九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

高齢者の体力維持に果たす水中運動と陸上運動 ：（自彊術）の有用性の比較

樗木, 晶子
九州大学医学部保健学科看護学専攻

眞茅, みゆき
九州大学病院循環器内科

長弘, 千恵
九州大学医学部保健学科看護学専攻

堀田, 昇
九州大学健康科学センター

他

https://doi.org/10.15017/3271

出版情報：九州大学医学部保健学科紀要. 7, pp.23-32, 2006-03. 九州大学医学部保健学科
バージョン：
権利関係：

九州大学医学部保健学科紀要，2006，第７号，23－32
Memoirs Dep. of Health Scis. Sch. of Med Kyushu Univ., 2006, vol.7, 23－32

原　著

高齢者の体力維持に果たす水中運動と陸上運動（自彊術）の有用性の比較

樗木晶子[1)]，眞茅みゆき[2)]，長弘千恵[1)]，堀田　昇[3)]，藤島和孝[3)]，
増本賢治[4)]，正野知基[5)]，上田　毅[6)]

Comparison of Usefulness between Water Exercise and Gymnastic Exercise, Jikyojyutsu, in Maintaining Physical Ability for the Elderly

Akiko Chishaki MD, PhD[1)], Miyuki Makaya PhD[2)], Chie Nagahiro[1)],
Noboru Hotta[3)], Kazutaka Fujishima PhD[3)], Kenji Masumoto[4)],
Tomoki Shono[5)], Takeshi Ueda[6)]

Abstract

The purpose of this study was to compare physical ability and physical characteristics of elderly women between water exercise and gymnastic one. For 1 year, we examined 31 elderly women whose average age was 60. A water exercise group included 21 elderly women and a Jikyojutsu gymnastic group consisted of 10 elderly women. As for physical characteristics, the average height of the gymnastic exercise group was slightly higher than that of the water exercise group. After 1 year, the mean percentage of fat mass was reduced in the gymnastic exercise group without change of weight. This indicated that muscle mass increased by the gymnastic exercise for 1 year. Other physical characteristics showed no significant change. The average estimated maximal oxygen uptake increased in the gymnastic exercise more than in the water exercise. Sitting trunk flexion was already superior in the gymnastic exercise at the start of the study. However, it decreased in both groups after 1 year. Abdominal muscles were strengthened by the water exercise. Other physical fitness such as 10-minute walking with or without obstacle and balancing on one foot were maintained after 1 year. Exercise in the water could be more easily performed by elder people and people with overweight problems. The results of this study suggested that water exercise could be more beneficial by adding flexibility exercises in the gymnastic exercise, and could maintain and promote physical fitness of elder people.

Key words: water exercise, gymnastic exercise, physical ability, elderly

1）九州大学医学部保健学科看護学専攻
2）九州大学病院循環器内科
3）九州大学健康科学センター
4）九州大学病院整形外科
5）別府溝部学園短期大学
6）福岡県立大学

和文抄録

本研究では高齢者にも継続が可能と思われる穏和な水中運動が陸上運動と遜色なく体力維持に有用であるか検討した。対象は前期高齢女性31例（平均年齢60才）で，水中運動群は21例，自彊術という柔軟体操を主体とする陸上運動群は10例であった。各運動を1年間継続しその効果を検討した。体格では両群とも身長が維持され，陸上運動群では体脂肪率が有意に低下し筋肉量の増加が考えられた。旧文部省の新体力テストに基づいて実施した体力測定では，これまでの運動の継続による効果のため開始時から平均的同年代の運動能力より有意に勝っていた。経時的変化では陸上運動群は柔軟体操を取り入れた健康体操を行っているため柔軟性において水中運動群より優れていたが，1年間の運動継続の後に柔軟性の指標である長座位前屈は両群とも僅かに減少した。その他は全ての運動能力が維持ないし向上しており，陸上運動群では最大酸素摂取量が水中運動群に比べ向上した。水中運動群は陸上運動群に比べ上体起こしが1年間で改善し水流による腹直筋の筋力増強が寄与していると考えられた。水中運動は関節障害や肥満者など陸上運動が困難な高齢者においては有用な運動方法になることが示唆された。本研究から柔軟体操を主体とした陸上運動は柔軟性や敏捷性の維持・向上に有用であり，水中運動に柔軟性を向上させる運動や下肢筋力を増強させる運動を加えることにより高齢者における理想的な運動となり得ることが示唆された。

緒　言

我が国の人口の高齢化は極めて急速に進行しており国民生活に大きな影響を及ぼしている。戦後生まれの世代が高齢期を迎え本格的な高齢社会に移行する中で健全な社会の維持のためには高齢者の健康と活力を維持するための集学的方策が益々必要である。我々は増大している高齢者のねたきりや要介護の主要な原因である転倒や骨折を防ぐために，積極的な体力づくりや運動能力の向上をめざしてこれまで高齢者における運動を推進し，その効用を検討してきた[1~3]。陸上での歩行運動は高齢者にも手軽にできる運動であり呼吸循環機能の維持向上のためにも有用であることが知られている。しかし，高齢者の場合，整形外科的疾患(変形性関節症など)や循環器疾患(虚血性心臓病，高血圧など)，呼吸器疾患(慢性閉塞性肺疾患など)などを合併していることが多く，通常の陸上での運動は体重の負荷による関節痛や息切れ，狭心痛などのため運動の継続が困難なことも多い。このため高齢者の長期間の定期的運動による生理的諸機能の変化は未だ明らかにされておらず健康維持のための高齢者の運動療法も社会的にはあまり浸透していないのが現状である。一方，水中運動は浮力が作用するため関節などにかかる重力が免荷され高齢者においても心肺機能の向上に必要な運動量に到達できることが知られている[4, 5]。従って通常の陸上運動が困難な高齢者の健康維持として水中運動は最適の運動方法と思われ，肥満者の運動療法や整形外科的手術後のリハビリテーションにも広く用いられている[6, 7]。そこで高齢者にも継続可能で筋力増強もしくは筋力維持，運動能力維持に繋がると思われる長期間の水中運動を行い基礎的な生理機能や運動能力の変化を検討し，陸上運動との差異を比較した。

研究方法

対象

被験者は日常生活で水中運動を実施している水中運動群21例と自彊術といわれる健康体操を主体とした運動を行っている陸上運動群10例であった。すべて女性で平均年齢は60±5.2才，60±3.2才で両群間に有意差はなかった。心疾患，呼吸器疾患等の合併はなく，自立した高齢者であった。

運動プロトコール

水中運動の被検者は1週間に2回以上，1回60分

以上の水中運動（水中歩行）や水泳を継続した。安全性を考慮し，あえて水中歩行のスピードや距離は規定しなかった。陸上運動の被検者は毎日午前，午後20分ずつ，肩の上げ下げ，頭を振る運動，腕立て伏せ，腕の上げ下ろし，腰の捻り運動，両足の開脚，でんぐりがえりなどの運動を10回から20回繰り返して行う自彊術[8]といわれる健康体操を週5回以上継続した。水中運動群の21例は平均6.3±3.8年間，陸上運動群の10例はすでに平均10.6±5.0年，それぞれの運動を継続してきた。今回の検討はこの1年間の運動前後で以下の体格・体力測定を行い運動継続者における体力や体格の維持を検討した。

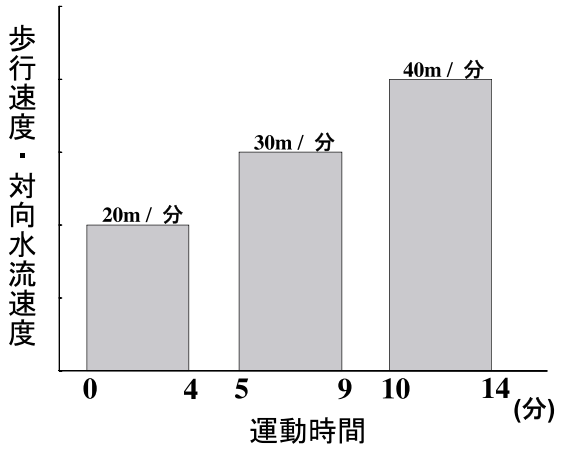
体格測定

それぞれ身長，体重，BMI（＝体重（kg）/身長^2（m）），ウエスト周囲，ヒップ周囲，皮下脂肪厚（上腕背部，肩甲骨下角部），体脂肪率を基礎体格データとして計測開始時と1年間の運動継続後に2回計測した。皮下脂肪厚は栄研式キャリパーを用いて測定した。NagamineとSuzukiの式[9]およびBrozekの式[10]を用いて，測定された上腕背部と肩甲骨下角部の皮下脂肪厚から体脂肪率を算出した。

体力測定

体力測定は旧文部省の新体力テスト実施要項に基づいて行った[11]。測定項目は長座位体前屈，10m定常歩行，10m最大歩行，10m障害歩行，開眼片足立ち，反復横跳び，上体起こし，握力であった。長座位体前屈は23cmの高さの箱を足の両脇においたものの上に段ボール厚紙をのせ膝が曲がらないように注意して両手で前屈しながら前方に滑らすことのできた距離で表した。10m定常歩行は通常の歩行スピードで10m歩行して貰いそれに要した時間を計測した。10m最大歩行は最大の早さで歩行して貰いそれに要した時間と歩数を計測した。10m障害歩行は高さ20cm，幅10cm，長さ30－50cmの箱を障害物として2mおきに6個おき，それをまたぎながら10m歩行して貰いそれに要した時間を秒の単位で計測した。開眼片足立ちは素足で床の上に立ち，片足立ちを左右の足で行い長く立てた方の記録を秒で計測した。上体起こしは30秒間に行えた上体起こしの回数で表した。

図1．酸素摂取量計測時の水中運動プロトコール



最大酸素摂取量の推定には両群とも水中運動を利用した。水槽の中に設置されているトレッドミルのベルトの速度・傾斜と水流速度をコントロールできる水中トレッドミル（ジャパンアクアテック社製，フローミルFM1200D）を用い，図1に示すような3段階の異なる強度で運動を行い，各被験者の水中歩行時の心拍数（フクダ電子社製，ST-30，DYNASCOPE DS-3149）と酸素摂取量（ミナト医科学社製，Respiromonitor RM-300i）を連続的に測定することにより推定した。運動強度は歩行速度および体に向かってくる水流速度を毎分20m，30m，40mの3段階とし1分間の休憩を挟んで1段階4分間で漸増しながら行った。水位は剣状突起のレベルとした。各被験者で計測した心拍数と酸素摂取量から求めた関係式に推定最大心拍数（220-年齢）を代入して最大酸素摂取量を推定した。水温は30.5±0.3℃，室温は25.1±1.0℃であった。

統計的検討

すべての測定値は平均値±標準偏差で示した。同一被検者における1年間の運動前後の比較は両群とも少数であり正規性が確認できなかったのでWilcoxon signed-ranks testを用いた。両群間の統計学的比較は被験者数が両群間で異なり例数も少ないため，今回は行わなかった。有意水準は5%

とした。

倫理的配慮

研究に先立ち，九州大学医療技術短期大学部倫理委員会（現,医学部保健学科）で承認を得た後，被検者には本研究の目的，内容を文書と口頭で十分説明し同意書を得た。なお，倫理的配慮として匿名性をとり，プライバシーの保護に留意した。

結果

体格計測

表1に水中運動群と陸上運動群の被験者の計測開始時と1年間のそれぞれのプロトコールによる運動を継続した後の体格計測の結果を示す。水中運動群において身長が1年目に僅かであるが増加した（平均0.3cm,p=0.02）。陸上運動群においては体脂肪率（平均1.8%,p=0.02）と上腕背部皮下脂肪厚（平均2.5mm,p=0.03）が有意に減少した。2カ所の皮下脂肪厚（上腕背部，肩甲骨下角部）から求めた体脂肪率の平均値は両群とも標準範囲であるが，30%をこえる高体脂肪者は水中運動群4名（19%），陸上運動群2名（20%）であった。いずれも1年間の運動中に水中運動群と陸上運動群の各2名は体脂肪率30%以下となり，残りの水中運動群の2名も減少した。BMIも平均値は両群とも標準範囲であるが，BMIが25以上の被験者が水中運動群には7名，陸上運動群には1名おり，水中運動群7名中3名，陸上運動群の1名はBMIが減少した。水中運動群では1年間の運動継続によって身長を除く他の指標（体重，BMI，ウエスト周囲，ヒップ周囲，体脂肪率，各皮下脂肪厚）に有意の変化は見られなかった。陸上運動群では体脂肪率，上腕背部皮下脂肪厚を除くその他の指標（身長，体重，BMI，ウエスト周囲，ヒップ周囲，肩甲骨下皮下脂肪厚）には有意の変化は見られなかった。図2に比較的変化の見られた体重，身長，BMI，体脂肪率に関して，計測開始時を基準として1年目の変化率を求めグラフで示した。水中運動群では僅かであるが身長の増大に統計的有意差が見られ（p=0.02），陸上運動では体脂肪率が有意に減少していた（p=0.02）。

体力測定

表2に水中運動群と陸上運動群の被験者の計測開始時と1年間のそれぞれのプロトコールによる

図2. 体格計測値の変化率

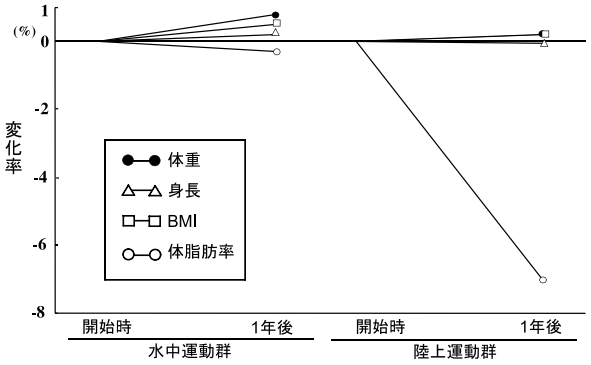


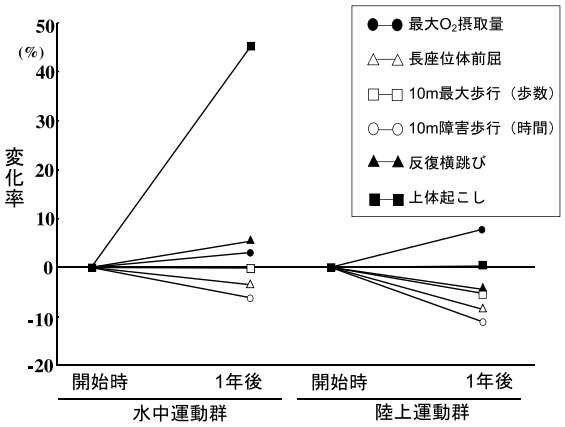
表1. 各運動群における計測開始時と運動継続1年目の体格測定値の比較

	水中運動群 (n=21)			陸上運動群 (n=10)		
	計測開始時	運動継続 1 年目	P 値	計測開始時	運動継続 1 年目	P 値
身長(m)	153.9±4.1	154.2±4.1	0.02	158.4±4.6	158.4±4.5	0.92
体重(kg)	55.4±6.7	55.8±6.5	0.38	55.0±6.6	55.1±6.9	0.72
BMI	23.4±2.9	23.5±2.7	0.58	21.9±2.4	22.0±2.6	0.75
ウエスト周囲(cm)	81.8±9.9	81.1±8.8	0.58	78.6±6.6	80.8±5.4	0.21
ヒップ周囲(cm)	91.1±5.6	91.0±4.7	0.75	90.2±5.6	90.1±4.9	0.94
体脂肪率(%)	25.3±6.1	25.0±5.4	0.64	24.1±5.8	22.3±4.8	0.02
肩甲骨下皮下脂肪厚(mm)	19.9±6.4	19.6±5.6	0.73	17.1±4.9	16.4±5.1	0.49
上腕背部皮下脂肪厚(mm)	17.5±5.6	17.0±5.0	0.50	18.1±6.7	15.6±4.3	0.03

表2. 各運動群における計測開始時と運動継続1年目の体力測定値の比較

	水中運動群 (n=21)			陸上運動群 (n=10)		
	計測開始時	運動継続１年目	P 値	計測開始時	運動継続１年目	P 値
最大酸素摂取量 ($ml/kg^{-1}/min^{-1}$)	30.9±5.0	31.4±5.3	0.67	29.5±3.4	31.9±4.7	0.02
長座位体前屈(cm)	43.7±7.4	42.3±8.1	0.08	58.0±8.7	52.7±7.7	0.02
10m 定常歩行						
歩数（歩）	14.4±1.3	14.1±1.5	0.31	13.8±1.3	13.3±1.7	0.17
時間（秒）	7.1±1.6	6.8±1.0	0.43	6.2±0.9	6.0±0.9	0.57
10m 最大歩行						
歩数（歩）	12.9±1.0	12.9±1.1	0.90	12.9±1.1	12.2±1.1	0.03
時間（秒）	5.1±0.5	5.3±1.0	0.46	4.8±0.7	4.7±0.6	0.67
10m 障害歩行						
時間（秒）	6.5±0.9	6.1±0.8	0.01	6.5±0.4	5.7±1.0	0.08
開眼片足立ち（秒）	96.3±40.8	104.0±32.8	0.23	113.8±19.6	109.6±26.6	0.17
反復横飛び（点）	30.8±3.9	32.6±8.5	0.28	38.1±2.7	36.3±2.4	0.04
上体起こし（回数）	15.5±6.4	18.4±8.1	0.01	18.2±3.8	17.8±3.3	0.76
握力（kg）	25.7±3.9	24.8±3.0	0.08	27.2±4.0	26.2±3.5	0.20

図3. 体力計測値の変化率



運動を継続した後の体力測定の結果を示す。水中運動群において10m障害歩行が1年後には，より短時間で出来るようになった。また，上体起こしの回数も増加した。これ以外の指標に有意の変化は見られず現状を維持できていた。陸上運動群では1年間の運動により最大酸素摂取量の増大，10m最大歩行の歩数の減少がみられ運動能力の改善を示唆する結果であった。一方，長座位体前屈は前屈の距離が僅かではあるが短くなり，反復横跳びの回数が僅かに減少した。陸上運動群においてはこれ以外の指標の有意な変化はなく維持できていた。図3に体力測定値のうち最大酸素摂取量，長座位体前屈，10m最大歩行，10m障害歩行，反復横跳び，上体起こしにおいて計測開始時を基準として1年目の変化率を求めグラフに示した。水中運動群では上体起こし回数の著明な増加（p＝0.01），10m障害歩行時間の短縮（p＝0.01）がみられた。陸上運動群では最大酸素摂取量の増大や（p＝0.02），10m最大歩行の歩数の減少（p＝0.03）が有意に見られた。これ以外は現状維持ないしは僅かな運動能力の低下（長座位体前屈の減少）がみられた。

考察

被験者の年齢

被験者の平均年齢が60才と比較的若い高齢者が今回の対象となった。運動の継続というプロトコールのため後期高齢者は今回の被験者には含まれなかった。水中運動群で69才，陸上運動群で66

才が最高齢であった。今後は70才以上の高齢者における検討も必要と思われる。

体格計測

本研究の被検者の体格計測の結果を同年齢の標準値（50～59才：身長152.9～154.7cm，51.6～53.7kg，60～69才：148～152.5cm，50.3～52.7kg）[11]と比較すると身長は水中運動群では標準範囲であったが，陸上運動群においては有意に高かった。体重は両群とも重い傾向が見られた。しかし，30%を超す肥満者の割合は同地域の同年代で報告されている値とほぼ同等であった12)。このように本研究の被検者の身体的特徴は陸上運動群の高身長を除いて標準的であると考えられた。運動継続1年目における身長の減少は無く，肥満の進行もなく，体格はいずれの運動群においても有意の変化は見られなかった。水中運動群において身長の僅かな伸びが統計学的に得られたが，0.3cmであり，計測上の誤差範囲にあると思われる。従って水中運動によっても身長の低下がくい止められていると考えられる。陸上運動群でも身長の有意の変化はなく，この事はどちらの運動によっても同様に骨粗鬆症の進行などを予防し加齢に伴う低身長化に歯止めをかけていると思われた。両群とも体重には有意の変化は無かったが，体脂肪率は陸上運動群では有意に低下しており，運動による筋肉量の増加が考えられた。水中運動群では体脂肪率の有意の変化が得られなかったが，水中運動のプロトコールとして安全性を重視し，強い運動強度を負荷しなかったために陸上運動より運動強度が軽く体脂肪の有意の減少が得られなかった可能性がある。また，水中運動群にはBMIが25以上の被験者が7名含まれ，陸上運動では過重負荷となりうると考えられるこれらの肥満者も1年間障害を来さず水中運動を継続できた。

体力測定

最大酸素摂取量

高齢者では陸上運動による最大酸素摂取量の予測は十分な運動負荷がかけられないことが多いことから不正確になりやすいが，陸上トレッドミルとフローミルを使った水中トレッドミル歩行による心拍数と酸素摂取量との関係を比較した以前の報告[13, 14]では両者が非常に近似しており，相関があることから本研究では高齢者でも可能な水中運動による心拍数と酸素摂取量から最大酸素摂取量を推定した。新日本人の体力測定値では最大酸素摂取量は50才代：22.3～25.5ml/kg/min，60才代:17.3～21.8ml/kg/minとされており[15]，本研究の被験者はこれらの値より有意に高値を示し，両群とも長期間の運動習慣があることによる結果と思われる。最大酸素摂取量は加齢とともに年間0.6～0.9ml/kg/min（約3%/年）低下することが知られているが[16]，両群とも1年後でも維持もしくは向上していた。他施設における水泳トレーニングを週1.5回以上行った中高年女性における縦断的研究でも最大酸素摂取量の増加が報告されている[17]。水中運動を継続している40才代から70才代の女性の最大酸素摂取量を横断的に検討した以前の報告においても年代別の平均最大酸素摂取量の加齢による低下を認めなかった[18, 19]。陸上運動と水中運動のどちらの方が最大酸素摂取量の低下を予防できるかという点に関しては50才代と60才代に分けて水中運動と陸上運動において横断的に比較した以前の報告では，水中運動の方がその維持効果が高いという結果であった[19]。このことは高齢者においても水中運動は陸上運動より，より強い運動強度の運動が可能であることを示唆しており，運動強度の強い水中運動の継続により加齢による最大酸素摂取量の低下を予防できる可能性が考えられる。今回，同一被験者において1年間の運動の継続では，どちらの運動においても最大酸素摂取量の低下は見られず，水中運動群で増加傾向，陸上運動群では有意な増加が見られた。今回の検討では水中運動のプロトコールとして安全性を重視し，最低条件を1週間に2回以上，1回60分以上の水中運動（水中歩行）や水泳と規定したのみで強い運動強度を負荷しなかったため最大酸素摂取量を向上させるには陸上運動より運動強度が軽かった可能性がある。50～60才代であれば，継続的運動によって酸素摂取量の増加もあり得ることが明らかとなった。70才以上の高齢者において

も水中運動による酸素摂取量の増加が可能であるかいなか，今後の検討が必要である。

歩行能力

10m定常歩行においては両群間にも経時的にも有意差はなかった。このことは歩行能力が運動の種類に関わらず，運動の継続によって低下しないことを示唆した。10m最大歩行では陸上運動群において運動継続により歩数の有意な減少が見られており，大股で歩けるようになったことを意味している。この事は下肢筋の増強のみならず，平衡機能，反射能力も維持・向上できることが示唆された。また，敏捷性，平衡性および反射能力が総合的に要求される10m障害方向は1年間の運動によって両群とも改善しており，加齢によってこれらの能力は落ち続けることが報告されているが[20]，運動を継続することにより敏捷性や平衡機能も維持されると考えられた。

平衡機能，敏捷性

平衡機能や下肢筋力を反映する開眼片足立ちでは統計学的に有意ではないが両群とも1年間の運動継続によって片足立ちの時間が延長傾向を示した。他施設の60才代の結果では片足立ち時間は51.7±51.3秒であり[21]，本研究における結果は計測開始時からすでに2倍近い立ち時間であり，これまでの長期間にわたる運動継続のトレーニング効果があると思われる。反復横跳びにおいても1年目に有意の変化は無く敏捷性がこの年代ではまだ維持されていた。

柔軟性

柔軟性も加齢により低下することはよく知られているが，柔軟性は歩行能力や歩行速度に深い関連があり柔軟性の維持が安全な歩行に重要である[22]。長座位体前屈により柔軟性を評価したが，本研究での前屈距離は両群とも1年後に減少傾向はあるものの同世代の運動習慣のない標準値（12.2～14.0 cm）に比べるとはるかに計測開始時から良好であった[15]。

水中運動と陸上運動

陸上運動群では柔軟体操が主体の健康体操であったためか，長座位体前屈は水中運動群より有意に前屈距離が計測開始時から長かった。また，10m定常歩行や10m最大歩行，反復横跳びは陸上運動群が優れている傾向が見られた。一方，水中運動では10m障害歩行や上体起こしにおいて1年目に有意な改善が見られたが，陸上運動では有意の変化は無かった。水中歩行は水流に抗して歩行するため腹筋等の増強にも寄与する可能性が考えられた。一方，水中運動は浮力により免荷されるため自分の体重を足で支える脚筋力の維持には不利となると思われ歩行能力において陸上運動群に劣る結果が得られたと考えられる。

まとめ

本研究では比較的若い高齢者（平均年齢60才）を対象に水中運動，陸上運動（自彊術）を1年間続けてもらい，同一人物において縦断的に体格や運動能力の経時的変化を検討した。体格では両群とも身長の減少がくい止められており，陸上運動群では体重は不変であったが体脂肪率が有意に低下し筋肉量の増加が考えられた。旧文部省の新体力テストに基づいて実施した体力測定では，これまでの運動の継続による効果のため開始時から平均的同年代の運動能力より有意に勝っていた。水中運動群と陸上運動群を比較すると陸上運動群は柔軟体操を取り入れた健康体操を行っているため柔軟性において水中運動群より優れていたが，1年間の運動継続の後に柔軟性の指標である長座位前屈は両群とも減少した。その他は全ての運動能力が維持ないし向上していた。陸上運動群では最大酸素摂取量が水中運動群に比べ向上した。水中運動群は陸上運動群に比べ上体起こしが1年間で改善し水流による腹直筋の筋力増強が寄与していると考えられた。水中運動は関節障害や肥満者など陸上運動が困難な高齢者においては有用な運動方法になることが示唆された。本研究から柔軟体操を主体とした陸上運動は柔軟性や敏捷性の維持・向上に有用であり，水中運動に柔軟性を向上させる運動や下肢筋力を増強させる運動を加えることにより高齢者における理想的な運動となり得

ることが示唆された。

高齢者の運動の目的としては大きく3つの目的に絞ることができる。一つは運動によって心肺機能を維持し心血管系の疾病や呼吸不全などの疾病を予防する点にある。二点目は運動によって骨格筋の廃用性萎縮の防止，平衡機能や柔軟性の維持により転倒などを予防し身体活動の安全性を確保しておくという点である。心肺機能を維持するためには本研究でも計測した最大酸素摂取量を向上させるレベルの運動が必要であり，水中運動では浮力を利用して肥満者においても関節等への過重負荷を避けながら目的とする運動強度を得ることが可能である。また，水中運動では水の抵抗を利用することにより筋力を増強する運動も可能である。一方，敏捷性や柔軟性，平衡機能などは水中運動よりも陸上での柔軟体操やストレッチなどによって向上する。従って運動習慣のない肥満傾向の高齢者や関節障害のある高齢者においては水中運動によってある程度の筋力と心肺機能を回復させ，体重減少を図った後に陸上運動も取り入れて柔軟性や敏捷性の向上を目指すのが良いのではないだろうか。また，肥満の無い例では必ずしも水中運動でなくとも陸上運動で下肢筋力の増強や心肺機能の回復から始め柔軟性，平衡機能，敏捷性の向上を目指し，バランス能力を改善する事により生活の質の向上を図ることができる。最後に一番大切な運動の目的は身体を動かすことにより楽しさを取り戻すことである。今回の研究では運動が精神機能に及ぼす効果は検討していないが，精神活動の活性化は運動による最高の贈り物と考える。

謝辞

本研究は文部科学省科学研究補助金基盤研究（B）(2)「高齢者における安全な入浴介護と水中運動療法のための基礎的研究（平成15年度14370805)」及びユニベール財団研究助成（平成16年度）の助成を受けて実施した。

文献

１）堀田昇．高齢者の体力と血液生化学的指標，体育科学，26：204-208,1998

２）正野知基，藤島和孝，堀田昇，上田毅，乙木幸道，寺本圭輔，大柿哲朗，清水富弘．中高年女性の心拍数と酸素摂取量の関係．別府女子短期大学紀要，20：9-13,1999

３）堀田昇，大柿哲朗，金谷庄蔵，藤島和孝，萩原博嗣．高齢低体力者に対する水中での運動療法．デサントスポーツ科学，15：78-83,1994

４）高岡郁夫．水中歩行運動．体育の科学，1999，41：522-526,1999

５）American College of Sports Medicine: Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. Lea & Febiger, Philadelphia, 1988

６）堀田昇，大柿哲朗，金谷庄蔵，萩原博嗣．術後低体力者に対する水中での運動療法．健康科学，15：57-61,1993

７）中山影一：骨・関節疾患への運動処方．最新医学，43：279-285,1987

８）久保穎子．驚異の自彊術，東京，主婦と生活者，32－113，1998

９）Nagamine S, Suzuki S: Anthropometry and body composition of Japanese young men and women. Hum Biol 36: 8-15,1964

10）Brozek J, Grande F, Anderson JT, Keys A: Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. Annals of the New York Academy of Sciences 110:113-140, 1963

11）日本体育協会編：体力テストの方法と活用，東京：日本体育協会，2000，86-103

12）堀田昇，大柿哲朗，右田孝志：中高年者の形態・体力と血液性状．体育科学24：189-195,1996

13）右田孝志，村岡康博，堀田昇，大柿哲朗，金谷庄蔵，藤島和孝，増田卓二：水中および陸上歩行時の呼吸循環器系の応答．久留米大学保健体育センター研究紀要　2：25-30，1994

14）Shono T, Fujishima K, Hotta N, Ogaki T, Masumoto K: Cardiorespiratory response to low-intensity walking in water and on land in elderly women. J Physiol Anthropol 20: 269-274, 2001

15）東京都立大学体力標準値研究会編：新・日本人の体力標準値，東京：不昧堂出版，2000
16）Dehn MM，Bruce RT：Longitudinal variation in maximal oxygen intake with age and activity．J Appl Physiol 33：805-807，1972
17）田畑泉，樋口満．中高年勤労女性の最高酸素摂取量および腰椎骨密度に対する水泳トレーニングの影響．体育科学　27：103-108，1998
18）上田毅，乙木幸道，清水富弘，高杉紳一郎，堀田昇，大柿哲朗，金谷庄蔵，永田早智江，藤島和孝：水中運動を実施している中高年女性の体力，血液および骨密度．健康科学　21：15-20，1999
19）正野知基，堀田昇，藤島和孝，大柿哲朗，上田毅：水泳・水中運動および健康体操を実施している中高年女性の体力特性．九州体育・スポーツ学研究　16：79-85，2002
20）堀田昇，石河利寛：高齢者の運動メニュー．からだの科学　137：57-62，1967
21）木村みさか，岡山寧子，小松光代，奥野直，永井由香，佐藤勇輝：平衡性指標と歩行能の関連からみた高齢者の立位姿勢保持能．体育科学　27：83-93，1998
22）形本静夫，青木純一郎，石原啓次，畑中恵子．柔軟性が高齢者における歩行の経済性に及ぼす影響．体育科学29：83-90，2000