泳法指導 (15分) ④自由泳 (15分)

種類, 計約 30 種類の基本動作項目を作製し, とくに変形性股関節症群においては外転筋群・大殿筋・大腿四頭筋, 変形性膝関節症群においては, 大腿四頭筋・膝屈筋群の筋力強化運動と軟部組織伸張運動を中心として指導した (図 2)。また泳法指導においては、まずバタ足, クロールにつき正確な型を教示し, 下肢筋力の増強が確認された後に背泳について指導している。

さらに、水中運動療法の効果判定の目的で、対象者に対する各種の検査 (体脂肪率, ローレル指数, 最大酸素摂取量, 無酸素性作業能力, 肺活量, 膝伸展・屈曲力, 立位体前屈, 上体そらし, 日整会変股症判定, 日整会変形性膝関節症治療成績判



①クロスサイドステップ
(大殿筋, 中殿筋の伸張)



②股関節開排運動
(内転筋群, 内側広筋の伸張)



①たまご浮き
(大殿筋, 広背筋, 膝屈筋の伸張)



②大腿四頭筋ストレッチング
(大腿四頭筋の伸張)

1. 関節授動運動

2. 軟部組織伸張運動



①サイドキック
(中殿筋, 外腹斜筋, 大腿四頭筋の強化)

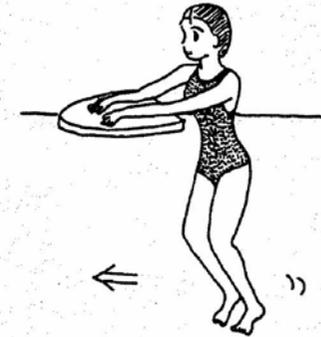


②フロントキック
(腹直筋, 大殿筋, 大殿四頭筋の強化)

3. 筋力増強運動



①バックキック
(腹直筋, 大殿筋, 大腿四頭筋, 広背筋の強化)



②ビートフロントウォーク
(全身のウォームアップとクールダウン)

4. 有酸素性運動

図2 基礎的水中運動の実際

定) を水中運動の開始前, 平均 3.5 ヶ月後, 平均 6.8 ヶ月後に実施し比較検討を加えた。

教室の実施風景を図 3 に示す。

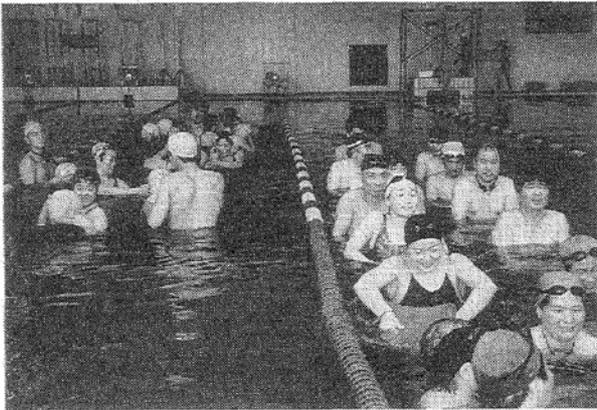


図 3 関節症水泳教室 (鹿屋体育大学公開講座) の実施風景

2. 研究結果

2.1 下肢動作筋電図観察結果

代表例を図 4 に示す。本症例は, 約 1 年半前に右前十字靭帯を断裂し, 靭帯再建術を受けている。陸上最大収縮時, 患側 (右) は健側 (左) に比し, 筋放電量が小さい。水泳運動時においては, 両下肢に均衡のとれた協調運動が観察され, とくにクロールと背泳の際に, 患側・健側ともに強い筋放電が認められている。

膝内障群 5 例全体の, 積分筋電図解析平均結果を表 2 に示す。各筋の陸上最大収縮時の平均積分値を 1.0 とし, 水泳時の平均積分値の比率について

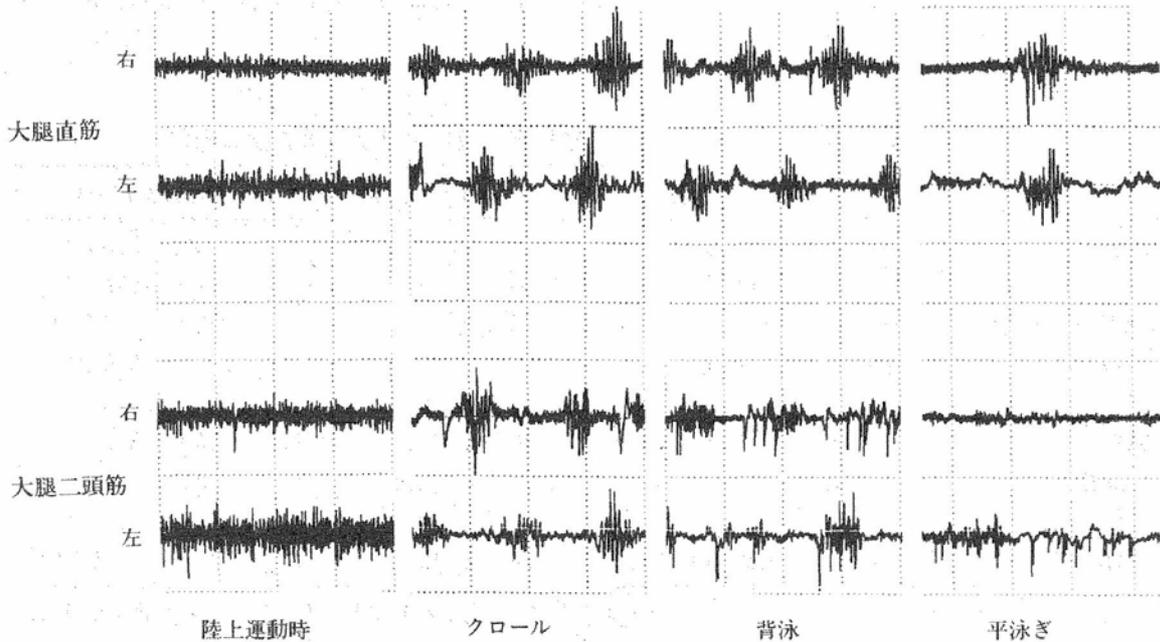


図 4 右膝前十字靭帯損傷例における陸上と水中の下肢筋電図

表 2 膝内障群 (n = 5) の積分筋電図平均結果

		健側 (n = 5)		患側 (n = 5)	
		大腿直筋	大腿二頭筋	大腿直筋	大腿二頭筋
水 中	陸上	1.0	1.0	1.0	1.0
	クロール	0.67	0.71	0.62	0.67
	背泳	0.57	0.88	0.67	0.79
	平泳ぎ	0.48	0.34	0.45	0.39

(各筋の陸上最大収縮時の平均積分値を 1.0 とし, 水泳時の平均積分値の比率を示す)

て、健側と患側とを比較した。患側の大腿直筋、大腿二頭筋は水泳時において、健側とほぼ同様の比率で筋収縮活動を行っており、とくにクロールと背泳に際しては、平泳ぎに比しより多くの筋活動比率を示していた。これより、クロールと背泳は、膝内障群の患側下肢に力強い協調運動を促す点が推察された。

2.2 関節症水泳教室の成績

2.2.1 両群全体における身体・体力測定結果

両群 14 例の身体・体力測定結果を表 3 に示す。水泳教室実施後平均 3.5 ヶ月で、ローレル指数の減少と立位体前屈・上体そらしの向上が有意に観察された。平均 6.8 ヶ月後ではさらに、肥満度(体脂肪率、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)、体幹・下肢の柔軟性(立位体前屈、上体そらし)、膝筋力を表わす各項目はいずれも有意な改善を示した。

2.2.2 変形性股関節症群における成績

(表 4)

水中運動実施前後の検査値を比較すると、上体そらしにおいて平均 6.8 ヶ月後のみに有意な向上が認められた。日整会判定では総点と疼痛程度に、平均 3.5 ヶ月後で有意な改善が認められ、平均 6.8 ヶ月後にはさらに歩行能力に有意な改善が観察された。有意性を示したすべての項目において、その改善傾向は漸増的である。膝筋力、立位体前屈では、いずれも水中運動実施による増加を示したものの、統計学的な有意性はみられなかった。

表 3 両群全体 (n = 14) の水泳教室実施前後における各検査値の推移

	実施前	平均3.5ヵ月後	平均6.8ヵ月後
体脂肪率 (%)	25.2± 7.0	24.2± 6.1	22.6± 5.3↓**
ローレル指数 (g/cm ³)	149.4± 20.1	146.0± 18.5↓**	142.2± 16.9↓***
最大酸素摂取量 (ml/kg)	28.2± 1.6	30.1± 3.2	32.2± 3.2↑**
無酸素性作業能力 (W/kg)	6.4± 2.5	7.6± 2.5	7.5± 3.0↑*
肺活量 (ml)	2381.8±606.0	2507.2±516.2	2529.0±495.5↑*
膝伸展力 (kg)	25.7± 9.5	26.8± 8.0	29.6± 8.2↑*
屈曲力 (kg)	12.6± 4.7	14.6± 5.6	15.3± 5.0↑*
立位体前屈 (cm)	9.1± 10.3	10.4± 9.6↑*	11.2± 8.8↑*
上体そらし (cm)	26.5± 10.8	29.3± 13.3↑*	33.5± 11.1↑**

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

表 4 変形性股関節群 (n = 8) の水泳教室実施前後における各検査値の推移

	実施前	平均3.5ヵ月後	平均6.8ヵ月後
膝伸展力 (kg)	26.3±10.6	26.8± 8.9	29.9± 9.3
屈曲力 (kg)	13.6± 4.5	12.3± 5.0	15.6± 3.9
立位体前屈 (cm)	9.1± 9.9	10.0±10.2	10.8± 8.9
上体そらし (cm)	30.1±12.9	34.2±15.6	34.4±12.8↑*
日整会変股症判定総点 (点)	81.4±17.7	88.5±12.9↑*	92.1±13.2↑**
疼痛 (点)	28.8± 6.4	31.9± 7.5↑*	35.0± 8.0↑**
可動性 (点)	19.1± 2.4	20.0± 0.0	20.0± 0.0
歩行能力 (点)	16.9± 4.5	18.1± 3.7	18.8± 2.3↑*
日常動作 (点)	17.9± 3.6	18.5± 2.2	18.4± 3.0
満足度 (%)	—	—	100%

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

2.2.3 変形性膝関節症群における成績

(表5)

水中運動実施前後の各検査値を比較すると、膝筋力(膝伸展・屈曲力)、体幹・下肢柔軟性(立位体前屈、上体そらし)を示す項目に有意な向上が認められた。日整会判定では、総点、疼痛・歩行能、疼痛・階段昇降能において統計学的に有意な改善傾向を示した。有意な改善を示したすべての項目においてその傾向は漸増的であった。なお、教室に対する最終的な満足度については、両群ともに全例良好であった。

2.2.4 症例

各群における代表例につき供覧する。

〔症例1〕31歳、女性右二次性変股症(図5)

約7年前より時折、右股関節痛を認め、4年前に某院にて右臼蓋形成不全を指摘され、骨盤骨切り術(Chiari手術)を受けている。当教室受講時には、右股関節に軽度の疼痛と外転・外旋制限、2cmの下肢長差を認め、日整会变股症判定では89点であった。水中運動実施9ヵ月後では、体脂肪率が24.5%から17.8%、ローレル指数126.9から118.0へと減少し、最大酸素摂取量、無酸素性作業能力、右膝筋力、右股関節可動域に改善がみられた。日整会判定においては、疼痛を主とした改善が認められ、総点は100点へと向上してい



図5 症例1 31歳、女性
右二次性変形性股関節症 (Chiari手術後)
日整会变股症判定 89点(水中運動前)
→100点(水中運動後)

る。

〔症例2〕44歳、女性両側変形性膝関節症(膝蓋型)(図6)

約10年前より両膝関節痛が出現し、X線上両膝蓋大腿関節裂隙の狭小化と骨棘形成を認めている。両側ともに中等度の疼痛と軽度の自動伸展不全を示す。水泳運動後は、体脂肪率22.2%→19.5%、右膝伸展力15.3kg→18.8kg、右膝屈曲力9.6kg→17.7kg、立位体前屈-10cm→3cmと、検査値上の改善が観察され、疼痛の軽減と可動域の改善を示し、日整会判定総点では右側70点→80点、左側75点→80点と両側ともに改善

表5 変形性膝関節症群(n=8)の水泳教室実施前後における各検査値の推移

	実施前	平均3.5ヵ月後	平均6.8ヵ月後
膝伸展力 (kg)	24.7± 8.3	27.1± 6.8↑*	30.0± 6.2↑*
屈曲力 (kg)	11.2± 4.6	14.8± 5.3	15.1± 6.2↑*
立位体前屈 (cm)	7.5±11.8	9.7±10.9↑*	11.0±10.2↑**
上体そらし (cm)	25.4± 9.2	25.5± 9.2	33.3± 9.6↑**
日整会变膝症判定総点 (点)	85.4± 9.8	90.9± 8.7↑***	93.3± 9.6↑**
疼痛・歩行能 (点)	24.0± 3.2	26.2± 4.4↑*	27.3± 4.5↑***
疼痛・階段昇降能 (点)	17.5± 7.1	19.8± 5.3↑**	20.9± 5.5↑*
可動性 (点)	33.8± 1.9	35.0± 0.0	35.0± 0.0
腫脹 (点)	10.0± 0.0	10.0± 0.0	10.0± 0.0
満足度 (%)	—	—	100%

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

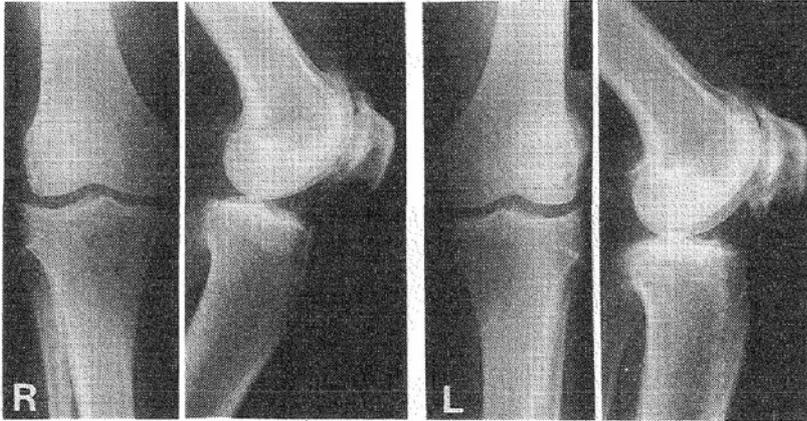


図6 症例2 44歳, 女性 両側変形性膝関節症(膝蓋型)
 日整会変形性膝関節症治療成績判定
 右 70点(水中運動前) → 80点(水中運動後)
 左 75点(水中運動前) → 80点(水中運動後)

している。

3. 考 察

下肢変形性関節症に対する運動療法の重要性については多数の報告がある^{4,6,9,13,14}。変形性股関節症に対する運動療法においては、一般的にとくに外転筋群・大殿筋・大腿四頭筋の強化運動や内転筋群の伸張運動が重視されることが多く、等張性運動が推奨されている^{4,9}。また変形性膝関節症に対する運動療法においては、大腿四頭筋の強化運動やハムストリングスの伸張運動が強調され、安全で負担の少ない等尺性運動が勧められることが多い^{6,13,14}。

一方、水中運動の一般的な効用としては、浮力の作用、呼吸循環器系賦活作用、水中抵抗による筋力増強作用、温熱・寒冷刺激作用などが挙げられている¹⁰。井上ら⁹はさらに、水中運動の安全性と高いエネルギー消費率、水平姿勢運動による下肢循環促進効果などを強調している。

下肢変形性関節症に対して水中運動療法を行うことにより、武藤ら⁹は、下肢筋力強化と日整会判定における点数改善が得られたことを報告し、大谷ら¹²は、大腿四頭筋筋力強化と膝関節可動域改善が獲得されたと報じている。また下肢関節症患者

者に水泳運動を指導することにより、関節に対する悪影響なしに有酸素性運動能力を改善させることが可能であるとの報告もある^{7,8}。さらに、人工関節置換術後に水中運動療法を集中して行う試みも散見されている¹¹。また本研究の下肢動作筋電図観察からは、とくにクロールと背泳泳法は、患側下肢に力強い協調運動を促す点が示唆された。

筆者ら^{1,2}は以前より、腰痛疾患の患者における水中運動時の背筋の筋電図学的な正常化傾向を観察し、さらに腰痛水泳教室の実施による腰痛例の最大酸素摂取量、無酸素性作業能力、肺活量、背筋力、膝屈曲力、脊柱機能検査、日整会腰痛治療成績判定などの各項目の有意な改善を報告してきた。今回の調査では、変形性股・膝関節症両群(n=14)においても、水中運動療法による著明な肥満改善・呼吸循環器系機能向上・膝筋力増強・体幹と下肢の柔軟性増加が観察され、それらの変化は無酸素性作業能力を除き、平均6.8ヵ月後までは漸増的であった。これにともない両群ともに、疼痛と歩行能力の改善を主とした、日整会判定における有意な総点向上を示している。

また従来、変形性膝関節症に対する等張性訓練や抵抗運動では、とくに膝蓋・大腿関節に負担をかけ、疼痛の増強をきたしやすいとの報告が多いが^{3,6,13}、本研究における症例2に示されるように、膝蓋型の変形性膝関節症例に対しても、安全に等張性水中抵抗運動を指導できることも、水中運動療法の利点の1つと考えられる。

以上の結果から、下肢変形性関節症例に対する水中運動の継続により、下肢関節への負荷軽減と柔軟性向上を含めた支持性増強が獲得され、疼痛軽減を主とする症状改善が得られたことが推察された。

以上の結果から、下肢変形性関節症例に対する水中運動の継続により、下肢関節への負荷軽減と柔軟性向上を含めた支持性増強が獲得され、疼痛軽減を主とする症状改善が得られたことが推察された。

高齢化社会の進行とともに、下肢関節症例は今後も増加することが予想される。これらに対する理想的な水中運動療法プログラムが確立されたとは言いがたく、不明な点も数多い。また中・高齢層に対し運動処方を行う際には、メディカル・チェックを正しく事前に行うことも重要であろう。今後も適応を厳格にしつつ症例を重ね、より理想的な水中運動療法の実施に努めたい。

4. まとめ

膝内障例に対し、下肢陸上・水中動作筋電図観察を実施した。また変形性股関節症・膝関節症に対し、関節症水泳教室（鹿屋体育大学公開講座）を平均6.8ヵ月間実施し、以下の結論を得た。

1. 動作筋電図観察においては、とくにクロールと背泳は患側下肢に力強い協調運動を促しており、これらの泳法は膝関節症例に有益な影響を与える可能性が示唆された。

2. 変形性股・膝関節症両群全体において、水中運動療法により、肥満度、呼吸循環機能、膝筋力、体幹・下肢柔軟性の各項目で、有意な改善が漸増的に観察された。

3. 日整会判定においては、両群ともに水中運動療法により、疼痛と歩行能力の改善を主とした、有意な総点の向上が認められた。

4. 下肢変形性関節症に対する水中運動療法は、有効であると考えられた。

文 献

- 1) 赤嶺卓哉; 腰痛水泳最近の知見, 腰痛者のための水泳教室テキスト(赤嶺卓哉ほか編), 1, 環境工学会社, 171-180 (1992)
- 2) 赤嶺卓哉ほか; 腰痛に対する水中運動の及ぼす影響—背筋水中動作筋電図観察を含めて, 日整会誌, 67, 90 (1993)
- 3) Delorma TL.; Restoration of muscle power by heavy resistance exercise, *J. Bone. Joint Surg.*, 27, 645-667 (1945)
- 4) 広橋賢次ほか; 二次性変股症に対する運動療法, *Hip Joint*, 87, 27-34 (1987)
- 5) 井上大輔ほか; 中高年の水泳の効用と障害, 臨床スポーツ医学, 9, 410-415 (1992)
- 6) 石川徹也ほか; 変形性膝関節症に対する大腿四頭筋訓練の効果—1年以上経過例についての検討, 関節外科, 11, 1273-1277 (1992)
- 7) Minor MA et al.; Exercise tolerance and disease related measures in patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis, *J. Rheumatol*, 15, 905-911 (1988)
- 8) Minor MA et al.; Efficacy of physical conditioning exercise in patients with rheumatoid arthritis and osteoarthritis, *Arthritis Rheum*, 32, 1396-1404 (1989)
- 9) 武藤芳照ほか; 壮年期変形性股関節症に対する運動療法, 手術, 41, 1307-1314 (1987)
- 10) 武藤芳照; 骨・関節疾患への運動処方, 最新医学, 43, 2258-2263 (1988)
- 11) 大久保衛ほか; 全人工股関節および股関節人工骨頭置換術後の水中運動および水泳について, 臨床スポーツ医学, 9, 627-631 (1992)
- 12) 大谷宏明ほか; 温水プールによる運動療法, 整形外科と災外, 37, 1790-1795 (1989)
- 13) 鳥巢岳彦ほか; 変形性膝関節症の運動療法, 整形外科, 39, 217-223 (1988)
- 14) Ward J.; The difference in response of the quadriceps and biceps brachii muscles to isometric and isotonic exercise, *Arch. Phys. Med. Rehabili.*, 45, 614-620 (1964)