

スイミングが高齢者の呼吸機能に
及ぼす効果について

佐藤 かほり

Kaori SATO

目 次

第1章. 序論

1. 研究の社会的背景	3
2. スイミングによる身体への影響	15
3. 先行研究	20
4. 本研究の目的	28

第2章. 本論

研究 1. スイミング継続による高齢者の肺機能 1 秒率の変化

1. 緒言	32
2. 研究方法	32
3. 結果	34
4. 考察	39
5. 結論	40

研究 2. スイミング継続による高齢者の最大呼気速度の変化

1. 緒言	44
2. 研究方法	44
3. 結果	46
4. 考察	49
5. 結論	50

研究 3. スイミング継続による高齢者の心理的变化

1. 緒言	52
2. 研究方法	52
3. 結果	54
4. 考察	61
5. 結論	63

第3章. 全体の考察	
1. 呼気機能への効果	65
2. 泳法と呼吸のタイミング	65
3. スイミングの運動処方	67
第4章. 全体のまとめ	
1. 研究の展開	73
2. 本研究で得られた高齢者の呼気機能への効果について	75
3. 本研究で得られた高齢者への心理的効果について	77
4. 高齢者のスイミングの運動処方について	78
5. 研究成果の活用、展開について	80
第5章. 結論	81
参考文献	85

第 1 章 序論

1. 研究の社会的背景

1)我が国の高齢化率の現状

我が国の総人口は、今後、長期にわたって人口減少過程に入り、12年後の平成38年(2026)に人口1億2,000万人を下回り、その後も更に減少を続け、平成60年(2048)には1億人を割って9,913万人となり、平成72年(2060)には8,674万人になると推計されている¹⁾。総人口が減少する一方で65歳以上の高齢者が増加することにより総人口に占める65歳以上人口の比率である高齢化率は上昇を続け、平成25年(2013)には高齢化率が25.1%となって、いわゆる4人に1人が65歳以上となっており、この率は平成47年(2035)には33.4%で3人に1人となるとしている¹⁾。65歳以上の高齢人口と20歳から64歳人口(現役世代)の比率をみても、昭和25年(1950)には1人の高齢人口に対して10.0人の現役世代がいたのに対して、平成22(2010)年には高齢者1人に対して現役世代2.6人になり、今後、高齢化率が上昇を続けると、現役世代の割合は低下し、平成72(2060)年には、現役世代1.2人で1人の高齢者を支える社会の到来になるという¹⁾。

高齢化の進行に関する国際比較についてみると、高齢化率の上昇速度は1位日本、2位中国、3位ドイツ、4位イギリス、5位アメリカ、6位スウェーデン、7位フランスの順番になっており、我が国では、諸外国に例をみないスピードで高齢化が進行しているといわれている(図1²⁾)。平均寿命も平成22年(2010)に男子は79.55歳となり、女子は86.30歳で過去最高となっている(図2³⁾)。しかし、寿命は伸びてはいるが、日常的に介護を必要とせず、自立して日常生活が送れる年数はどれほどであるのか。WHOはこの期間を平均寿命から介護の期間を引いた生存期間とした「健康寿命」として示している。日本人のこの健康寿命は男性70.42歳、女性73.62歳で、共に世界で一位ではあるが、介護を必要とする期間が平均で男子9.13年、女子で12.68年あることを示している(図3³⁾)。また、男性女性ともに、高齢になると多くの人々が複数の疾患に罹って療養を行い、その為に身体の障害を起し、生活に支障が現れると言われている³⁾。

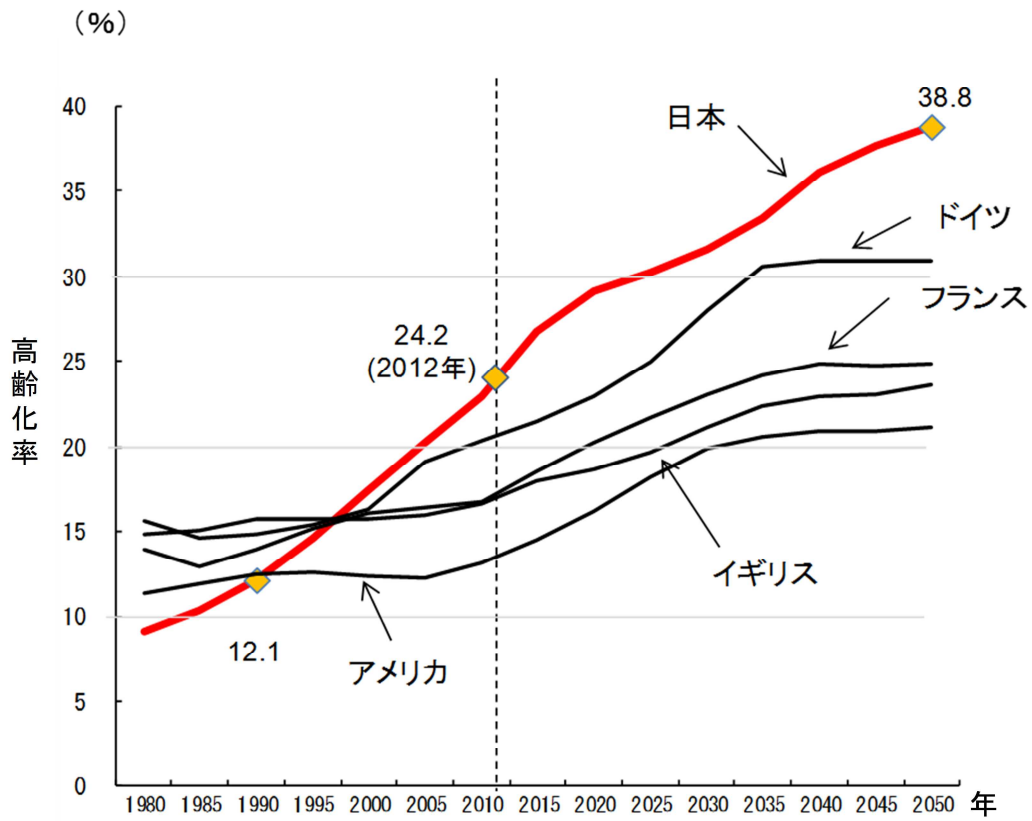


図 1. 高齢化の進行に関する国際比較（総務省「国勢調査」²⁾ 2012)

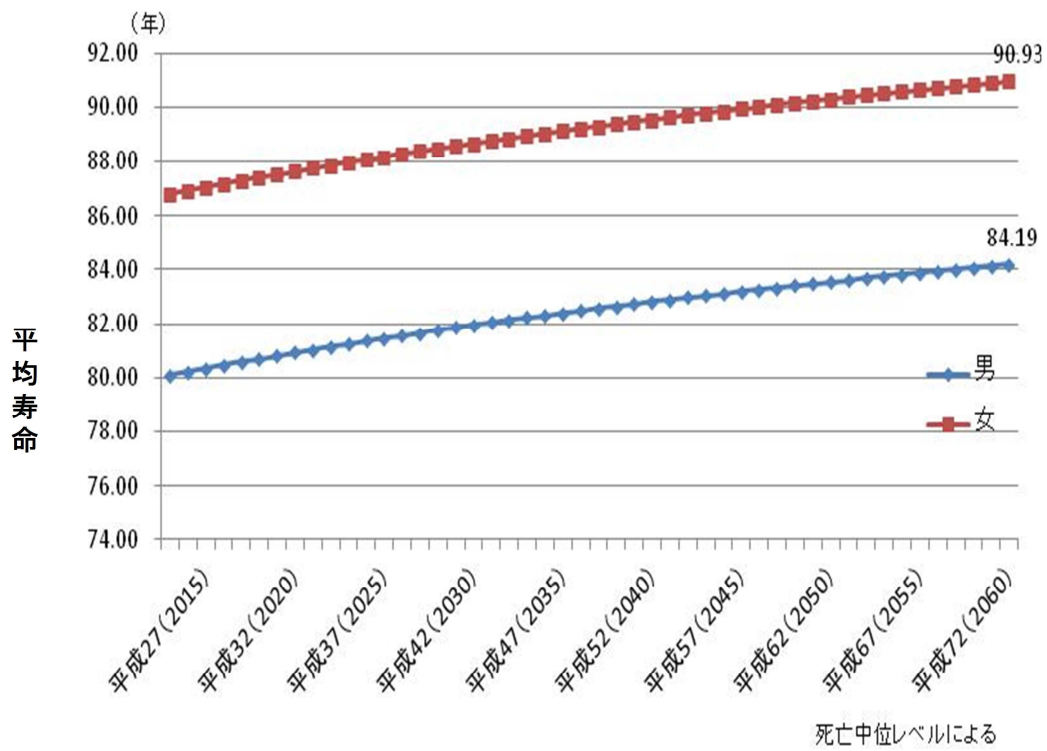


図 2. 日本人の平均寿命の将来推計 (厚生労働省「健康日本 21(第 2 次)」³⁾ 2012)

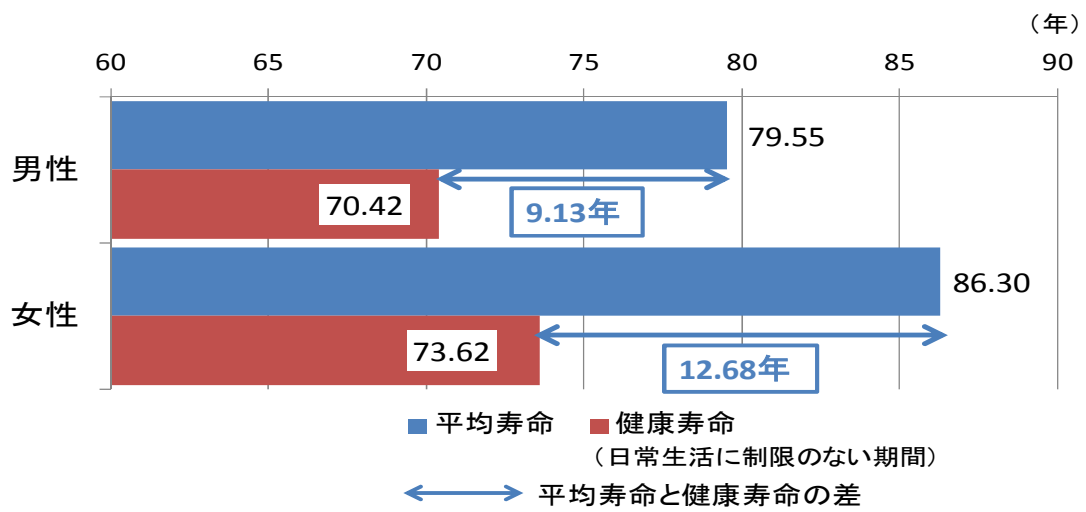


図 3. 日本人の健康寿命と平均寿命 (厚生労働省「健康日本 21(第 2 次)」³⁾ 2012)

2)介護予防における身体運動の重要性

我が国の今後の高齢社会の進展の見通しについては先ほど述べた通りであるが、高齢になると身体の衰えに伴い、自立が困難になり、介護を受けながら生活を送る高齢者が増加する。厚生労働省は「平成12年(2000)4月から実施された介護保険制度は措置から契約への移行、選択と権利の保障、保健・医療・福祉サービスの一体的提供など、このような我が国の高齢者介護の歴史においても時代を画す改革であり、介護保険制度の導入によって高齢者介護のあり方は大きく変容しつつあると提示し、さらに、平成27年(2015)を越えても進展し、これに伴って介護サービスに要する費用も増大し、急増する介護サービスに要する費用が、財政上極めて重い負担となっていくことが強く懸念される⁴⁾」と報告している。わが国の介護認定を受けている65歳以上の人数についてみると、平成20年(2008)度末で452万4千人となっており、平成13年(2001)度末から164万7千人増加している⁵⁾。その原因疾患として、脳血管疾患・脳卒中(21.5%)、認知症(15.3%)、筋疾患(萎縮・衰弱13.7%)、関節疾患(10.9%)、骨疾患(骨粗鬆症・骨折、10.2%)、心疾患・心臓病(3.9%)、呼吸器疾患(2.8%)となっている⁶⁾。このうち脳卒中は男性の前期高齢者に特に多く、また、女性の後期高齢者では骨・関節疾患や筋肉の衰弱による廃用症候群が多い⁷⁾ことから、障害の予防、改善を行うことが必要となっている。

特に基礎疾患が少ない健常者は、65歳以上になっても健康意識が強く、規則正しい食生活や運動を行っていることからわかるように⁸⁾、日頃から運動を行うことは心身に障害がない自立した生活を送る上において重要である。股関節・膝関節に障害のある人では運動の制限があり、陸上では自体重に抗して運動を行うことが困難な者が多い。高齢者に多い変形性膝関節症は、50歳以上をすぎると急激に増加し、60歳以上の人では約80%に何らかのX線学的な変化が出現し、約40%に症状があり、約10%が日常生活に支障をきたしているという⁹⁾。特に、外傷および職業、女性では肥満が原因となって膝関節症を発症する者が多くいるという。こうした腰や膝の関節症を有する人に対して運動療法として膝や腰の関節に負担がなく、つまずき、転倒が少ない水中運動が行われている^{10,11)}。日本整形外科学会では「運動器の障害による要介護の状態や要介護リスクの高い状態を表す新しい言葉として『ロコモティブシンドローム(以下「ロコモ」)(locomotive syndrome)』、和名は『運動器症候群』を提唱¹²⁾し、高齢により移動能力が低下している状態は、介護予備軍を生じる危険もあり(図4³⁾)、その対策には、運動により、程よい体力と筋力を身に付けることが自立した生活を送る上で欠かせないとしている。

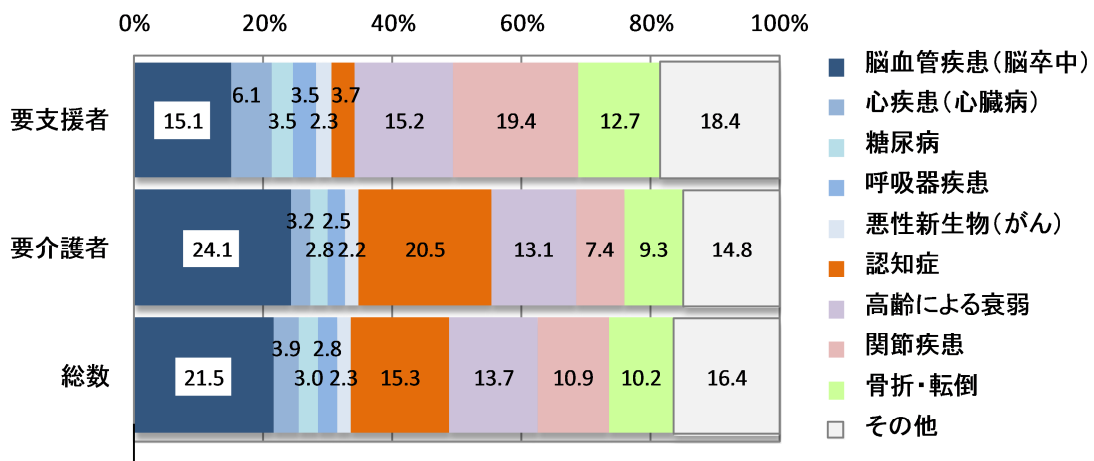


図 4. 要介護度別にみた介護が必要となった主な原因

(厚生労働省「健康日本 21(第 2 次)」³⁾ 2012)

3)高齢者の疾病について

現在、生命保険各社で発売されている生命保険の中に特定疾病を保障するものがある。それは、三大疾病とされる「悪性新生物（がん）」「急性心筋梗塞」「脳卒中」の3つの疾病を対象とした医療保険である。厚生労働省が公表している「平成20年の人口動態統計」によると、日本人の死亡原因の約45%がこれら三大疾病である。急性心筋梗塞を含む「心疾患」、脳卒中を含む「脳血管疾患」として再集計を行い、これらに悪性新生物（がん）を含めると、日本人の死亡原因の約6割が「日本人の三大死因」によるということになる¹³⁾。生命保険各社はこれら疾病に療養患者の多い「高血圧性疾患」「糖尿病」の二疾病を加えて、五大疾病とっており、さらに「肝硬変」「慢性腎不全」二疾病を加えて、七大疾病としている¹⁴⁾。厚生労働省は2011年7月6日、「4大疾病」と位置付けて重点的に対策に取り組んできた「がん」「脳卒中」「心臓病」「糖尿病」に新たに「精神疾患」を加えて5大疾病として対策を行う方針を決めたと発表した¹⁵⁾。この背景にはうつ病や統合失調症などの精神疾患の患者が年々増え、従来の4大疾病を上回る療養者が存在するのが現状で、重点対策が不可欠と判断している。このように、メンタルヘルス対策は、今後ますます重要になってくる。

厚生労働省では心身の病的加齢現象と医学的関係があると考えられる疾病で、次のいずれの要件をも満たすものについて総合的に勘案し、加齢に伴って生ずる心身の変化に起因し、要介護状態の原因である心身の障害を生じさせると認められる疾病を特定疾病として対応することとしている¹⁶⁾。

- ① 65歳以上の高齢者に多く発生しているが、40歳以上65歳未満の年齢層においても発生が認められる等、罹患率や有病率（類似の指標を含む。）等について加齢との関係が認められる疾病であって、その医学的概念を明確に定義できるもの。
- ② 3～6ヶ月以上継続して要介護状態又は要支援状態となる割合が高いと考えられる疾病である。

また、特定疾病の範囲を明確にするとともに、介護保険制度における要介護認定の際の運用を容易にする観点から、個別疾病名を列記している（介護保険法施行令第二条）。

その対象とする疾病として、がん（がん末期）、関節リウマチ、筋萎縮性側索硬化症、後縦靭帯骨化症、骨折を伴う骨粗鬆症、初老期における認知症、進行性核上性麻痺、大脳皮質基底核変性症及びパーキンソン病（パーキンソン病関連疾患）、脊髄小脳変性症、脊柱管狭窄症、早老症、多系統萎縮症、糖尿病性神経障害、糖尿病性腎症及び糖尿病性網膜症、

脳血管疾患、閉塞性動脈硬化症、慢性閉塞性肺疾患、両側の膝関節又は股関節に著しい変形を伴う変形性関節症の12種類がある。これらのような疾病をいかに予防、または、減少していくかが高齢者の自立生活の推進となる。また、上記の三・五・七大疾病の予防は、療養のために医療費を節約することにもなる。このことから、高齢者になっても自立ができる生活を過ごせるような効果的な運動を行う必要が求められている。

4) 高齢者の健康維持としての身体活動の現状

高齢者が運動を行う必要性の理由として、様々な科学的な根拠が検証されている。例えば、身体活動量が多い者や、運動をよく行っている者は、総死亡、虚血性心疾患、高血圧症、糖尿病、肥満症、骨粗鬆症、結腸がんなどの罹患率や死亡率が低く、また、身体活動や運動が、メンタルヘルスや生活の質の改善に効果をもたらすことが認められ、更に高齢者においても歩行など日常生活における身体活動が、寝たきりや死亡を減少させる効果のあることが示されている¹⁷⁻²⁰⁾。

日常生活の歩行運動となる指標について、厚生労働省は「健康日本21」で1日当たり成人男性は9200歩以上、成人女性は8300歩以上を推奨し、高齢者では1日の平均歩数を男性6,700歩、女性5,900歩を目標値としているが、実際の歩数の平均値は男性では60歳から69歳で6,949歩、70歳以上で4,707歩、女性では60歳から69歳で6,381歩、70歳以上で3,797歩となっており、目標には満たない状況にある^{21,22)}。

運動・スポーツ種目の実施参加状況についてみると、50歳以上の男性598万人と女性668万人の潜在需要人口のランキング調査では、男性では1位サイクリング15.2%、2位筋力トレーニング13.2%で200万人以上、3位登山9.3%、4位水泳8.9%、12位アクアビクス(水中運動)となっている。女性では1位アクアビクス(水中運動)15.8%と2位ヨガ15.4%で200万人以上、3位社交ダンス10.5%、4位水泳9.7%となっており²³⁾、比較的男性は強度が強い種目を好み、女性は怪我や事故が少ない種目を好む傾向がある。高齢者の運動で特に注意することは活動する個人の身体の状態がある。疾病や障害を持たない健康な人であれば、肥満・高血圧・関節痛などのなんらかの異常を持つ人が多く、メディカルチェックによりその個人に適した運動を行うことが勧められる。

以上のことから、高齢者は運動によって健康維持・増進のための身体づくりを行うことが大切であり、その中で歩行運動が困難な高齢者は水中運動、水泳を選択している傾向がある。

また、健康日本 21 では平成 12 年(2000 年)から国民の健康増進の総合的な推進を図るための基本的な方針が定められていたが、平成 25 年 4 月 1 日から新しく改正し、今までの問題点からより具体的な目標へと改革した。健康日本 21 の目標に達した項目の中に、「高齢者で外出について積極的態度をもつ人の増加」が挙げられている。一方、低下している項目として、「日常生活における歩数の増加」が挙げられ、いわゆる、運動不足の問題と考えられるが、高齢者は陸上で運動をすることが困難な人がいるため、歩数の増加は未だ目標に達していないのが現状である。したがって、陸上で運動が困難な高齢者を対象とした運動処方確立する必要が迫られている(表 1²⁾)。

表 1. 主な目標項目の評価区分（厚生労働省「健康日本 21(第 2 次)」³⁾ 2012)

<p>A 目標に達した</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ メタボリックシンドロームを認知している国民の割合の増加 ・ 高齢者で外出について積極的態度をもつ人の増加 ・ 80歳で20歯以上・60歳で24歯以上の自分の歯を有する人の増加など
<p>B 目標値に達していないが改善傾向</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 食塩摂取量の減少 ・ 意識的に運動を心がけている人の増加 ・ 喫煙が及ぼす健康影響についての十分な知識の普及 ・ 糖尿病やがん検診の促進 など
<p>C 変わらない</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自殺者の減少、多量に飲酒する人の減少 ・ メタボリックシンドロームの該当者・予備群の減少 ・ 高脂血症の減少 など
<p>D 悪化している</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日常生活における歩数の増加 ・ 糖尿病合併症の減少 など
<p>E 評価困難</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特定健康診査・特定保健指導の受診者数の向上（平成20年からの2か年のデータに限定されたため）

5)高齢者向けの健康運動の種類と内容、特性について

高齢者向けの運動には、ウォーキング、ストレッチ、スイミング、筋力トレーニングなどがあり²⁴⁾、長期間継続できる種目が勧められている。個人で行う運動もあれば、数人で行う運動もあるので、生活に負担のかからない種目を選択するのが良い。運動による転倒や怪我、心肺機能への対策としてスポーツクラブや運動教室などの指導者の下で行うことが運動から遠ざけない手段でもある。

高齢者にすすめられる運動の内容として、目的によって以下の4つの分類に分けることができる^{22,24)}。

- ①有酸素運動：ウォーキング・ジョギングなど(骨に対する刺激)、バイク(体重負荷が少なく膝に楽、前かがみの姿勢は脊柱管狭窄症によい)、スイミング(体重負荷が少ない)
- ②筋力トレーニング：全身の代謝活性を高める、体重コントロール、転倒予防
- ③ストレッチ：関節の可動域や筋肉の伸展性を保つ
- ④バランス訓練：転倒予防

運動特性についてみると、有酸素運動として手軽にいつでも運動ができるのはウォーキングであり、運動時の衣服についても身動きができる範囲であれば好みに応じて変えることができ、歩くたびに景色が変わるので飽きないことを特徴とする。身体への影響としては、血液中の酸素を多く利用することから循環が良くなって血圧の調整が良くなり²⁵⁾、内臓脂肪の減少により糖尿病、脳卒中などの生活習慣病の予防・改善が期待できる²⁴⁾。こうした効果に加えて、スイミングでは水圧による胸郭の圧迫に抗した吸気および呼気の運動が促進されて喘息患者や慢性閉塞性肺疾患にも呼吸機能の改善がみられ^{26,27)}、身体に障害があっても陸上で運動を行うことが困難な者などにも浮力などの物理的特性を利用して全身の運動が可能である。

筋力アップを目的とするならば、陸上で低強度の負荷を伴うマシントレーニングや、ダンベルなどを手に持って運動を行う筋力トレーニングがある。筋トレーニングは高齢者に多い下肢筋力の低下予防や増加²⁸⁾を目的とし、また、筋力の増加に伴う全身の新陳代謝(基礎代謝量)を上げることで太りにくい体質に変化させ²⁹⁾、体重のコントロールを行うことを目的としている。厚生労働省のまとめによると、国内で転倒・転落による死者は7761人(平成12年(2000))で、交通事故の死者6414人(同)より多く、転倒・転落による死者のうち65歳以上が85.9%を占めており³⁰⁾、高齢者の事故が多発している。

次に、関節可動域を高めるストレッチについては、関節可動域、筋および結合組織の柔

軟性を改善するだけでなく、伸張反射の抑制効果がみられたことから、筋緊張の抑制にも効果的であり、痛みと密接に関わる持続的な筋緊張の緩和と血流障害の改善が行える³¹⁾。ストレッチの方法は、座位でのストレッチ、床に仰向けになるストレッチング、立位でのストレッチなどがあり、1回の動作は10秒間を目安とし³²⁾、長すぎるストレッチは逆に筋緊張を亢進させる危険性がある³¹⁾ことから、高齢者には指導者の下、特に安全に注意を払う必要がある。

次に、バランス訓練として、高齢者に見られる身体感覚が低下や姿勢の悪さによる身体バランスの低下に対し、理学療法ではバランス運動によって身体機能の改善を行う。トレーニング内容は、閉脚立位、片脚立位などの静的バランスや、歩行、回転動作、交互ステップなどの動的バランスによる自体重による運動トレーニングを行うことで、効果的な機能の改善が期待できる³³⁾。また、高齢者の運動介入による特異性がみられ、バランストレーニング練習を目的としたヨガ運動群と、水泳やサイクリングの有酸素運動群の比較研究では、バランス練習群では動的バランスが改善し、有酸素運動群では下肢筋力の改善がみられた報告³⁴⁾があり、目的に応じた運動を行う必要がある。

2. スイミングによる身体への影響

1) 「競泳」と「スイミング」について

「競泳」は、タイムを競い合うことを目的とする競技(選手)や日本では18歳以上の規定があるマスターズ水泳(18~24歳、25歳から5歳ごとに区分した年齢別で80~90歳前後まで³⁵⁾)があり、自ら積極的に練習を行い全国大会や地域大会に出場する者が含まれている。水泳についての多くの先行研究は、大学競泳選手^{36,37)}や競泳のバイオメカニクス³⁸⁻⁴⁰⁾、児童水泳⁴¹⁻⁴³⁾など、タイムを縮めることを目的としていることから、研究領域に「競泳」という語が標記されおり、「水泳」も競泳に含まれている。

一方、「スイミング」には乳幼児(ベビースイミング)から高齢者まで幅広い年齢層に対して、楽しみや遊び、健康維持、機能回復などの目的に応じて行われ、泳法も自分のペースで泳ぐことが含まれている。スイミングについての多くの先行研究は、マタニティスイミング^{44,45)}やベビースイミング^{46,47)}などがあり、水の物理的特性を活かした研究領域に「スイミング」が標記されている。一方、高齢者を対象とした研究では、対象者として泳げる人が少なく、また、顔を水中に入れることが苦手な人が多いことから、比較的簡単に導入できる水中ウォーキングや水中エアロビクスなどの「水中運動 (under water exercise)」^{48,49)}が多い。このことから、スイミングは競うことなく健康な身体作りを目的としているため本研究では、「水泳」ではなく「スイミング」と表記した。

2) 生理学的効果

水中での運動を行うことで、生理学的な効果をもたらすことができる。水中ウォーキングは簡単に導入でき、泳げない者にとっては容易に参加できる。

水中歩行における腎機能への影響については、水圧の程度が下肢の血管にかかる壁内外圧差の負担を軽減し、静脈還流の増加をもたらし、腎周辺の血流量が増加することが知られている⁵⁰⁾。その為、導入後に拡張期血圧、収縮期血圧の低下が高齢者に多くみられている⁵¹⁻⁵³⁾。同様に、水中ストレッチも同じ効果がみられ、これに加えて筋温の上昇、柔軟性の増加⁵⁴⁾などがみられる。また、浸水時は、浮力の影響により抗重力筋が弛緩し、陸上よりも筋がリラックスした状態になることにより、関節の可動域が増大する⁵⁵⁾としている。関節疾患を有する者にとっては、荷重の掛からない水中ウォーキングが適していると思われる。

泳ぐことによる生理学的効果として、一般人と比較して水泳選手は最大酸素摂取量が30%から40%上回っていることがわかっている⁵⁶⁾。優れた酸素摂取能力は、幼い頃から水

泳を始め、10代前半には選手として毎日のトレーニングを行っていることにより獲得される。大学生の肺換気力学特性の調査によると、呼気時よりも吸気時に顕著にその影響が大きい⁵⁷⁾としている。静水圧による胸郭の圧迫があることで、それに抗して吸気することから肋間筋、横隔膜の効率的な働きによりスイミングは吸気能力を高める効果があるとされている。

3)水中運動療法・呼吸リハビリテーションについて

水の物理的特性として、浮力を利用した運動療法が行われている。水中ウォーキング、水中ストレッチなどの運動には、腰痛、膝痛、変形性膝関節症などの疾患がある者には、患部への負担を軽減し、背筋や腹筋を鍛えることができる⁵⁸⁾。さらに、過体重者にとっても、陸上で運動が困難な場合に、水中ウォーキングやスイミングが利用されている。また、水中ウォーキングにて血圧の低下がみられることから、高血圧者の利用^{59,60)}、さらに、呼吸機能の増大がみられることから、児童喘息患者^{61,62)}や大人の喘息患者⁶³⁾の利用、慢性閉塞性肺疾患などの患者向けにスイミングが運動療法として利用されている⁶⁴⁻⁶⁶⁾。また、健常者と比較して運動不足になりやすい身体に障害を持つ者にとっては、水泳は浮力で身体が浮くことで、様々な方向へ身体を動かすことができ、陸上では行えない運動が可能となることから関心が高い。さらに、自閉症児においても平衡感覚や正中交線などの発達の問題改善の有効性がみられることから^{67,68)}、指導者、保護者に付き添われて利用されている。

現在、年々増え続けている呼吸器疾患について日本呼吸ケア・リハビリテーション学会では、患者に対する呼吸管理の在り方が、単に呼吸管理に留まらず、多職種からなるチーム医療による全人的なアプローチの必要性が要求されるようになったことから、平成18年には日本呼吸管理学会から現在の名称に変更され、会員数も平成24年5月現在2,000名を超えた⁶⁹⁾と報告している。また、アメリカ国立衛生研究所(National Institutes of Health : NIH)の発表によると、呼吸リハビリテーションとは、1993年に肺や胸郭など呼吸器系に障害を持つ患者とその家族に対して、地域社会における個人の自立と活動レベルをできるだけ高め、かつそれを維持することを目標に、通常は学際的な専門家(interdisciplinary)チームにより提供される多面的かつ持続的な科学(science)としてのサービスである⁷⁰⁾と定義され、呼吸機能のリハビリテーションは今後の進歩・発展が大いに必要・期待される。

その呼吸リハビリテーションの関心が大きくなっている背景は、内科臨床で診療する患

者の中で高齢者が占める比率が増加の一途を辿り、高齢者に好発する慢性の呼吸器疾患例を診療する機会が多くなっている医療状況が挙げられる⁷¹⁾。喘息や肺気腫、肺結核後遺症などにより、自力での呼吸が困難になると酸素吸入が必要となるが、これらは医療の進歩により薬剤で管理できるようになり、医療機器の開発により、従来、病院で行っていた酸素療法が在宅でもできるようになっている。しかし、在宅酸素療法のみでは体力が低下し、寝たきりになることがある。その為、残された肺の機能や呼吸筋を最大限に使い、上下肢の筋力を訓練するなど呼吸困難を改善し、体力をつけるためのリハビリが重要になる。すなわち、診療の目標を根治(Cure)からケア(Care)へ、病院(Hospital)から在宅(Home)へ、量(Quantity)より質(Quality)へと変換して診療に当たることを迫られているということである⁷²⁾。

以下のような症状がみられる場合にはリハビリテーションを行う必要がある⁷³⁾。

- ・長く続く咳や痰。
- ・階段の上り下りのときの息切れ、あるいはちょっとした動作での息切れ。
- ・かぜに罹りやすくそのたびに長引く、あるいは入院しなければならない。
- ・夜間に咳や息苦しさのため眠れない。
- ・酸素吸入のために日常生活ができない。

このような症状の患者には、薬物療法や酸素療法などによる病気の治療・管理のほかに、呼吸理学療法や下記の1-8の運動療法、食事療法等が行われる⁷³⁾。

- 1.呼吸トレーニング（口すぼめ呼吸、腹式呼吸）
- 2.リラクゼーション、胸郭ストレッチ・モビライゼーション、
- 3.呼吸介助法
- 4.呼吸体操
- 5.排痰法（体位ドレナージ、軽打法、振動法、ゆすり法、咳、ハッフィング）
- 6.筋力トレーニング（上肢・下肢の鉄アレイ、砂嚢を用いたトレーニング、筋力マシンを用いたトレーニング）
- 7.歩行トレーニング（平地、坂道、階段、トレッドミルによるトレーニング）
- 8.自転車エルゴメーターによるトレーニング

これらのリハビリテーションを行うにあたり、運動療法の導入プログラムとして、外来では監視下で最低週に2回以上(多くは3回)、通常6-8週間実施する。GOLDの2003年追補では8週間以上の実施期間が正当な評価のため必要であるとしている⁷⁴⁾。

今後の課題として、呼吸リハにおいては運動耐容能や呼吸困難感に対する短期的効果は確立しているが、長期的効果についてはまだ確立していない。改善効果がどの程度の期間維持されるか、また、プログラムをどのように構成すれば最大の長期的効果が得られるかについては、今後のプログラムの開発と臨床成績の蓄積が必要であると報告している（表 2-75）。

表 2. ステートメントにおける呼吸リハビリテーションの将来の課題

(千野根勝行⁷⁵⁾2002)

-
- 1) 効果について
 - ・ 長期的効果
 - ・ 生存率・
 - ・ 効果判定の方法
 - 2) 実施内容
 - ・ 理学・運動療法
 - ・ 栄養指導
 - 3) 実施体制
 - ・ スタッフの量と質の不足
 - ・ スタッフ教育
 - ・ ホーム・リハビリテーション
 - ・ 地域での医療連携
 - 4) 患者選択、対象患者
 - ・ 喫煙者の扱い
 - ・ 認知機能の把握
 - ・ 拘束性換気障害
 - ・ 肺容積減少手術 (LVRS)、肺移植
-

4) 心理的効果

身体活動は身体的効果に加えて、心理面にも重要な効果をもたらすことがわかっている。一般的な運動後の心理的効果として、「短期的効果」と「長期的効果」では現れる心理的反応が異なっている。短期的効果の特徴として、リラクゼーションやストレスと不安の減少、気分や心理状態の改善などがみられ、長期的効果では、一般的な幸福感、精神的健康の改善、認知的改善、運動の制御と能力、スキルの獲得があげられる⁷⁶⁾。

我々の陸上ウォーキングを7ヶ月間継続後の心理的効果を調査した結果⁷⁷⁾では、20項目中で50%以上にみられた項目は「爽快」「のびのびした」「気が晴れた」であった。効果が少なかった項目としては「うれしい」「満足」であった。陸上ウォーキングのメリットは、身近で手軽に運動ができることであるが、導入後の心理的効果としては効果少ないようである。

前にも論じたように「高齢者の日常生活における歩数は減少している」状況は、高齢者は陸上で運動することが困難な方が多いということを忘れてはいけない。また、高齢化社会になると、様々な疾患を持つ者が増加することで、いかに健康で生き生きと自立した生活が過ごせるかは日常の運動の有無によって左右されるといってよい。即ち、高齢者は定期的な運動・身体活動を実践することによって、心理的にも健康状態を充実することにつながるが、陸上運動以外の制限の少ない運動を導入して、その運動による心理的効果を確立する必要があるといえる。

3. 先行研究

本研究のキーワードとなる項目について、現在までに知られている先行研究を検索した。高齢者が健康維持の為に運動を行うにあたっては、安全面から指導者の下、監視の下で行う必要がある。さらに、運動の他に、会員同士の交流の場としても大いに楽しんで運動を継続してもらいたい。それは、運動によって老化による影響をゆるやかにすることが可能であり、日常生活の活動能力(ADL)を維持し、生活の質(QOL)を高めることが高齢者の運動の主目的とされるからである。

1) 高齢者の運動の効果

高齢者の運動には様々な種類があり、目的に応じて取り組む必要がある。高齢者によく起こる怪我として下肢筋力の低下により、小さな段差やつまずきにより転倒がみられる。それを強化するために、高齢者のトレーニングとして陸上で行う運動と水中トレーニング

とで比較してみると、田中らは⁷⁸⁾、転倒する際の反応の時間が延長されるほど転倒につながることを考え、若年成人群 12 名(男性 6 名、女性 6 名、平均年齢 28.6 歳)、高齢者非転倒群 11 名(男性 5 名、女性 17 名、平均年齢 81.0 歳)、高齢者転倒経験群 10 名(男性 1 名、女性 9 名、平均年齢 81.9 歳)の 3 群で比較した結果、光刺激提示から右腓腹筋の筋活動開始までの時間については若年成人群と高齢者転倒経験群に有意な差がみられ、さらに、発光から足底が離れ始めるまでの時間と下肢踏み出し時間については、全ての群に有意な差がみられると報告している。このように、年齢とともに下肢筋力が低下することが転倒につながることから、筋肉量の維持・増進を目的とするトレーニングは陸上で行われている。

また、新井らは⁷⁹⁾、65 歳以上の高齢者 69 名(男性 13 名、女性 56 名、平均年齢 78.6 ±7.6 歳)を対象に、1 回 90 分、週 2 回の高レジスタンストレーニングを 3 ヶ月間行いたところ、最大歩行速度、開眼片足立ち時間(sec)、閉眼片足立ち時間(sec)などに効果がみられ、高齢者の歩行速度と下肢筋力には密接な関係が指摘されると報告している。

以上のように、下肢筋力の増加を目的の場合、陸上で負荷をつけながら運動することが効果的であり、日常生活の中に運動を取り入れることによって、身体が丈夫になり、転倒予防に効果的な足・腰・腹部の筋力アップや歩行能力が改善される。それによって、日常生活の活動範囲が広がり、生活機能が高まる。しかし、健康・体力づくりの運動と言っても、激しいスポーツをする必要はない。年齢や体力水準、健康状態などに応じて無理のない日常的な運動を続けることが大事である。

次に、水中運動についてみると、過体重者や下肢低筋力者などは陸上で運動することが困難であるために、運動種目として水中運動が利用されている。水中での運動種目として、アクアウォーキングやアクアストレッチ、アクアレジスタンストレーニング、アクアリラクゼーションなどがあり、これらは顔を水に入れなくても、泳げなくても水中運動が行える利点がある。さらに、木村らは⁸⁰⁾、陸上で運動が困難な者を対象に、水中運動によるバランス機能の改善を目的として、歩行障害のある女性 33 名を対象に、水中ウォーキングを 40 分間行う水中運動群 17 名(平均年齢 75.7±4.8 歳、期間 25.1±17.1 ヶ月)と運動を行わないコントロール群 16 名(平均年齢 79.0±6.0 歳、期間 16.0±10.7 ヶ月)で比較した結果、水中運動群が静的バランス(外周面積、総軌跡長、X 方向単位)において有意に重心動揺が少なく安定し、コントロール群に比べ機能の向上が得られ、さらに、総合的なバランス機能評価得点においても有意な向上を示したと報告している。また、渡辺ら⁸¹⁾は、60 歳以上の運動習慣を持たない健常な高齢者 40 名(男性 12 名、女性 28 名)を対象として、

水中運動や水中ウォーキング、レジスタンス運動などを行うプログラムを1回70分、週に3回行う運動群(平均年齢69.1±4.5歳、男性6人、女性14人)とコントロール群(68.5±5.3歳、男性6人、女性14人)に分け、12週間観察した結果、酸素摂取量、最高時酸素摂取量、下肢(膝)と上肢(胸)の筋力において、コントロール群より有意な増加がみられ、さらに、インタビューでは、多くの対象者が日常の生活の中で「階段が楽になった」「起きあがりやすくなった」などの身体機能の向上に伴った叙述効果が得られたと報告している。

このように、水中ではバランス能力や上肢、下肢の筋力の向上もみられたことから、転倒防止の安全面からも水中運動によって得られる可能性があることがわかっている。若年者のように筋肉量を増やすという身体を鍛えあげるイメージではなく、自力で安全に歩く、座る、立つ、階段を昇るなどの日常生活に必要な筋肉量の維持・改善であれば水中運動でも行えることがわかっている。

2)水の物理的特性の効果について

スイミングは陸上運動種目と異なり、水の持つ物理的特性として次のような影響を身体に与える^{82,83)}。

①熱伝導率の影響：水は空気よりも熱伝導がよいため、同じ温度であれば水中では陸上の約25倍の早さで熱が伝わる。したがって、水温が低いと身動きの少ない者には冷たく感じる。

②密度の影響：水の密度は、空気の約830倍あり、水中を進む場合には、移動速度のほぼ2乗に比例して抵抗を受ける。反面、この抵抗を利用して抗力や揚力という推進力を生み出すことができる。推進力の技術はこの水の密度をいかに効率よく利用して泳ぐことができるかにある。

③浮力の影響：陸上と異なり、アルキメデスの原理に従い、体積に等しい水の重量が浮力として働き、重力から解放され、水中ウォーキング中の体重は陸上での10分の1程度に減少することから、肥満者や膝、腰に障害のある人でも重力の影響をあまり受けずに運動ができる。

④水圧の影響：肩まで沈むと、横隔膜が上下する腹式呼吸が主となり、意識的に息を吸い込む深い呼吸が必要となり、それが呼吸筋を強化する。

⑤呼吸方法の影響：水中は呼吸の制限があり、止息状態を作り出す。また、呼吸中の胸壁や腹壁への水圧が作用し、呼吸に対して抵抗し、とくに肺活量の低下者や衰弱した高齢

者により効果をもたらす。

⑥姿勢維持の影響：陸上スポーツ種目の多くは立位姿勢で行われるが、水泳は仰臥位あるいは伏臥位姿勢にて行われ、循環動態に他種目との差異が生じる。下半身陰圧負荷法によると、臥位から立位に変換した場合、胸腔内静脈血の急激な下方変移が示され、この結果、静脈還流量、一回拍出量(SV)、心拍出量の減少が生じる。逆の効果を生む水泳中は中心血液量および心拍出量が増加し、心拍数が低下することがわかっている。

3)呼吸機能について

呼吸機能について、呼吸には吸気と呼気があり、息を吸う際には、胸の肋間筋が収縮して肋骨と肋骨の間を広げると同時に横隔膜が下がって、胸腔内の圧力が大気圧よりも低くなり(陰圧)、鼻から空気が入り込み、息を吐くと広がっていた胸郭と肺がその弾力によって収縮し、下がっていた横隔膜が上昇することによって肺の中の空気が外に出る⁸⁴⁾。呼吸のときの呼気量と吸気量を測定し、呼吸の能力を調べることを呼吸機能検査と言い、換気の機能を調べる基本の検査である。その検査でわかることは、

①肺活量 (VC) : 空気を肺に最大吸入して、最大に吐いたときの肺の呼吸全容量である。年齢と身長によって計算した予測標準値と比較した%肺活量として表すことがある。

②1秒率 (FEV1.0%) : 肺活量を測定するときに、最初の1秒間で呼出した呼気量を肺活量の何%に当たるかを示した値をいう。肺の弾力性や気道の閉塞の程度を示し、弾力性がよく、閉塞がないと値は大きくなる。

上記2つの指標を使って、肺の換気障害を拘束性 (%VC) と閉塞性 (FEV1.0%) および両者の混合性の3つに分けられている⁸⁵⁾。

(1)拘束性障害：肺活量の低下を示すもので、呼吸する肺の組織が減少し、胸膜の病気などでみられる。

①肺の弾力性の低下：肺線維症、じん肺、間質性肺炎など。

②胸部の拡張の障害：古い胸膜炎。

③呼吸運動の障害：呼吸に関連する筋肉、神経の病気。

(2)閉塞性障害：1秒率の低下を示すもので、気管支の狭窄を起こす病気で見られ。

①気道閉塞：喘息(気管支喘息)、慢性気管支炎、びまん性細気管支炎。

②肺気腫：慢性閉塞性肺疾患 (COPD)。とくに近年多くなっている(図5)。

慢性閉塞性肺疾患 (chronic obstructive pulmonary disease ; COPD) を持つ患者が水

中での運動を行うと、臨床症状の改善⁸⁶⁻⁹⁸⁾、換気機能の改善⁹⁹⁻¹⁰²⁾、気道過敏性の低下^{103,104)}などが観察されている。Perk¹⁰⁵⁾によると、慢性閉塞性肺疾患患者の男性16名、女性4名の62歳から76歳を対象に15分のスイミングを行ったところ、肺活量とピークフロー(最大呼気速度、PEFR : peak expiratory flow rate)が改善し、特に、低1秒率患者の改善が高くみられたと報告している。その効果として光延¹⁰⁶⁾は、水中では静水圧による胸郭圧迫や腹圧上昇によって肺・循環系や右心系に負荷がかかり、さらに、皮膚表面の静脈系が圧迫されることによって、心臓へ還流する血液量が増加し、その結果心拍出量も増加すると報告している。さらに、過度の負荷には注意が必要であるが、COPD患者においては死腔の減少、肺血流の増加、呼吸筋力の増強などの効果が期待できるとしている。また、慢性閉塞性肺疾患は、2006年11月に全面改訂されたGOLDガイドラインにおいて、「予防可能・治療可能な疾患であり、個々の患者の重症度には注目すべき肺外症状が関与することがある。肺症状は、完全には可逆的ではない気流制限を特徴とする。この気流制限は通常進行性で有害な粒子やガスに対する肺の異常な炎症反応と関与している。」と定義されている¹⁰⁷⁾。COPDが肺の疾患にとどまらず全身に影響を及ぼす“全身疾患である”という見解が強調された。COPDは早期に診断し治療を開始すれば、呼吸機能の低下を防ぎ、QOL (quality of life) を維持することができると思われる。

次に、喘息の患者数についてみると厚生労働省の平成20年患者調査では、全国で88万8千人と推計され、さらに平成22年の人口動態調査によると、約2千人が喘息により死亡しているという報告がある¹⁰⁸⁾。その喘息症状を簡易に診断する呼吸機能検査としてピークフローメーター(最大呼気流量計)によって測定されるピークフロー値があり、気管支の広がり具合を調べるのに適している。日本人小児健常者の平均値は、身長が高くなるほどPEFRが高くなる。男子では、16歳頃まで年齢の上昇と共にPEFRも上昇するが、その後は上昇率が減速する傾向があり、女子では13歳頃までは年齢と共にPEFRの増加がみられ、その後は年齢とその関係が弱くなったが、身長が高くなる18歳でも増加がみられた(表3¹⁰⁹⁾)。一方、喘息患者の平均値は自身の非発作時の基準値から80%~100%以内が安全領域、50~80%に低下したときは要注意領域、50%以下まで低下したときは警戒・危険領域となるとしている。

喘息児及び喘息患者の運動療法にスイミングをとり入れている報告がある^{110,111)}。喘息の治療方針の決定や、病状変化の把握にPEFR測定は頻繁に用いられ¹¹²⁾、呼吸機能の増悪・改善を表す指標となり、またステロイド必要量の減少など臨床症状の改善が認められて

いる^{113,114)}。Fitch¹¹⁰⁾らによると、喘息児 9 歳から 16 歳の 46 名を対象に 5 ヶ月間のスイミング(総距離 3508km)を行ったところ、治療薬の使用量が減少したと報告している。御船¹¹⁵⁾によると、気管支喘息を持つ男性 20 名、女性 30 名の 50 代から 60 代を対象とした温泉プールにおける 30 分程度の水泳あるいは歩行を行ったところ、初回と比較して PEF_R が 5 週目、9 週目に有意な増加がみられたと報告している。

スイミングを行うことで喘息患者が改善する要因に、環境に対する必然的背景がある。それは、運動誘発による喘息発作が陸上運動と比較してスイミング運動中は生じにくい点がある¹¹⁶⁾。稲葉¹¹¹⁾、白井¹¹⁷⁾も水中と陸上との運動方法、運動環境の違いを指摘し、さらに、高温多湿の環境が発作抑制の働きをしていると報告している。また、板倉¹¹⁸⁾は寒冷ストレスに対する身体の適応力の増加、水圧による胸郭の発達の促進、水平姿勢による代謝機能の向上など長期的視野による水の有効性を示唆している。以上のことから、喘息患者にとってスイミングは治療方法の 1 つとして実施され、喘息症状の改善が期待できることがわかっている。

呼気機能が低下すると呼吸機能障害になり、日常生活において息苦しくなる為、特に高齢者は外出をするのが困難になり、さらには 1 人で行動をすることができなくなる。その延長が、介護を必要とし寝たきりとなり健康寿命を短くする。この予防として、呼吸トレーニングが必要となり、その運動にスイミングが取り入れられている。なぜスイミングが良いのか、それは、陸上とは呼吸法とリズムが異なる。まず、スイミングは鼻から吸う呼吸法はない。息を吐き出すときは水中であり、水が鼻・口に入らないように吐き出す力が必要である。これは、水中運動にはない呼吸法であり、このトレーニングによって呼気能力が改善すると考える。

日本における死因順位 (平成23年人口動態統計)	
1.	悪性新生物
2.	心疾患
3.	肺炎
4.	脳血管疾患
5.	不慮の事故
6.	老衰
7.	自殺
8.	腎不全
9.	慢性閉塞性肺疾患 (男性では7位)
10.	肝疾患

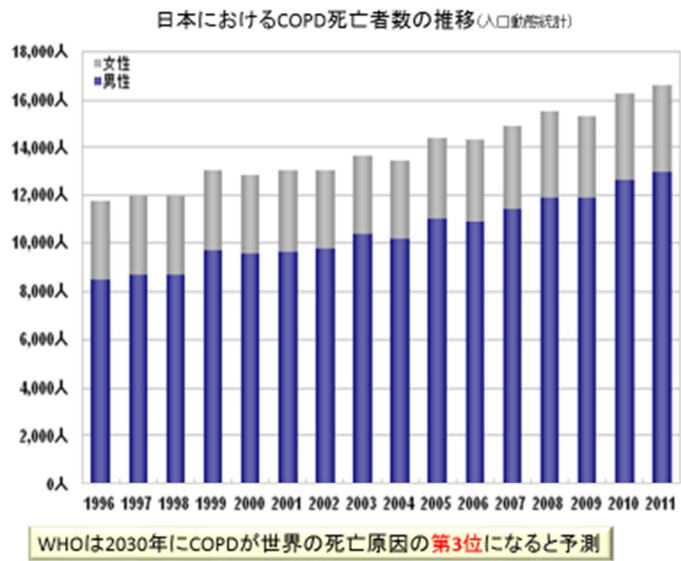


図 5. 日本における COPD の死亡 (厚生労働省「健康日本 21(第 2 次)」³⁾ 2012)

表 3. 年齢・身長・性別による PEFR の平均値 (月岡ら¹⁰⁹⁾ 2001)

Boys		Age (years)													Total		
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
Height (m)	1.00-	170															170
	1.05-	182.0	165				290										195.0
	1.10-	183.0	186.4	230													185.3
	1.15-	198.2	208.6	202.5	290												204.2
	1.20-	197.9	217.9	235.2	242.5	100											223.4
	1.25-		246.3	256.8	262.7	269.6	280.8										260.0
	1.30-		285	244.7	267.6	290.3	275.8	260	290								269.9
	1.35-			277.5	274.6	276.6	301.1	326.7	290.0								288.6
	1.40-			330.0	268.6	301.1	318.5	356.3	320.0								317.3
	1.45-					316.3	337.5	335.7	370.5								338.5
	1.50-				315	352.0	327.8	367.8	379.1	390.6	480.0						365.4
	1.55-					322.5	362.9	375.0	401.2	410.8	461.7		530.0	600			402.8
	1.60-					240	355	425.0	444.7	455.0	476.3	498.3	482.5	504.0			453.2
	1.65-							457.0	479.4	492.4	491.4	536.7	518.0	510.6			496.2
	1.70-								485.0	501.8	504.2	523.8	525.0	532.0			511.0
	1.75-								480	555.0	533.9	515.0	578.3	594.0	547.5		545.3
	1.80-									675.0			650	583.3	540.0		603.8
1.85-													665.0	620.0		642.5	
total		191.1	218.4	247.1	266.4	290.2	318.1	366.1	419.5	470.8	492.7	535.7	535.9	531.7		359.5	

Girls		Age (years)													Total		
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
Height (m)	0.95-	150															150
	1.00-	140			190												165.0
	1.05-	170.0	170														170.0
	1.10-	183.3	191.2	215.0													187.6
	1.15-	188.1	206.8	199.7	180												199.8
	1.20-	198.3	209.2	228.6	227.3	270.0											217.8
	1.25-	235.0	205.9	231.8	237.5	257.5											232.9
	1.30-		275	249.4	261.1	265.9	257.5										260.2
	1.35-			280	287.6	288.4	283.6	253.8									283.5
	1.40-					305.3	304.4	304.6	305.0		296.7						304.6
	1.45-				330	307.2	333.6	315.6	348.8	375.0	347.1	346.7	380	320.0			333.1
	1.50-					322.9	337.8	354.1	350.3	372.9	341.3	378.3	386.5	359.5			357.1
	1.55-					342.5	344.5	361.4	374.0	363.5	367.7	385.3	392.4	398.9			371.6
	1.60-						382.5	346.9	375.8	382.7	380.2	385.6	386.9	421.6			383.8
	1.65-					300		285.5	360.0	392.5	443.4	393.3	416.0	387.9			395.0
	1.70-								360	400		405					388.3
	1.75-									370				410	420		400.0
total		184.6	206.0	229.2	252.8	291.7	319.3	333.1	359.0	372.8	368.4	382.9	391.1	395.6		317.3	

4. 本研究の目的

呼吸機能は加齢とともに著しく低下することから、トレーニングにより維持または改善の対策は重要である。その指標として、肺活量 (VC)、1 秒率 (FEV1%)、最大呼気速度 (PEFR)などは簡単に測定でき、個人のデータとして比較することが容易である。

運動習慣の課題として、今までで挙げられたのをまとめると、日常生活を自らの力で行うことが、健康寿命を延伸することにつながり、それには、運動によって日常生活活動において自立することである。そして、運動習慣の確立は主に、ウォーキングであり、そのウォーキングができない者への対応としてスイミングがある。

呼吸機能の改善からみると効果がみられるものや、みられない運動種目がある。しかし、スイミングは静水圧による呼吸運動への抗力があることから呼吸機能への効果がみられると考えられる。また、一般的に高齢者が日常的に利用している運動は男女ともにスイミングが多く、この種目は怪我や事故が少ないことから、本研究ではスイミングを運動種目として選択した。スイミングの呼吸機能の効果としてこれらの先行研究は少なく未だ明らかにされていない。どの程度の運動頻度でスイミングを行うと呼気機能が増加するのかも不明である。これらの問題を明らかにするために、本論文の研究課題は以下のように設定した。

- 1) 高齢期になると呼吸機能を含む全身の機能が低下することで、自立した日常生活を送ることが困難な方がいる。高齢者の歩数の減少に示されるように、陸上で運動ができない者への対応運動として、スイミングを選択し、呼吸機能への効果に焦点をあてた。
- 2) スイミングの呼吸機能への影響としてどのような肺の生理機能によるかは不明である。性別による影響差もあるのではないかと考え、スイミングによる呼吸機能が高齢者に与える影響の違いを明らかにする。
- 3) 心理的効果について、スイミングでは陸上と異なり、水の物理的特性があることで異なった効果がみられると考えられる。

第2章 本論

研究 1.

スイミング継続による高齢者の肺機能 1 秒率の変化

1. 緒言

近年、急速な高齢化が進み、人口に占める高齢者の比率が最も高い国になった¹¹⁹⁾。これに付随して疾病構造の変化がみられ、医療費の増大から健康寿命の延伸には運動不足の解消が必要とされている。そこで、高齢者の運動不足の解消については有酸素運動が有効とされており¹²⁰⁾、そうした運動の中でスイミングは身体を激しく動かさずとも運動不足を解消するのに役立つ。

水中運動療法では、動的な有酸素運動が血圧の低下^{121,122)}、水のもつ静水圧や浮力、抵抗、水温などの物理的特性の影響を受け、陸上と異なる生理学的反応を示すことが知られている^{123,124)}。特に水圧の影響による腹式呼吸が主体となり、気管支喘息の改善^{125,126)}に有効とされている。

呼吸能力の低下は呼吸困難や運動制限を引き起こし、呼吸不全を悪化させることが知られている^{127,128)}。そこで、スイミングは陸上運動と異なり、水の物理的特性において呼吸制限があることから、呼吸機能が年齢と共に低下する高齢者にとってスイミングは呼吸機能の強化ができるのではないかと考えられる。そして、呼吸機能が改善すると気管支が広がり、今までより呼吸がスムーズに行えることで、呼吸器疾患の予防にも役立つ。

現在までに、健康維持のために水泳を楽しむ高齢者を対象として、長期間にわたる呼吸機能へのアプローチは十分な検討がされていない。

したがって、本研究では疾患のない高齢者を対象に、1秒率の向上を目的とし、呼吸能力の低下予防、健康に役立つ知見を見出すことを目的とした。

2. 研究方法

1) 対象者

過去にも喫煙習慣および呼吸器疾患、心疾患がない65歳以上の高齢者を対象とした。男性8名(年齢 81.8 ± 4.7 歳、身長 161.1 ± 7.5 cm、体重 59.8 ± 8.0 kg、水泳歴 12.6 ± 5.1 年継続)、女性13名(年齢 77.5 ± 3.5 歳、身長 149.9 ± 4.2 cm、体重 54.5 ± 8.2 kg、水泳歴 12.0 ± 4.4 年継続)の合計21名であった。被験者の中には、高血圧症の患者5名、高脂血症の患者が2名みられたが、全て自らの足でデイケアに通い、日常生活に支障のない人達である。

全ての被験者に対して、事前に研究の主旨、内容を説明し、研究への参加は自発的な同意を得て本実験を行った。

2)観察期間

平成 16 年 11 月初旬から平成 17 年 5 月下旬までの 7 ヶ月間にかけて、ダイケアースポーツクラブにて調査を行った。運動頻度は、週 1 回とした。調査は、月 1 回行い、初回を含み合計 8 回の調査を行った。

3)プロトコル

スイミングダイケアースポーツクラブにて対象者は身軽な服装になり、運動前に肺機能の測定を行い、併せて対象者の顔色や体調を観察した。次に、体操場で 30 分間の準備体操を行い、隣接するプールへ移動した。プールは 25m(縦 25m×横 5.4m)で高齢者同士の接触事故がないように、3 つのコースに分けて実施した。プールの水温は $31.0\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ で、塩素濃度 $0.42\pm 0.71\text{mg/l}$ 、水深約 1m であった。

前半の 20 分間は水中でのウォーミングアップとしてストレッチやウォーキングを行い、後半の 25 分間は自由形もしくは平泳ぎを自分のペースで泳いでもらい、スイミング中の心拍を計測した。

4)呼気機能の測定

対象者は運動の前に身軽な服装になり、スパイロメータ(福田産業、ST-100)にて呼気機能として、肺活量、1 秒率の測定を行った。その方法は、両足を床につけ浅く椅子に座り、背は真っすぐな状態であった。また、鼻からの息漏れを防ぐためのノーズクリップをした上で、最大限に吸気させた状態からマウスピースをくわえ、できる限り最大の速さで一気に息を吐き出させた。

測定に入る前、スパイロメータに慣れるため、数回の練習を行い、その値が平均年齢と同一程度を確認してから測定を開始した。測定は、毎月 1 回とした。

5)統計処理

肺活量、1 秒率の変化については二元配置の分散分析を行い、有意の変化が見られた要因について多重検定を行った。

また、水泳歴別の変化については 12 年未満と 12 年以上及び観察期間(プレ・トレーニングと 1 ヶ月から 7 ヶ月)の 2 群に分けて、Friedman 検定による順序尺度の 2 要因分散分析を行い、行有意となった要因については Bonferroni の方法により多重比較を行った。

統計処理には Excel 統計 2008 (社会情報サービス) 及び SPSS2013 を使用した。全ての有意水準は 5%未満とした。

3. 結果

1)肺活量(vital capacity: VC)の変化

男性(n=8)では、初回は $2517.3 \pm 1031.0 \text{ml}$ であったが、1 カ月後は $2606.3 \pm 931.0 \text{ml}$ 、2 カ月後は $2296.3 \pm 806.8 \text{ml}$ 、3 カ月後は $2256.5 \pm 551.0 \text{ml}$ 、4 カ月後は $2264.0 \pm 808.0 \text{ml}$ 、5 カ月後は $2455.2 \pm 744.8 \text{ml}$ 、6 カ月後は $2393.1 \pm 832.8 \text{ml}$ 、7 カ月後は $2252.8 \pm 915.8 \text{ml}$ となり、7 か月間を通して変化は認められなかった。また、女性(n=13)では、初回は $1759.6 \pm 442.0 \text{ml}$ であったが、1 カ月後は $1670.9 \pm 377.8 \text{ml}$ 、2 カ月後は $1717.2 \pm 316.3 \text{ml}$ 、3 カ月後は $1559.1 \pm 427.5 \text{ml}$ 、4 カ月後は $1742.8 \pm 416.9 \text{ml}$ 、5 カ月後は $1976.7 \pm 434.3 \text{ml}$ 、6 カ月後は $1681.5 \pm 454.6 \text{ml}$ 、7 カ月後は $1507.2 \pm 352.7 \text{ml}$ となり、統計学的には変化は認められなかった(Fig.2-1-1)。

水泳歴別についてみると、女性では 12 年未満が 6 名 (77.3 ± 3.6 歳、水泳歴 8.0 ± 2.4 年)、12 年以上が 7 名 (77.9 ± 3.9 歳、水泳歴 15.5 ± 1.8 年) で、群間の年齢差は認められず、それぞれ初回からの肺活量の変化を比較したところ、両群間に有意な差はみられなかった。一方、男性については 12 年未満が 3 名 (79.0 ± 2.8 歳、水泳歴 7.3 ± 3.3 年) で 12 年以上が 5 名 (81.4 ± 3.5 歳、水泳歴 15.7 ± 2.0 年) であったが、少数な為、統計学的解析は行えなかった。

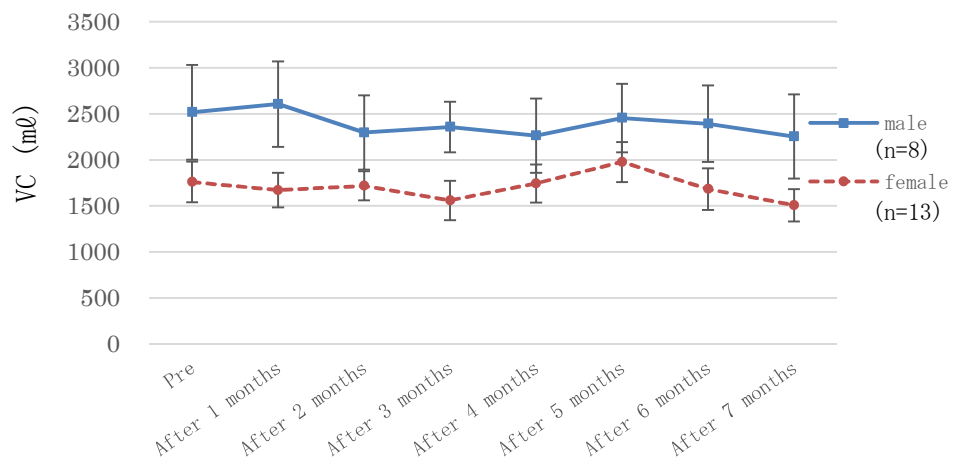


Figure 2-1-1 Chronological changes of the VC of male and female subjects
 ns: not significantly different from pre-7 months

2)1 秒率(forced expiratory volume in 1 second% : FEV1%)の変化

男性(n=8)では、初回の1秒率は83.3±17.9%であったが、2ヵ月後は92.2±8.7%で、有意な増加がみられ(p<0.01)、3ヵ月後は90.3±7.6%で(p<0.05)、4ヵ月後は91.8±7.0%(p<0.01)、5ヵ月後は93.0±7.2%で(p<0.01)、6ヵ月後は90.8±7.5%で(p<0.05)、7ヵ月後は95.3±5.7%まで有意な増加がみられ(p<0.01)た。7ヵ月間のスイミング実施で1秒率に13.1%の増加がみられた。また、1ヵ月後と比較しても7ヶ月目には1秒率に有意な増加がみられた(p<0.01)。

女性(n=13)では、初回の1秒率は89.3±8.7%であったが、4ヵ月後には96.7±2.9%となり、有意な増加がみられ(p<0.05)、5ヵ月後は98.4±2.2%(p<0.01)、7ヵ月後は98.1±3.2%となり、更に有意な増加がみられた(p<0.01)。7ヶ月間のスイミング実施で1秒率は10.5%の増加がみられた(Fig.2-1-2)。

水泳歴別では、12年未満の群では7ヶ月のスイミング実施で1秒率に有意な増加がみられた(p<0.05) (Table.2-1-1)。これに対して12年以上の群については1秒率に有意な変化はみられなかった。男性については肺活量同様、少数な為、統計学的解析は行えなかった。

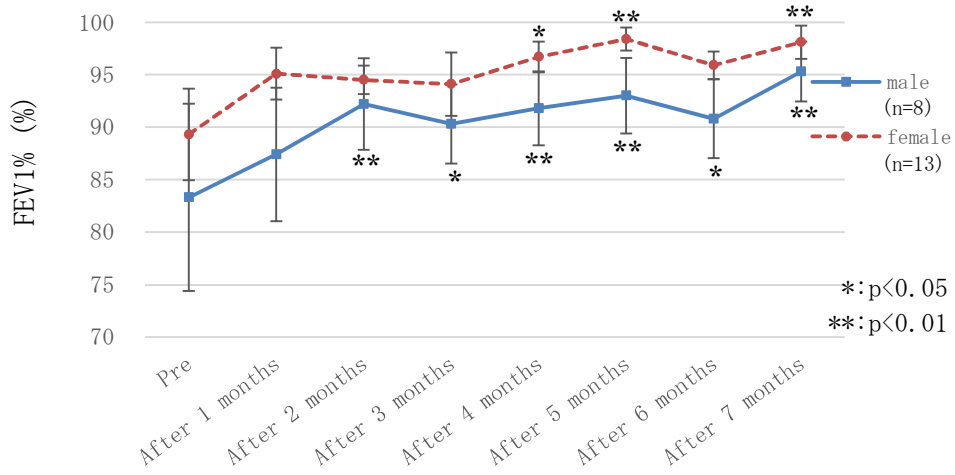


Figure. 2-1-2. Chronological changes of the FEV1% of male and female subjects

* & **: significant difference from pre-7 months exercise value

Table. 2-1-1. Chronological changes of the FEV1% of female subjects

	Pre	month1	month2	Median				month7	$\chi^2(2)$	P	多重比較検定
				month3	month4	month5	month6				
FEV1%	82.0	94.6	93.9	97.8	95.6	97.1	94.5	100.0	16.9*	0.018	N.S

*: P<0.05 (両側検定)

4.考察

本研究の目的は、スイミングを長期に継続し、肺活量、1 秒率を指標として高齢者の呼吸能力の変化を検証することにある。その結果、肺容量を示す肺活量には変化がなく、肺容量の拡大はおこらなかった。しかし、年齢と共に肺容量が低下することを考慮すると、水圧により胸郭が圧迫されながら泳ぐことはその低下を抑制することにつながると考えてよい。

高齢者の肺機能の維持に対しては肺容量の拡大よりも肺機能としての吸気・呼気機能の維持に関する研究が多い。Ritomy¹²⁹⁾らは、社会的生活を営んでいる 60 歳から 65 歳(平均年齢 62.2 歳)の高齢者 59 名を対象に以下の 3 つのグループに分けて IPmax(最大吸気能力)と EPmax(最大呼気能力)を 10 週間の観察を行ってその変化をみている。第 1 グループは、水中での呼吸運動として 19 名を対象に、肩まで浸水して水中運動を行い、その運動時間は 1 回 1 時間、週 3 回行い、第 2 グループは 19 名として、第 1 グループと同じ呼吸運動を陸上で行い、第 3 グループは 21 名として運動を行わない群として観察している。その結果、第 1 グループでは初回より比べて IPmax は $92.37 \pm 36.87\%$ から 10 週間後には $100.00 \pm 34.88\%$ となり 8.3%の増加をみている。EPmax については初回 $95.79 \pm 35.79\%$ から 10 週間後には $100.26 \pm 30.11\%$ となって 4.7%の増加傾向がみられている。水中での呼吸運動は静水圧による抵抗のため吸気能力が顕著に改善され、静水圧による圧負荷が加わって呼気能力は改善されることが少ない。これに対して、スイミングでは呼気時も努力性の呼出力を要求される。陸上運動のグループでも 1 秒率の改善が見られなかったことから、この改善は静水圧に抗して行われる吸気運動と強制排気する呼気運動によるものと考えられる。

一方、會田ら¹³⁰⁾は、女性 41 名(平均年齢 81 ± 7 歳)を対象に 8 ヶ月間の陸上での低負荷集団的運動プログラムとして 1 秒率を測定し、比較対象として運動頻度により次のようなグループに分け観察している。グループ 1(12 名、平均年齢 79 ± 7 歳、1 秒率 $65 \pm 16\%$)は週に 1 回、グループ 2(11 名、平均年齢 78 ± 5 歳、1 秒率 $70 \pm 19\%$)は週に 2 回、グループ 3(6 名、平均年齢 80 ± 4 歳、1 秒率 $78 \pm 17\%$)は運動を行わない群として比較している。初めの 15 分はウォーミングアップとして椅子に座ってストレッチを行い、次に 10 分は椅子に座って自体重負荷による反復体操を行い、次の 10 分は起立して自体重負荷による反復体操を行い、最後の 10 分は椅子に座ってクールダウンとストレッチとしている。この結果、グループ 1 の初回の 1 秒率は $65 \pm 16\%$ であったのに対して、8 ヶ月後には約 83%にな

り、約 27%の増加をみている。これらを合わせて考えると水中運動のみでは吸気能力は亢進するが、呼気能力の亢進はあまりみられていない。本研究ではスイミングを行うことにより呼気能力を表わす 1 秒率が増加している。スイミング時には強制排気を行うために水中運動にみられない呼気能力を増加させる効果があると思われる。

1 秒率は、努力肺活量に対する最初の 1 秒間に吐き出す 1 秒量の割合で、息をいっぱい吸い込んだとき（最大吸気位）から、できるだけ早く息を吐ききる（最大呼気位）までの努力をしたとき（強制呼気時）に、最初の 1 秒間に全肺活量の何%吐けたかを表す量である。標準値としては 70%以上を正常値とされている。1 秒率が低下している場合は閉塞性換気障害（気管支が狭くなっているために起こる呼吸機能障害）が疑われる。閉塞性換気障害には、気管支喘息や慢性閉塞性肺疾患（COPD）などがあり、いずれの疾患でも気管支径が狭くなり、一気に息を吐き出すことができない状態にある。つまり呼気がしにくい状態であることを意味する。スイミングが気管支喘息の児童の体質強化に利用されるのもうなずける結果であると思われる。

水泳歴が 12 年未満の群では 1 秒率が月ごとに有意な増加がみられ、12 年以上ではみられていない。スイミングを始めてからの数年は、素早く空気と呼出する能力が次第に増加していき、水泳歴が 12 年以上になると、1 秒率は高い値で安定するようである。スイミングは継続することにより呼気機能が強化されて維持され、高齢になってもスイミングを継続することによって呼吸機能を維持するといつてよい。

年齢とともに低下する呼吸機能を高く保つためには、運動が不可欠であり、更に、呼気、吸気に制限があるスイミングを行うことで吸気・呼気能力を高めることができると判断された。

5. 結論

本研究では、後期高齢者がスイミングを行うことによって、男性、女性共に 1 秒率が増加し、呼気能力が高まることが明らかとなった。また、長期にスイミングを続ける人では呼気機能が高い状態で維持される。呼気機能が增加することによって、呼吸をスムーズに行うことができ、年齢と共に低下する呼吸機能の低下を予防できると推察される。水の物理的特性である静水圧や呼吸法が陸上運動や水中運動と異なり、この特徴的な違いが呼気機能を高めたといえる。

高齢者は陸上での運動を容易に行うことは難しいが、スイミングは指導者の監視の下に

行えば、転倒による怪我や事故は起こりにくいことから、呼吸機能を高める運動としてスイミングは適している。しかし、この1秒率の変化は全肺活量に対する最初の1秒間の呼出量によるため、スイミングによる呼出量の増加はどのようなメカニズムによるのか、性差についても異なる点があり不明な点がある。運動強度の面からも解決しなければいけない点がある。この課題を次の研究課題として展開する必要があるだろう。

研究 2.

スイミング継続による高齢者の最大呼気流速度の変化

1. 緒言

前項で述べた 1 秒率、即ち 1 秒間の努力肺活量は、呼気能力の 1 つの指標であり、その単位時間当たりの呼気量の増加は高齢者では肺活量の増加ではないことが分かった¹³³⁾。この 1 秒率の増加は呼気能力としての最大呼気速度(PEFR、以下 PEFR)との関連が予測される。また、関連がない場合は他の要因が関与することも明らかにできる。最大呼気速度とは、最大努力で息を吐きだした時の呼気の最大流速のことである。このため PEFR は気道狭窄の状態を客観的な数値として表わすことができるため、慢性的に呼吸機能が阻害される気管支喘息患者の長期的な観測のために使用されている^{131,132)}。

1 秒率は呼吸機能の減少と高齢者にみられる呼気のわずかな変化を検出するためには十分な指標ではないことがあげられる。PEFR は、低肺気量でも気流速度の変化としてとらえることができる敏感な検査である。スイミング中の換気が、高い水圧によってかなり制限されるため、その長期的影響である流速を敏感に反映する PEFR の測定は有用である¹³⁴⁻¹³⁷⁾。この PEFR の改善がみられると、息を速く吐き出す呼出能力が増すことになる。この呼出能力が増すと、呼吸がスムーズに行えることに加え、息を吸う動作に速く移行でき、さらには、咳や痰などの症状にも対応できると考える。

しかし、現在まで高齢者を対象とした PEFR を用いた研究はあまり見当たらない¹³⁸⁾。さらに、高齢者を対象としたスイミングの長期効果についての PEFR に関する研究はされておらず、未だ明確にされていない。今回、これらの調査を行うことで、65 歳以上でも呼気速度の増加または維持が可能かをスイミングの効果として観測を行った。

以上のことから、本研究の目的は、高齢者に対するスイミングの長期的効果について PEFR を指標として調査を行った。また、効果の生理学的要素についても考察した。

2. 研究方法

1)対象者

本研究は、過去に喫煙習慣を持たず、呼吸器疾患や心疾患を持たない 65 歳以上の 21 名の高齢者を対象とした。対象者は男性 8 名(年齢 81.8±4.7 歳、身長 161.1±7.5cm、体重 59.8±8.0kg、水泳歴 12.6±5.1 年継続)、女性は 13 名(年齢 77.5±3.5 歳、身長 149.9±4.2cm、体重 54.5±8.2kg、水泳歴 12.0±4.4 年継続)であり、対象者の調査前の運動頻度は、月に 2.6 ±1.1 回であった。高血圧症の患者 5 名、高脂血症の患者が 2 名みられたが、全員が日常生活に支障が無く、期間中において脱落者はいなかった。

全ての対象者に対して、事前に研究の主旨、内容を説明し研究への参加は自発的な同意を得て本研究を行った。

2)観察期間及びスイミングの頻度、1スイミング時の水泳距離

2004年11月から2005年5月までの7ヵ月間(31週間)にかけて、デイケアスポーツクラブで行った。期間中はこれまでとほぼ同様の生活をしており、新しく運動を追加していなかったことをアンケート調査により確認した。プールは25mで、水温は $31.0\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ で、塩素濃度 $0.42\pm 0.71\text{mg/l}$ 、水深約1mであった。

泳いだ距離は、初回の平均男性 $200.0\pm 50.0\text{m}$ 、女性 $211.5\pm 58.5\text{m}$ であり、7ヵ月後は男性 $265.4\pm 76.9\text{m}$ 、女性 $281.3\pm 55.6\text{m}$ であった。

3)最大呼気速度 (PEFR) の測定

対象者は運動の前に身軽な服装になり、スパイロメータ(福田産業、ST-100)にてPEFRの測定を行った。その方法は、両足を床につけ浅く椅子に座り、背は真っすぐな状態であった。また、鼻からの息漏れを防ぐためのノーズクリップをした上で、最大限に吸気させた状態からマウスピースをくわえ、できる限り最大の速さで一気に息を吐き出させた。

測定に入る前、スパイロメータに慣れるため、数回の練習を行い、その値が安定するのを確認してから調査を開始した。測定は、毎月1回とし、終了までに8回の計測を行った。

4)スイミング中の心拍の測定

高齢者にとってスイミング中の心拍が115拍/分を超えると無酸素運動に近い強度になるため、水泳直後に心拍数を自ら測定させて確認をしてもらった。また、心拍数モニターAccurex (Polare、JAPAN)を使用して、スイミング前(安静時)とスイミング直後に分時心拍数を実測した。

5)スイミングの方法

スイミング開始前に、陸上(30分間)と水中(20分)でストレッチ運動を行わせた。その後クロールと平泳ぎを本人の選択により自由に組み合わせ、自らのペースで約25分間泳いでもらった。

5)統計処理

PEFR は性差と観察期間（7 ヶ月）を要因として 8×2 の二元配置の分散分析法によって解析した。女性については水泳歴（12 年未満と 12 年以上）と観察期間（7 ヶ月）を要因として同じように二元配置の分散分析法によって解析を行った。有意となった要因については Scheffé's post-hoc 検定を用いて多重比較検定を行った。統計学的有意水準は、危険率 5%未満とした。統計処理はエクセル統計 2008（社会情報サービス）及び SPSS2013 を用いて行った。

3. 結果

1)最大呼気速度 (PEFR) の変化

二要因(性×期間)による二元配置の分散分析の結果、性(F(1,19)=11.1, p=0.004, Partial $\eta^2=0.59$)及び観察期間(F(7,133)=2.7, p=0.012, Partial $\eta^2=0.14$,)に主効果がみとめられ、交互作用はみとめられなかった。男性が女性よりも各月で高い値を示した。

男性においては、観察期間中に PEFR は徐々に増加した(p<0.05)。月ごとの変化をみると、初回 6.1±2.6 l/sec から 4 ヶ月後は 7.3±2.2 l/sec、6 ヶ月後には 7.0±2.5 l/sec、7 ヶ月後には 7.3±2.1 l/sec になり有意な増加がみられ、最終的に 21.1%増加した。さらに、1 ヶ月後の 6.2±2.2l/sec に比べて、4 ヶ月後と 7 ヶ月後には有意な増加がみられた。一方、女性の PEFR では有意な増加はみられなかったものの、初回は 4.2±1.3 l/sec で 7 ヶ月後には 4.5±1.1l/sec となり、0.9%の増加傾向がみられた(Fig.2-2-1)。

水泳歴別についてみると、女性では 12 年未満 6 名(77.3±3.6 歳、水泳歴 8.0±2.4 年)と 12 年以上 7 名(77.9±3.9 歳、水泳歴 15.5±1.8 年)の群間の変化をそれぞれ初回と月ごとを比較したところ、両群共に有意な値はみられなかった。一方、男性については 12 年未満が 2 名(9.0±4.1 年)であった為、解析は行わなかった。

2)運動強度の推計

スイミング中の心拍は対象高齢者に対して高強度の運動（60%HRR）となる 115 拍／分を超えない程度の運動強度としてスイミング行わせ、終了直後に心拍数を自ら計測していただいた。観察期間中に心拍数モニターを装着させて心拍数を計測したところ、安静時心拍数は、男性は 72.2±11.7bpm、女性は 70.8±3.1bpm で、スイミング中の平均心拍数は、男性 89.8±8.5bpm、女性 91.7±6.5bpm まで増加した。

この変化からスイミング中の運動強度を下記の Karbonen による予備心拍数 (%HRR) による方法を用いて推計した。

$$(\text{運動時心拍数} - \text{安静時心拍数}) \div (\text{最大心拍数} - \text{安静時心拍数}) \times 100$$

なお、最大心拍数は高齢のため実測ではなく、最大心拍数 = 220 - 年齢により推測した。その結果、対象者の運動強度は 15.0% から 38.1% HRR で、その平均は約 25.3 ± 8.4% HRR であった。

Gender F(1,19)=11.1, P=0.004, Partial $\eta^2=0.59$
 Observation period F(7,133)=2.7, P=0.012, Partial $\eta^2=0.14$

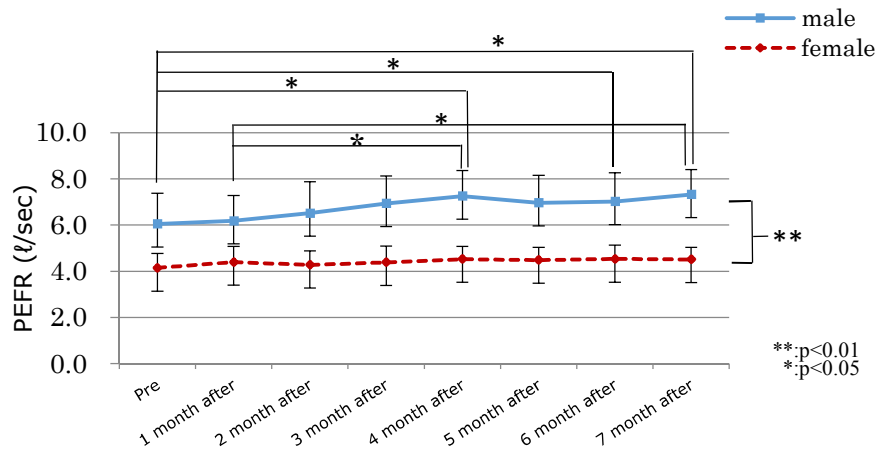


Figure.2–2–1. Chronological changes of the PEFR of male and female subjects

* & **: significant difference from pre-exercise value

4. 考察

前項で述べたように1秒率、即ち1秒間の呼出量は、呼吸能力の1つの指標であり、その単位時間当たりの呼気量の増加は高齢者では肺活量の増加を伴わないことが分かった。そのため、1秒率の増加となった要因について調べる必要がある。

本研究の男性の最大呼気速度 (PEFR) の初回測定値は 6.05 ± 2.64 l/sec であった。この値は、健康に自信のある一般の男性 (70-79 歳、28 名) の値 5.95 ± 1.68 l/sec とほぼ同じである¹³⁹⁾。しかし、PEFR を増加させるにはそれまでの水泳のスイミング頻度では不十分であると思われた。本研究の対象者は、この研究に参加する前の運動頻度として1ヵ月に2.6回で泳いでいたが、これを今回のように1ヵ月4回に増やしたところ7ヵ月後にはPEFRは 7.32 ± 2.14 l/sec まで増加させることができた。同じく本研究の女性の初回値は 4.15 ± 1.27 l/sec であり、岩本¹³⁹⁾の調査によれば一般の女性平均値 (70-79 歳、13 名) 3.28 ± 0.82 l/sec と比較すると本研究の対象者が高く、一般の女性平均値 (60-69 歳、30 名) 4.28 ± 1.28 l/sec と比較すると本研究の対象者とほぼ同等である。

男性では週に1度の低頻度のスイミングであってもPEFRが増加したように、調査前の隔週でのスイミングよりも効果が高い。これに対して男性と同じ頻度の水泳にもかかわらず、女性では大きな増加はみられていない。水泳のPEFRに対する効果に性差があることを示唆している。呼気量は呼気速度に気管支断面積を掛け合わせたものと考えられるので、肺活量に有意な変化がないことから、男性の1秒率の13.1%の増加で、最大呼気速度の増加は21.1%であるので、最大呼気速度を増加させる呼吸力に加えて、気管支径の拡張がその要因として考えられる。女性では、最大呼気速度の増加は0.9%でほぼ変わらないものの1秒率は10.5%増加しているので、主として気管支径の拡張がその増加の要因と考えられ、呼吸が円滑に行われるようになったことを示している。

これらの生理学的要素を考察すると、第1に、陸上運動にはない静水圧と浮力の影響を受けてスイミングを行い、呼出時の短時間の強制的ブレスが肺機能に影響を与えることが考えられる。水平姿勢での運動、静水圧による吸気への負担、短い強制的なブレスによる呼気への負担がスイミング時の肺換気の特徴と考えられる¹⁴⁰⁻¹⁴³⁾。

第2に、水泳による胸郭の運動に関与する肋間筋及び横隔膜を効果的に強化することがあげられる。このことがPEFRを増やすためのメカニズムの一つと考えられる。スイミング中の吸気は顔が水上に出ている短い時間に行われ、陸上運動には見られない呼出力が発揮され、換気量が増加する。このように肋間筋と横隔膜が強化されることが吸気能力、呼

気能力を高めると考えられる¹⁴⁴⁾。さらに井出らは、高齢者が効果的に吸気筋力を向上させるには、非スイミング運動より水中呼吸の練習が効果的と報告しており¹³⁶⁾、その呼吸はリズムカルに行う必要がある。このメカニズムによって男性と女性の間で **PEFR** にみられる違いを説明することができる。

第3に水中での呼気方法は、水泳中に **PEFR** を増加させるための別のメカニズムを考慮することができる。水泳中の呼気は水中で行われるために口内へ侵入する水の圧力に抗して息を吐き出す力が必要になる。これは、陸上よりも強い呼気力が必要とされ、鼻腔または口をすぼめた小領域を通して吐き出すことになる。

以上のように、陸上運動と異なる水の物理的特性とスイミング時の呼吸方法が高齢者の吸気および呼気機能を増加させるといえる。年齢と共に身体が衰え、呼吸がスムーズに行えなくなるが、スイミングによって呼気機能が改善すると、呼吸器疾患である慢性閉塞性肺疾患の予防につながる。今回は、呼吸器疾患患者は対象にしなかったが、呼吸器疾患がある者が呼出力、吸気力が増加すると深呼吸が行いやすくなり、呼吸がスムーズに行えるようになると考えられる。

5. 結論

男性は最大呼気速度(**PEFR**)の初回から女性より上回っていた。高齢男性における **PEFR** は、週に1度のスイミングを行うことによって7ヵ月間にわたり増加し続けたが、初期から高い値を有していた高齢女性においては **PEFR** は7ヶ月の観察期間中には大幅な変化はみられなかった。スイミングによる影響として、男性が呼出力の増大、女性は呼出力の維持が大きく、その変化は呼気機能の発揮の違いに依存していることが分かった。

また、スイミング中の運動強度は心拍変化の推計式からみて平均で **25.3%HRR** に相当していた。

研究 3.

スイミング継続による高齢者の心理的变化

1. 緒言

近年、急速な高齢化が進み、人口に占める高齢者の比率が最も高い国になった¹⁴⁵⁾。これに付随して疾病構造の変化がみられ、医療費の増大から健康寿命の延伸には運動不足の解消が必要とされている。そこで、高齢者の運動不足の解消については有酸素運動が有効とされており、そうした運動の中でスイミングは身体を激しく動かさずとも運動不足を解消するのに役立っている。

また、運動の効果を心理面から明らかにしていくことは、高齢者が運動を継続するために必要なものであり、水中運動後の快感情の変化との関連の検証も必要である。

運動は、21分間の運動が不安を低減させるのに必要であると述べているように、最低でも20分間の運動を主張する研究者が多い¹⁴⁶⁻¹⁴⁸⁾。また、指定された強度より、好みの強度のほうがポジティブな感情になると述べられている¹⁴⁹⁾。高齢者に無理なく実践してもらうためには、上限を決めたとしても、強度・距離を指定しない事が有効と思われる。

現在までに、一過性の陸上運動の心理的効果に関する研究はみられるものの、長期にわたる運動継続者の心理的な効果についてはいまだ明らかにされていない。したがって、運動を継続していくとどのような心理的効果が得られるか、その運動を継続していくにはどのようにしたら良いかを明らかにする必要がある。

そこで、本研究では高齢者の快感情の変化に着目して、スイミング後の心理的効果について調査・研究を行った。

2. 研究方法

1) 対象者

過去にも喫煙習慣および呼吸器疾患、心疾患がない65歳以上の高齢者を対象とした。男性8名(年齢 81.8 ± 4.7 歳、身長 161.1 ± 7.5 cm、体重 59.8 ± 8.0 kg、水泳歴 12.6 ± 5.1 年継続)、女性13名(年齢 77.5 ± 3.5 歳、身長 149.9 ± 4.2 cm、体重 54.5 ± 8.2 kg、水泳歴 12.0 ± 4.4 年継続)の合計21名であった。被験者の中には、高血圧症の患者5名、高脂血症の患者が2名みられたが、全て自らの足でデイケアに通い、日常生活に支障のない人達である。

全ての被験者に対して、事前に研究の主旨、内容を説明し、研究への参加は自発的な同意を得て本実験を行った。

2)観察期間

平成16年11月初旬から平成17年5月下旬までの7ヶ月間にかけて、ダイケアースポーツクラブにて調査を行った。運動頻度は、週1回とした。調査は、月1回行い、初回を含み合計8回の調査を行った。

3)プロトコル

スイミングダイケアースポーツクラブにて対象者は身軽な服装になり、運動前に肺機能の測定を行い、併せて対象者の顔色や体調を観察した。次に、体操場で30分間の準備体操を行い、隣接するプールへ移動した。プールは25m(縦25m×横5.4m)で高齢者同士の接触事故がないように、3つのコースに分けて実施した。プールの水温は $31.0\pm 1.0^{\circ}\text{C}$ で、塩素濃度 $0.42\pm 0.71\text{mg/l}$ 、水深約1mであった。

前半の20分間は水中でのウォーミングアップとしてストレッチやウォーキングを行い、後半の25分間は自由形もしくは平泳ぎを自分のペースで泳いでもらった。対象者はスイミング30分後に感情尺度を記入してもらった。

4)感情尺度について

橋本¹⁵⁰⁾は15分間のジョギングを行った結果、運動後の快感情は運動直後から運動30分後まで継続したと報告している。しかし、長期の運動についての感情尺度は報告されておらず、一過性の運動であり、対象者は大学生であったために、高齢者にもわかりやすく簡単に記入してもらうために表現の変更や項目の削除と追加を行い、以下に示すように全20項目を作成した。

表現の変更については、「頭がすっきりした」から「すっきりした」とし、同様に「はつらつした」から「元気いっぱい」、「気力十分した」から「活気がわいてくる」、「上機嫌な」から「機嫌がよい」、「頭が冴えた」から「目がさえた」と簡便に変更した。

追加の項目については、「考えが前向き」、「気分が集中している」と上記項目群とは異なる面を追加した。

似ている項目については、「浮き浮きした」は「機嫌が良い」、「穏やかな」は「落ち着いた」、「愉快的な」は「うれしい」、「くつろいだ」は「ゆったりした」などと似ているため、変更した。「機嫌がわるい」はもともと得点に入れていないため削除した。その結果感情尺度項目は、1.「リラックスした」、2.「楽しい」、3.「頭がすっきりした」、4.「身体が軽い」、

5.「幸せ」、6.「生き生きしている」、7.「明るい」、8.「元気いっぱい」、9.「落ち着いた」、10.「満足」、11.「爽快」、12.「気が晴れた」、13.「のびのびした」、14.「ゆったりした」、15.「うれしい」、16.「活気がわいてくる」、17.「機嫌がよい」、18.「考えが前向き」、19.「気分が集中している」、20.「目がさえた」とした。

その回答は、1 とても感じる、2 少し感じる、3 特に変化なし、4 あまり感じない、5 まったく感じない、の5段階得点とした。

5)統計処理

感情尺度による心理的効果は χ^2 -test、また得点の差については t-test を用いた。

加えて性別、年齢、水泳歴、BMI を目的変数、感情尺度を説明変数として判別分析をおこなった。また、各群の7ヵ月後の回答について因子分析を行い、因子の抽出と因子の累積寄与率を求めた。

なお、全ての統計処理は Excel 統計 2008（社会情報サービス）を使用し、有意水準は5%未満とした。

3.結果

1)スイミング後の心理的効果

心理的効果の男女差は、いずれの期間においても差がみられなかったことから性別を分けることなく合計して分析した。

スイミング後の初回と7ヵ月後を比較したところ20項目中、12項目に有意な差がみられた。その結果、初回は「少し」と回答していたが7ヵ月後に「とてもそう」と回答した項目は「楽しい」「満足」「爽快」「気が晴れた」が70%を超えた。「リラックスした」「伸び伸び」「嬉しい」は60%以上、「頭がすっきりした」「身体が軽い」「生き生き」は50%以上であった。この結果よりスイミング後は気分の高揚がみられることが明らかになった。初回に「明るい」の項目に「とてもそう」と回答したのは10%程度であったが、7ヵ月後には「とてもそう」と回答したのは50%以上に増加した。初回に「元気」の項目に「少し」と回答したのは50%程度であったが、7ヵ月後には「とてもそう」と回答したのは35%以上に増加した。初回に「元気いっぱい」の項目に「少し」と回答したのは60%以上であったが、7ヵ月後には「とてもそう」と回答したのは45%以上に増加した。

一方その他の項目、「幸せ」「落ち着いた」「ゆったりした」「活気がわいてくる」「機嫌

がよい」「考えが前向き」「気分が集中している」「目がさえた」については特に大きな変化がみられなかった (Fig. 2-3-1.)。

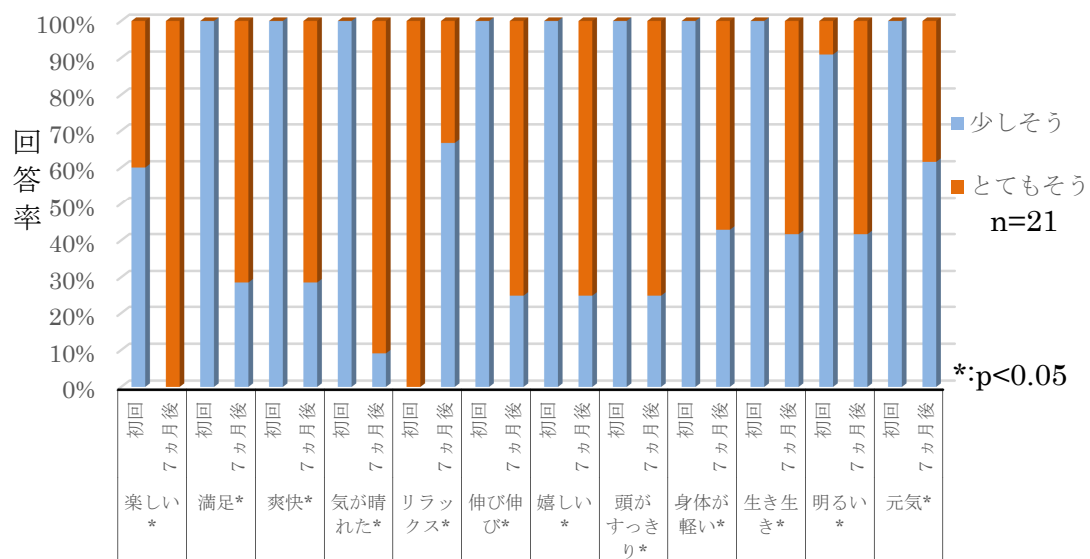


Fig. 2-3-1. スイミング後の初回と7ヶ月後の心理的变化

2)心理的効果に関する因子分析

スイミング後の因子分析を行ったところ、第1因子の最大固有値は14.259を示し、寄与率はこの因子のみで75.05%を示した。この第1因子の内容から判断すると、スイミングによって、「気が晴れた」「リラックスした」「爽快」「うれしくて機嫌が良い」「明るくて生き生きしている」という心理状態がみられた。スイミング後は、上記のように1つの因子に集中していた。第2因子の固有値は1.121で小さく、寄与率も5.090%であった。したがって、他の因子はほとんど考える必要がないことが言えた(Table. 2-3-1)。

Table. 2-3-1. 運動開始7ヶ月後の快感情の因子分析結果

		(n=21)	
番号	因子負荷量	第1因子	第2因子
12	気が晴れた	0.960	-0.161
1	リラックスした感じがする	0.938	-0.182
11	爽快	0.928	0.071
15	うれしい	0.920	-0.180
17	機嫌がよい	0.905	0.190
7	明るい	0.905	0.051
6	生き生きしている	0.900	0.015
5	幸せ	0.896	-0.167
14	ゆったりした	0.890	-0.058
10	満足	0.889	-0.176
16	活気がわいてくる	0.889	-0.125
2	楽しい	0.883	-0.217
20	目がさえた	0.865	0.376
13	のびのびした	0.847	-0.310
18	考えが前向き	0.836	0.292
9	落ち着いた	0.817	0.130
19	気分が集中している	0.776	0.459
3	頭がスッキリした	0.767	0.345
8	元気いっぱい	0.785	0.223
4	体が軽い	0.756	-0.383
	固有値	14.259	1.121
	寄与率	75.05%	5.90%
	累積寄与率	75.05%	80.95%

3) スイミング群の心理的効果による判別分析

性別、年齢、水泳歴、BMI を目的変数とし、スイミング実施 7 か月後の心理状態を示す感情尺度を説明変数として判別分析を行った。

性差による有意な判別はできなかったが、男性(8名)では「目がさえた」という傾向があり、女性(13名)では「気分が集中している」「ゆったりした」という傾向がみられた。

前期高齢者(4人)と後期高齢者(17人)を比較したところ、有意な判別はできなかったが、前期高齢者では「気が晴れた」「満足」という傾向がみられ、後期高齢者では「爽快」「嬉しい」という傾向がみられた。

水泳歴 10 年以下群(6人)と 10 年超(15人)で比較したところ、有意な判別はできなかったが、10 年以下では「嬉しい」「爽快」という傾向で、10 年超群では「気が晴れた」という傾向がみられた。

BMI により非肥満(16名、25未満)と肥満(5人、25以上)に分けて判別分析を行ったところ、有意な判別が可能で($p < 0.01$)、非肥満群では「気が晴れた」「考えが前向き」「目がさえた」という効果が強く、肥満群では「爽快」「機嫌がよい」「気分が集中している」という効果がみられている(Table.2-3-2)。

Table. 2-3-2. 感情尺度による性別、年齢、水泳歴、BMI の判別分析

性別		年齢		水泳歴		BMI	
変数名	判別係数	変数名	判別係数	変数名	判別係数	変数名	判別係数
目がさえた	-7.32	気が晴れた	-19.02	うれしい	-13.97	気が晴れた	-31.02
うれしい	-3.77	満足	-18.71	爽快	-13.76	考えが前向き	-30.23
元気いっぱい	-2.77	リラックスした感じがする	-8.56	体が軽い	-6.30	目がさえた	-29.77
のびのびした	2.41	考えが前向き	-2.67	リラックスした感じがする	-4.52	うれしい	-6.19
ゆったりした	6.79	頭がスッキリした	-2.66	目がさえた	-3.68	活気がわいてくる	16.63
気分が集中している	8.40	機嫌がよい	5.01	生き生きしている	2.29	気分が集中している	29.11
		うれしい	13.39	機嫌がよい	4.18	機嫌がよい	29.86
		爽快	35.07	活気がわいてくる	5.94	爽快	40.82
				のびのびした	6.16		
				気が晴れた	14.95		
定数項	-5.98	定数項	-3.24	定数項	15.01	定数項	-31.28
統計値		統計値		統計値		統計値	
P 値	0.055	P 値	0.492	P 値	0.124	P 値	0.002
マハラビスの平方距離	6.694	マハラビスの平方距離	5.083	マハラビスの平方距離	11.801	マハラビスの平方距離	26.279
目的変数		目的変数		目的変数		目的変数	
男 (8名)	1	前期高齢者 (4名)	1	10年以下 (6名)	1	25未満 (16名)	1
女 (13名)	2	後期高齢者 (17名)	2	10年超 (15名)	2	25以上 (5名)	2

4.考察

荒井ら¹⁵¹⁾の報告によると、一過性の運動場面において、STAI(自己評定質問紙)やPOMS(感情プロフィール検査)を使用することは、①測定内容が否定的感情に偏重している、②不安測定において妥当性が欠如する可能性がある、③項目数が多くなることを問題点として考慮する必要があると報告している。また、Shimura¹⁵²⁾らは、長期間の運動後の心理的効果として、不安を有していながら、体力の劣る人においても、また、低強度の運動においてもその効果が認められると報告している。一過性の運動では、不安感が増大し、また安定性が欠けると言われているが、本研究でも初回のスイミング後は好ましい結果は少なかったが、7ヶ月にわたる運動の結果では、「楽しい」「満足」「爽快」「気が晴れた」などの気分の高揚がみられ、不安感の訴えはみられなくなった。このことから、スイミングは陸上とは異なり、水中では水圧がかかり、その水から上がることで水圧からの解放感が得られる。同様に水の浮力は、日常空間からの離脱により開放感が得られたという結果につながったと考えられる。さらに、長期間にわたり同一グループでスイミングを行うことは参加者と一緒に楽しく身体を動かせることや安全面も考慮して高齢者には指導者の下、団体での運動を勧められる。

次に、感情尺度による性別、年齢、水泳歴、BMIの判別分析の結果、BMIのみに有意な判別結果が得られ、BMIが25%未満の非肥満群では、「気が晴れて考えが前向き、目がさえた」のような気分の変化が強くみられた。朴ら¹⁵³⁾は体脂肪率が低いほど水中での体温低下が著しいことを報告し、また、西村ら¹⁵⁴⁾は体脂肪率の大きい者ほど体温の低下が少ないと報告している。本研究時の水温は31℃であり、日本人の不感温度領域は34℃から36℃であることから水中に入った時は少々冷たく感じるが、これから運動をする者にとっては30℃前後が良いとされている。一方、競技用プールの水温は25℃である。また、水の物理的特性として熱の伝導率は陸上と比較して約25倍の速さで熱が奪われる。したがって、体脂肪率が少ないことで水温による影響が大きいと考えられる。一方、BMIが25%以上の肥満群では、「爽快で機嫌がよい、気分が集中している」という気分の変化がみられ、身体への負荷として水圧が多くかかり、動きに対する抵抗が強いことやスイミング後の解放感が大きいことなどが影響していると考えた。したがって、スイミングのように水の浮力を利用して運動することが高齢者の肥満群にとってより安全に行えると考えられる。また、有意な判別がみられなかった項目については、高齢者によるスイミング後の心理的効果には性別や年齢差、さらには水泳歴には特に差がみられず、身体的特性のみ影響がみ

られることがわかった。

次に、スイミングでの適用を考える上では、歩行の困難な人、腰や下肢の障害を持つ人では水の浮力による腰や下肢への負担を軽減できるなど対象者の状態に合わせて、負荷する運動種目を優先させる必要がある。本研究の結果のように、高齢者であってもスイミングは継続可能な運動であり、ランニングやエアロバイクのような強度でなくても、心理的な達成感、またグループで行うことで連帯感を得る運動としてもスイミングは心理的効果がみられた。さらに、高齢者は特に運動を継続する必要があるがスイミングは運動後に高揚感が得られることが、継続できる要因の1つであると考えられる。

以上のことから、健康的な運動の実施前には、その目的やどのような心理的効果をねらうかによって適用を考え、特に、高齢者にとって効果的な運動で無理なく継続することができるようにする必要がある。

5. 結論

本研究では65歳以上の高齢者を対象に、スイミングを7ヵ月間にわたって実施し、その心理的な変化を調査した結果、70%以上が「楽しい」「満足」「爽快」「気が晴れた」と答えており、「気が晴れて爽快」という満足な気持ちが第一因子で、しかもこの因子のみで75%を説明できることが因子分析により明らかとなった。また、水の浮力を利用したスイミングは、主に日常生活の離脱によりこのような心理的効果を得られることが明らかとなった。

第 3 章 全体の考察

1. 呼気機能への効果

本研究の序論にあった問題点として、運動による自立の維持、それには、呼気機能の維持が必要であり、さらに、陸上で運動が困難な者への運動処方確立し、その効果をスイミングで呼気機能を高めることができるのかであった。さらに、呼気機能測定機であるスパイロメータの使い方は、対象者への説明会の際、実際に練習を行い、その値が平均値と同等であることを確認してから測定を行い、対象者から息を吐きにくいという意見はなかった。

本研究は、スイミングを続けることで高齢者の呼気機能に与える影響を調査したところ、男女ともに呼気機能の改善がみられた。1秒率については、男女ともに増加したが、男性の増加率は13.1%、女性は10.5%であり、女性と比較して男性が大きく増加した。初回の値において男性は $83.3 \pm 16.5\%$ であり、女性は $89.3 \pm 7.9\%$ と男性が女性より低い値であることであった。したがって、その後、7ヶ月間のスイミングを行うことで、男性は女性より大きく増加率を伸ばすことができ、それに伴い、PEFRでも男性が有意な増加がみられた。一方、女性のPEFRは増加傾向にあったが1秒率ほどの増加はみられなかった。本研究の女性はもともと呼気機能の能力が高い対象者であったといえる。さらに、水泳歴12年未満の高齢女性において、1秒率が次第に増加することがわかった。

1秒率の増加が両性で見られ、PEFRの増加は男性のみであったことから、男性では1秒率の増加はPEFRの増加よりも大きく、その増加は瞬間的な呼気力に加え、気管支径が増したことを示し、女性では呼気速度が同じでも1秒率が増加していることから、気管支径の拡張により呼気が円滑に行われるようになったことを示している。

1秒率は気管支の閉塞状態を示すよい指標であり、その低下は息を吐きにくい状態を表すが、本研究では、高齢の男性および女性ともに1秒率は改善し、かつ高い値を維持している。また、PEFRでは、勢いよく息を吐き出すよい指標であり、呼気力を示している。高齢男性においても速く吐き出す呼気能力はスイミングによって改善し、維持することが示唆された。

2. 泳法と呼吸のタイミング

スイミングでの呼吸のタイミングについて、水中に顔をつけている最中は鼻から“細い空間の筒に空気を通すイメージ”で行い、その量は少しずつ息を出し、一気に吐かないようにする。初心者が多いのが、この呼吸方法に苦しみスイミングに通わなくなることや、

いつまでも泳げないことがある。したがって、ゆっくり息を吐き出し、苦しくなる前に吸うことがリズムカルな呼吸方法である。その際、口から息を吸うが、その口の大きさは大きすぎると口から水が入り込みやすい為、必要最低限の大きさが十分である。また、種目によって呼吸をするタイミングが異なり、クロールは手を右、左の2回掻いて1回呼吸、もしくは4回掻いて1回呼吸を勧める。それは、クロールの場合、左右に呼吸をすると身体のバランスがとりにくい為、初心者には同じ方向で呼吸を行うことを勧める。平泳ぎは毎回の呼吸を行い、バタフライは2回掻いて1回呼吸でも、毎回呼吸してもルールには定められていない。背泳ぎは、いつでも呼吸ができるので、自身のタイミングで呼吸をする方が良い。さらに、泳げない者への指導としては、指導者の下で泳力を身につける必要がある。最初に、呼吸の方法から教わり、その後、ポビング(その場でしゃがみながら鼻から息を出す)ができれば、身体に力が入らないようにする為、浮かぶことでリラックスさせる。さらに、バタ足キックを行ってからクロールにつなげると良い。同じように他の4種目も教わりながらまずは25mの完泳を目指す必要がある。

次に、世界トップの水泳選手による呼吸方法について、男性のクロール短距離50m(バサロキック10m潜水)の場合、約35回のストローク(掻き)、呼吸は2回程度であり、タイムは約21秒でゴールタッチをする。短距離の選手は、脚力や腕力を全力で力強く行うため、1ストロークで約1m進んでいることになり、呼吸のタイミングは25mを過ぎてから2回行うのが一般的だ。これは、呼吸を行うと身体のバランスが崩れるなどタイムロスが発生することからノーブレスで泳ぐ選手が多い。一方、長距離400m(バサロキック10m潜水)の場合、最初の50mでは約27回のストローク、呼吸は2回掻いてから1回呼吸し合計13回程度であり、タイムは約25秒である。長距離の選手は、後半にも力を発揮することから前半は余力を残して泳ぐ。その為、スタート後から身体に酸素を取り入れながら乳酸を溜めず泳ぐ有酸素運動である。したがって、長距離のように疲労を溜めずに泳ぐには、高齢者でも同じことがいえる。

健康成人男性18名(20.4±1.7歳)を対象に、陸上でのトレッドミル歩行を行った報告によると、安静時の酸素摂取量は体重あたり5.2±0.6 ml/min/kgであったのが、歩行中は酸素摂取量が15.6ml/min/kgになり、約3倍摂取量が上昇する運動量になることがわかっている¹⁵⁵⁾。また、大学水泳部の男性6名(19.3±1.1歳)を対象に、回流水槽で平泳ぎを行った報告によると、酸素摂取量は53.9±2.4 ml/min/kgであり、安静時より約10倍の運動量になることを明らかにしている¹⁵⁶⁾。しかし、高齢者スイミングにおいては、心拍数を

上げずに競うことなく自分のペースで泳ぎ、息切れや苦しい強度まで上げることなく実践する必要がある。

3. スイミングの運動処方

運動処方として健康維持・増進を目的とした運動を実施する際、その内容が適切でなければ運動の効果は期待できない。つまり、運動時間をやみくもに長く行うのが良いのか、健康のために毎日運動をする必要があるのか明らかにする必要がある。そこで、目的に合わせた運動の方法で健康状態や体力レベルに応じて選択しなければならないことから、その運動処方を以下に示すと

1 つ目に運動の種類としては、

- ①持久力(有酸素運動)トレーニング
- ②筋力トレーニング
- ③柔軟トレーニング

などがあり、スイミングは1の持久力トレーニングになる。持久力(有酸素運動)トレーニングの生理学的要素は、呼吸数、肺活量、換気機能、心拍出量、毛細血管などがあり、持久力が増大するとこれらの要素が向上することを意味する^{157,158)}。水泳は4種目の中で、唯一背泳ぎのみ仰向け姿勢で泳ぎ、顔が常に水面上に出ているためいつでも呼吸ができる。

一方、平泳ぎとバタフライの呼吸動作はほぼ同じであり、毎回身体が水面に出た時に呼吸を行う。さらに、クロールは身体のローリング動作に合わせて行い、左右どちらも呼吸することができる。そして、呼吸数は個々のレベルや目的に応じて変更できることから、クロールが一般的に多く泳がれている。したがって、呼吸機能の改善や長くゆったり泳げる種目として持久力(有酸素運動)トレーニングの1つにスイミングがある。

2 つ目に運動頻度について、文部科学省スポーツ基本計画においては、「政策目標(抜粋): 成人の週1回以上のスポーツ実施率が3人に2人(65%程度)、週3回以上のスポーツ実施率が3人に1人(30%程度)となることを目標とする」と掲げている¹⁵⁹⁾。本研究の対象者の平均年齢は、男性 81.8±4.7 歳、女性 77.5±3.5 歳であり、1週間に1回のスイミング頻度であるのに呼吸機能の改善がみられた。會田¹³⁰⁾らは女性のみを対象とし、呼吸機能の改善を目的として、1週間に1回群(n=12、79±7 歳)と1週間に2回群(n=11、78±5 歳)に対して椅子を使った陸上運動を行ったところ、週1回群の1秒率が65±16%から8ヵ月後(約83%)に約27%の改善がみられたと報告している。また、糸谷らは¹⁶⁰⁾、男

性 2 名、女性 15 名、平均年齢 76±10 歳を対象に、週 2 回の陸上運動として上肢、体幹および股関節のストレッチからなる柔軟体操と膝屈曲および伸展筋・股関節屈曲筋・外転筋の筋力強化を行ったところ、1 秒量が有意な増加がみられたが、肺活量と 1 秒率には変化がみられなかったと報告している。

このように、呼気機能の増加を目的と考える運動頻度としては 1 週間に 1 回で陸上運動、スイミングでも効果がみられることがわかる。

3 つ目に運動強度では、生理学的な観点から運動強度を表す代表的な指標として酸素摂取量がある。これは、運動時の心拍数から算出した酸素摂取量との相関関係もみとめられている¹⁶¹⁾。ACSM のガイドラインでは、成人が健康を維持するために必要な運動強度は少なくとも 40%VO₂max 以上としているが^{162,163)}、高齢者の有酸素運動のトレーニング強度について、アメリカスポーツ医学会では、「高齢者に対する運動強度は低レベルから開始し、個人の耐久性や好みに応じて強度を上げていくのがよい。プログラムの開始時には、酸素摂取予備能や心拍予備能の 40%VO₂max 以下の強度もまれではない」との報告がされている¹⁶¹⁾。このように、高齢者には低強度から導入し、上限は 40%VO₂max までと考えることが望ましいことがわかる。水の中で運動をする種目として、水中ウォーキング、水中エクササイズ、スイミングと 3 種類の運動が可能である。それぞれの強度は異なり、水中ウォーキングは 78~101bpm、水中エクササイズは 94~111bpm、スイミングは 103~150bpm であり、運動強度としてスイミングが最も高い運動とされている¹⁶⁴⁾。水中エクササイズで呼吸機能の変化をみた Ritomy¹²⁹⁾らは、60 歳から 65 歳(平均年齢 62.2 歳)の高齢者 59 名を対象に 3 つのグループに分けて IPmax(最大吸気能力)と EPmax(最大呼気能力)を初回と 10 週間後に測定している。第 1 グループは、水中での呼吸運動として 19 名を対象に、肩まで浸水して水中運動(両手を水平に広げたり、肘を曲げたり伸ばしたり、胴体を横に屈曲させたりなど)を行い、その運動時間は 1 回 1 時間、週 3 回行った。第 2 グループは陸上で同じ運動を行い、第 3 グループはコントロール群として運動は行わなかったところ、第 1 グループの水中運動群のみ吸気筋力が増加したと報告し、呼気筋力の変化はみられなかったと報告している。このことから、呼気機能を増加させる目的であれば水中エクササイズは難しいのではないかと考える。

本研究の運動強度は、平均では 25.3%HRR であり、低強度のスイミングでも呼気機能の増加がみられたと報告した。一方、スイミング中の心拍数は陸上で運動を行った時の心拍数より 10 拍/分少ないとの報告がある¹⁶⁵⁾。これは、水の物理的特性に関連した交感神

経の抑制などが考えられる。したがって、陸上運動とスイミングの運動強度は同一と考えることは推奨しない。

これらのように、呼気機能の改善もしくは増加を目的と考えるスイミングの運動強度は、25.3%HRR のように“低強度”でも効果がみられることがわかる。

4 つ目に運動期間について、多くは自身の体力低下予防として運動を継続的に実施している。本研究の対象者の継続期間は、男性 12.6±5.1 年、女性 12.0±4.4 年と既に 12 年程のスイミング歴がある中、初回の 1 秒率と PEFr を一般の高齢者と比較すると既に上回っており、月ごとにみても次第に増加していることから、長期的に運動を継続するのが呼気機能の増加につながる事がわかる。しかし、本研究は頻度を増やして 7 ヶ月間の期間を調査したところ、更に、呼吸機能の改善がみられた。會田¹³⁰⁾らは女性 12 名(79±7 歳)を対象とし、週 1 回、8 ヶ月間にわたり陸上低負荷集団的運動プログラムを行ったところ、1 秒率が増加したと報告している。また、糸谷らは¹⁶⁰⁾、男性 2 名、女性 15 名、平均年齢 76±10 歳を対象に、週 2 回、3 ヶ月間の陸上運動として上肢、体幹および股関節のストレッチからなる柔軟体操と膝屈曲および伸展筋・股関節屈曲筋・外転筋の筋力強化を行ったところ、1 秒量が増加したと報告している。一方、運動の継続率では運動のプログラムを開始した高齢者の半数近くが 6 ヶ月経った頃には継続することができなくなることが報告されている¹⁶⁶⁾。それは、高齢者に対する持久性トレーニングやレジスタンストレーニング、活発に身体活動を行うことの有効性はすでに多くの先行研究によって検証されているが¹⁶⁷⁻¹⁷⁴⁾、これらの研究で用いられている運動強度は、高強度の負荷がほとんどであることに一因する(60%~80% HR reserve)。これに対し、低強度もしくは中程度の強度による身体活動のトレーニングは継続しやすく¹⁷⁵⁾、それを長期間継続している高齢者の生活自立度は非常に高いことが報告されている¹⁷⁶⁾。また、アメリカスポーツ医学会では、「より高強度の有酸素運動をより長期間行うことにより、健康や体力に対する効果をより得ることができるが、心血管系や筋肉・骨格系のリスクが増し、運動療法を継続するコンプライアンス(実行への参加状況)が低下する」という報告¹⁶¹⁾があることから、低強度の運動強度でスイミングを長期間行うことが必要で、さらに、呼気機能を増加させるためには、スイミングでは 7 ヶ月間あれば十分なことがわかる。

5 つ目に運動時間について、アメリカスポーツ医学会では、高齢者の有酸素運動のトレーニングの時間について、「運動効果を得るためには、激しい運動や長く運動を続ける必要はない。1 日 30 分の中等度の身体活動を行うことにより、健康に対する効果が得られる」

との報告がある¹⁶¹⁾。會田¹³⁰⁾らは、椅子を使用した陸上運動プログラム時間は30分であり、運動後には1秒率の増加がみられたと報告している。本研究のスイミング時間は25分間であり、距離は指定せずに対象者の健康状態に応じて自由に泳いでもらっている。

呼吸機能の増加を目的とするならば、水の物理的特性の影響から水中運動ではあまり効果がみられず、泳がないと効果がないと先ずに記載したが、高齢者が泳げる時間として、やはり30分が妥当ではないかと考えられる。しかし、會田らと本研究の運動時間には、ウォーミングアップの時間は除いており、高齢者は健康状態や指導者の指示に応じて必要な準備運動を行なわなければならない。

このように、65歳以上の高齢者を対象として呼吸機能増加を目的としたスイミングを行う場合には運動頻度として1週間に1回の低頻度でもその効果がみられている。また、運動強度としては**25.3%HRR**の低強度であり、高齢者にとって負担をかけずに効果がみられる。運動時間については、ウォーミングアップが20分、スイミングを25分行うことによって、呼吸機能の改善がみられている。このように低頻度、低強度で短いスイミング時間で呼吸機能を維持することが可能になると判断され、現場的な応用につなげていくことができると思われた。

第 4 章 全体のまとめ

1. 研究の展開

戦後、我が国では 65 歳以上の高齢人口が増加し、現在では世界でも類を見ない超高齢社会となり、豊かな社会を現出してきた。更に人口に占める高齢者の割合は高くなるといわれているが、雇用の状況を見ると 8 割を超える人たちが 60 歳から 65 歳で定年を迎え、一部の人たちを除き、長い第二の人生を送ることになる。職業生活を行っていた年代から、生活習慣、特に運動習慣を持たないまま定年後の生活を送ることになり、これまでの生活状況との変化は大きく、身体機能の衰えによる諸問題を抱える元になっている。このような問題に対処する国民的な施策が必要とされている。

こうした社会状況に対して、1978 年に第一次国民健康づくり対策、1988 年に第二次国民健康づくり対策（アクティブ 80 ヘルスプラン）が行われ、次いで第三次国民健康づくり対策（21 世紀における国民健康づくり運動）として、2000 年に健康日本 21 が策定され、第一次予防を重視した、栄養・食生活、身体活動・運動、休養・心の健康、嗜好品、歯科保健、糖尿病・循環器病・がんなどの生活習慣病などへの取り組みを骨子とした健康寿命延伸の国民的な運動を展開することになった。平均寿命は現在男女ともに 80 歳を超える状況にあるが、健康寿命、即ち自立した日常生活を営むことのできる健康寿命は 72 歳程度であり、介護や医療の支援を受けて最終的には寝たきりの状態に至る状況が長いことが示されている。こうした施策の展開と期を同じくして、2000 年から 2003 年にかけて生活習慣病の一つとされる慢性閉塞性呼吸器疾患の大規模調査が行われ、日本には約 530 万人の患者が存在することが示された。喫煙や空気の汚染に加え、運動習慣の拙劣さがその原因として大きいとされている。健康日本 21 は 2013 年で完了し、この年から健康日本 21（第 2 次）が新たに展開されることになった。第 2 次の健康日本 21 は高齢者の健康寿命を延伸する方策として医療ではなく疾病予防、特に未病の状態から健康生活を営む方策を掲げ、栄養・食事への配慮と噛む力の保持、心身を蝕む嗜好品の自己管理、日常生活の行動力を維持する運動に力を入れて、ひいては高齢者に多い高血圧症、高血糖症、高脂血症、慢性閉塞性呼吸器疾患、免疫低下、虚血性心疾患などに対する医療費の削減を視野に入れている。

こうした対策としての一つとして運動習慣の確立があげられ、ウォーキングが推奨されている。手短でどこでも誰でも容易にできることがそのメリットとして挙げられ、一日 10000 歩以上が推奨されている。また、その他の運動として水中運動、スイミング、自転車エルゴメーターも項目として挙げられている。

一方で呼吸機能の評価としては湿式の肺活量計が利用されて肺容量の測定が行われていたが、呼気機能の弱い高齢者の測定には不向きであった。また、スモッグで有名となったロンドンなどの都市の煙を核とした霧による呼吸器疾患および呼吸機能低下が先進諸国の問題となり、閉塞性呼吸機能の測定方法の開発が必要とされ、乾式の肺活量計が開発され、呼吸曲線が直接に描けるようになった。この呼吸曲線の描記は閉塞性の呼吸器障害の判断に用いることができ、最初の1秒間に吐き出す最大量を1秒量として、肺活量に対する比率、即ち1秒率が呼気機能を表すことができるようになり、気管支の閉塞状態の指標として重要視されるにいたった。計測器のIC化に伴い、英国を中心としてスパイロメータとして肺活量、1秒量を、データとして取り込むことが出来るようになると共に、生体計測データを入力することにより、呼吸機能の予測値、測定値、その比率までもデータ化が可能となっている。最近では英国から始まった呼気機能の評価値として最大呼気速度の測定が可能となり、喘息を含む閉塞性呼気障害患者の中でも重篤な患者の医療管理に特化したピークフロー測定器が用いられるようになっている。

高齢者の生活の質 QOL を考えるにあたっては心機能、呼吸器機能、運動機能、神経機能の維持は大きな意義を持ち、その中でも呼吸機能は高齢者が日常生活を元気にを行い、行動する上で重要な位置を占める。

こうした社会の要望に応えるにあたってスイミングはどのような意義を持ち、効果を有するのか。筆者は高齢者が行う運動習慣としてウォーキングとの比較を行ってきたが、その中で呼気機能を高めるにはウォーキングでは運動強度を高くする、即ち歩行速度を上げる必要があることが明らかになった。心理的な面からは開放的な気持ちを醸成することはできるが、爽快感が得にくい。また、腰、膝などの運動器に障害を有する人では摘要できないことが挙げられた。ウォーキングの効果を否定するものではなく、またその手軽さ、他の人たちとの交流、愛玩動物との触れ合いなどウォーキングには数知れない特徴や得難い効果がある。これに対してスイミングでは低い運動強度でありながら、長期にわたって実施していくと4ヵ月後からは血圧の改善、呼気機能の改善がみられ、スイミング後の爽快感はウォーキングでは得られない心理的効果がみられた。特に血圧では全身へ送血する収縮期血圧の改善がみられ、遅れて心臓を栄養する冠動脈への送血圧である拡張期血圧の改善がみられた。呼吸機能としては肺活量の増加よりも呼気機能を表す1秒率の増加がみられた。また、下肢の運動器に障害を有する人でも実施することが可能であり、上肢だけのスイミングも可能である。しかし、実施するにあたっては必ず指導者の存在下で行う

事や、事前の健康チェック、十分な準備体操、スイミング中の監視が必要で、強度の高いスイミングや時間を競うスイミングにならないような配慮、事後の整理運動、健康チェックなどが欠かせないことを忘れてはいけない。呼吸器や心・循環器に疾病を有する人では摘要が困難である場合があることにも配慮を要する。

では、スイミングの効果は高齢者でも得られるのか。得られる場合はどのような呼吸機能が改善されるのか、それを可能とする水の持つ物理的特徴との関連は何か、などを命題として今回の研究を行った。また、「健康日本 21」において、高齢者の運動指標として必要な歩数は示されているが、陸上で運動が困難な者へとしてスイミングの運動頻度が示されていないことから、これらについても示す必要があった。

したがって、本研究では、スイミングが高齢者の呼吸機能への影響を7ヶ月間継続して研究を行った。その結果、スイミングは呼吸機能において増加することがわかり、可能性が指摘された。第4章では、各研究課題によって得られた成果を相互に検討し、1秒率、最大呼気速度(PEFR)の影響、心理的効果についてそれぞれ総括し、運動処方について解説した。

2. 本研究で得られた高齢者の呼吸機能について

1) スイミングによる高齢者の1秒率と肺活量の変化について

今までの研究では、水のもつ静水圧や浮力、抵抗、水温などの物理的特性の影響を受け、陸上と異なる生理学的反応を示すことが知られ、その効果は血液循環の改善、筋力・筋持久力の向上などの効果があると報告されている。特に水圧の影響による腹式呼吸が主体となり、閉塞性肺疾患の改善に有効とされている。さらに、呼吸筋力の低下は呼吸困難や運動制限を引き起こし、呼吸不全を悪化させることが知らされている。そこで、スイミングは陸上運動と異なり、水の物理的特性において呼吸制限があることから、呼吸機能の強化ができるのではないかと考えた。

その結果、1秒率は男女ともに一般の平均値と比較して初回の平均値が既に上回っていた。これは、水中では呼吸制限がされる中、泳ぐことで1秒率を増加させることができた。さらに、本研究で得られた特徴は、今までの運動頻度は月2回程度であったところを月4回に増やし、運動期間を7ヵ月間にして測定を行ったところ、初回と比較して7ヵ月後には、男性が13.1%、女性が10.5%の増加がみられたことである。月ごとの変化では、男性は初回と比較して、2ヵ月後、3ヵ月後、4ヵ月後、5ヵ月後、6ヵ月後、7ヵ月後と次第

に増加し、また、1 ヶ月後と比較して 7 ヶ月後にも増加がみられた。女性においては、初回と比較して、4 ヶ月後、5 ヶ月後、7 ヶ月後と次第に増加した。一方、肺活量そのものには影響はなかった。

1 秒率は、努力肺活量に対する 1 秒量の割合、つまり、息をいっぱい吸い込んだとき（最大吸気位）から、できるだけ早く息を吐ききる（最大呼気位）努力をしたとき（強制呼気時）に、最初の 1 秒間に何%吐けたかを表す量であり、これは、高齢期になると呼吸がスムーズに行えない者にとって、また、呼気機能の低下予防としてもスイミングは高齢者でも呼気機能の増加が得られることがわかった。

2) スイミングによる高齢者の最大呼気速度(PEFR)の変化について

最大呼気速度(PEFR)とは、最大努力で息を吐きだした時の呼気の最大速度のことである。前項で述べた 1 秒率、即ち 1 秒間の努力肺活量は、呼気能力の 1 つの指標であり、その単位時間当たりの呼気量の増加は高齢者では肺活量の増加ではないことが分かった。そのため、1 秒率の増加は呼気能力としての最大呼気速度(PEFR)との関連が予測される。また、PEFR は、低肺気量での気流速度の変化をとらえることができることから、研究 2 では最大呼気速度(PEFR)に注目し、スイミング後の PEFR の変化はあるのか調査した。

その結果、本研究で得られた特徴は、男性では初回と比較して 7 ヶ月後には 21.1%の増加がみられたことである。月ごとの変化では、初回と比較して、4 ヶ月後、6 ヶ月後、7 ヶ月後と次第に増加し、さらに、1 ヶ月後と比較して、4 ヶ月後と 7 ヶ月後にも増加がみられた。一方、女性は 0.9%の増加傾向であったことから、水泳の PEFR に対する効果に性差があることを示唆している。1 秒率の増加が両性で見られ、男性では PEFR の増加がみられたことから、男性では気管支径の拡張に加えて、呼気筋力が増したことがその改善に現れ、女性では呼気速度に影響がなかったことから 1 秒率の増加は気管支径の拡張により円滑に呼気を行うことが可能となったことを示している。これらの改善では、次のような 3 つのメカニズムを得ることができた。

第 1 に、陸上運動にはない状態でスイミング運動を行うことで心肺機能に負担をかけ、水平姿勢の運動、換気の制限、外部圧力の増加などの要因がスイミングの特徴と考えられる。

第 2 に、本研究で得られなかった吸気について、スイミング中の吸気は顔が水上に出ている短い時間に行われその瞬間、陸上運動中にそれ以上に換気量が増加することから外部

肋間筋を強化される吸気能力が高まると考えられる。

第3に、水の圧力に抗して息を吐き出すことが必要である。これは、通常よりも早く呼吸速度が得られ、小領域を通して吐き出すことになる。

したがって、高齢者はPEFRの効果については呼吸機能の発揮の違いに依存しているといえた。

3. 本研究で得られた高齢者への心理的効果について

7ヵ月のスイミングを継続したところ20項目中、12項目に有意な効果がみられた。「楽しい」「満足」「爽快」「気が晴れた」が70%を超え、「リラックスした」「伸び伸び」「嬉しい」が60%以上、「頭がすっきりした」「身体が軽い」「生き生き」は50%以上であった。

一方、その他の項目、「幸せ」「落ち着いた」「ゆったりした」「活気がわいてくる」「機嫌がよい」「考えが前向き」「気分が集中している」「目がさえた」については特に大きな変化がみられなかった。

因子分析では上記効果を示すように、第1因子の最大固有値は14.259を示し、寄与率はこの因子のみで75.1%を示した。内容から判断すると、スイミングによって、「気が晴れて機嫌が良い」「爽快」「リラックスした」「うれしくて機嫌が良い」「明るくて生き生きしている」という心理状態がみられる。スイミング後は、このように1つの因子に集中することが明らかである。他の因子はほとんど考える必要がない。

性差による有意な判別はできなかったが、男性では「目がさえた」という傾向があり、女性では「気分が集中している」「ゆったりした」という傾向がみられた。

前期高齢者と後期高齢者を比較すると、有意な判別はできなかったが、前期高齢者では「気が晴れた」「満足」という傾向がみられ、後期高齢者では「爽快」「嬉しい」という傾向がみられた。

水泳歴10年以下群と10年超群で比較すると、有意な判別はできなかったが、10年以下では「嬉しい」「爽快」という傾向で、10年超群では「気が晴れた」という傾向がみられた。

BMIにより非肥満(25未満)と肥満(25以上)で判別分析を行ったところ、有意な判別が可能で($P<0.01$)、非肥満群では「気が晴れた」「考えが前向き」「目がさえた」という効果が強く、肥満群では「爽快」「機嫌がよい」「気分が集中している」という効果がみられる。

Shimura¹⁵²⁾らがいうように、長期間の運動後の心理的効果として、不安を有していなが

ら、体力の劣る人においても、また、低強度の運動においてもその効果が認められるといえる。このような心理的効果は運動を継続する場面において重要な意味を持つと考えられ、運動効果を維持することに寄与すると考えられる。

4. 高齢者のスイミングの運動処方について

運動処方として健康維持・増進を目的とした運動を実施する際、その内容が適切でなければ運動の効果は期待できない。目的に合わせた運動の方法で健康状態や体力レベルに応じて選択しなければならないことから、その運動処方として運動の種類、運動頻度、運動強度、運動期間、運動時間についてまとめてみた。

運動の種類として、①持久力(有酸素運動)トレーニング、②筋力トレーニング、③柔軟トレーニングなどがあるが、スイミングは有酸素運動としての持久力トレーニングにあたる。生理学的要素として呼吸数、肺活量、換気機能、心拍出量、毛細血管などがあり、持久力が増大するとこれらの要素が向上することを意味している。水泳の泳法の中で、唯一背泳ぎのみ仰向け姿勢で泳ぎ、顔が常に水面上に出ているためいつでも呼吸ができる。

平泳ぎとバタフライの呼吸動作はほぼ同じであり、毎回身体が水面に出た時に呼吸を行う。さらに、クロールは身体のローリング動作に合わせて行い、左右どちらも呼吸することができる。呼吸数は個々のレベルや目的に応じて変更できることから、クロールが一般的に多く泳がれている。

運動頻度については文部科学省スポーツ基本計画として「政策目標(抜粋):成人の週1回以上のスポーツ実施率が3人に2人(65%程度)、週3回以上のスポーツ実施率が3人に1人(30%程度)となることを目標とする」と掲げている。本研究および他の研究でも呼吸機能の増加を目的と考える運動頻度は、1週間に1回のスイミングで効果がみられることが明らかになっている。

生理学的な観点から運動強度を表す代表的な指標として酸素摂取量がある。運動時の心拍数から算出した酸素摂取量との相関関係もみとめられている。高齢者には低強度から導入し、上限を40%VO₂maxまでと考えることが望ましいとされている。水の中で運動をする種目として、水中ウォーキング、水中エクササイズ、スイミングと3種類の運動が可能であるが、それぞれの強度は異なり、水中ウォーキングは78~101bpm、水中エクササイズは94~111bpm、スイミングは103~150bpmであり、運動強度としてはスイミングが最も高い運動とされているが、本研究でのスイミング時の心拍は高強度の運動となる

115bpm/分を超えることはなく、心拍の増加から見た酸素摂取量も予備心拍数からみると 25.3%程度にあたっている。

多くは自身の体力低下予防として運動を継続的に実施しており、高齢者に対する持久性トレーニングやレジスタンストレーニング、活発に身体活動を行うことの有効性はすでに多くの先行研究によって検証されているが、高強度の負荷がほとんどである。低強度もしくは中程度の強度による身体活動のトレーニングは継続しやすく、それを長期間継続している高齢者の生活自立度は非常に高いことが報告されている。アメリカスポーツ医学会では、「より高強度の有酸素運動をより長期間行うことにより、健康や体力に対する効果をより得ることができるが、心血管系や筋肉・骨格系のリスクが増し、運動療法を継続するコンプライアンス（実行の参加状況）が低下する」と報告していることから、低強度の運動強度でスイミングを長期間行うことが必要である。呼吸機能を増加させるためには、スイミングでは7ヶ月間あれば十分なことを明らかにした。

一回の運動時間についてはアメリカスポーツ医学会では、高齢者の有酸素運動のトレーニングの時間について、「運動効果を得るためには、激しい運動や長く運動を続ける必要はない。1日30分の中等度の身体活動を行うことにより、健康に対する効果が得られる」と報告しており、呼吸機能の増加を目的とするならば高齢者が泳げる時間として、やはり30分以下が妥当ではないかと考えられる。本研究のスイミング時間は25分としているが、ウォーミングアップの時間は除いており、この時間を入れるとほぼ30分程度となり、十分な時間であり、そうした時間の余裕を持つことが必要だと感じられた。高齢者は健康状態や指導者の指示に応じて必要な準備運動を行なうことは論をまたない。

このように、65歳以上の高齢者を対象としたスイミングでの呼吸機能増加を目的とした運動処方、運動頻度は1週間に1回、運動強度は25.3%HRR、スイミング時間25分に加えてウォーミングアップ及びクーリングダウンで行う。この処方によって呼吸機能の改善は開始4か月から始まり、その後は継続することで呼吸機能を維持することができるといえる。また、心理的側面からは楽しく行え、スイミング後に爽快で開放感を得ることができ、運動継続上により効果を得ている。

本研究の平均年齢は、男性が81.8歳、女性は77.5歳であり、泳距離の指定には個人差があるため適用の限界がある。さらに、スイミング歴がある高齢者を対象としており、泳げない方を対象にすることは、現場指導として1から水泳指導を行わなくてはならず、こちらにも適用時の限界がある。健康な高齢者であっても必ず指導者の下、施設監視員の下

でスイミングを行い、安全面に配慮して運動を行う必要がある。スイミング参加者は高価な衣装はいらぬが、プールなどの施設面での制約、交通面での不便さがあることも忘れてはいけぬ。

5. 研究成果の活用、展開について

我々は、年齢と共に健康維持・増進をすることが今後も生き生きと過ごす秘訣である。本研究で得られた「スイミングは呼吸機能を改善し、継続することが可能な心理的な状況を醸し出す」ことは、高齢化が増加する今後は広く広めていく上で意義あるものといえる。序論でも述べたように、高齢者が死亡する原因の第1位は悪性腫瘍であり、次に多いのは心疾患や肺炎、脳血管障害であり、悪性腫瘍や脳血管障害、骨折で寝たきりの人の死亡の直接の死因は肺炎であることから、呼吸機能の低下は高齢者や病氣療養者、障害を持つ人にとって極めて大きな意味を持っている。その対応策の一つとして本研究で得られたようにスイミングを推奨することである。

今後の展開として、現在、呼吸機能の低下で自立した生活を送ることが困難な人、低予防として何の運動を行って良いか悩んでいる人、足腰の衰えで悩む人、足腰の障害を持っていて日常の運動ができない人達はスイミングを低頻度、低強度で実施していくことである。呼吸機能に障害を持つ人や慢性の咳や痰で悩む人では医の管理の下で適応を考慮して導入することも考えたい。まだ、一般的にはどのくらいの運動処方であれば効果的に呼吸機能が改善・維持することは知られていないので、デイケアサービスやスポーツ施設など、高齢者が通う場所において、指導者である専門家が知識を得ることで、安全に、効果的にスイミングが活用できると考えられる。そのためには指導員の養成を行うことが要求され、施設面での制約に対しては学校等のプールの一般開放も視野に入れておきたい。

第 5 章 結論

高齢者の生活の質 QOL を考えるにあたっては心機能、呼吸器機能、運動機能、神経機能の維持は大きな意義を持ち、その中でも呼吸機能は高齢者が日常生活を元気にいき、行動する上で重要な位置を占めると共に、慢性呼吸器疾患は他の併存疾病の死亡率を高めている。その対応としてスイミングの効果について検証を行った。

スイミング時の運動強度は **25.3%HRR** で、運動頻度は週一回である。

1) スイミングによる高齢者の 1 秒率と肺活量の変化

肺活量には有意な変化は認められなかったが、1 秒率では男性が初回(83.3±17.9%)と比較して 7 ヶ月後(94.2±8.7%)には 13.1%の有意な増加がみられ、女性でも初回(89.3±7.9%)と比較して 7 ヶ月後(98.1±3.2%)には 10.5%の有意な増加がみられた。水泳歴別にみると女性では 12 年未満群 (6 名、77.3±3.6 歳、水泳歴 8.0±2.4 年)では有意な増加がみられたが、12 年以上群 (7 名、77.9±3.9 歳、水泳歴 15.5±1.8 年)では有意な増加はみられなかった。

2) スイミングによる高齢者の最大呼気速度(PEFR)の変化

PEFR は男性では初回と比較して 4 ヶ月後から有意な増加がみられ、7 ヶ月後には 21.1%増加した。一方、女性は 0.9%増加したが有意な増加ではなかった。

1 秒率の増加が両性で見られたことから、PEFR の変化を勘案すると男性では呼気筋力が増し、気管支径が拡張したことがその改善に現れ、女性では呼気速度ではなく気管支径の拡張により 1 秒率を上げることが可能となったことを示している。また、スイミングを継続することが呼気能力の維持に寄与しているといえた。

3) 本研究で得られた高齢者の心理的効果

スイミングを継続することによって「楽しい」「満足」「爽快」「気が晴れた」という快感感情が 70%を超え、「リラックスした」「伸び伸び」「嬉しい」が 60%以上、「頭がすっきりした」「身体が軽い」「生き生き」は 50%以上となり、有意な増加を示した。因子分析では上記効果を示すように、第 1 因子として「気が晴れて機嫌が良い」「爽快」「リラックスした」「うれしくて機嫌が良い」「明るくて生き生きしている」という心理状態が得られ、その最大固有値は 14.259 を示し、寄与率は 75.1%を示した。

4) 高齢者のスイミングの運動処方

65 歳以上の高齢者を対象としたスイミングでの呼気機能増加を目的とした運動処方として、運動頻度は 1 週間に 1 回、運動強度は 25.3%HRR、スイミング時間 25 分に加えてウォーミングアップ及びクーリングダウンで行う。この処方によって呼気機能の改善は開始 4 か月から始まり、その後は継続することで呼気機能を維持することができることが示

唆された。また、心理的側面からは楽しく行え、スイミング後に爽快で開放感を得ることができ、運動継続上により効果を得ている。

呼吸機能の低下は高齢者や病气療養者、運動器の障害を持つ人にとって極めて大きな意味を持っている。その対応策の一つとして本研究で得られたようにスイミングが推奨される。

参考文献

- 1) 内閣府「平成 24 年版高齢社会白書（全体版）、2. 将来推計人口でみる 50 年後の日本」
http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-012/zenbun/s1_1_1_02.html,2012.
- 2) 総務省「国勢調査」、社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口（平成 24 年 1 月推計）」（出生中位・死亡中位）。厚生労働省「人口動態統計」1-2, 2012.
- 3) 厚生労働省「健康日本 21(第 2 次)」の推進に関する参考資料 24-31, 2012.
- 4) 厚生労働省「2015 年の高齢者介護～高齢者の尊厳を支えるケアの確立に向けて～」
<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/kentou/15kourei/3.html>,2014.
- 5) 内閣府：平成 23 年版高齢社会白書. 第 1 章 高齢化の状況
<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2011/zenbun/html/s1-2-3-02.html>,2014.
- 6) 厚生労働省：平成 22 年国民生活基礎調査の概況
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa10/4-2.html>,2011.
- 7) 厚生労働省：高齢者リハビリテーションの現状と課題.資料 7
<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2004/02/s0223-8h.html>,2004.
- 8) 厚生労働省：平成 12 年版厚生白書の概要
http://www1.mhlw.go.jp/wp/wp00_4/chapt-a2.html,2000.
- 9) Chamberlain,M.A. et al.: physiotherapy in osteoarthritis of the knee. Int. Rehab. Med. 4:101-106.1982.
- 10) 千田益生：運動療法の有効性と限界-RCT からみた考察. 臨床スポーツ医学 28(6): 655-660, 2011.
- 11) 日本整形外科学会：変形性膝関節症
http://www.joa.or.jp/jp/public/sick/condition/hip_osteoarthritis.html,
- 12) 日本整形外科学会：新概念「ロコモ（運動器症候群）」
<http://www.joa.or.jp/jp/public/locomo/index.html>,2014.
- 13) 厚生労働省「平成 20 年の人口動態統計」
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/kakutei08/>,2009.
- 14) 厚生労働統計協会：国民衛生の動向、死因の概要. 厚生指標 59(9):52-61, 2012.
- 15) 公益財団法人明治安田厚生事業団「メンタルヘルス対策は現代社会の大きな課題」
<http://www.my-zaidan.or.jp/tai-ken/information/mental/index.html>,
- 16) 厚生労働省「特定疾病の選定基準の考え方」
<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/nintei/gaiyo3.html>,2006.

- 17) US Department of Health and Human Services: Physical Activity and Health. A Report of the Surgeon General International Medical Publishing, 1996.
- 18) 厚生省保健医療局健康増進栄養課：健康づくりのための年齢・対象別身体活動指針，1997.
- 19) Province,M.A., et al：The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT trials. JAMA.273:1341-1347, 1995.
- 20) Hakim,A.A., et al：Effects of walking on mortality among nonsmoking retired men. N. Engl. J. Med., 338:94-99, 1998.
- 21) 財団法人健康・体力づくり事業財団：高齢者の運動実践者と非実践者における生活意識と生活行動の相違に関する研究, 2004.
- 22) 厚生労働省：健康日本 21（身体活動・運動）
http://www1.mhlw.go.jp/topics/kenko21_11/b2.html,
- 23) 財団法人健康・体力づくり事業財団：中高齢者の身体活動に対する潜在的ニーズと選択肢の予測調査：「アクティブエイジング全国調査 2008」, 2009.
- 24) 公益財団法人 健康・体力づくり事業財団：健康・体力アップ
http://www.health-net.or.jp/tairyoku_up/index.html,
- 25) 萩裕美子、高田大、山本直史：1万歩の歩行実践が身体組成，血圧，血液状態に及ぼす影響．ウォーキング研究 9:169-174, 2005.
- 26) Fitch,K.D., Morton,A.R. and Blanksby,B.A.：Effects of swimming training on children with asthma. Archives of disease in childhood 51(3):190-194, 1976.
- 27) 稲葉博：喘息児と水泳．日本アレルギー学会 28(1):15-21, 1979.
- 28) 加藤卓郎、星本正姫、河合祥雄：中高齢者における筋力および柔軟性トレーニングが筋力および関節可動域に及ぼす影響．順天堂大学スポーツ健康科学研究 7:12-23, 2003.
- 29) 公益財団法人 健康・体力づくり事業財団：筋力トレーニング
http://www.health-net.or.jp/tairyoku_up/undo/kinryoku/index.html
- 30) 厚生労働省：「平成 21 年度不慮の事故死亡統計」の概況
<http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jinkou/tokusyuu/furyo10/01.html>,2009.
- 31) 中村浩一、向野義人、兒玉隆之：ID ストレッチングが心身に及ぼす影響．理学療法科学 26(1):13-17, 2011.
- 32) 公益財団法人 健康・体力づくり事業財団：ストレッチング

- http://www.health-net.or.jp/tairyoku_up/undo/stretch/index.html,
- 33) 島田裕之、内山靖：高齢者に対する 3 ヶ月間の異なる運動が静的・動的姿勢バランス機能に及ぼす影響. 理学療法学 28(2):38-46, 2001.
- 34) Gauchard,G.C., Jeandel,C., Tessier,A. and Perrin,P.P. : Beneficial effect of proprioceptive physical activities on balance control in elderly human subjects. Neuroscience letters 273(2):81-84, 1999.
- 35) 一般社団法人日本マスターズ水泳協会：マスターズ水泳.
<http://www.masters-swim.or.jp/association/about.html>,2014.
- 36) 松波勝、田井村明博、洲雅明、田口正公：競泳における持久的トレーニング強度の設定に有効なフィールドテストの検討. デサントスポーツ科学 21:221-229, 2000.
- 37) 出村慎一：大学競泳選手の体格. 体力及び水泳技能の性差. 体育学研究 31(2):151-161, 1986.
- 38) 武田剛、高木英樹、椿本昇三：競泳スタート台の傾斜角度の違いがスタートパフォーマンスに与える影響. 水泳水中運動科学 12(1):18-27, 2009.
- 39) 佐々木敏、波多野義郎：競泳における腕振り型スタートに関する分析的研究. 体育学研究 23(1):25-33, 1978.
- 40) 武田剛、市川浩、杉本誠二、野村武男：競泳スタートにおける飛び出し角度の変化が飛び出し速度・飛距離とブロックタイムに与える影響. 体育学研究 51(4):515-524, 2006.
- 41) 藤原有子、藤塚千秋、石田博也、米谷正造、木村一彦：児童・生徒における水泳授業時の月経指導について. 川崎医療福祉学会誌 12(2):331-339, 2002.
- 42) 若林斉、新井清司、仙石泰雄、金田晃一、野村武男：小学校水泳授業における児童の保温水着着用の有効性：寒冷感および形成的授業評価への影響を中心に. 体育学研究 52(2):201-211, 2007.
- 43) 若林斉、新井清司、仙石泰雄：小学校水泳授業における保温水着着用の基準設定-環境条件および身体特性を考慮して-. デサントスポーツ科学 29:64-70, 2008.
- 44) 中村康香、吉沢豊予子、伊藤愛子、跡上富美、平石皆子：マタニティスイミングの精神的効果: MCL-3, POMS を利用して. 母性衛生 47(2):283-289, 2006.
- 45) 小芝裕也、米村一美、前島悦子：マタニティスイミングが妊婦の身体におよぼす影響. 身体運動文化論攷 10:115-127, 2011.
- 46) 伊東香、松永保、浅井利夫：ベビースイミングの医学と現状. 臨床スポーツ医学 12(3):

- 265-269, 1995.
- 47) Nystad,W., Håberg,S.E., London,S.J., Nafstad,P. and Magnus,P. : Baby swimming and respiratory health. *Acta. Paediatrica.* 97(5):657-662, 2008.
- 48) 須藤明治、角田直也、渡辺剛：水中運動後の陸上時の筋組織血液動態. *体育・スポーツ科学研究* 24:23-30, 2005.
- 49) 原丈貴、吉川貴仁、中雄勇人、汪立新、鈴木崇士、藤本繁夫：中高年齢女性のバランス機能に対する水中運動の効果. *体力科学* 56(3):357-363, 2007.
- 50) 阿岸祐幸、井出肇、浅沼義英、藤屋秀一：水中運動の生理と臨床応用. *総合リハビリテーション* 12(7):517-523, 1984.
- 51) 青葉貴明、松本高明：水中運動における運動強度と血圧応答の関係. *国士舘大学体育研究所報* 22:117-121, 2003.
- 52) 須藤明治、宇佐美彰朗、角田直也：生活習慣病を有する高齢者の運動効果-水中運動と陸上運動の検討. *国士舘大学体育研究所報* 22:65-73, 2004
- 53) 青葉貴明、松本高明、菅野篤子、野村武男：水中運動教室実施が中高年齢者の降圧効果に与える影響. *国士舘大学体育研究所報* 20:99-104, 2001.
- 54) 財団法人健康・体力づくり事業財団：第9章健康づくり運動の実際ストレッチングと柔軟体操の実際. *健康運動指導士要請講習会テキスト(下)*.財団法人健康・体力づくり事業財団.東京.925, 2009.
- 55) 中山彰一：骨・関節疾患の水中訓練. *理学療法* 4(4):279-285, 1987.
- 56) 宮下充正、袖山紘：日本人水泳選手の最大酸素摂取量. *体育学研究* 16(5):253-257, 1972.
- 57) 黒川隆志、池上晴夫：肺換気力学特性に及ぼす体位, *water immersion* 及び水泳トレーニングの影響. *体力科学* 29(2):98-109, 1980.
- 58) 松永俊二、米和徳、須藤明治、酒匂崇、吉国長利、赤嶺卓哉、田口信教、小笠原悦子、森本典夫：腰痛患者に対する水泳運動療法の有効性について. *日本リハビリテーション医学会誌* 29(2):115-121, 1992.
- 59) 水田真由美、有田幹雄、中納 美智保、井上潤、角田圭子、三家登喜夫：軽症高血圧者に対する水泳の血圧および血管内皮機能に及ぼす影響. *日本臨床生理学会雑誌* 33(4):207-211, 2003.
- 60) 高岡伸宇、有田幹雄、水田真由美、武田眞太郎、橋爪俊和、西尾一郎：軽症女性高血

- 圧者における水泳の血圧に及ぼす影響. 日本臨床生理学会雑誌 29(6):327-332, 1999.
- 61) Fitch,K.D., Morton,A.R., and Blanksby,B.A. : Effects of swimming training on children with asthma. Archives of disease in childhood 51(3):190-194, 1976.
- 62) 稲葉博 : 喘息児と水泳. 日本アレルギー学会 28(1):15-21, 1979.
- 63) 谷崎勝朗、貴谷光、岡崎守宏、御船尚志、光延文裕、杉本啓介、木村郁郎 : 成人気管支喘息の臨床病態の特徴—臨床分類と関連して. 岡山医学会雑誌 105(5):569-574, 1993.
- 64) 谷崎勝朗、駒越春樹、周藤真康、中郷実雄、森永寛、大谷純、木村郁郎 : 慢性閉塞性肺疾患の温泉療法. 岡山大学温泉研究所 55:1-6, 1984.
- 65) 谷崎勝朗 : 慢性閉塞性呼吸器疾患の温泉療法. 温泉科学 43:136-142, 1994.
- 66) 久保田一雄、田村耕成、町田泉、倉林均 : 慢性閉塞性肺疾患のリハビリテーション 第4報 運動浴を用いた呼吸訓練が肺気腫患者の心機能に及ぼす影響. 北関東医学 51:9-12, 2001.
- 67)小野寺昇:障害のエンパワメント向上のためのスポーツ活動への参加および自立自盤づくりの評価に関する支援研究. 厚生労働科学研究費補助金(障害保健福祉総合研究事業), 平成16年度総括研究報告書 22-37, 2005.
- 68) 小野寺昇、星島葉子、宮地元彦 : 自閉症児のための水中運動を活用したリハビリテーション・プログラムの実践と評価. 水泳水中運動科学 4:21-24, 2001.
- 69) 一般社団法人日本呼吸ケア・リハビリテーション学会 : 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会とは
http://www.jsrcr.jp/modules/about/index.php?content_id=1
- 70) Fishman,A.P. : NIH Workshop Summary. Pulmonary rehabilitation research. AM. J. Respir. Crit. Care. Med., 149(3Pr1):825-833, 1994.
- 71) 株式会社エム・イー・タイムス : 呼吸リハビリテーションの現状と今後の展望呼吸. HOT Wave 18 在宅医療インフォメーション 1-5, 2007.
- 72) 福地義之助 : 肺の健康と老化. 日老医会誌 41(5):477-482, 2004
- 73) 長崎呼吸器リハビリクリニック「呼吸リハビリテーションとは」, 2014.
<http://www.d9.dion.ne.jp/~npre/rehabili.html>
- 74) GOLD Report 2003 Update 2003 NIH 2003, Bethesda,USA
- 75) 千野根勝行 : 呼吸リハビリテーションのデザイン. 川崎医療福祉学会誌 12(1):5-14, 2002.

- 76) 竹中晃二、上地広昭、荒井弘和：一過性運動の心理学的反応に及ぼす特性不安および運動習慣の効果。体育学研究 47(6):579-592, 2002.
- 77) 佐藤かほり、櫻井忠義：高齢者の水中運動における心理的効果。運動とスポーツの科学 17(1):7-13, 2011.
- 78) 田中勇治、峯島孝雄、山中利明、今泉寛、田中まり子、川合秀雄、早川康之：高齢者の転倒に関する下肢反応時間および運動時間の検討。理学療法科学 16(4): 167-171, 2001.
- 79) 新井武志、大淵修一、柴喜崇、島田裕之、後藤寛司、大福幸子、二見俊郎：高負荷レジスタンストレーニングを中心とした運動プログラムに対する虚弱高齢者の身体機能改善効果とそれに影響する身体・体力諸要素の検討。理学療法学 30(7):377-385, 2003.
- 80) 木村保、高折和男：高齢者におけるバランス機能からみた水中運動の意義に関する研究。大阪教育大学 25-32, 2009.
- 81) 渡辺英児、竹島伸生、長ヶ原誠、山田忠樹、猪俣公宏：高齢者を対象とした 12 週間にわたる水中運動による心理的・身体的効果：量的・質的アプローチを用いた多面的分析。体育学研究 46(4):353-364, 2001.
- 82) 小野寺昇、吉岡哲、西村一樹、河野寛、小野くみ子：水中運動の基礎水中運動時の循環動態。臨床スポーツ医学 27(8)815-822, 2010.
- 83) 小野寺昇、宮地元彦、矢野博己、宮川健：水の物理的特性と水中運動。バイオメカニクス研究 2(1):33-38, 1998.
- 84) 国立病院機構刀根山病院理学療法科：慢性の呼吸器疾患患者さまへの理学療法。5-6, 2008.
<http://www.toneyama-hosp.jp/patient/forpatient/pdf/reha-01.pdf>
- 85) 一般財団法人日本健康増進財団「健康診断の手引き」
http://www.e-kenkou21.or.jp/guidance/guidance02/guidance02_set14/guidance02_55
- 86) Tanizaki,Y., Sudo,M., Kitani,H. et al : Clinical effects of spa therapy on patients with bronchial asthma. Comparison between immediate and distant effects of spa therapy, J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 53:146-152, 1990,
- 87) Tanizaki,Y., Kitani,H., Okazaki,M. et al: Clinical effects of spa therapy on bronchial asthma. 1.Relations hiptoclinical asthma type and patient age. J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 55:77-81, 1992.

- 88) Tanizaki,Y., Kitani,H., Okazaki,M. et al: Clinical effects of spa therapy on bronchial asthma.7.Relationship between spa effects and airway inflammation J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 56:79-86, 1993.
- 89) Tanizaki,Y., Kitani,H., Okazaki,M. et al: Clinical effects of spa therapy on bronchial asthma.10.Effects on asthma with bronchiolar obstruction. J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 56:143-150, 1993.
- 90) Tanizaki,Y., Kitani,H., Okazaki,M. et al: Clinical effects of spa therapy on bronchial asthma.11.Effects on asthma in the elderly. J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 56:195-202, 1993.
- 91) Mitsunobu,F., Kitami,H., Mifune,T. et al : Clinical effects of spa therapy on bronchial asthma.12.Effects on asthma with hypersecretion. J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 56:203-210, 1993.
- 92) Tanizaki,Y., Kitani,H., Okazaki,M. et al : Clinical effects of complex spa therapy on patients with steroid-dependent intractable asthma (SDIA). Jpn. J. Allergology., 42:219-227, 1993.
- 93) Tanizaki,Y., Kitani,H., Mifune,T. et al : Ten-year study of spa therapy in 329 patients with bronchial asthma. J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 57:142-150, 1994.
- 94) Tanizaki,Y., Kitani,H., Mifune,T. et al : Action mechanisms of spa therapy in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 57:183-190, 1994.
- 95) Yokota,S., Mifune,T., Mitsunobu,F. et al : Action mechanism of spa therapy in patients with asthma. Comparison between effective and non effective cases with simple bronchoconstriction type. J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 59:243-250, 1994.
- 96) Mifune,T., Mitsunobu,F., Hosaki,Y. et al : Effects of spa therapy on patients with type II (bronchiolar obstruction) asthma. Relationship to bronchoalveolar neutrophilia. J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 60:117-124, 1997.
- 97) Mitsunobu,F., Mifune,T., Hosaki,Y. et al : Association of spa effects with generation of leukotrienes B4 and C4 by leucocytes in patients with asthma. J. Jpn. Assoc. Phys.

- Med. Baln. Clim., 60:141-148, 1997.
- 98) Tanizaki, Y. : Improvement of ventilatory function by spa therapy in patients with intractable asthma. Acta. Med. Okayama., 39:441-446, 1985.
- 99) Tanizaki, Y., Kitani, H., Okazaki, M. et al: Clinical effects of spa therapy on bronchial asthma. 2. Relationship to ventilatory function. J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 55:82-86, 1992.
- 100) Mitsunobu, F., Mifune, T., Hosaki, Y. et al : Improvement of forced vital capacity (FVC) by spa therapy in patients with bronchial asthma. J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 59:218-224, 1996.
- 101) Mitsunobu, F., Mifune, T., Hosaki, Y. et al : Effects of spa therapy on asthmatics with low ventilator function. Relationship to asthma type, patient age, and airway inflammation. J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 60:125-132, 1997.
- 102) 谷崎勝朗 : Spa therapy for asthma in the elderly in relation to action mechanisms and clinical efficacy. 日本温泉気候物理医学会雑誌 70(3):133-142, 2007.
- 103) Tanizaki, Y., Kitani, H., Okazaki, M. et al : Clinical effects of spa therapy on bronchial asthma. 9. Suppression of bronchial hyperresponsiveness. J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 56:135-142, 1993.
- 104) Mitsunobu, F., Mifune, T., Kajimoto, K. et al : Improvement of bronchial sensitivity by spa therapy in patients with asthma. J. Jpn. Assoc. Phys. Med. Baln. Clim., 58:241-248, 1995.
- 105) Perk, J.L. and Boden, C. : Cardiorespiratory adaptation of COPD patients to physical training on land and in water. European Respiratory Journal 9(2):248-252, 1996.
- 106) 光延文裕 : 慢性閉塞性肺疾患における呼吸リハビリテーションとしての温泉療法. 岡山医学会雑誌 12(1):9-15, 2009.
- 107) Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease : Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. National Heart, Lung and Blood Institute Bethesda 2001 (Update 2006).
- 108) 厚生労働省人口動態調査「5-12 死因年次推移分類別にみた性別死亡数及び率（人口10万対）」 <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?lid=000001108739>

- 109) 月岡一治、宮澤正治、田辺直仁、赤澤宏平、峰岸文江、大久保輝男、武井伸一、西間三馨、森川昭廣、勝呂宏、川崎一輝：日本人健常者（6～18歳）のピークフロー標準値。日本小児アレルギー学会誌 15(3):297-310, 2001.
- 110) Fitch,K.D., Morton,A.R. and Blanksby,B.A. : Effects of swimming training on children with asthma. Archives of disease in childhood 51(3):190-194, 1976.
- 111) 稲葉博：喘息児と水泳。日本アレルギー学会 28(1):15-21, 1979.
- 112) Noreen,M.C., David,E. and Robert,B.M. : Patient use of peak flow monitoring. Am. Rev. Respir. Dis. 145:722-755, 1992.
- 113) 谷崎勝朗：気管支喘息の温泉療法。日本温泉気候物理医学会雑誌 55:197-204,1991.
- 114) 谷崎勝朗、駒越春樹、周藤真康、森永寛、大谷純、多田慎也、高橋清、木村郁郎：気管支喘息の温水プール水泳訓練療法 ステロイド依存性重症難治性喘息を中心に。日本アレルギー学会 33(7):389-395, 1984.
- 115) 御船尚志、山本和彦、岩垣尚史、岡本誠、柘野浩史、芦田耕三、光延文裕、保崎泰弘、谷崎勝朗、多田慎也、原田実：ピークフローから見た気管支喘息に対する温泉療法の効果。岡大三朝分院研究報告 68:28-33, 1997.
- 116) 正木拓郎、飯倉洋治、乾宏行、荒井三千雄：運動誘発性喘息に対するビート板水泳とフリーランニングの比較。体力科学 31(6):420, 1982.
- 117) 白井康仁、稲葉博、飯倉洋治：喘息児と水泳・喘息児の運動時における湿度の影響。体力科学 31(4):227-233, 1982.
- 118) 飯倉洋治、今井孝成、酒井菜穂、佐藤弘之、千葉真弓、曾我恭司：喘息児と水泳。臨床スポーツ医学 18(6):722-723, 2001.
- 119) (財)厚生統計協会：国民衛生の動向。厚生指標 58(9):43-44, 2011.
- 120) 橋本公雄、斎藤篤司、丸山真司：長時間運動の心理的影響。体育の科学 51(10):766-771, 2001.
- 121) 清永明：高血圧症に対する運動のきき目。体力科学 40(3):185-189, 1991.
- 122) Petrofsky,J.S., Phillips,C.A., Saeka,M.N., Hanpeter,D., Lind,A.R., and Stafford,D. : Muscle fiber recruitment and blood pressure response to isometric exercise. J. Appl. Physical., 50:32-37, 1981.
- 123) 井上夏香、中澤公考、福林徹：水中運動時と陸上運動時の筋活動。臨床スポーツ医学 27(8):829-835, 2010.

- 124) Town,G.P. and Bradley,S.S. : Maximal metabolic response of deep and shallow water running in trained runners. *Medical Science and Sports Exercise* 23:238-241, 1991.
- 125) 谷崎勝郎、貴谷光、岡崎守宏、御船尚志、光延文裕、越智浩二、原田英雄、木村郁郎 : 気管支喘息に対する温熱療法の臨床効果-気道炎症反応と臨床効果との関連. *日本温泉気候物理医学会雑誌* 56:79-86, 1993.
- 126) 谷崎勝郎、貴谷光、御船尚志、光延文裕、梶本和宏、越智浩二、原田英雄 : 気管支喘息に対する温熱療法の遠隔成績-気道細胞反応と換気機能との関係. *日本温泉気候物理医学会雑誌* 57:199-208, 1994.
- 127) Macklem,P.T. and Roussos,C.S. : Respiratory muscle fatigue, a cause of respiratory failure. *Clin. Sci. Mol. Med.*, 53:419-422, 1977.
- 128) 鈴木俊介 : 呼吸筋疲労と呼吸筋訓練. *日本呼吸管理学会誌* 9(2):111-117, 1999.
- 129) Ritomy,M.R., Belini,M.A. and Caromano,F.A. : Effects of an aquatic versus non-aquatic respiratory exercise program on the respiratory muscle strength in healthy aged persons. *Clinics* 60:151-158, 2005.
- 130) 會田信子、吉野克樹、水野敏子、浅川典子、小長谷百絵、大小保洋子 : 女性高齢者に対する低負荷集団的運動プログラムの呼吸・歩行機能の評価. *日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌* 17(1):28-34, 2007.
- 131) National Heart, Lung and Blood Institute, International Consensus Report on diagnosis and Treatment of Asthma. NIH Bethesda, Maryland 20892. *European Respiratory Journal* 5(5):601-41, 1992.
- 132) 平野幸子、江波戸景子、鈴木典子 : 新宿区喘息児水泳教室参加児童におけるピークフロー値の検討. *東京女子医科大学雑誌* 65(9): 792-793, 1995.
- 133) Gelb,A.F. and Zamel,N. : Simplified diagnosis of small-airway obstruction. *The New England Journal Medicine* 288:395-398, 1973.
- 134) 黒川隆志、池上晴夫 : 肺換気力学特性に及ぼす体位 water immersion 及び水泳トレーニングの影響. *体力科学* 29:98-109, 1980.
- 135) Matsui,T., Miyachi,M., Hoshijima,Y., Takahashi,K., Yamamoto,K., Yoshioka,A. and Onodera,S. : Effects of water immersion on systemic cardiovascular responses during recovery period following steady state land exercise. *The Japanese Society of*

- physical Fitness and Sport Medicine 51(3):265-273, 2002.
- 136) Ide, M.R., Belini, M.A.V. and Caromano, F.A. : Effects of an aquatic versus non-aquatic respiratory exercise program on the respiratory muscle strength in healthy aged persons, Clinics. 60: 151-158, 2005.
- 137) Tanizaki, Y., Kitani, H., Okazaki, M., Mifune, T., Mitsunobu, F., Tanimizu, M., Honke, N., Kusaura, Y., Takatori, A., Okuda, H. and Kimura, I. : Bronchial asthma in the elderly, Ventilatory function in each clinical asthma type. Annual Reports of Misasa Medical Branch, Okayama University Medical School 63:44-49, 1992.
- 138) 佐藤かほり、櫻井忠義 : 高齢者の水中運動による心肺機能への影響－陸上ウォーキングとの比較－. 運動とスポーツの科学 18(1):1-8, 2012.
- 139) 岩本美江子、百々栄徳、上田洋一、米田純子、森江堯子 : Flow - Volume 曲線による高齢者の呼吸機能に関する研究. 日本衛生学雑誌 37(6):886-891, 1983.
- 140) Town, G.P. and Bradley, S.S. : Maximal metabolic response of deep and shallow water running in trained runners. Medicine Science Sports and Exercise 23(2):238-241, 1991.
- 141) American College of Sports Medicine : Resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. Lea and Febiger. Philadelphia 205-222, 1988.
- 142) 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.
- 143) Holmer, I., Stein, E.M. and Saltin, B. et al : Hemodynamic and respiratory responses compared in swimming and running. J. Appl. Physiol., 37:49-54, 1974.
- 144) Bachman, J.C. and Horvath, S.M. : Pulmonary function changes which accompany athletic condition program. Res. Quart. 39:235-239, 1968.
- 145) (財)厚生統計協会 : 国民衛生の動向. 厚生の指標 58(9):43-44, 2011.
- 146) Petruzzello, S.J., Landers, D.M. and Hatfield, B.D. : A meta-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chronic exercise. Sport Medicine 11(3):143-182, 1991.
- 147) Berger, B.G. and Owen, D.R. : Mood alteration with swimming –swimmers really do “feel better”. Psychosom. Med. 45(5):425-433, 1983.
- 148) Leith, L.M.(Ed) : Foundations of exercise and mental health. Fitness Information

- Technology. :242, 1994.
- 149) 中村恭子、古川理恵志：健康運動の継続意欲に及ぼす心理的要因の検討—ジョギングとエアロビクスダンスの比較—。順天堂大学スポーツ健康科学研究 8:1-8, 2004.
- 150) 橋本公雄、高柳茂美、徳永幹雄、斉藤篤司、磯貝 浩久：一過性の運動による感情の変化と体力との関係。健康科学 14:1-7, 1992.
- 151) 荒井弘和、中村奈々子、竹中晃二：一過性運動研究における代表的な感情測定尺度—STAI と POMS の特徴と限界—。ストレス科学 21(3):172-178, 2006
- 152) Shimura,M., Ushijima,K. et al : Long term mental and physical effects of aerobics exercise. Their inter-relationships and individual differences. J. J. of Psychosomatics. 41:273-280, 2001.
- 153) 朴晟鎮：人体に及ぼす水温の影響。体育の科学 46(7):534-539, 1996.
- 154) 西村一樹：水温の違いが仰臥位フーティング中の直腸温および酸素摂取量に及ぼす影響。水泳水中運動科学 7:17-21, 2004.
- 155) 高橋一揮、佐藤洋一郎、鈴木誠、村上賢一、小野部純、藤澤宏幸：体重免荷トレッドミル歩行における下肢筋活動と呼吸循環応答。理学療法科学 26(1):83-88, 2011.
- 156) 正野知基, 堀田昇, 大柿哲郎, 清水富弘, 藤島和孝, & 金谷庄蔵: 水泳選手の水泳時および走行時の呼吸循環系の応答。1993.
- 157) 満園良一、勝田茂、金尾洋治、田渕健一、永井純：中・長距離ランナーにおける筋線維組成, 毛細血管, 酸化酵素活性と有酸素的作業能との関係。体力科学 35(4):182-191, 1986.
- 158) 解良武士、古泉一久：呼吸筋トレーニングによる持久性能力の向上の可能性。理学療法科学 24(5):767-775, 2009
- 159) 文部科学省：平成 24 年度体力・運動能力調査結果の概要及び報告書について「成年(20～64 歳)・高齢者(65～79 歳)」
http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa04/tairyoku/kekka/k_detail/1340101.htm, 2014.
- 160) 糸谷圭介、前田慶明、川口清隆、村上雅仁、加藤順一：地域在住高齢者に対する介護予防のための運動教室の効果検証：運動が身体組成・血圧脈波および呼吸機能に及ぼす影響。理学療法科学 27(1):97-100, 2012.
- 161) 日本体力医学会体力科学編集委員会監訳：運動処方指針(原著)。第 8 版。2011.

- 162) Nelson,M.E., Rejeski,W.J., Blair,S.N., Duncan,P.W., Judge,J.O., King,A.C., Macera,C.A. and Castaneda-Sceppa,C. : Physical activity and public health in older adults. Recommendation from the American college of sports medicine and the American heart association. *Med. Sci. Sports. Exercise.*, 39(8):1435-1445, 2007.
- 163) Pollock,M.L., Gaesser,G.A., Butcher,J.D., Despres,J.P., Dishman,R.K., Franklin,B.A. and Garber,C.E. : The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med. Sci. Sport. Exercise.* 30(6):975-991, 1998.
- 164) 青葉貴明、松本高明 : 水中運動時の運動強度の推定と評価. 国士舘大学体育研究所報告 21:97-103, 2002.
- 165) 小野寺昇、吉岡哲、西村一樹、河野寛、小野くみ子 : 水中運動の基礎水中運動時の循環動態. *臨床スポーツ医学* 27(8):815-822, 2010.
- 166) Paffenbarger, R.S., Hyde, R.T., Wing, A.L., and Hsieh, C.C., : Physical activity, all-cause Mortality and longevity of college alumni.*Engl. J. Med.*, 314:605-613, 1986.
- 167) Keysor,J.J. and Jette,A. : Have we oversold the benefit of late-life exercise?.*J. Gerontol. A. Biol. Med. Sci.*, 56:412-423, 2001.
- 168) Fiatarone,M.A. and Evans,W.J. : The etiology and reversibility of muscle dysfunction in the aged. *J. Gerontol.*, 48:77-83, 1993.
- 169) Fiatarone,M.A., Marks,E.C., Ryan,N.D., Meresith,C.N., Lipsitz,L.A. and Evans,W.J. : High-intensity strength training in nonagenarians : effects on skeletal muscle.*JAMA.*, 263:3029-3034, 1990.
- 170) Fiatarone,M.A., ONiell,E.F., Ryan, N.D., Clements,K.M., Solares,G.R., Nelson,M.E., Roberts.S.B., Kehayias,J.J., Lipsitz,L.A. and Evans.W.J. : Exercise training and nutritopnal supplementation for physical frailty in very elderly people. *N. Engl. J. Med.*, 330:1769-1775, 1994.
- 171) Morris,C.K. and Froelicher,V.F. : Cardiovascular benefits of improved exercise capacity. *Sports. Med.*, 16:225-236, 1993.
- 172) Naso,F., Carner,E., Balankfort-Doyle,W. and Coughey,K. : Endurance training in the elderly nursing home patient. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 71:241-243, 1990.
- 173) Ory,M.G., Schechtman,K.B., Miller,J.P., Hadley,E.C., Fiatarone,M.A. and

Province,M. : Frailty and injuries in later life the FICSIT trials, *J. Am. Geriatr. Soc.*, 41:283-296, 1993.

174) Schnelle,J.F., Macrae,P.G., Ouslander.J.G., Simmons,S.F. and Nitta,M :

Functional incidental training mobility performance and incontinence care with nursing home residents. *J. Am. Geriatr. Soc*, 43:1356-1362, 1995.

175) Pollock,M.L. : Prescribing exercise for fitness and adherence. In R.K.Dishman

(Ed.) *Exercise adherence*. Human kinetics Publishers, Champaign IL, 259-277,1988.

176) Spirduso,W.W. and Cronin,D.L. : Exercise dose response effects on quality of life

and independent living in older adults. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, 33:598-608, 2001.