車いす競技選手では脚部の体脂肪率が有意に高いが，国際レベルの選手の体脂肪率は腕部と全身体脂肪率は低かった．骨密度は，受傷期間が長期化するほど，損傷部位が高くなるほど，障害部位で低下し，脊髄損傷が骨密度の低下を促進する要因であることがわかった．しかし，脊髄損傷非運動群に比べると車いす競技選手の骨密度は高値であり，運動が骨粗しょう症予防や体脂肪の減少に有効であると考えられた．

競技レベル別に筋力を比較すると，全ての測定項目において，競技レベルが高いほど高値を示した．競技成績を上げるためには，筋力の向上が必要であるといえる．車いす競技においては，握力はグローブを握る際に，肘伸展筋力はハンドリムを回す際に使われるため，特にこれらの筋力を向上させることが必要である．また，肩関節筋力の左右のバランスを見ると，競技レベルに関わらず，対象者の肩関節筋力は利き腕である右腕が高値であった．車いす駆動時には左右対称にハンドリムを回して走行する必要があるため，左右差が生じないトレーニングが必要となる．さらに走り込みなど持久的なトレーニングを継続的に行うことで，体脂肪率を低下させるとともに，心肺持久力の向上も競技力向上に必要といえる．

医科学サポートを継続して受けたトップアスリートの体脂肪率は，20.7±5.8%から19.3±5.8%と低下し，とくに駆動する腕部の体脂肪率が減少しており，アテネパラリンピックを目指して練習を積んだことがうかがえた．筋力は，外旋/内旋比は左右とも約 40%前後で相対的に外旋力が弱い結果であったが，アテネパラリンピック出場選手は外旋力が強く，内旋と外旋のバランスが優れていた．肘屈曲力・伸展筋力測定でもアテネパラリンピック出場選手のバランスは優れていた．最大酸素摂取量は，順調に練習できている長距離選手で高値を示し，マラソンなどの長距離種目で勝つためには，高い値を維持することが重要であると考えられた．

栄養素・食品摂取量調査では，エネルギー摂取量と食物繊維の不足が著明であった．心理的競技能力診断検査では，アテネパラリンピック標準記録 A を突破している選手は，競技意欲，作戦能力の因子が高得点であったが，健常トップアスリートに比べるとレベルは低い結果であった．

3）南部健康づくりセンターの医科学サポートの拠点化と障害者スポーツ指導者の育成

南部健康づくりセンターを拠点施設とするために，駐車場の整備と，レーサー用ローラー台，フリーウエイト，ハンドエルゴ，ニューステップ，振動マシーンなどのトレーニング機器を設置し，常時，車いす陸上競技選手の複数の利用が可能となり，4，5 名の車いす選手が同時に練習を実践している姿も多々見られるようになった．同時にプールの利用も行い多様なトレーニングが可能となった．岡山県南部健康づくりセンターは障害者専用施設ではないため，健康づくりを目的とした利用者や，トレーニング指導を受けている国体代表候補選手とともに施設が共用されている．そのため，岡山県南部健康づくりセンターの一般の利用者が積極的にサポートをする姿も見受けられるようなった．また，新規に導入した機器は，車いす競技選手だけではなく脳梗塞

後遺症やパーキンソン病，人工股関節術後，リウマチなど他の障害者も使用し，一般の中高齢者も好んで使用している．これらの新規機器は，乗り降りの際，またぐなどの動作がないものばかりで，障害者，低体力の高齢者のトレーニング機器として適している．岡山県南部健康づくりセンターでは障害のある方もない方もサポートしあいながら一緒にトレーニングする中で，自然に利用者同士の交流が生まれている．同時に岡山県南部健康づくりセンターのスタッフや利用者を中心に指導者やサポーターの育成ができた．

本事業が継続するにつれ参加者の利用が増加し，また片麻痺・パーキンソン病など脊椎損傷者以外の障害者の利用も増えて，拠点施設としての南部健康づくりセンターの役割を充実させることができた．

障害者スポーツの指導者育成のためには，車いす陸上国内トップ選手ならびに指導者との交流を行い情報収集し，障害者スポーツ大会での具体的な支援活動を行うことでサポーター育成とともに指導者の能力を向上させることができた．

4）情報バリアフリーのためのトップアスリートとの交流

平成 15 年度，16 年度と，車いす陸上国内トップ選手やシドニーオリンピック女子マラソン代表実業団選手との合同合宿を行い，交流と意識づくりを行った．平成 16 年度はアテネオリンピック，パラリンピックが開催された年で，これまでに構築されていたネットワークから，指導者やトップアスリート間の情報交換や交流も盛んに行われた．実際に，アテネオリンピック陸上競技女子マラソンコーチで天満屋女子陸上競技部監督の武冨豊監督から，パラリンピック陸上の指宿立ヘッドコーチへ，アテネのマラソンコースの下見情報が伝えられ，アテネパラリンピックマラソン代表に伝えられ，メダル獲得に資することができた．

D．考察

障害者スポーツにおける医科学サポートの歴史は浅く，また我が国においては大都市部や大分県など限られた地域でしか期待できない現状である．今回健康科学センターである岡山県南部健康づくりセンターを拠点施設として，アスリート医科学サポート事業が展開されたことにより，地域のヒューマンパワーを育成しながら，選手交流と医科学支援のインクルージョンを進めることが出来たと考える．特に，障害者専用のスポーツ施設でないという特性が，医科学サポートのインクルージョンを行う施設としては非常に期待できるといえる．とくにレーサー用ローラー台，フリーウエイト，ハンドエルゴ，ニューステップ，振動マシーンなどのトレーニング機器を設置たことで一層の環境整備ができた．しかも新規に導入したこれらの機器は，車いす競技選手だけではなく脳梗塞後遺症やパーキンソン病，人工股関節術後，リウマチなど他の障害者から，一般の中高齢者も好んで使用することができるもので，リハビリテーションに役立つことができた．

これまで障害者スポーツに関する医科学サポート研究は，多くの研究者があらゆる視点で活発になされている．とはいっても，一般の競技スポーツの医科学サポート研究と比較すると質的にも量的にも見劣りする

のが現実である．今回実施した最大酸素摂取量測定，筋力測定，身体組成，栄養素・食品摂取量測定，心理検査，整形外科的メディカルチェックは，これまで実業団長距離選手を対象に行ってきたものである．しかし，車いす陸上競技選手では，国内トップクラスにおいても，このような総合的な医科学サポートを受けた経験はほとんどなかった．またオリンピック出場選手との交流により選手としての様々な経験を話し合う機会ができ，刺激的で意欲を増したという感想もえている．今回の経験は指導者育成にとっても非常に有用であったといえる．

今回の医科学サポートの成果として，車いす陸上選手の全身の体脂肪率は高く，障害部位の脚部の体脂肪率が特に高いことが明らかとなった．走り込みができている国際レベルの選手の体脂肪率は腕部が非常に低く，全身の体脂肪率も低いことが明らかとなった．骨密度については，損傷部位が高いほど，上下脊柱，骨盤，体幹，脚部の骨密度が低値であり，損傷部位による違いが明らかとなった．受傷期間別に骨密度を比較すると，10 年未満と比べて 20 年以上では全ての部位において骨密度が低下する傾向であり，骨密度の減少と受傷期間に関連があることも明らかとなった．今回の車いす競技者の骨密度は運動習慣のない脊髄損傷者に比べて腕部，脚部ともに高値の傾向があり，運動が骨密度の低下を抑制できると推測される．運動が健康増進に役立っていることを確認できる結果を得ることができた．

体力サポートからは，損傷部位による筋力の違いが明らかとなり，損傷部位によって可動領域が異なるが，動く筋肉すべてのトレーニングを実践することが重要である．また，競技レベルの高い選手は筋力が強く，筋力のバランスも優れていることが明らかとなった．競技成績を上げるためには，筋力の向上が必要であるといえる．さらに車いす競技においては，握力はグローブを握る際に，肘伸展筋力はハンドリムを回す際に使われるため，特にこれらの筋力を向上させることでさらなる競技力の向上が期待できると考らえる．またハンドリムを動かす技術，車いすを駆動し続ける持久力などなどが必要であり，筋力に加えて他の要素のためのサポートも必要と言える．

栄養サポートについては，車いす競技選手では，経済的な困難を抱えることに加えて，選手としての栄養･食生活への意識が不十分であり，今後とも継続したサポートが必要である．メンタルサポートの結果からは，国際的選手では闘争心や自信が非常に高いことを確認することができたが，心理面の弱い選手も多く，世界を目指す上ではメンタルサポートが重要である．

障害者スポーツ全般の発展のためにも，障害者がスポーツに取り組むことができる場づくりとヒューマンパワーの育成が重要となってくるが，とりわけ障害者専用施設ではない施設の活用が有用と考える．南部健康づくりセンターでは，医科学支援のインクルージョンを行う場として健常者も障害者も同時に行える筋力トレーニングや水泳などの教室を展開し，その中でヒューマンパワーの育成も同時に行う予定である．また，健常者と障害者が同時に参加できる大会などに積極的に参加し，トップレベルの競技選手の親交やスポーツ愛好家との交流を図るとともに，マスメディアも利用し

て広くスポーツの振興を図っていく考えである.

E. まとめ

本事業により，岡山県南部健康づくりセンターを医科学支援の拠点施設として充実することが可能となり，健常者・障害者という垣根を越えた情報交換や交流の場が持てるようになり，岡山県南部健康づくりセンターを利用する障害者が増加した．また車いす競技選手の医科学支援の方法の開発と障害者スポーツの指導者の育成が可能となり，医科学支援を継続する組織づくりを果たすことができた．さらに健常者も障害者も一緒にトレーニングを楽しめる環境づくりを積極的に推進するために，本事業の成果をパンフレットとしスポーツの効果や競技力向上のための医科学サポートに関する情報を幅広く発信することで，障害者の健康増進だけでなく自立基盤づくりを推進したい.

F. 研究発表

1.学会発表

●犬飼義秀，高橋香代，三浦孝仁，西河英隆，森下明恵，吉良尚平：障害者スポーツ選手における部位別身体組成，(2003)体力科学 52(6)946

●西河英隆，森下明恵，藤井昌史，千田益生，指宿立，犬飼義秀，高橋香代：車いす陸上選手の全身持久力と筋力の評価，(2004) 第 28 回岡山スポーツ医科学研究会抄録集：5-6,.

●橋本好，生田悦子，佐藤真理子，高橋香代，西河英隆，森下明恵，宮原公子，犬飼義秀：車椅子競技者の骨密度と身体組成，(2004) 第５４回日本体力医学会中国四国地方会第２４回運動生理バイオメカニクス中四国セミナー合同大会,

●西河英隆，森下明恵，千田益生，指宿立，犬飼義秀，高橋香代：車いす陸上選手の身体組成と筋力及び全身持久力の評価．(2005) 第 14 回日本障害者スポーツ研究集会プログラム・抄録集：4,

●Inukai Y,TakahashiK,Da-hongWang, KiraS : Assessment of total and segmental body composition in spinal Cord injured athletes in Okayama prefecture inJapan. Spinal Cord 投稿中

G.

知的所有権

なし

厚生労働科学研究費補助金（障害保健福祉総合）研究事業
（分担）研究報告書

障害者スポーツの情報バリアフリー構築に関する研究

（分担）研究者　三浦　孝仁　岡山大学　教育開発センター

研究要旨
障害者スポーツの現状と課題を調査・分析し，特に情報バリアフリー構築を目指して問題解決に取り組んだ．まず，岡山県内における現状と問題点の把握を行い，出版物の形式で配布した．次に（財）岡山市ふれあい公社とともに「ふれあいスポーツ・フェスティバル in おかやま」を開催し，広く県民に情報提供を促すことになった．さらに，現地調査及び Web 上から国内・外における障害者スポーツに関する協会・団体・施設を収集し，国内におけるネットワークを行った．この3年間の実施活動組織は NPO 法人格を取得し，今後も継続できるようにした．

A．研究目的

障害者のための情報バリアフリー構築のため情報の収集と提供方法について検討するための組織作りを行い，さらに国内外情報のネットワークを形成することを目的とした．

B．研究方法

聞き取り調査により障害者スポーツに関する情報を調査し，情報提供における問題点を整理した．また，Web 上及び現地調査により国内・外における障害者スポーツのネットワーク形成のための資料を収集した．

これらを継続させるために障害者スポーツネットワークの特定非活動営利法人格を取得した．

（倫理面への配慮）

なお，対象者が障害者であるため，以下の点について倫理的配慮を行った．

1，プライバシーに対する配慮：調査における匿名，写真撮影の不可，また不必要な質問を行わない等，プライバシーに関する基本的な事は遠くに留意した．

2，調査目的・内容の明確化：調査においては，調査目的を明確化し誤解の内容にする．また調査目的に賛同できないものに対しては，無理に調査を行わない．障害の程度，種類によっては，筆記が不可能な場合があり，口頭によるインタビューとなるケースがある．したがって，対象者の意見が調査員の主観に影響されないように，調査目的内容について配慮する．

3，障害の程度，種類に応じた調査方法を行い，また言葉遣いや態度など調査に当たるものに対しての事前指導を徹底した．

4，ホームページのリンクについては，リンク先の許可を必ず得ることや，インターネットに関するマナーやルールについては熟知する．

C．研究結果

平成１４年には，岡山県内の現状調査と情報収集を行い，基礎となる情報データ及び情報ソースの蓄積を行った．この作業を通じて，何を望んでいるのか，何が問題なのか等，障害者スポーツの実態を把握した．これらの成果は，学会発表及び出版物の形式で配布した．さらに HP を開設し，県内情報を公開した．

平成１５年には，初年度の調査方法や情報提供の方法等の評価を行い，情報バリアフリーにおける問題点を整理し改善策を検討した．その結果，県内情報の一部を点字訳し配布した．また，(財) 岡山市ふれあい公社とともに,「ふれあいスポーツフェスティバル in 岡山」を開催し，広く県民に情報提供を促すことになった．さらに，県内情報の再調査を行い，HP を更新した．また，現地調査及びWeb上から国内における障害者スポーツに関する協会・団体・施設を収集し，国内におけるネットワーク形成の準備を行った．これらの情報は，障害者スポーツネットワークとして出版物にまとめ配布した．

平成１６年には，引き続き，障害者スポーツネットワーク誌を印刷配布したが，情報が常に更新されるため HP を充実させた．さらに利用者の立場に立った情報提供の方法の構築を図ると共に，これまでの成果を評価し，国内規模の HP リンク作業を行い，における障害者スポーツの情報バリアフリーにおける一定の基盤をつくった．

また，引き続き「ふれあいスポーツフェスティバル in おかやま」を開催するとともに，関係職員に対しての障害者スポーツに対する講習を行った．また，韓国及び全国の車椅子バスケットボール選手に焦点をあて実態調査を行った．

国外の障害者スポーツに関する情報を文献により収集し，北欧，米国，日本における障害者スポーツの発展に関する歴史的経緯を年表として整理した．

３年間の締めくくりとして，今後もこれらの活動を継続させるために「岡山県障害者スポーツネットワーク」を特定非活動営利法人申請を行い，平成１６年５月に認可を得，９月には設立総会を開催した．これらの状況は，山陽新聞１２月２７日号にて紹介された．定款を資料として添付した．

D. 考察

障害者スポーツに関する問題は，総論よりも各論が重要である．早急な対応をするためにも情報整備は欠かせない．配布物や HP，音声による提供など同時に行われることが本来のバリアフリーになるであろう．

障害者の不動化（Immobilization）予防また，生活の室の向上を目指してのスポーツの参加は，実際に行う，見る，支援する，といった参加方法がある．「ふれあいスポーツフェスティバル in おかやま」では，年々協力スタッフ，参加者が増え，この傾向は益々増加するであろう事が予測された．昨年同様に点字による情報提供や新たに按摩コーナーも設けられ，１日５時間の開催であったにもかかわらず，子供から高齢者，肢体不自由者，視覚障害者，知的障害者など１万５千人を越える参加者が訪れ，全く違和感の無いふれあいが行われた．

E. 結論

障害者のための情報バリアフリー構築のため情報の収集と提供方法について検討するとともに国内情報のネットワークを形成することを目的として，岡山県内の障害者スポーツの現状調査からスタートし，国内情報のネットワーク形成，点字による情報提供を実施した．さらに，情報提供の問題点を解決し広く市民に情報提供及びバリアフリーの実際を提供するためふれあいスポーツフェスティバルinおかやま」を開催した．その結果，情報の提供及び収集によるバリアフリーの構築を目標にしたが，それ以上に誰もが違和感無くスポーツにふれあえることの重要性が再認識された．単一の団体では，不可能であったが，協力して実施することがノーマライゼーションの実現及び障害者のエンパワメント向上に重要であることが示され，障害者スポーツの情報バリアフリーにおいては，総論以上に各論が重要であり，継続することが我々にできる現実的な方法であることが分かった．その為に，岡山県障害者スポーツネットワークはNPO法人格を取得した．

F．研究協力者

・岡山県保健福祉部障害福祉課
・岡山市身体障害者体育センター
・岡山県障害者スポーツネットワーク
・(財) 岡山市ふれあい公社
・岡山市障害福祉課
・岡山市国体・障害者スポーツ大会局
・岡山大学「障害者スポーツ論」履修学生

G．知的所有権

なし

厚生労働科学研究費補助金（障害保健福祉総合）研究事業
（分担）研究報告書

障害者スポーツにおけるノーマライゼーションへの支援研究に関する研究

（分担）研究者　末光　茂　　川崎医療福祉大学　教授
研究協力者　天岡　寛　　川崎医療福祉大学大学院　大学院生
小野　くみ子　川崎医療福祉大学大学院　大学院生
関　和俊　　川崎医療福祉大学大学院　大学院生
小柳　えり　川崎医療福祉大学大学院　大学院生
（主任）研究者　小野寺　昇　川崎医療福祉大学　教授　学科長

研究要旨

障害者スポーツにおけるノーマライゼーションへの支援として施設入所者に対して，日常生活内で運動ができる環境を整え，支援研究を実践した．対象は，O県T市の身体障害者療護施設に入所中の40歳代の女性1名（対象者A），50歳代の女性1名（対象者B），40歳第の男性1名（対象者C）であった．運動処方プログラムは，毎週水曜日の午後およそ30分間の運動を個別に対応して展開した．本研究の対象者および施設については，ヘルシンキ宣言の趣旨に沿って研究の目的，方法，期待される成果，不利益がないこと，危険性を十分排除した環境とすることなど十分な説明を行い，参加の同意を得た．また，運動処方を行う上で施設と提携している医師との連携を保ち，施設常勤の看護士から対象者の状況として血糖値，障害の状況，日常の様子を把握した．全ての対象者は，施設の行事，入院等の理由により実践不可能であった日を除いて欠席することは無かった．対象者A：ハンドエルゴメーター駆動運動時の総回転数が増加し，連続回転数及びその時の回転速度も向上した．空腹時血糖値の低下，インスリン皮下注が30単位から16単位に減少した．毎週水曜日を心待ちにしていることなど今回の運動処方の実践が精神面においても効果を及ぼしQOLが向上したと考えられた．対象者B：運動終了直後，脈拍は上昇したが運動終了後には安静時まで速やかに回復した．運動処方の実践により空腹時血糖値が低下した．インスリン皮下注は，8単位（運動処方プログラム実践前）から経口薬となり（平成15年3月8日），2型糖尿病改善に効果がみられた．食事は，全量摂取となった（平成15年2月10日）．これらのことから，ハンドエルゴメーターを用いた1週間に1日の継続的な有酸素運動の実践は，全身持久力を向上させるだけでなく，血糖のコントロールや心臓血管系においても効果を及ぼしたものと考えられた．以下の具体的な成果を得た．①ハンドエルゴメーター駆動運動時の総回転数が増加した．②空腹時血糖値の低下，インスリン皮下注が8単位から経口薬に変更となった．③自ら積極的に回数増加を要求するなど，自己意志表現ができるようになった．対象者C：運動処方プログラム開始後，3ヶ月でプログラム終了の平均時間が減少した．このことから，チューブを強度の高いものに交換し，運動強度を増加させた．対象者や施設関係者への日常生活に関する聞き取り調査で，チューブを用いた筋力

トレーニングによって日常生活内にリズムができたこと，運動処方プログラム実践後，転倒することが減少したこと，運動処方プログラムに自ら積極的に参加するなど，自己意志を表現できるような機会が増加したことが明らかになった．対象者自ら運動処方プログラムの資料を記録するなど，今回の運動処方の実践が QOL の向上に効果的であったことが示唆された．以下の具体的な成果を得た．①運動処方プログラムにかかる平均時間が減少した．②運動負荷量が増加した．③日常生活における転倒が減少した．④自己意志表現ができるようになった．以上のことから，施設入所者に対する運動処方プログラムの実践は，日常活動量増加に効果的であることが示唆された．またこのことがスポーツ活動参加へのステップになるものと考えられた．

A．研究目的

上月（2003）は，全国の身体障害者に占める心臓，呼吸，腎尿路，消化など内部機能障害を持つ内部障害者数が激増しており，2030 年頃には，肢体不自由者を抜いて身体障害原因の第 1 位になると報告している．一方，Hoffman DM（1986）は，施設に入所している車椅子使用者（以下，施設入所型車椅子使用者と定義する）の多くは，日常活動量が低く，心臓血管系を良好な状態に維持することが難しいことを指摘している．一方では，寝たきり重症身体障害者は，心臓迷走神経の基礎活動が低下すること，重症心身障害児・者の交感神経機能は，年齢に関係なく低下し日内変動にも周期のずれが生じることが報告されている（満留ら 1998, 1999, 中野ら 2001）．これらのことは，施設入所型車椅子使用者の日常活動量の減少に伴う心臓自律神経系活動低下を示唆する．さらに，低体力者の臥床などによる身体・精神活動の抑制は，廃用症候群をもたらし内部障害や運動障害を悪化させる（上月 2003）．日常活動量の減少は，生活習慣病罹患率を高める要因となり，さらに日常活動量を減少させる要因になるものと考えられる．これらの悪循環を改善するために，施設入所型車椅子使用者の日常活動量の増加，生活の質を維持・増進させるための運動処方が急務であると考える．

そこで，障害者スポーツにおけるノーマライゼーションへの支援として施設入所者に対して，日常生活内で運動ができる環境を整え，支援研究を実践した．

B．方法

(1)対象者

対象は，O 県 T 市の身体障害者療護施設に入所中の 40 歳代の女性 1 名（対象者 A），50 歳代の女性 1 名（対象者 B），40 歳第の男性 1 名（対象者 C）であった．

(2)対象者の ADL 等

対象者 A：運動機能は，両上肢手関節から末梢までの筋力レベルは Z レベル，両手指の関節は進展位拘縮状態のため握力は 0kg，下肢も T-P レベルの不全頸椎損傷であった．車椅子駆動レベルは自立レベルであった．糖尿病を罹患しており，インスリンを皮下注（朝・ノボリン R24μ、夕・ノボリン R12μ）していた．食事は制限され，1,200kcal／日であった．高血糖であることを考慮して，日常活動量増加を目的として車椅子でゴルフボールを 10 個運ぶ（片道約 20m を 10 往復）ことを日

課としていた．
対象者Ｂ：内向的で自己の意志表現が少ない性格であった．更衣，排泄，洗面等自立レベル，移動は手動用車椅子にて自立レベルであった．偏食がみられた．糖尿病性網膜症（両併発白内障），高脂血症を罹患していた．インスリン皮下注は８μU／日であった．食事は制限され，糖尿食1,200kcal／日であった．
対象者Ｃ：更衣，排泄，洗面等自立レベル，移動は歩行器にて自立レベルであった．
(3)運動処方プログラムの実践
対象者 A：運動処方プログラムは，平成 14 年 11 月からハンドエルゴメーター（Monark Rehab Trainer 881E、MONARK 社製）を用い，毎週水曜日の午後およそ 30 分間の運動を展開した．また同時に対象者の筋力向上を目的として，日常生活内にチューブを用いた筋力トレーニングを１日２回（朝・晩）の頻度で日常生活の一部として取り入れた．ハンドエルゴメーター運動は，車椅子に座った状態のままで行い，水温を 40℃に維持した足浴状態で行った．運動前後の脈拍を PULSE GRAPH（SEIKO 社製）を用いて記録した，血圧は手首自動測定血圧計（松下電工社製）を用いて測定した．
対象者Ｂ：運動処方プログラムは，ハンドエルゴメーターを用い，平成 14 年 11 月から毎週水曜日の午後およそ 30 分間の運動を展開した．現在も継続である．また同時に対象者の筋力向上を目的とした筋力トレーニングを，セラバンドを用いて１日２回（朝・晩）の頻度で日常生活の一部として取り入れた．ハンドエルゴメーターは，ハンドグリップからステップに交換し，床に設置することで下肢への運動負荷が可能となる．そこで，上肢運動が困難である対象者に対して，車椅子に座った状態で下肢の片側ペダリング運動とした．また，その日の対象者の体調によりプログラムを設定し，対象者に運動負荷以上の負担がかからないように注意した．運動前及び直後の脈拍，血圧を測定した．
対象者 C：運動処方プログラムは，平成 16 年 1 月から毎週水曜日の午後およそ 30 分間の運動を展開した．現在も継続である．輪にしたチューブを椅子の脚と対象者の足関節に通し，下肢伸展運動を行った．プログラムは 1 回当たりの伸展回数を設定し，運動開始から終了までの時間を計測した．プログラム実践において対象者に運動負荷以上の負担がかからないように注意した．また同時に，日常生活内にチューブを用いた筋力トレーニングを取り入れた．
(4)インフォームドコンセント
本研究の対象者および施設については，ヘルシンキ宣言の趣旨に沿って研究の目的，方法，期待される成果，不利益がないこと，危険性を十分排除した環境とすることなど十分な説明を行い，参加の同意を得た．また，運動処方を行う上で施設と提携している医師との連携を保ち，施設常勤の看護士から対象者の状況として血糖値，障害の状況，日常の様子を把握した．

C．結果及び考察

対象者Ａ：対象者は，入院等の理由により実践不可能であった日を除いて欠席することは無かった．
今回用いたハンドエルゴメーターは 50 回転／分で運動強度を設定するものであったが，対象者の症状，筋力を考慮して無負荷とし，対象者が回せる回転数を負荷とした．足浴は，対象者が糖尿病を罹患していることから，足浴できる状況でないときには足浴無しにすることや，その日の対象者の体調により負荷を設定し，対象者に運動負荷以上の負担がかからないように注意した．
運動処方開始当初は５回転させることが精

一杯であり，補助を付けて回転させていたが，数回の実践により補助の必要がなくなった．同時に総回転数が増加した．このことは，筋力向上を目的としたチューブトレーニングがゴルフボール運びと同様に日課として定着した効果であると考えられた．このことを踏まえて，12月4日から実践プログラムに「最大限のスピードで10回転」を取り入れ，無酸素運動負荷も加えた．

総回転数の増加と共に連続回転数及びその時の回転速度も向上した．また，運動終了後の脈拍が運動前値に戻るまでの時間が短縮した．上肢エルゴメーターを用いたトレーニングにより，車椅子使用者において全身持久力が向上したとする報告（東ら 2000，石澤ら 1998）があり，1週間に1日ではあるが，継続的に有酸素運動を実践したことが全身持久力の向上や心臓血管系に効果を及ぼしたものと考えられた．

運動処方の実践により空腹時血糖値の低下，インスリン皮下注が30単位（運動処方プログラム実践前）から16単位に減少し，糖尿病改善に効果的であったと考えられた．

現在，車椅子マラソンや車椅子バスケットボール等様々な車椅子スポーツ競技が行われている（大久保 2001，飛松 2001）．しかしながら，施設入所型車椅子使用者においては，車椅子動作は，上肢だけでなく体幹部を含むダイナミックな動きとなるため，障害の程度によっては持続して行うことが困難であると考えられる．さらに，車椅子走行が安全で快適に行えるような道路（歩道）が整備されていないこと，また，大型トレッドミルや車椅子エルゴメーターを導入することが困難であることなどの問題から，車椅子を用いた運動実践の機会を日常生活の中で確保することが困難であると考えられる．

一方、今回用いたハンドエルゴメーター駆動運動は，肩関節を中心とした動きであり，単純な回転作業を繰り返す運動であるため動作が安定している．また，負荷設定が容易であることや，車椅子に座った状態でできる．これらのことは，施設入所型車椅子使用者においても運動実践の機会を日常生活の中で確保することができると考えられる．

今回の運動処方プログラムにおいては、終了後に足浴部がほのかに赤くなる等の下肢血流増加が認められた．また，対象者からの聞き取り調査から，足浴をする方が良いことが挙げられた．これらの傾向は，先行研究（豊田ら 1997，Rowell LB 1974）と一致するものであった．これらのことから，今回の運動処方プログラムにおいても足浴による効果は十分に得られることが示唆された．

食事制限は，1,300kcal／日から1,400 kcal／日に増加した．日常生活における対象者や施設関係者の聞き取り調査では，両上肢の挙上げが頭の後ろまで出来るようになったことや，車椅子上での姿勢が良くなり姿勢変化や身体を支えることも自分で出来るようになったこと等があげられた．対象者は肩凝りの解消を認めた．また，運動処方プログラム実施日は，よく眠れること等があげられた．対象者が，実践日である毎週水曜日を心待ちにしていることなど，今回の運動処方の実践が日常活動量の増加だけでなく精神面においても効果的であったことが示唆された．

対象者B：対象者は，施設の行事等の理由により実践不可能であった日を除いて運動処方プログラムを欠席することは無かった．

運動負荷部位が下肢であることから，100回転を1セットとして開始した．運動処方プログラム開始後，数回の実施で総回転数が増加した．次のプログラムとして，1セットにおける回転数を最大200回転に増加した（平成15年4月30日）．このことは，筋力向上を目的としたセラバンドを用いたトレーニングが日課として定着した効果であると考えら

れた.

運動終了直後，脈拍は上昇したが運動終了後には安静時まで速やかに回復した．上肢エルゴメーターを用いたトレーニングで車椅子使用者の全身持久力が向上したと報告されている．本実践においてもハンドエルゴメーターを用いた1週間に1日の継続的な有酸素運動の実践が全身持久力の向上や心臓血管系に効果を及ぼしたものと考えられた.

運動処方の実践により空腹時血糖値が低下した．インスリン皮下注は，8単位（運動処方プログラム実践前）から経口薬となり，2型糖尿病改善に効果がみられた．食事は，運動処方プログラム開始後，全量摂取となった（平成15年2月10日）.

これらのことから，ハンドエルゴメーターを用いた1週間に1日の継続的な有酸素運動の実践は，全身持久力を向上させるだけでなく，血糖のコントロールや心臓血管系においても効果を及ぼしたものと考えられた.

日常生活における対象者や施設関係者の聞き取り調査では，朝，晩のセラバンドを用いた筋力トレーニングによって日常生活内にリズムができたこと，運動処方プログラム実施中，自ら積極的に回数増加を要求するなど，自己意志表現ができるようになった．また，対象者が実践日である毎週水曜日を心待ちにしていることなど，今回の運動処方の実践がQOLの向上だけでなく精神面においても効果的であったことが示唆された.

対象者C：対象者は，平成16年1月28日から平成16年3月.30日まで，施設の行事等の理由により実践不可能であった日を除いて運動処方プログラムを欠席することは無かった.

運動負荷部位が下肢であることから，100回を1セットとした合計1000回として開始した．運動処方プログラム開始後，3ヶ月の実施で1回当たりにかかる平均時間が減少した．そこで，次のプログラムとして，1セットにおける回数を100回および150回の複合とした（平成14年4月14日）．さらに，チューブの交換により，運動強度が増加した．このことは，筋力向上を目的としたチューブを用いたトレーニングが日課として定着した効果であると考えられた.

日常生活における対象者や施設関係者の聞き取り調査では，チューブを用いた筋力トレーニングによって日常生活内にリズムができたこと，運動処方プログラム実践後，転倒することが減少したこと，運動処方プログラムに自ら積極的に参加するなど，自己意志表現ができるようになった．また，対象者が実践日である毎週水曜日を心待ちにしていることや対象者自ら運動処方プログラムを記録するなど，今回の運動処方の実践がQOLの向上だけでなく精神面においても効果的であったことが示唆された.

D. まとめ

障害者スポーツにおけるノーマライゼーションへの支援として施設入所者に対して，日常生活内で運動ができる環境を整え，支援研究を実践した.

対象者A：

1. ハンドエルゴメーター駆動運動時の総回転数が増加した.
2. 連続回転数及びその時の回転速度も向上した.
3. 空腹時血糖値の低下，インスリン皮下注が30単位から16単位に減少した.
4. 日常生活においてもQOLの向上が示唆された.

対象者B：

1. ハンドエルゴメーター駆動運動時の総回転数が増加した.
2. 空腹時血糖値の低下，インスリン皮下注が8単位から経口薬のみとなった.
3. 自ら積極的に回数増加を要求するなど，

自己意志表現ができるようになった.
対象者C：
1．運動処方プログラムにかかる平均時間が減少した.
2．運動負荷量が増加した.
3．日常生活における転倒が減少した.
4．自ら積極的に参加するなど，自己意志表現ができるようになった.

以上のことから，施設入所者に対する運動処方プログラムの実践は，日常活動量を増加させ，QOLの向上に効果を及ぼし、このことがスポーツ活動参加へのステップになるものと考えられた.

参考文献

東章弘，川上英樹，前澤勝之（2000） 車椅子を使用している進行性筋ジストロフィー患者に対する肥満の解消を目的とした運動指導の一例：腕エルゴメーター作業による有酸素性トレーニングの実践．体育学研究：45，739-745.

Hoffman DM (1986) Cardiorespiratory fitness and training in quadriplegics and paraplegics: Sports Medicine, 3, 312-330.

27) Martel G, Noreau L, Jobin J (1991) Physiological responses to Maximal Exercise on arm cranking and wheelchair ergometer with paraplegics. Paraplegia, 29, 447-456.

井垣誠，木村朗，神田満，佐野憲康，謝韶東（1998） 糖尿病患者における50%AT強度運動のcarryover効果の検討：理学療法科学：13，95-97.

井垣誠，木村朗，神田満，佐野憲康，謝韶東（1998） 糖尿病患者における50%AT強度運動の効果-高インスリン郡と低インスリン郡での比較-：理学療法科学：13，99-102.

井垣誠，木村朗，神田満，西澤晴美，佐野憲康，謝韶東（1999） 糖尿病患者における低強度運動療法の体脂肪減量効果に関する検討：理学療法学：26，270-274.

石澤渉，高田治実，脇元章博，石垣栄司，寺村誠治，高木康臣（1998） 脊髄損傷患者に対する上肢エルゴメーターの影響．JRリハビリテーション医療学会誌，24，55-57.

上月正博：低体力者のための健康・体力づくり（2003）体育の科学，53(7)，502-509.

満留昭久，小川厚，濱本邦洋（1998）重症心身障害における病態の年齢依存性変容とその対策に関する研究 重症心身障害児(者)の自律神経機能の年齢依存性変容(第2報) 末梢神経機能との関連において．厚生省精神・神経疾患研究委託費による9年度研究報告集，443.

満留昭久，濱本邦洋，小川厚（1999）重症心身障害児(者)の自律神経機能の年齢依存性変容．厚生省精神・神経疾患研究10年度研究報告書 重症心身障害における病態の年齢依存性変容とその対策に関する研究，285-297.

中野千鶴子，村田博昭，太田拓哉：重症心身障害児(者)における心拍変動解析（2001）日本重症心身障害学会誌，26(1)，63-67.

飛松好子（2001） 代表的車椅子スポーツの現況と今後の医学的課題 障害者スポーツにおけるクラス分け．日本臨床スポーツ医学会誌，9(2)，185-190.

豊田久美子，荒川千登世，稲本俊（1997） 足浴が精神神経免疫系に及ぼす影響．綜合看護，32(3)， 3-14.

大久保衞（2001） 代表的車椅子スポーツの現況と今後の医学的課題 車椅子マラソンのスポーツ外傷・障害 日本車椅子マラソン大阪大会の調査から．日本臨床スポーツ医学会誌，9(2)，206-209.

Rowell LB (1974) The cutaneous circulation. Physiology and Biophysics, 2, 185, W.B. Saunders Co., Philadelphia.

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1.論文発表

●天岡寛, 石本恭子, 小野寺昇, 末光茂:ハンドエルゴメーターを用いた施設入所型車椅子使用者に対する運動処方プログラムの実践. 川崎医療福祉学会誌, 13(1), 145-149, 2003.

2.学会発表

●天岡寛, 西村正広, 小野寺昇, 糖尿病改善のための運動処方に関する実践的研究ー頸椎後縦靭帯骨化症による車椅子使用者で糖尿病を罹患しているAさんの一例ー, 岡山体育学会・日本体育学会岡山支部研究発表会 2002(H14)年度　大会号 : 13-14, 2003.

●天岡寛, 石本恭子, 白優覧, 小坂多恵子, 西村正広, 小野寺昇, 陸上と水中で比較したハンドエルゴメーター運動時の心拍数と酸素摂取量, 第 50 回日本体力医学会中四国地方会研究発表抄録集 : 36-37, 2002.

●石本恭子, 天岡寛, 白優覧, 小坂多恵子, 西村正広, 小野寺昇, 水中立位時おけるアームクランク運動が尿中微量アルブミンとβ2 マイクログラブリンに及ぼす影響, 第 50 回日本体力医学会中四国地方会研究発表抄録集 : 38-39, 2002.

●天岡寛, 西村正広, 小野寺昇, 糖尿病改善のための運動処方に関する実践的研究ー頸椎後縦靭帯骨化症による車椅子使用者で糖尿病を罹患しているAさんの一例ー, 岡山体育学会・日本体育学会岡山支部研究発表会 2002(H14)年度　大会号 : 13-14, 2003.

●Hiroshi Amaoka, Yasuko Ishimoto, Masahiro Nishimura and Sho Onodera : A case study on aerobic exercise for type 2 diabetes using an arm crank ergometer in a wheelchair-dependent patient with ossification of the posterior longitudinal ligament (OPLL). 8th annual Congress of the EUROPIAN COLLEGE of SPORTS SCIENCE, Salzburg, 9-12 July 2003.

●天岡寛, 小野くみ子, 石本恭子, 小野寺昇 : 施設入所型車椅子使用者のための運動処方の実践. 体力科学, 52(6), 1000, 2003.

●天岡寛, 石本恭子, 小野くみ子, 小野寺昇 : 施設入所型車椅子使用者の糖尿病改善のための運動処方の実践. 体力科学, 52(5)676, 2003.

●天岡寛, 西村一樹, 岡本武志, 関和俊, 西岡大輔, 西村正広, 小野寺昇:足浴ハンドエルゴメーター運動における水温の違いが生体に及ぼす影響. 第 59 回日本体力医学会大会, 2004 年 9 月 14 日-16 日. 埼玉.

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

Ⅱ．研究成果の刊行に関する一覧

研究成果の刊行に関する一覧表

発表者名	論文タイトル	発表雑誌名	巻号	ページ	出版年
小坂多恵子	自閉症児の水中運動の実践	岡山体育学会		11-12	2002
小坂多恵子	自閉症児のエンパワメント向上のための水中運動の実践	体力科学	52(5)	653	2002
Onodera S.	Effects of hydrotherapy for autistic children.	Biomechanics of swimming			2002
小野寺昇	自閉症児のための水中運動の実践と評価	体力科学	51(6)	784	2002
小野寺昇	水を利用した自閉症児のための水中運動の実践	体力科学	51(5)	475	2002
小野寺昇	養護学校生徒の平衡能改善に及ぼす身体活動の影響	日本体育学会			2002
小坂多恵子	自閉症児のエンパワメント向上のための水中運動の実践～平成15年度第1期、第2期のまとめ～	岡山体育学会			2003
小坂多恵子	自閉症児の水中運動の実践	岡山体育学会			2003
Taeko Kosaka	Aquatic therapy for improving empowerment of autistic children(Part 1)	EUROPIAN COLLEGE of SPORTS SCIENCE			2003
Kanako Sugi	Aquatic therapy for improving empowerment of autistic children(Part 2)	EUROPIAN COLLEGE of SPORTS SCIENCE			2003
小坂多恵子	自閉症児のエンパワメント向上のための水中運動の実践	体力科学	52(6)	996	2003
小坂多恵子	自閉症児のエンパワメント向上のための水中運動の実践～平成14年度第3期～	体力科学	52(5)	676	2003
小坂多恵子	自閉症児のエンパワメント向上のための水中運動の実践	体力科学	52(5)	653	2003
Onodera S.	Effects of hydrotherapy improving empowerment for autistic children.	EUROPIAN COLLEGE of SPORTS SCIENCE			2004
藤澤智子	自閉症圏児の水中運動教室の実践(平成16年度第1期のまとめ)	日本水泳科学研究会		28	2004
藤澤智子	精研式CLAC-Ⅱで評価した自閉症児の水中運動の行動分析	体力科学	53(6)	885	2004
小野寺昇	自閉症児のエンパワメント向上のための水中運動の実践研究～平成15年度の実践研究から～	体力科学	53(5)	589	2004
小野寺昇	岡山県における障害者のエンパワーメント向上のための水泳教室の取り組み	体力科学	52(6)	1007	2003
小野寺昇	障害者の社会参加のための水泳教室の開催とスポーツ活動バリアフリーの支援活動に関する研究-15年度のまとめ-	体力科学	53(6)	892	2004
小野寺昇	養護学校生徒における静的及び動的バランスから評価した平衡能	日本体育学会		310	2003
犬飼義秀	障害者のスポーツ選手における部位別身体組成	体力科学	52(6)	946	2003
西河英隆	車いす陸上選手の全身持久力と筋力の評価	岡山スポーツ医科学研究会		5-6	2004
橋本好	車椅子競技者の骨密度と身体組成	日本体力医学会中四国地方会			2004
西河英隆	車いす陸上選手の身体組成と筋力及び全身持久力の評価	日本障害者スポーツ研究集会		4	2005
天岡寛	糖尿病改善のためのための運動処方に関する実践的研究-頸椎後縦靭帯骨化症による車椅子使用者で糖尿病を罹患しているAさんの一例-	岡山体育学会		13-14	2002
天岡寛	陸上と水中で比較したハンドエルゴメーター運動時の心拍数と酸素摂取量	体力科学	52(5)	654	2003
石本恭子	水中立位時におけるアームクランク運動が尿中微量アルブミンとβ2マイクログラブリンに及ぼす影響	体力科学	52(6)	654	2003
Hiroshi Amaoka	A case study on aerobic exercise for type 2 diabetes using an arm crank ergometer in a wheelchair-dependent patient with ossification of the posterior longitudinal ligament(OPLL).	EUROPIAN COLLEGE of SPORTS SCIENCE			2003
天岡寛	施設入所型車椅子使用者のための運動処方の実践	体力科学	52(6)	1000	2003
天岡寛	施設入所型車椅子使用者の糖尿病改善のための運動処方の実践	体力科学	52(6)	676	2003
天岡寛	足浴ハンドエルゴメーター運動における水温の違いが生体に及ぼす影響	体力科学	53(6)	887	2004

Ⅲ. 研究成果の刊行物・別刷

水の物理的特性と水中運動

川崎医療福祉大学大学院教授　小野寺　昇
旭川荘バンビの家　星島葉子

1. はじめに

近年，水中歩行やアクアビクス等の水中運動が，健康増進の一手段として盛んに用いられるようになってきた。その背景として，温水プールが身近な地域にも普及し利用しやすくなったことが挙げられる。特に，第3セクターの健康増進施設が各県に新設されるようになり，温水プールを備えた民間スポーツクラブの増加も重なって，温水プールが全国的な規模で急速に普及したことが，身近になった大きな要因である。同時に，水中運動をテーマにした科学番組や雑誌等によって，科学的な根拠が紹介され，水中運動に対する理解が広がったことなどが挙げられる。しかしながら，高齢社会における健康志向の高まりが根底にあり，このことが最も大きな要因であると予測される。このような背景を踏まえて，ここでは，水の物理的特性と水中運動に関する最新の知見を紹介する。

2. 水の物理的特性

水中歩行やアクアビクスが広く受け入れられているのは，数多くの利点が存在するからである。水中運動の利点は，水の持つ物理的な性質を用いて説明することができる。浮力（比重），水圧，水温，水の粘性抵抗などは，水の物理的な特性である[1]。水の物理的な特性がどのような生体応答と結び付くのかを，表1にまとめた。

表1　水中と陸上の血圧の比較

水の物理的特性		水中運動の利点
浮　力	⟶	体重減少
水　圧	⟶	ビーナスリターン（静脈還流）の促進
水　温	⟶	体温調節
粘　性	⟶	負荷強度の設定

中高齢者における立位姿勢での水中と陸上の比較，平均年齢55±7歳，n＝20（男性2名，女性18名），水温30℃

3. 浮力と負荷体重の減少

水中では，浮力の影響を受けて負荷体重が減少する。浮力は，水深が深くなればなるほど大きく作用する。つまり，負荷体重の減少率は水位に依存し，アルキメデスの原理にしたがう。どれくらいの体重減少となるのか。実際に20歳代で体脂肪率が約20％の女性5人の負荷体重減少を，2つの部位で測定すると，腰部水位で体重の28％減，胸部水位で87％減となった。このことは，自分の負荷体重が，関節への負担とならないようにしたい人たちにとって大きな利点となる。すなわち，肥満化傾向の人たちの運動には，好ましい環境であるといえる。

各水位における負荷体重の減少量を概ね把握できれば，運動処方の目的に合った荷重が選択できる。負荷体重減少を予測するために，身体7部位（下腿中央部，膝関節，大腿中央部，大転子，臍（へそ），剣状突起，鎖骨）の水位で測定した負荷体重変化（n＝17，体脂肪率20％±2.3）に基づき，図1を作成した[2]。図1は，身長と部位の相対値から割り出した相対的な負荷体重変化を示している。例えば，大転子までの長さが身長の約45％なら，水中での負荷体重は陸上で測定した負荷体重の約60％になり，40％負荷体重が減少するものと予測できる。この図から個々の水位における負荷体重減少を予測できるものと考える。ただし，体脂肪率が20％より高い場合，グラフは上方に移動し，逆に20％よりも低い場合は，下方に移動することを付記する。

小野寺　昇（おのでらしょう）氏の略歴
1979年　福島大学卒業
1981年　東京学芸大学大学院修了
1983年　東京慈恵会医科大学第一生理学助手
1991年　川崎医療福祉大学助教授
1995年　同大学教授
1996年　同大学院教授

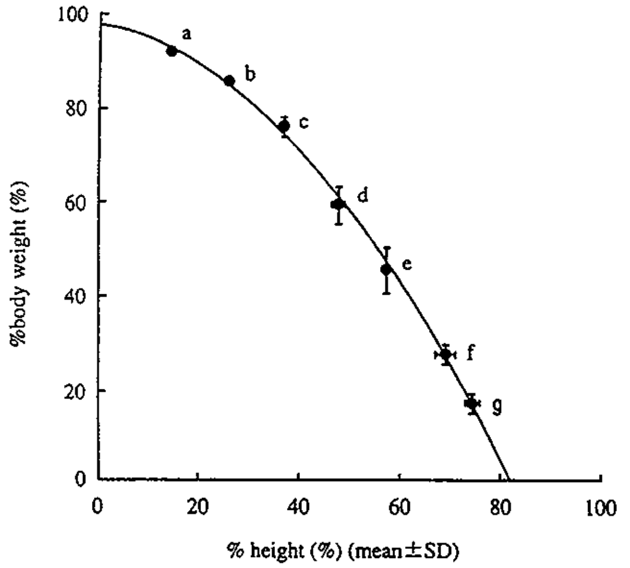

図１　水位を身長の相対値で表した時の水中での体重の相対値

a：下腿中央，b：膝関節，c：大腿中央，d：腰部(大転子)，e：へそ，f：剣状突起，g：鎖骨

実際に水中で上下運動をしてみる。体重 65 kg，体脂肪率32％の男性が，陸上でつま先立ちしたときの床反力は，およそ 400 kg になる。同じ動作を水中（水位：腰部）で行うと 1/4 に軽減する。このことは，何らかの理由で（概ねスポーツ外傷・障害によって）筋力等が低下した場合，あるいは，加齢による筋力低下等に対応した運動処方として，水中運動の特性が大いに活用され利点となる。

4．水の比重とクロール泳法

多くの人たちは，海水の方が泳ぎやすいと感じる。これは，海水の比重が高いために大きな浮力が得られるからである。池上ら[3]は，真水でのクロール泳法における浮くための酸素消費量を 0.352 l/min（男），0.185 l/min（女）と見積もった。女性が少ないのは体脂肪率の影響である。

小野寺ら[4]は，水の比重そのものを変化させ，クロール泳法におけるエネルギーコストを算出した。硫酸ナトリウムを溶解すると，粘性を高めることなく選択的に水の比重を変化させることができる。回流水槽（15 t）を用いて，最大酸素摂取量の70％の強度で，クロール泳法を実施した時の比重の変化に対応した心拍数と酸素摂取量を，図2と図3に示した。比重が1.04までは，心拍数と酸素摂取量は減少した。このことは，水の比重が高くなると，クロール泳法におけるエネルギー効率が高まったことを示す。ところが，さらに水の比重が高くなると，心拍数と酸素摂取量は増加に転じた。このことは，浮力が高まり過ぎて，かえってクロール泳法におけるエネルギー効率が低下したことを示す。これらのことから，比重1.04にエネルギーコストの臨界点が存在すると予測された。さらに真水との比較から，クロール泳法における浮くためのエネルギーコストは，約30％であると推測された。

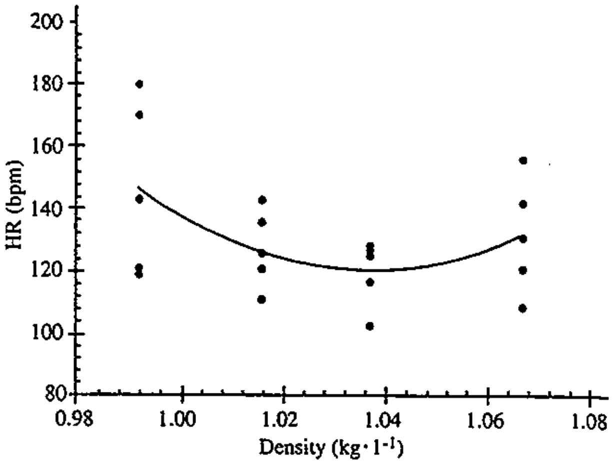

図２　回流水槽におけるクロール泳法時の水の比重の違いが心拍数に及ぼす影響

水温：28℃，室温：30℃，水の比重は Na_2SO_4 を用いて変化させた。泳速：70％ $\dot{V}O_2max$，n＝6

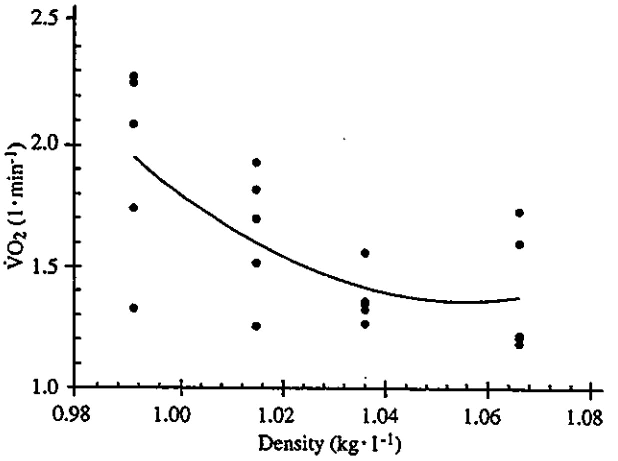

図３　回流水槽におけるクロール泳法時の水の比重の違いが酸素摂取量に及ぼす影響

条件は図１と同じ

5．水の粘性抵抗とエネルギー代謝量

水中運動時の心拍数，酸素摂取量の測定手段として，プールでの歩行や水中トレッドミル等が用いられてきた[5]。図4に，意図的に水の粘性抵抗を高めた水中におけるトレッドミル歩行時の心拍数と，酸素摂取量変化を示した[7]。粘性はCMC（糊）を用いて高めた。水位は大転子，水温は30℃とした。4km/hで歩いた時，陸上，水道水，粘性水の順に心拍数と酸素摂取量は増加した。このことは，水の粘性が段階的な運動負荷を運動処方に適用できることを示唆する。図5同様に，粘性を高めた水を用いた水中トレッドミル歩行時の酸素消費量変化を示した。水中トレッドミルの場合，水位を大転子（腰部）にとったとき，歩速4km/hで，おおよそ陸上での歩行とほぼ同じ酸素摂取量となる。水中トレッドミル歩行時のエネルギー代謝量は，水位を胸部にとったときに最も少なく，腰部，膝関節，大腿部中央の順に多くなっていく。これは，浮力と体重変化の割合によるものである。水位を大腿部中央にとったとき，最も運動強度が高いことが明らかになっている。実際の水中歩行は，温水プールで時速1〜2kmの歩速で行われることが多い。酸素摂取量で見積もると，同じスピードの水中トレッドミル歩行時の約3倍と見積もることができる。水中歩行は，ある程度のエネルギー消費を望むことができるが，水中歩行だけで減量することは難しく，むしろ，体重維持のためと考えることが妥当であろう。

水は，粘性抵抗を持っているため，どの方向に

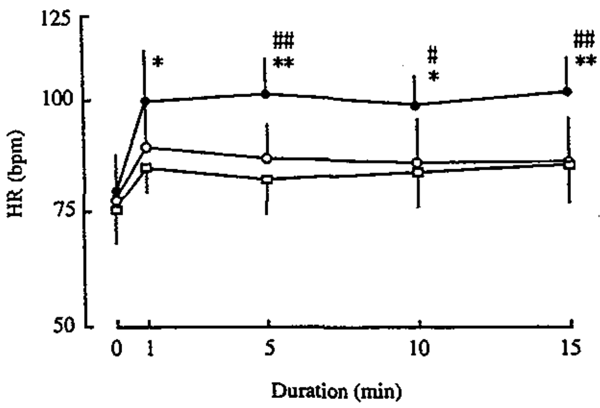

図4-1　トレッドミルおよび水中トレッドミル歩行時の3条件下における心拍数変化

—●—；粘性条件，水中トレッドミル歩行（1％CMC水溶液）

—○—；真水条件，水中トレッドミル歩行

—□—；陸上条件，トレッドミル歩行

水温30℃，室温30℃，歩行時間：15分

＊(P＜0.05) と＊＊(P＜0.01) は，粘性条件と陸上条件との有意差検定

＃(P＜0.05) と＃＃(P＜0.01) は，粘性条件と真水条件との有意差検定，n＝7

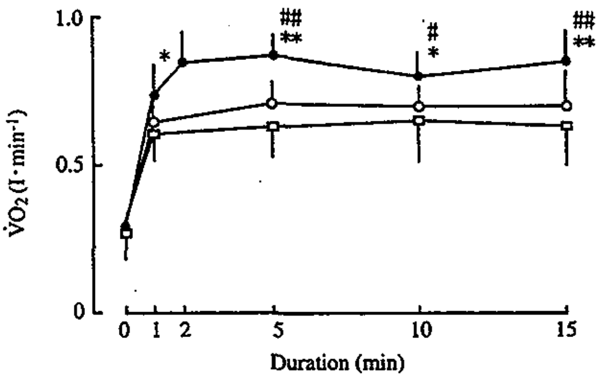

図4-2　トレッドミルおよび水中トレッドミル歩行時の3条件下における酸素摂取量変化

シンボルと条件は図5と同じ

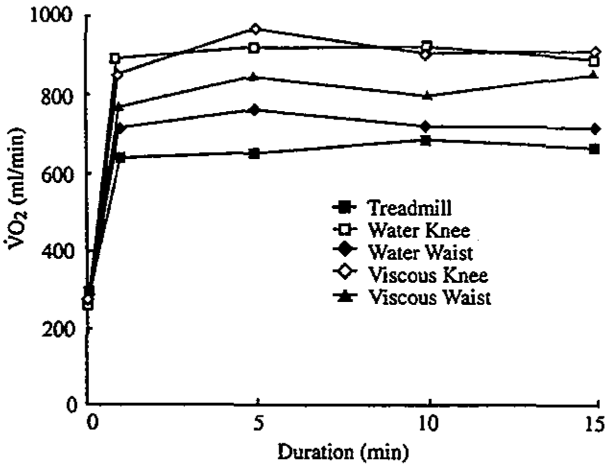

図5　水中トレッドミル歩行における水の粘性と水位が酸素摂取量に及ぼす影響

Treadmill：陸上でのトレッドミル歩行

Water Knee：水位膝関節における真水での水中歩行

Water Waist：水位腰部における真水での水中歩行

Viscous Knee：水位膝関節における粘性水での水中歩行

Viscous Waist：水位腰部における粘性水での水中歩行

水温：30℃，室温30℃，歩速：4km/h

粘性水：1％CMC水溶液，n＝5