

2. 介入方法

秋季の運動教室は9月から、冬季は1月からの3ヵ月間であり、その手順は以下のとおりであった。

運動教室への参加者は、最初に介入前の肥満度や身体活動量を評価した後、保健師による面談、健康スポーツ科学の専門家による運動処方⁷⁾の提案を受け、その後は2つの群に分かれて、下記のような内容を行った。

集団運動群(40名)：参加者は、保健師との面談の後、センターに集まって運動指導士のもとで運動を実施し、スポーツ科学の専門家が作成した運動処方をもとに日常の身体活動量の増加を目標とした。

個別運動群(33名)：個別運動教室への参加者は初回に保健師との面談により設定した運動などの行動目標を自宅中心に実践した。

3. 測定指標と分析方法

介入効果の検討に用いた測定指標は、肥満度や体組成、持久的体力、身体活動量であった。これらの測定は介入前と3ヵ月後の終了時に行った。

肥満度は、InBody720（バイオスペース社）を用いて測定し、体重、Body Mass Index（BMI）、体脂肪率、ウエスト・ヒップ比（WHR）を用いた。また、ウエスト周囲径は介入前のみで全員に測定を行った。

体組成は、同じくInBody720を用い、骨格筋量、体脂肪量、体水分量、蛋白質量、ミネラル量の5項目を用いた。

持久的体力は最大酸素摂取量（VO₂max）を自転車エルゴメーターを用いて測定し、Astrandのノモグラム⁷⁾から間接法で推定した。

身体活動量はスズケン社のライフコーダーEXを1から2週間装着させ、12時間以上装着していた日の歩数のみの平均値を算出し用いた。

なお、メタボリックシンドロームおよびその予備軍と判定するのに用いた血液指標は直近の地域健康診査時の採血により得られた値であった。メタボリックシンドロームとその予備軍の判定には2005年に設定された日本内科学会の基準を用いた⁸⁾。

統計解析は、統計ソフトSPSS17.0Jを用い、対応のないt検定、 χ^2 検定、分散分析を行なった。集団運動群と個別運動群の介入前のBMIに有意差を認めため、BMIに対する介入効果の検定は介入前指標を共変量とする共分散分析を行った。有意水準は危険度5%未満とした。

Ⅲ 結果と考察

1 介入前の対象者の特性(表2)

集団運動群と個別運動群の全体の年齢、男女比などの介入前特性は表2のとおりである。介入前特性で有意差を認めたのはBMIと体脂肪量であった。集団運動群のBMIは $25.6 \pm 3.1 \text{ kg/m}^2$ で個別運動群の $24.1 \pm 3.2 \text{ kg/m}^2$ より有意に大きく、集団運動群の体脂肪量は $20.4 \pm 5.5 \text{ kg}$ で個別運動群の $17.6 \pm 6.2 \text{ kg}$ より有意に大きかった。

以上の結果から、参加者全体では、集団運動群の肥満度が高く、その肥満度の差は体脂肪の過剰蓄積が要因のひとつであると考えられた。

秋季のみの参加者では介入前特性には有意な差は認められなかった(表3)。

冬季のみの参加者では集団運動群のBMI、WHR、体脂肪量、ウエスト周囲径、歩数に有意差を認め、いずれも個別運動群より大きいという結果であった(表4)。

上記以外の介入前特性には有意差は認められなかった。

2 運動教室の終了率

運動教室の終了率は集団運動群(95.0%)、個別運動群(97.0%)ともに良好であり、その差は有意ではなかった。秋季および冬季参加者においても、終了率はいずれも95%以上と良好であった(表1)。

2 介入効果

1) 肥満度

体重は、集団運動群の介入前の 63.7 kg から介入後の 61.1 kg へ(2.6kg減少)、個別運動群は 60.6 kg から 59.3 kg へ(1.3kg減少)ともに有意に減少したが、減少幅は集団運動群で有意に大きかった(図1、表5)。

BMIは、集団運動群の介入前の 25.6 kg/m^2 から介入後の 24.5 kg/m^2 へ(1.1 kg/m^2 減少)、個別運動群は 24.1 kg/m^2 から 23.6 kg/m^2 へ(0.5 kg/m^2 減少)ともに有意に減少していた。介入前後のBMIの変化量を従属変数、介入前のBMI値を共変量とした共分散分析を行った結果、BMIの減少幅は体重同様に集団運動群で有意に大きかった(図1、表5)。

上記以外に体脂肪率およびWHRは全体では有意に減少したが、交互作用は認められず、集団運動群と個別運動群の減少量に差は認められなかった(表3)。

以上の結果から、肥満度として測定した4指標の全項目が有意に減少しており、体重とBMIの低下は集団運動群の方が個別運動群より大きいということが明らかとなった。

秋季参加者のみの分析では、肥満度の4項目全てが有意に減少していたが、集団運動群と個別運動群の減少量に差は認められなかった(表6)。

冬季参加者のみの分析では、肥満度の4項目全てが有意に減少し、体重は集団運動群の方が個別運動群より大きく減少していた(表7)。また、BMIは介入前に有意差の認められたため共分散分析を行った結果、集団運動群(-1.14±0.82kg/m²)の方が個別運動群(-0.24±0.80kg/m²)より大きく減少していた(F=6.54, P=0.016)。

2) 体組成

骨格筋量は、集団運動群の介入前の23.58kgから介入後の23.65kgへ(0.07kg増加)、個別運動群は23.45kgから23.68kgへ(0.23kg増加)ともに有意に増加していたが、集団運動群と個別運動群の増加量に差は認められなかった(表5)。

体脂肪量は、集団運動群の介入前の20.5kgから介入後の17.8kgへ(2.7kg減少)、個別運動群は17.7kgから16.0kgへと(1.7kg減少)ともに有意に減少していたが、集団運動群と個別運動群の減少量に差は認められなかった(表5)。

体水分量、蛋白質量、ミネラル量にはいずれも有意差はなく、介入前後での変動は認められなかった(表5)。

以上の結果から、集団運動群と個別運動群の参加者ともに体脂肪量のみを特異的に減少させることに成功しており、運動を中心とする減量指導が理想的であったと推測できた。また、体水分量、蛋白質量、ミネラル量には変化がなく、無理な食事制限による減量ではなかったことも伺えた。

秋季参加者のみの分析では、体脂肪量のみが有意に減少していたが、集団運動群と個別運動群の減少量に差は認められなかった。骨格筋量、体水分量、蛋白質量、ミネラル量には変化が認められなかった(表6)。

冬季参加者のみの分析では、体脂肪量のみが有意に減少していたが、集団運動群の体脂肪量の減少が個別運動群より有意に大きかった。骨格筋量、体水分量、蛋白質量、ミネラル量には変化が認められなかった(表7)。

3) 歩数

歩数は、集団運動群の介入前の9408歩/日から介入後の11309歩/日へ(1901歩/日増加)、個別運動群は7856歩/日から8590歩/日へ(735歩/日増加)ともに有意に増加していたが、集団運動群と個別運動群の増加量に差は認められなかった(表5)。

以上の結果から、集団運動群、個別運動群ともに歩数を増加させることに成功したことが明らかとなった。

秋季参加者のみの分析では、集団運動群の歩数は有意に増加していたが、逆に個別運動群では有意に低下していた（表6）。

冬季参加者のみの分析では、歩数は有意に増加していたが、集団運動群と個別運動群の増加量に差は認められなかった（表7）。

4) 持久的体力

最大酸素摂取量は、集団運動群の介入前の23.5ml/kg/minから介入後の24.6ml/kg/minへ（1.1 ml/kg/min増加）、個別運動群は25.0ml/kg/minから28.0ml/kg/minへ（3.0ml/kg/min増加）ともに有意に増加していたが、集団運動群と個別運動群の増加量に差は認められなかった（表5）。

以上の結果から、集団運動群、個別運動群ともに持久的体力を増加させることに成功しており、持久的体力の上昇には一定以上の運動強度と時間が必要であることがすでにわかっていることから、日常の歩数の増加したことの裏づけをえられたものと考えた。

秋季参加者のみの分析では、最大酸素摂取量には変化が認められなかった（表6）。

冬季参加者のみの分析では、最大酸素摂取量は有意に増加していたが、集団運動群と個別運動群の増加量に差は認められなかった（表7）。

IV 総合考察

1. 運動教室の継続率

本介入で実施した集団運動群、個別運動群の継続率は、それぞれ95%、97%と良好であった。全参加者73名中、途中脱落はわずか3名という結果は、本研究における2つの運動教室の内容が参加者に過度の負担をかけることなく、参加者の健康度を改善することに成功したことを物語っている。特に北海道地域においては冬季は積雪寒冷により運動の定期的な実施は難しいとされている。にもかかわらず、脱落が1名のみであった点は注目に値する。この良好な継続率は、本研究のスタッフである保健師や運動指導士などの貢献が大きく、また教室が無理のない介入要素を提供できたことによるものと考えられた。

2. 身体活動への効果

表5からも明らかのように、集団運動群、個別運動群ともに歩数は増加しており、2つの運動教室全体では歩数の増加に差は認められなかった。より長期の運動実施により増加が期待される持久的能力（最大酸素摂取量）も増加していたことから、単に身体活動量が増えただけでなく、比較的質の高

い運動強度と時間が確保されたものと推測できた。

3. 減量効果

体重と BMI は集団運動群、個別運動群ともに減少したものの、集団運動群の減量効果 (2.6kg 減) は個別運動群 (1.3kg 減) の約 2 倍と良好であった。この集団運動群と個別運動群の減量効果の差は冬季参加者において特に大きかった。秋季参加者では統計的有意差はないものの、やはり集団運動群の減少体重が 0.8kg 上回っていた。

以上の結果から、3 ヶ月間という短期の減量では、集団での運動教室が有効である可能性が高いと考えられた。

集団運動群の減量効果が優れていた理由は、運動指導者の管理下で適切な強度の運動が確保できたこと、週 1 回の指導者との接触が減量への日常での取組みのモチベーションの持続に貢献した可能性などが考えられた。

4. 本研究の課題

本研究では、3 ヶ月で 1.3~2.6kg という減量効果に貢献したものの、いくつかの課題も残されている。

まず、2つの運動教室への割付が、参加者の希望をもとに行われた点である。この点は、参加者の満足度や終了率には良い影響を及ぼしたことが考えられるものの、集団運動群で良好であった減量効果が、集団運動教室によるものなのか、集団教室の参加者の意欲の高さの影響なのかを判定することは難しくさせている。

次に、本研究で認められた身体活動の増加や減量効果が、2型糖尿病やメタボリックシンドロームの改善に貢献できたかが不明な点である。今後は、介入前後での血液検査を行うことが望ましいと思われた。ウエスト周囲計の計測についても、可能なら全員分を行うのが理想である。

V 結論

集団運動教室と個別運動教室による介入を受けた 70 名の身体活動や体格指標の 3 ヶ月後の変化から、以下の結果を得た。

1. 集団運動および個別運動ともに終了率は 95~97% と良好であった。この良好な終了率は、スタッフのきめ細かなケアによるものと考えられた
2. 歩数は集団運動教室と個別運動教室ともに全体では増加した。秋季参加者のみの分析では、集団運動教室の歩数は増加したものの、個別運動教室では減少していた。

3. 集団運動群の体重減少は2.6kgであり、個別運動群（1.3kg減）の2倍であった。冬季参加者のみの分析では、集団運動群の体重減少は2.5kgであり、個別運動群（0.5kg減）の5倍であった。
4. 本研究で認められた減量効果は主に体脂肪の減少によるものであり、運動の増加を中心とした本研究の減量指導の内容が理想的なものと考えられた。

以上より、本研究で行った2つの運動教室は身体活動の増加や減量に有効であり、特に減量に対し集団運動教室がより効果的である可能性が高いと考えられた。この点をさらに明らかにするには、本研究で認められたいくつかの問題を解決しつつ、さらに研究を続ける必要があると思われた。

VI 謝辞

本研究は文部科学省科学研究費補助金若手研究B（20700516）および北海道富良野市ヘルスアップ事業の一部として行われた。

引用文献

- 1) 厚生省保健医療局生活習慣病対策室, 平成9年糖尿病実態調査, 2000.
(http://www.mhlw.go.jp/toukei/kouhyo/data-kou4/data9/1_001.pdf)
- 2) 厚生労働省健康局, 平成14年度糖尿病実態調査報告, 2004.
(<http://www.mhlw.go.jp/toukei/kouhyo/data-kou4/data14/to01.pdf>)
- 3) 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室, 平成18年国民健康・栄養調査結果の概要, 2008.
(<http://www.mhlw.go.jp/houdou/2008/04/dl/h0430-2c.pdf>)
- 4) 日本肥満学会, 肥満症治療ガイドラインダイジェスト版, 協和企画: 東京, 2007.
- 5) 日本動脈硬化学会, 日本動脈硬化性疾患予防ガイドライン2007年版, 協和企画: 東京, 2007.
- 6) King AC, Haskell WL, Taylor CB, Kraemer HC, DeBusk RF. Group- vs home-based exercise training in healthy older men and women. A community-based clinical trial. *JAMA*. 1991;266(11):1535-42.
- 7) Astrand PO. Rhyming I: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work. *J Appl Physiol* 7: 218-221, 1954
- 8) メタボリックシンドローム診断基準検討委員会, メタボリックシンドロームの定義と診断基準, 日本内科学会雑誌, 94, 794-809, 2005.

表1. 対象者の参加および終了状況

		参加数 (<i>n</i>)	終了数 (<i>n</i>)	終了率 (%)
全体	集団運動群	40	38	95.0
	個別運動群	33	32	97.0
秋季参加者	集団運動群	20	19	95.0
	個別運動群	21	20	95.2
冬季参加者	集団運動群	20	19	95.0
	個別運動群	12	12	100.0

表2. 介入前特性の比較(全体)

	集団運動群		個別運動群		p
	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	
年齢 (歳)	40	57.4 (5.3)	33	57.2 (5.8)	0.886
身長 (cm)	40	157.8 (8.5)	33	158.5 (9.8)	0.712
肥満度					
体重 (kg)	40	64.0 (11.3)	33	61.0 (12.9)	0.291
BMI (kg/m ²)	40	25.6 (3.1)	33	24.1 (3.2)	0.043 *
%FAT (%)	40	31.9 (6.3)	33	28.6 (7.6)	0.051
WHR	40	0.93 (0.04)	33	0.91 (0.05)	0.250
ウエスト周囲径 (cm)	40	88.1 (7.8)	32	84.7 (8.3)	0.078
体組成					
骨格筋量 (kg)	40	23.8 (5.5)	33	23.7 (6.0)	0.940
体脂肪量 (kg)	40	20.4 (5.5)	33	17.6 (6.2)	0.042 *
体水分量 (L)	40	32.09 (6.63)	33	31.96 (7.28)	0.937
蛋白質量 (kg)	40	8.6 (1.8)	33	8.5 (2.0)	0.942
ミネラル量 (kg)	40	2.94 (0.55)	33	2.91 (0.64)	0.854
持久性体力					
最大酸素摂取量(ml/kg/min)	40	23.9 (5.1)	29	25.5 (5.8)	0.217
身体活動量					
歩数 (歩/日)	40	9420 (3028)	33	8002 (3614)	0.072
糖代謝					
HbA1c (%)	40	5.60 (0.52)	33	5.5 (0.3)	0.401
FPG (mg/dl)	40	106.1 (12.5)	33	105.2 (10.6)	0.736
HOMAIR	32	0.8 (0.5)	31	1.0 (0.6)	0.115
脂質代謝					
TG (mg/dl)	40	134.6 (73.9)	33	124.6 (72.2)	0.565
HDL-c (mg/dl)	40	56.4 (12.9)	33	56.4 (14.1)	0.997
LDL-c (mg/dl)	40	129.7 (32.7)	33	129.4 (34.3)	0.966
血圧					
SBP (mmHg)	40	126.8 (19.2)	33	125.2 (15.2)	0.706
DBP (mmHg)	40	78.4 (10.6)	33	76.5 (9.2)	0.433
男性数/女性数		9/31		13/20	0.117
メタリック・ロ・該当数		11		7	0.535
疾病治療中数		13		10	0.841

* P<.05

表3. 介入前特性の比較(秋季参加者のみ)

	集団運動群		個別運動群		p
	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	
年齢 (歳)	20	55.9 (5.0)	21	56.3 (6.2)	0.806
身長 (cm)	20	158.3 (9.1)	21	161.1 (10.3)	0.363
肥満度					
体重 (kg)	20	64.1 (10.0)	21	64.9 (12.8)	0.805
BMI (kg/m ²)	20	25.5 (2.7)	21	24.88 (3.15)	0.520
%FAT (%)	20	32.9 (6.6)	21	29.5 (7.8)	0.141
WHR	20	0.93 (0.04)	21	0.93 (0.04)	0.935
ウエスト周囲径 (cm)	20	87.2 (7.8)	20	87.6 (7.2)	0.851
体組成					
骨格筋量 (kg)	20	23.6 (5.6)	21	25.2 (6.5)	0.389
体脂肪量 (kg)	20	20.9 (4.8)	21	19.0 (6.1)	0.287
体水分量 (L)	20	31.8 (6.8)	21	33.79 (7.83)	0.380
蛋白質量 (kg)	20	8.5 (1.9)	21	9.04 (2.15)	0.381
ミネラル量 (kg)	20	2.93 (0.57)	21	3.08 (0.69)	0.477
持久性体力 最大酸素摂取量(ml/kg/min)	20	23.8 (6.1)	18	26.7 (5.8)	0.138
身体活動量 歩数 (歩/日)	20	8998 (3313)	21	9292 (3923)	0.798
糖代謝					
HbA1c (%)	20	5.6 (0.7)	21	5.5 (0.4)	0.129
FPG (mg/dl)	20	110.1 (13.1)	20	110.0 (9.5)	0.967
HOMAIR	16	0.8 (0.6)	20	1.1 (0.7)	0.175
脂質代謝					
TG (mg/dl)	20	147.5 (78.3)	21	144.1 (80.7)	0.893
HDL-c (mg/dl)	20	54.7 (13.6)	21	51.1 (11.3)	0.373
LDL-c (mg/dl)	20	131.6 (37.4)	21	123.6 (31.3)	0.460
血圧					
SBP (mmHg)	20	126.7 (21.6)	21	127.6 (15.2)	0.881
DBP (mmHg)	20	78.1 (11.9)	21	78.0 (9.1)	0.965
男性数/女性数		4/16		11/10	0.031 *
メタリックソート 0-Δ該当数		6		5	0.655
疾病治療中数		7		4	0.249

*P<.05

表4. 介入前特性の比較(冬季参加者のみ)

	集団運動群		個別運動群		p
	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	
年齢 (歳)	20	59.0 (5.4)	12	58.8 (4.9)	0.951
身長 (cm)	20	157.2 (8.1)	12	154.1 (7.3)	0.283
肥満度					
体重 (kg)	20	63.9 (12.8)	12	54.0 (10.3)	0.030
BMI (kg/m ²)	20	25.7 (3.6)	12	22.6 (2.7)	0.015
%FAT (%)	20	30.9 (5.9)	12	27.2 (7.5)	0.131
WHR	20	0.92 (0.04)	12	0.89 (0.06)	0.050
ウエスト周囲径 (cm)	20	89.1 (7.9)	12	79.9 (8.0)	0.003
体組成					
骨格筋量 (kg)	20	24.1 (5.4)	12	21.1 (4.1)	0.113
体脂肪量 (kg)	20	19.9 (6.2)	12	15.0 (5.8)	0.033
体水分量 (L)	20	32.43 (6.67)	12	28.77 (5.01)	0.111
蛋白質量 (kg)	20	8.7 (1.8)	12	7.7 (1.4)	0.114
ミネラル量 (kg)	20	2.94 (0.55)	12	2.63 (0.43)	0.101
持久性体力					
最大酸素摂取量(ml/kg/min)	20	24.0 (4.0)	11	23.6 (5.4)	0.810
身体活動量					
歩数(歩/日)	20	9842 (2732)	12	5744 (1130)	0.000
糖代謝					
HbA1c (%)	20	5.6 (0.3)	12	5.6 (0.2)	0.857
FBG (mg/dl)	20	102.2 (10.7)	12	97.3 (7.2)	0.172
HOMAIR	16	0.8 (0.4)	11	0.8 (0.3)	0.702
脂質代謝					
TG (mg/dl)	20	121.7 (68.8)	12	90.6 (36.8)	0.160
HDL-c (mg/dl)	20	58.1 (12.4)	12	65.5 (14.4)	0.131
LDL-c (mg/dl)	20	127.8 (28.0)	12	139.5 (38.2)	0.327
血圧					
SBP (mmHg)	20	126.9 (17.0)	12	121.2 (15.1)	0.344
DBP (mmHg)	20	78.7 (9.5)	12	74.0 (9.3)	0.186
男性数/女性数		5/15		2/10	0.581
メタリックフィット0-6該当数		5		2	0.581
疾病治療中数		6		6	0.258

* P<.05

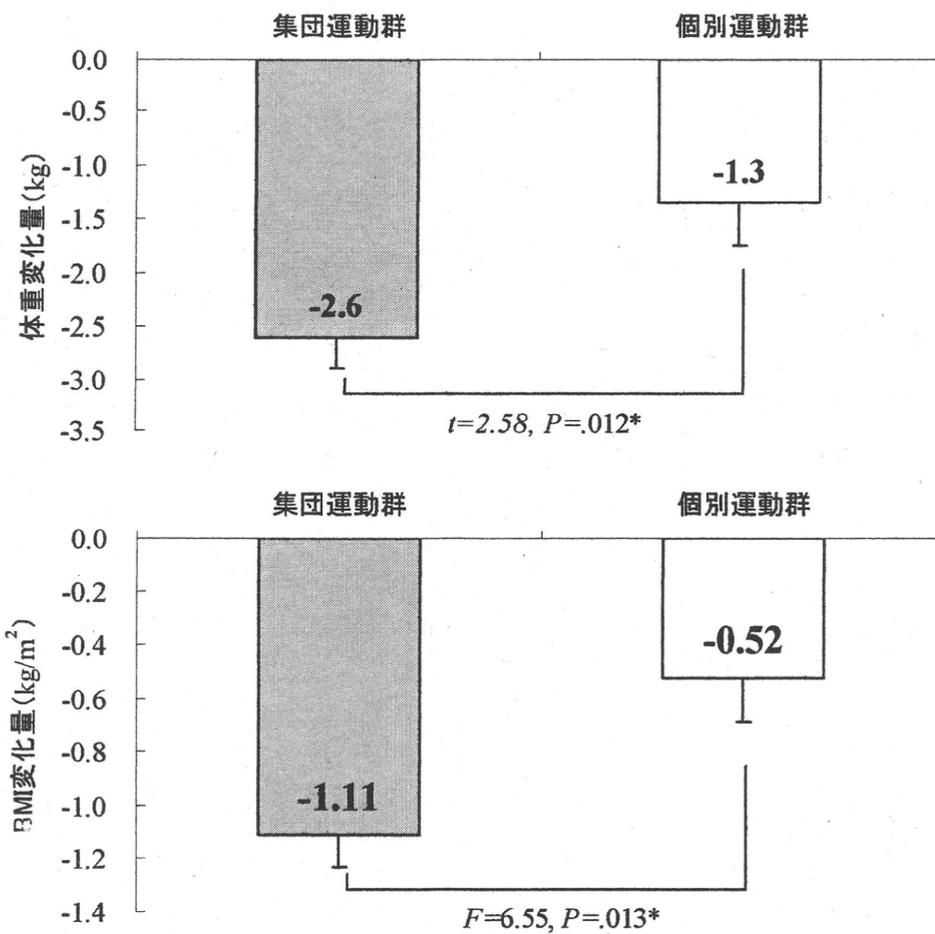


図1. 集団運動群と個別運動群の体重とBMIの変化の比較
 集団運動群の体重とBMIの減少は個別運動群より大きかった。
 (値は平均値と標準誤差、BMI変化量の解析には共分散分析を実施)

表5. 集団群と個別群の肥満度、持久的体力、歩数の変化(全体)

	集団運動群				個別運動群					
	介入前		介入後		介入前		介入後			
	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)		
肥満度										
体重 (kg)	38	63.7 (11.5)	38	61.1 (11.7)	32	60.6 (13.0)	32	59.3 (12.3)	0.000 *	0.012 *
BMI (kg/m ²)	38	25.6 (3.2)	38	24.5 (3.3)	32	24.1 (3.2)	32	23.6 (3.0)	0.000 *	0.005 *
%FAT (%)	38	32.1 (6.1)	38	28.9 (7.1)	32	29.0 (7.5)	32	26.9 (7.4)	0.000 *	0.073
WHR	38	0.93 (0.04)	38	0.90 (0.06)	32	0.91 (0.06)	32	0.90 (0.06)	0.000 *	0.199
体組成										
骨格筋量 (kg)	38	23.58 (5.37)	38	23.65 (5.32)	32	23.45 (5.89)	32	23.68 (5.93)	0.039 *	0.265
体脂肪量 (kg)	38	20.5 (5.5)	38	17.8 (6.1)	32	17.7 (6.3)	32	16.0 (5.8)	0.000 *	0.051
体水分量 (L)	38	31.81 (6.55)	38	31.83 (6.49)	32	31.62 (7.12)	32	31.86 (7.21)	0.154	0.210
蛋白質量 (kg)	38	8.49 (1.80)	38	8.50 (1.75)	32	8.45 (1.95)	32	8.52 (1.97)	0.118	0.182
ミネラル量 (kg)	38	2.92 (0.55)	38	2.91 (0.54)	32	2.88 (0.62)	32	2.89 (0.64)	0.904	0.388
持久的体力 最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	34	23.5 (5.0)	34	24.6 (5.7)	27	25.0 (5.5)	27	28.0 (7.2)	0.001 *	0.106
身体活動量 歩数 (歩/日)	38	9408 (3101)	38	11309 (4522)	32	7856 (3572)	32	8590 (4062)	0.005 *	0.203

* $P < .05$

時間の要因に主効果 ($P < 0.05$) が認められたときは、集団と個別を含めた全体の対象者で介入前より介入後が増加(低下)していることを意味する。交互作用 ($P < 0.05$) が認められたときは、集団と個別の介入前後の値の変化に差があることを意味する。

表6. 集団群と個別群の肥満度、持久的体力、歩数の変化(秋季参加者のみ)

	集団運動群						個別運動群							
	介入前		介入後		介入前		介入後		介入前		介入後			
	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)		
肥満度														
体重 (kg)	19	63.5 (10.0)	19	60.9 (10.4)	20	64.6 (13.0)	20	62.8 (12.1)	0.000 *	0.235				
BMI (kg/m ²)	19	25.5 (2.8)	19	24.4 (3.0)	20	25.0 (3.2)	20	24.3 (3.1)	0.000 *	0.174				
%FAT (%)	19	33.5 (6.1)	19	30.3 (6.8)	20	30.0 (7.6)	20	27.5 (8.2)	0.000 *	0.378				
WHR	19	0.93 (0.05)	19	0.90 (0.06)	20	0.93 (0.04)	20	0.91 (0.05)	0.000 *	0.426				
体組成														
骨格筋量 (kg)	19	23.0 (5.2)	19	23.2 (5.2)	20	24.9 (6.4)	20	25.1 (6.5)	0.109	0.625				
体脂肪量 (kg)	19	21.2 (4.7)	19	18.4 (5.4)	20	19.3 (6.1)	20	17.2 (6.0)	0.000 *	0.398				
体水分量 (L)	19	31.15 (6.36)	19	31.18 (6.18)	20	33.33 (7.75)	20	33.57 (7.85)	0.312	0.437				
蛋白質量 (kg)	19	8.31 (1.74)	19	8.34 (1.68)	20	8.92 (2.12)	20	8.98 (2.15)	0.168	0.623				
ミネラル量 (kg)	19	2.89 (0.54)	19	2.88 (0.53)	20	3.03 (0.68)	20	3.05 (0.71)	0.775	0.476				
持久的体力 最大酸素摂取量 (ml/kg/min)	18	22.9 (5.6)	18	23.2 (5.8)	17	26.6 (5.9)	17	29.9 (7.6)	0.055	0.106				
身体活動量 歩数 (歩/日)	19	9012 (3403)	19	10933 (4932)	20	9122 (3946)	20	8500 (4778)	0.288	0.042 *				

* P<.05

時間の要因に主効果 (P<0.05)が認められたときは、集団と個別を含めた全体の対象者で介入前より介入後が増加(低下)していることを意味する。交互作用 (P<0.05)が認められたときは、集団と個別の介入前後の値の変化に差があることを意味する。

表7. 集団群と個別群の肥満度、持久的体力、歩数の変化(冬季参加者のみ)

	集団運動群				個別運動群					
	介入前		介入後		介入前		介入後			
	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)	n	平均 (SD)		
肥満度										
体重 (kg)	19	63.8 (13.1)	19	61.3 (13.1)	12	54.0 (10.3)	12	53.5 (10.6)	0.000 *	0.007 *
BMI (kg/m ²)	19	25.6 (3.7)	19	24.5 (3.8)	12	22.6 (2.7)	12	22.4 (2.7)	0.000 *	0.005 *
%FAT (%)	19	30.7 (6.0)	19	27.6 (7.4)	12	27.2 (7.5)	12	25.9 (6.1)	0.000 *	0.068
WHR	19	0.92 (0.05)	19	0.90 (0.05)	12	0.89 (0.06)	12	0.87 (0.06)	0.000 *	0.235
体組成										
骨格筋量 (kg)	19	24.1 (5.6)	19	24.1 (5.6)	12	21.1 (4.1)	12	21.4 (4.1)	0.192	0.271
体脂肪量 (kg)	19	19.8 (6.3)	19	17.2 (6.8)	12	15.0 (5.8)	12	14.1 (5.2)	0.000 *	0.021 *
体水分量 (L)	19	32.47 (6.85)	19	32.47 (6.89)	12	28.77 (5.01)	12	29.02 (5.10)	0.318	0.318
蛋白質量 (kg)	19	8.68 (1.88)	19	8.66 (1.85)	12	7.67 (1.37)	12	7.75 (1.39)	0.364	0.186
ミネラル量 (kg)	19	2.94 (0.57)	19	2.93 (0.56)	12	2.63 (0.43)	12	2.63 (0.40)	0.807	0.708
持久的体力	16	24.3 (4.3)	16	26.2 (5.3)	10	22.2 (3.3)	10	24.8 (5.4)	0.006 *	0.667
最大酸素摂取量 (ml/kg/min)										
身体活動量	19	9805 (2802)	19	11684 (4172)	12	5744 (1130)	12	8741 (2650)	0.001 *	0.388
歩数 (歩/日)										

* P<.05

時間の要因に主効果 (P<.05)が認めれたときは、集団と個別を含めた全体の対象者で介入前より介入後が増加(低下)していることを意味する。交互作用 (P<.05)が認めれたときは、集団と個別の介入前後の値の変化に差があることを意味する。

REFERENCES

- Cyriax, J.H. & Cyriax JP (1993). *Cyriax's Illustrated Manual of Orthopaedic Medicine*, 2nd ed. Oxford: Butterworth Heinemann
- Day, C., Stoitz, U., Mehan, T.J., Smith, G.A. & McKenzie, L.B. (2008). Diving-related injuries in children <20 years old treated in emergency departments in the United States: 1990-2006. *Pediatrics*, 122(2), e388-94
- Ejventh, O- & Hamberg, J. (1984). *Muscle Stretching in Manual Therapy a Clinical Manual, Volume 1 the Extremities*. Alfa Rehabilitation, Alfa, Sweden
- Mulligan, B.R. (2004). *Manual Therapy, "NAGS", "SNAGS", "MWMS", etc.* Plane View Services, Wellington, New Zealand
- Myers, J.B. & Lephart SM (2000). The role of the sensorimotor system in the athletic shoulder. *J Athl Train*, 35(3), 351-62
- Niederbracht, Y. Shim, A.L., Sloniger, M.A., Paternostro-Bayles, M. & Short, T.H. (2008). Effects of a Shoulder Injury Prevention Strength Training Program on Eccentric External Rotator Muscle Strength and Glenohumeral joint Imbalance in Female Overhead Activity Athletes. *J Strength Condition Research*, 22(1), 140-5.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the patient and his parents for the permission and cooperation extended towards this study. We also thank the coach of the diving team for the extensive advice regarding diving and the athlete's condition to return to practice and competition.

Comparisons of Water- and Land-based Physical Activity Interventions in Japanese Subjects with Metabolic Syndrome

Hanai, A.¹ and Yamatsu, K.²

¹Hokusho College, Hokkaido, Japan

²Saga University, Saga, Japan

We previously reported that group-based physical activity (PA) intervention had beneficial effects on weight loss in Japanese subjects with metabolic syndrome (MS). Although, water- and land-based PA intervention was often conducted, it is unknown which PA interventions were more effective. The aim of this study was to compare the efficacy of these two interventions in Japanese subjects with MS or several MS risk factors (such as overweight, diabetes, hyperlipidemia). As a result, after 10-weeks, participants in both groups reported significant loss of weight, BMI, and percent body fat. Statistical analyses showed no significant differences between the groups with the exception of daily physical activity levels. It was suggested that both water- and land-based physical activity interventions had short-term beneficial effects on weight loss and reduction of percent body fat.

Key words: Physical activity, Water-based intervention, Land-based intervention

INTRODUCTION

We previously reported that group-based physical activity (PA) intervention had beneficial effects on weight loss and metabolic syndrome (MS) risk factors in Japanese subjects with MS. Although, water- and land-based PA interventions were conducted, it is unknown which PA interventions were more effective. The aim of this study was to compare the efficacy of these two interventions in Japanese subjects with MS or several MS risk factors.

METHODS

Eight subjects with MS or several MS risk factors (such as overweight, diabetes, hyperlipidemia) were selected for either water-based PA intervention (WPI, n=4, Figure 1.) or land-based PA intervention (LPI, n=4). The characteristics of the subjects are shown in Table 1. The contents of exercise program prescribed for WPI and LPI are shown in Table 2. The main outcome measures were body weight, body mass index (BMI), percent body fat and lean body mass (LBM) at trunk, upper and lower limbs (measured by body composition analyzer, TANITA co.) and $\dot{V}O_{2\max}$. The daily physical activity (DPA) level was measured by the Kenz Lifecorder EX (SUZUKEN co.) attached to subjects for 1 or 2 weeks, registering the number of daily walking steps. Both interventions had a duration of 10 weeks.

SPSS 14.0J was used for statistical analyses. All values are expressed as means \pm SD. Two-way analyses of variance with repeated measures (two-way ANOVA test), Mann-Whitney U test were used for analyses. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

Table 1. Characteristics of the subjects.

	WPI group (n=4)	LPI group (n=4)
	mean (SD)	mean (SD)
Age (yrs)	54.0 (6.5)	57.8 (6.9)
Height (cm)	160.3 (7.5)	155.0 (8.0)
Body weight (kg)	67.3 (2.6)	61.5 (2.7)
BMI (kg·m ⁻²)	26.3 (2.0)	25.7 (1.6)

WPI: water-based physical activity intervention

LPI: land-based physical activity intervention

Table 2. Contents of exercise program prescribed for WPI and LPI.

	Contents of exercise program
WPI	Walking and jogging, stretching, muscle strengthening with water gloves
LPI	Stretching and muscle strengthening, including chair-scatred exercise and resistance band exercise

WPI: water-based physical activity intervention

LPI: land-based physical activity intervention

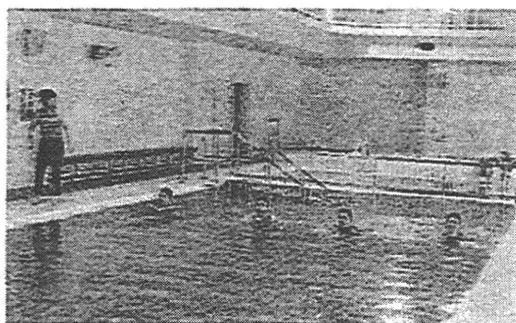


Figure 1. Water-based physical activity intervention.

RESULTS

After 10 weeks, participants in both groups lost weight ($p<0.05$), BMI ($p<0.001$), significantly (Table 3). Although, values of LBM were maintained during the PA intervention in both groups, percent body fat significantly decreased, approximately 3.2 kg for the WPI group, and 2.2 kg for the LPI group ($p<0.001$). No significant changes were found in $\dot{V}O_2$ max values.

Table 3. Changes of physical characteristics pre- to post-physical activity intervention.

	WPI (n=4)		LPI (n=4)		t-test	signif. level
	mean (SD)	post (SD)	mean (SD)	post (SD)		
Body weight (kg)	67.3 (2.6)	64.4 (2.9)	61.5 (2.7)	59.4 (3.1)	0.01	0.56
Body mass index (kg·m ⁻²)	26.3 (2.0)	25.1 (2.1)	25.7 (1.6)	24.2 (1.8)	0.00	0.77
%Fat Total	34.3 (10.3)	31.1 (10.8)	36.9 (2.5)	34.7 (2.5)	0.00	0.25
%Fat (% upper limbs)	31.1 (11.5)	28.2 (11.3)	34.2 (2.9)	32.3 (2.9)	0.00	0.35
%Fat (% lower limbs)	36.7 (10.1)	33.1 (9.5)	37.4 (1.4)	35.9 (1.7)	0.00	0.03
%Fat (% trunk)	34.5 (10.1)	30.4 (2.2)	37.1 (2.1)	34.8 (1.1)	0.00	0.17
LBM (kg) Total	44.4 (8.1)	44.4 (7.9)	34.8 (5.6)	34.7 (2.3)	0.92	0.91
LBM (kg) upper limbs	2.1 (0.4)	2.2 (0.9)	1.4 (0.1)	1.4 (0.1)	0.32	0.12
LBM (kg) lower limbs	7.6 (1.7)	7.6 (1.4)	6.8 (0.3)	6.9 (0.3)	0.44	0.56
LBM (kg) trunk	24.7 (4.0)	24.6 (3.7)	21.4 (2.5)	21.2 (2.3)	0.42	0.86
Walking speed (m·min ⁻¹)	131.21 (31.72)	131.63 (32.97)	175.7 (35.58)	130.10 (21.48)	0.01	0.03
$\dot{V}O_2$ max (ml·min ⁻¹)	23.0 (3.8)	21.9 (5.4)	18.7 (6.4)	22.1 (5.9)	0.10	0.04

* $p<0.05$ WPI: water-based physical activity intervention; LPI: land-based physical activity intervention; LBM: Lean Body Mass

The number of walking steps (DPA level) were maintained in pre- to post-intervention for the WPI group, and increased significantly for the LPI group (from 9752±3858 to 13610±2148 steps, $p<0.05$).

Changes of percent body fat at trunk, upper and lower limbs are shown in Table 4 (post-value/pre-value*100). No significant changes were found for either group, however, the change of percent body fat at the trunk showed significant reduction compared with the upper limbs ($p<0.05$) and lower limbs ($p<0.05$).

Table 4. Percent changes of %Fat at trunk, upper and lower limbs.

percent body fat	WPI group (n=4)	LPI group (n=4)	p*
	% mean (SD)	% mean (SD)	
trunk	85.9 (8.4)	92.6 (3.4)	0.20
upper limbs	89.5 (5.7)	94.4 (3.4)	0.20
lower limbs	94.7 (3.8)	96.0 (1.6)	0.89

* Mann-Whitney U test

WPI: water-based physical activity intervention

LPI: land-based physical activity intervention

DISCUSSION

Water-based exercise is popular because of the characteristics of water. Buoyancy assistance makes water based activity less physically demanding than exercise on land, and water resistance can be adjusted by changing the speed or direction of the movements. Therefore, it is an effective training strategy for improving physical fitness in those who are overweight or physically unfit⁹. Moreover, because of higher thermal conductivity, caloric consumption is more efficient while exercising in water. Percent changes of body fat at each body part tended to decrease significantly after the water-based PA intervention.

After the 10-week PA interventions, body weight was significantly reduced and percent body fat was also significantly lowered. It has been demonstrated that obesity is related to MS and visceral fat is a factor modulating MS. Therefore, reduction of body fat in the trunk is an important task for subjects with MS. In the present study, % change of body fat in the trunk had decreased greatly compared to upper and lower limbs as a whole ($p<0.05$). Although, the results showed statistically no significant differences in body weight loss and decrement of percent body fat between the WPI and LPI groups.

As a result, it appears that the loss of body weight and percent body fat were similar regardless of the selection of PA intervention in short term. However, there is a possibility that the efficacy will differ for long term PA intervention, and further examination might be necessary to investigate the difference of efficacy of water-based and land-based PA interventions.

CONCLUSION

From the results, it was suggested that both water- and land-based physical activity intervention had short-term beneficial effects on weight loss and reduction of percent body fat. However, no significant differences of were found between the interventions. Further research is needed to investigate the differences of efficacy of water-based and land-based physical activity interventions in the long term.

REFERENCES

Yamatsu, K. & Hanai A. (2008). Comparison of Groups- and Home-based physical activity intervention in Japanese subjects with metabolic syndrome. XXX FIMS world congress of sports medicine, Barcelona, Spain, 6, 542.

Sugano, A., Wakabayashi, H. Aoba, T. & Nomura T (2003). Physical and psychological changes after participation of 8-week water exercise in chronic low back patients; 12-month follow-up. *Biomechanics and Medicine in Swimming IX*; Saint-Etienne, 9, 579-584.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was partly supported by the Grant-in-Aid Northern Regions Lifelong Sports Research center (SPOR).

積雪寒冷地域における健康増進介入 - 北海道富良野市ヘルスアップ事業後の介入評価 -

Interventions of health promotion at cold snowy region
- Evaluation of post health-up project intervention at Furano, Hokkaido -

花井 篤子¹⁾
Atsuko HANAI

山津 幸司²⁾
Koji YAMATSU

I. 緒 言

近年、内臓脂肪蓄積型肥満を由来とするメタボリックシンドロームの増加が国家的な問題となっている。全国でメタボリックシンドロームやその予備群と判断された者は、40-74歳の男性で計51.5%、女性で20.0%と報告されており（平成20年国民健康・栄養調査）、男性の比率が女性と比較して2.5倍以上高く、40-74歳までの男性の2人に1人が該当することが社会問題として挙げられる。

我々は、これまでに北海道富良野市の国保ヘルスアップ事業に対して研究協力を行い、メタボリックシンドローム該当者およびその予備群に対する運動介入評価を行ってきた¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。北海道富良野市は、上川支庁管内の南部に位置し、北海道のほぼ中心にあり富良野盆地の中心都市である。富良野市は、積雪寒冷地域における特徴として男性の肥満率が全国と比較して高く、糖尿病やメタボリックシンドロームの該当者も多い。積雪・寒冷地住民の冬季の運動不足と体力低下そして健康問題は、これまで多くの研究によって報告されている⁵⁾。積雪寒冷が長期に渡る地域性

を持つ北海道において、年間を通じた体力維持・健康増進は地域住民にとって重要な課題である。

我々は、富良野市国保ヘルスアップ事業において、メタボリックシンドローム該当者および予備群を対象に集団運動群（集団で運動を行う群）と個別運動群（自宅を中心に個別に運動を行う群）に運動介入を行い、両群で介入後に有意な減量効果を認め、体重やBMIの減少は集団運動群が優れていたという報告を行った¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。本研究では、ヘルスアップ事業後に実施された特定保健指導の集団教室において、更に運動種目に着目し、陸上運動群と水中運動群における運動介入効果について検討を行うことを目的とした。

II. 方 法

1 被験者

被験者は、2008年度、特定保健指導において積極的支援の対象者となった富良野市在住の成人8名であった（平均年齢：55.9±6.5歳）。8名のうち4名がメタボリックシンドローム該当者、残り4名が予備群であった。喫煙歴のある者は8名のうち3名が該当した。

1) 北翔大学短期大学部人間総合学科

2) 佐賀大学文化教育学部健康スポーツ科学講座

表1に被験者の身体的特徴を示した。被験者は保健師による面談を通じ、任意に陸上運動教室、若しくは水中運動教室への参加の選択

を行い、週1回、10週間の運動介入に参加した。

表1. 被験者の特徴

項目	全被験者 (n=8)		水中運動群 (n=4)		陸上運動群 (n=4)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
年齢 (歳)	55.9	(6.5)	54.0	(6.5)	57.8	(6.9)
身長 (cm)	157.6	(7.7)	160.3	(7.5)	155.0	(8.0)
体重 (kg)	64.4	(3.7)	67.3	(2.6)	61.5	(2.7)
BMI (kg/m ²)	26.0	(1.7)	26.3	(2.0)	25.7	(1.6)

2 測定項目

測定項目は、有酸素能力の指標として最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_2\max$) を測定したほか、タニタ体組成計を用いて、体重、BMI (Body Mass Index)、体脂肪率 (%Fat)、除脂肪体重等を計測した。体脂肪率と除脂肪体重は、部位別の推定値 (上肢部、下肢部、体幹部) も算出された。その他、日常生活における身体活動量を推定するため、スズケン社のライフコーダーを1-2週間装着させ、12時間以上装着していた歩数のみの平均値を算出し、分析した。装着時間が12時間未満の場合は、装着期間内で最も長時間装着していたときのデータを採用した。

3 運動プログラム

運動プログラムの作成にあたっては、北翔大学短期大学部所属の健康スポーツ科学の専門家による運動処方が提案され、実際の指導は対象者の特性を考慮に入れながら富良野市在住の健康運動指導士が行った。

陸上運動教室の内容は、チューブエクササイズやチェアエクササイズなどの自宅でも実施可能な軽度の筋力トレーニングやストレッチ

で構成された。水中運動プログラムは、有酸素運動 (ウォーキング) や水中ストレッチング、筋力トレーニングなどで構成された。

両教室とも、富良野市中心街活性化センター「ふらっと」内にあるトレーニングジムおよび屋内プールにて実施された (写真1)。

4 分析方法

データの統計的分析には、統計ソフトSPSS 14.0Jを用いた。全ての数値は、平均値±標準偏差として示した。統計処理としてグループ別による介入前後の比較には繰り返しのある二要因の分散分析 (two-way ANOVA) を用いた。有意水準は、危険度5%未満とした。



写真1. 富良野市中心街活性化センター「ふらっと」および館内運動施設

Ⅲ. 結果および考察

写真2に、水中運動教室の様子を示した。利用した屋内プールは、水温30.5度の水深0～1.2mの可動床の多目的プールであった。水位は、被験者の身長に応じて調整を行った。

10週間の運動介入により、体重、BMI、体脂肪率の有意な低下が認められた(表2)。運動種目別においても、両群において体重($p < 0.05$)およびBMI($p < 0.001$)が有意に低下を示した(表3)。除脂肪体重は維持され、水中運動群においては、体脂肪率が平均3.2kg、陸上運動群では、2.2kgの減少が認められた($p < 0.001$)。この減量レベルは短期間の運動効果としては非常に高く、地域特性に見合った適当な運動介入が実施できた結

果といえる。

その他の測定項目に関しては大きな変化は認められず、 $\dot{V}O_{2max}$ の値は両群とも有意な変化は見られなかった。

身体活動量の指標であった歩数に関しては、唯一、交互作用が認められた。水中運動介入前後では有意な変化はなく、身体活動量が維持される傾向にあった。一方、陸上運動群は、 $9,752 \pm 3,858$ 歩/日から $13,610 \pm 2,148$ 歩/日と有意な増加を示し($p < 0.05$)、介入後の歩数が水中運動群とほぼ同レベルに増えた。この結果は運動種目別における効果の差というよりも、運動介入前の陸上運動群の歩数の数値が低かったことが影響しているといえる。

10週間の短期間の運動介入による本研究の結果からは、運動種目別による運動効果の差

異は認められなかった。しかしながら、陸上と水中とでは運動環境が大きく異なることが知られており、長期的な介入によっては、運動効果に差が出てくる可能性も考えられる。水中環境は、浮力や水圧、抵抗や水温といった陸上環境にはない様々な特性がある。浮力により関節患部の負担を軽減しながら運動することが可能であることから、腰痛者や関節障害者のみならず肥満者や体力レベルの低い者にとって運動しやすい環境であるとともにその運動効果も高いことが報告されている⁶⁾。また、抵抗は、運動の動作速度や動く方向に対する面積の大きさによって負荷が変わってくるため、個人のレベルに応じた負荷調節が可能といった利点もある。更に、水の熱伝導

率は空気の25倍ともいわれ、熱を伝える力が高いため、体温より低い水温環境で運動することによって効率よくエネルギー消費量を上げることができる。本研究では、短期間の運動介入であれば、運動の種目に陸上運動もしくは水中運動のどちらを選択しても減量効果に関しては差がないという結果であったが、上記に示した水の特性を考慮にいと、長期的な運動介入においては運動効果が異なってくる可能性も十分に考えられ、更なる検討が必要であるといえる。

また、こうした運動介入によってメタボリックシンドロームが改善した場合、医療費削減効果がどの程度認められるのかについても、今後、検討していく必要があるであろう。

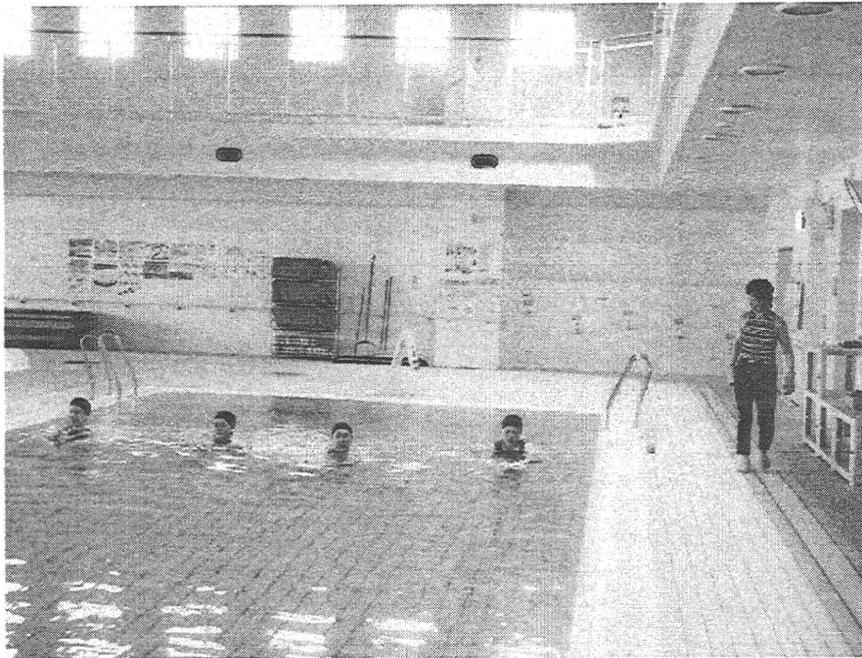


写真2. 健康運動指導士による水中運動教室の様子