

2つの異なる水中運動が日本人全盲視覚障害者の筋力、骨密度に及ぼす影響

中山 正教¹・久富 守¹・柿山 哲治²・南里 妃名子³

(西九州大学短期大学部 食物栄養学科¹ 中京大学 スポーツ科学部²
佐賀大学医学部 社会医学講座予防医学分野³)

(平成 23 年 12 月 22 日受理)

Effects of 2 types of water exercise on the body composition, muscle strength, bone mineral density in visually handicapped Japanese

Masanori NAKAYAMA¹, Mamoru HISATOMI¹, Tetsuji KAKIYAMA², Hinako NANRI³

(¹*Nishikyushu University Junior Collage*, ²*School of Health and Sport Sciences, Chukyo University*,
³*Department of Preventive Medicine, Faculty of Medicine, Saga University*)

(Accepted December 22, 2011)

Abstract

To clarify the effects of 2 types of periodic exercise in water on subjects with total blindness, the effects of swimming and water exercise programs on the body composition, grip strength, knee extension force, bone mineral density were investigated. The subjects were 104 visually handicapped males with no exercise habit (age: 37.2 ± 6.9 years). The subjects were divided into swimming (n=30, age: 36.4 ± 6.2 years), water exercise (n=44, age: 39.1 ± 7.1 years), and no intervention (n=30, age: 38.9 ± 6.4 years) groups, and they periodically performed exercise twice a week for 6 months. To investigate the effects of the interventions, the body composition, grip strength, knee extension force, bone mineral density, and mental health scores were measured before intervention and at 3 and 6 months of intervention. The programs were effective with regard to the extension force, bone mineral density. It was found that swimming and water exercise are effective for visually handicapped persons, for whom increasing the physical activity level on a hard surface is difficult.

Key word : Adapted Physical Exercise,
water exercise,
bone mineral density

1. はじめに

今日、視覚障害者の人口はほぼ横ばいである。また、我が国における視覚障害者の傾向は変化を見せており、2007年度障害者白書²⁾によるとこれまでは先天的に障害を有した中途障害の割合が大半を占めていたが近年では先天性の障害者数が減少し、中途障害の割合とほぼ同数という現状である。また、先天性の視覚障害者を年齢別に見てみると高齢者の割合の増加が見られ、視覚障害者における平均寿命も最近では、医療技術の発達などにより健常者と比較してもほとんど差がみられない。このような現状の中、最近の研究では、視覚障害者の健康や体力に関する研究や報告が関心を集めている。

kakiyamaら¹⁾は、視覚障害者の障害特性として、視覚情報の遮断を挙げている。これまでの先行研究では、健常者と比較して身体活動力が少なく⁶⁾ 体格^{4) 8)} 及び体力¹¹⁾、有酸素機能的作業機能^{3) 14)} が劣るという報告が見られる。この大きな要因として障害特性による身体活動量の不足が挙げられる。先行研究の身体活動量¹⁶⁾ はKaziokaら⁷⁾ が示した内臓脂肪減少の定義の最低7500歩/日以上と比較すると、ほとんど届いていない状況である。また、香田の報告¹²⁾ によると、視覚障害を有する大学生の身体活動量は健常者の活動量に比べ有意に少ない傾向を示しており、健康づくりの歩行として考えると不足していると指摘している。そこで、身体活動増加の方法としてスポーツ活動の実施があげられる。これまで、視覚障害者を対象とした運動実施方法に関する研究は、各スポーツ競技団体を中心とし多くの陸上での種目が実践されている。しかし、種目のほとんどは陸上での実施に限られ、指導者及びガイドと1対1での実施となるため、個人が習慣的継続するためには困難である。そこで、水中での運動を考えてみる。視覚障害者にとって陸上での活動と比較しても障害物等がほとんどなく安全性の面からも安全に運動を行うことができる。また、指導においても、陸上競技のように1人の視覚障害者に対して1人のガイドを付ける必要がなく、複数の指導を一人で行うことが可能である。また、水中運動の特徴として日本水泳連盟⁵⁾ は、「他のスポーツと比較して、日常生活とは異なった水中における身体的・精神的な刺激が運動の効果を高める」と述べており、視覚障害者にとって有効な方法であるとともに継続的に行うことで心身に効果を及ぼすと考える。しかし、これまでの先行研究において視覚障害者を対象とした継続的な水中での運動の効果に関する研究は極めて少ない。

そこで、本研究では、全盲視覚障害者が、定期的を実施する2つの異なる水中での運動の効果を明らかにすることを目的に、身体組成、握力、膝伸展力、骨密度に着目し、水泳実施と水中運動の2つの運動効果と両運動の

効果の比較検討を行った。

2. 方 法

1) 対象者

対象者として3ヶ月以上の習慣的運動経験の無い男性視覚障害者104名(37.2 ± 6.9歳)を対象とした。全対象者は先天性の全盲障害を有しており、鍼灸師もしくはマッサージ師のいずれかであった。対象者に対して本研究の趣旨、手順、測定 of 危険性などについて詳細な説明を口頭および点字訳した資料を用いて行い、研究への同意を得た上で実施した。介入前および介入後の健康診断において障害以外の疾病は見られなかった。なお本研究は佐賀大学医学部倫理委員会の承認を得た。

2) 測定方法

全対象者に対し、水泳群(n = 30名 36.4 ± 6.2歳)、水中運動群(n = 44名 39.1 ± 7.1歳)、介入無し群(n = 30名 38.9 ± 6.4歳)の3つの群に対象者の希望で群を形成した。水泳実施群、水中運動群については、25mの日本水泳連盟公認プールを使用し、水温は27 ± 2℃以内で設定した。介入内容については週2回それぞれ1時間半を2008年4月から同年9月末までの6ヶ月間行った。運動の目安として心拍数が180を超えないプログラムを行った。

介入の効果測定として身体組成、握力、膝伸展力、骨密度及びメンタルヘルス調査を全対象者に対して介入前、介入後3ヶ月、介入後6ヶ月にそれぞれ行った。身体組成項目として身長、体重、体格指数(body mass index; BMI) および体脂肪率を測定した。体重、体脂肪率は、体組成計(YAGAMI社製 BC-118)を用い測定した。握力測定にはスドレー式握力計(YAGAMI社製 DM-100S)を用いた。左右それぞれ2回ずつ測定し、最高値を測定値とした。膝伸展力では、膝伸展力計(YAGAMI社製 GF-300)を用い、椅座位姿勢にて計測を行った。膝間角度は90度とした。測定に際して、対象者には前方へ最大努力で膝を伸展するよう指示した。左右の足を2回ずつ測定し、最高値を測定値とした。骨密度測定は超音波骨評価装置(ALOKA社製 AOS-100)を用いた。利き足の踵骨の音速(SOS)と透過指標(TI)の測定から、TI × SOS²の式により音響的骨評価値(OSI)を算出し、さらにそれを若年成人の平均値で除して%で表した値を骨密度の指標とした。

3) 集計・分析

各変数の測定結果は平均値 ± 標準偏差で示した。各群の介入前後の比較においては対応のあるt検定を用いた。また、3群間の介入前後変化値比較においては、一元配置分散分析を行い、Tukey法による多重比較を行った。いずれの検定においても有意水準を5パーセント未

満 ($p < 0.05$) とした。なお、統計処理には統計解析ソフトウェア SPSS12.0J for Windows を用いた。

Table 1 Characteristic of the subjects.

	Swimming n=30名	Water exercise n = 44名	Non-intervention n = 30名	Total n=104
Age (years)	36.4 ± 6.2	39.1 ± 7.1	38.9 ± 6.4	37.2 ± 6.9
Height (cm)	166.3 ± 7.4	169.2 ± 8.1	167.4 ± 9.3	168.2 ± 9.6
Body Mass (kg)	58.2 ± 6.2	62.4 ± 7.8	61.7 ± 6.1	61.4 ± 7.1
BMI(kg/ m ²)	21.4 ± 3.3	23.0 ± 4.1	20.8 ± 5.0	22.4 ± 4.3
Percent Body Fat (%)	16.3 ± 4.2	18.0 ± 6.1	17.6 ± 7.2	18.2 ± 6.6

Date are mean ± SD. BMI ; body mass index.

3. 結 果

A 運動介入の効果

各測定項目の運動介入前後の測定値を比較し、Table2から Table9 に示した。

身体組成項目については、BMI と体脂肪率の項目において水泳群と水中運動群では介入前と介入後の比較で有意な減少を示した ($p < 0.05$)。非介入群においては、介入前後において有意な変化を示さなかった。

筋力項目については握力において水泳群のみ介入前後の比較において右 ($p < 0.01$)、左 ($p < 0.05$) でそれぞれ有意な増加を示した。水中運動群と非介入群においては有

意な変化を示さなかった。膝伸展力において、水泳群、水中運動群では左右ともに介入前と介入後の比較で有意な増加を示した ($p < 0.01$)。非介入群においては、介入前後において有意な変化を示さなかった。

骨密度においては、水中運動群のみに介入前と介入後の比較で有意な増加を示した ($p < 0.01$)。水泳群、非介入群においては、介入前後において有意な変化を示さなかった。

メンタルヘルスについては水泳群、水中運動群においてのみ減少傾向を示した ($p < 0.05$, $p < 0.01$)。非介入群においては、介入前後において有意な変化を示さなかった。

Table 2 BMI change value of the three subjects group.

	Pre	kg/ m ² 3month	6month
Swimming (n=30名)	n=30名	n = 44名	n = 30名
Water exercise (n = 44名)	22.0 ± 4.1	20.4 ± 5.8*	20.2 ± 4.2 [#]
Non-intervention (n = 30名)	20.8 ± 5.0	21.1 ± 4.2	20.9 ± 4.9
Total	21.4 ± 4.3	20.7 ± 5.6	20.6 ± 4.8

Date are mean ± SD. BMI ; body mass index.

※…pre vs 3month $p < 0.05$ /. #…pre vs 6month $p < 0.05$

Table 3 Percent Body Fat change value of the three subjects group.

	Pre	% 3month	6month
Swimming (n=30名)	16.3 ± 4.2	15.9 ± 5.1	15.1 ± 4.8 [#]
Water exercise (n = 44名)	18.0 ± 6.1	17.1 ± 5.3*	16.9 ± 4.9 [#]
Non-intervention (n = 30名)	17.6 ± 7.2	17.2 ± 7.3	17.6 ± 6.1
Total	18.2 ± 6.6	16.8 ± 6.4	16.7 ± 5.9

Date are mean ± SD.

※…pre vs 3month $p < 0.05$ #…pre vs 6month $p < 0.05$

Table4 Handgrip strength change value of the three subjects group (right).

	Pre	Kg 3month	6month
Swimming (n=30名)	44.3 ± 8.2	45.8 ± 8.6*	46.1 ± 7.9#
Water exercise (n = 44名)	43.5 ± 7.8	43.7 ± 8.2	43.8 ± 6.4
Non-intervention (n = 30名)	43.9 ± 6.9	43.3 ± 7.4	43.2 ± 7.9
Total	44.2 ± 8.1	43.9 ± 7.0	44.1 ± 7.2

Date are mean ± SD.

※…pre vs 3month p < 0.05 #… pre vs. 6month p < 0.05

Table5 Handgrip strength change value of the three subjects group (left).

	Pre	Kg 3month	6month
Swimming (n=30名)	41.3 ± 7.9	42.6 ± 5.9*	44.3 ± 8.1##
Water exercise (n = 44名)	40.9 ± 6.3	41.3 ± 7.1	41.5 ± 8.2
Non-intervention (n = 30名)	40.2 ± 8.9	40.0 ± 7.2	39.7 ± 6.1
Total	40.7 ± 9.1	41.2 ± 6.3	40.6 ± 8.1

Date are mean ± SD.

※…pre vs 3month p < 0.05 ##… pre vs. 6month p < 0.01

Table6 Knee extensor strength change value of the three subjects group (right).

	Pre	kg / kg weight 3month	6month
Swimming (n=30名)	0.60 ± 0.14	0.65 ± 0.25*	0.67 ± 0.31##
Water exercise (n = 44名)	0.59 ± 0.28	0.62 ± 0.22*	0.65 ± 0.30##
Non-intervention (n = 30名)	0.60 ± 0.21	0.61 ± 0.29	0.60 ± 0.32
Total	0.60 ± 0.31	0.63 ± 0.30*	0.65 ± 0.32##

Date are mean ± SD.

※…pre vs 3month p < 0.05.

##…pre vs 6month p < 0.01.

Table7 Knee extensor strength change value of the three subjects group (left).

	Pre	kg / kg weight 3month	6month
Swimming (n=30名)	0.59 ± 0.21	0.65 ± 0.29**	0.66 ± 0.29##
Water exercise (n = 44名)	0.58 ± 0.22	0.62 ± 0.20*	0.64 ± 0.24##
Non-intervention (n = 30名)	0.59 ± 0.29	0.58 ± 0.22	0.59 ± 0.29
total	0.58 ± 0.30	0.63 ± 0.26*	0.65 ± 0.23##

Date are mean ± SD.

※…pre vs 3month p < 0.05 ※※…pre vs 3month p < 0.01 ##…pre vs 6month p < 0.01

Table8 Bone density change value of the three subjects group.

	Pre	% 3month	6month
Swimming (n=30名)	103.6 ± 6.3	104.0 ± 7.3	104.2 ± 7.8
Water exercise (n = 44名)	104.1 ± 7.1	106.2 ± 6.4**	107.5 ± 6.9##
Non-intervention (n = 30名)	103.4 ± 5.7	103.6 ± 6.2	103.5 ± 6.4
Total	103.8 ± 7.1	105.2 ± 7.8*	105.8 ± 7.1##

Date are mean ± SD

※…pre vs 3month p < 0.05 ※※…pre vs 3month p < 0.01. ##…pre vs 6month p < 0.01.

B 群間の变化値比較

各測定項目の群間介入前後変化値を比較し、Table10からTable13に示した。

身体組成項目では、BMIの変化値比較において水泳群と水中運動群の比較、水中運動群と非介入群の間 ($p < 0.01$)、水泳群と非介入群の間 ($p < 0.05$) で有意な差が認められた。体脂肪率の比較では、各群間において有意な差が認められた ($p < 0.05$)。

筋力項目については握力の右手において水泳群と水中

運動群、水泳群と非介入群の間に有意な差が認められた ($p < 0.05$)。左手においても水泳群と水中運動群、水泳群と非介入群の間 ($p < 0.01$)、水中運動群と非介入群の間 ($p < 0.05$) にそれぞれ有意な差が認められた。膝伸展力では、各群間に有意な差は、認められなかった。

骨密度項目では、水泳群と水中運動群、水中運動群と非介入群の間 ($p < 0.01$)、水泳群と非介入群の間 ($p < 0.05$) に有意な差が認められた。

Table 9 Comparison between groups (BMI・Percent Body Fat).

	BMI (kg/m ²)	Percent Body Fat(%)
Swimming (n=30名)	- 0.96 ± 0.31 ^{**}	- 0.84 ± 0.32 [*]
Water exercise (n = 44名)	- 2.73 ± 1.13 ^{**}	- 1.12 ± 0.41 [*]
Non-intervention (n = 30名)	- 0.01 ± 0.13 [#]	+ 0.13 ± 0.21 [#]
Total	- 1.85 ± 1.23	- 0.81 ± 0.36

BMI ; body mass index. Data are mean ± SD.

※ …swimming vs Water exercise $p < 0.05$

※※…swimming vs Water exercise $p < 0.01$

…swimming vs non-intervention $p < 0.05$

* …Water exercise vs non-intervention $p < 0.05$

* *…Water exercise vs non-intervention $p < 0.01$

Table 10 Comparison between groups (Handgrip strength)

	Right (kg)	Left (Kg)
Swimming (n=30名)	1.83 ± 0.82 [*]	2.63 ± 0.73 ^{**}
Water exercise (n = 44名)	0.25 ± 0.17	0.29 ± 0.23 [*]
Non-tervention (n = 30名)	- 0.02 ± 0.13 [#]	- 0.12 ± 0.19 [#]
Total	1.12 ± 0.61	1.07 ± 0.61

Data are mean ± SD.

※ …swimming vs Water exercise $p < 0.05$

※※…swimming vs Water exercise $p < 0.01$

…swimming vs non-intervention $p < 0.05$

#…swimming vs non-intervention $p < 0.01$

Table 11 Comparison between groups (Knee extensor strength)

	Right (Kg/kg weight)	Left (kg/kg weight)
Swimming (n=30名)	0.07 ± 0.12	0.06 ± 0.12
Water exercise (n = 44名)	0.06 ± 0.03	0.06 ± 0.10
Non-intervention (n = 30名)	- 0.01 ± 0.01	- 0.02 ± 0.02
Total	0.03 ± 0.11	0.05 ± 0.23

Data are mean ± SD.

Table 12 Comparison between groups (Bone density).

	%
Swimming (n=30名)	0.82 ± 0.28 ^{**}
Water exercise (n = 44名)	2.53 ± 0.89 ^{**}
Non-tervention (n = 30名)	- 0.02 ± 0.04 [#]
Total	2.03 ± 0.93

※※…swimming vs Water exercise $p < 0.01$

…swimming vs non-intervention $p < 0.05$

* *…Water exercise vs non-intervention $p < 0.01$

4. 考 察

本研究の対象者は30歳～40歳の男性視覚障害者を対象とした。介入前の各測定項目の値を同年代の日本人男性健常者を対象とした平均値(15)、と比較すると、体組成及び握力については、ほぼ同じ値を示したが、膝伸展力及び骨密度については低い値を示した。この要因の一つとして、身体活動量の違いがあげられる。実際に運動介入前に全対象者に3軸加速度計を用いた身体活動量測定を行った結果、1日の身体活動量平均が約3500歩であり、同年代の平均値(13)と比較すると大差がみられた。特に本研究の対象者は先天性に障害を有しているため、生後からこの年代までの身体活動量では大差があると考えられ、特にその影響は大きいと考えられる。また、身

体活動量と関連が他の項目に比べ少ないと推測される握力についてその影響は低いと考えられる。

A 運動介入の効果

体組成については、BMIと体脂肪率において介入効果が認められた。今回の週2回の介入プログラムでは、日ごろの身体活動量に比べより多くの身体活動量が確保でき、その効果としてBMI及び体脂肪率の低下が認められたと考えられる。

握力については水泳群のみに有意な増加を示した。水泳群では、介入においてプル動作などの練習の結果、握力が向上したと推察する。水中運動群に有意な増加が認められなかった要因として職業特性が考えられる。全対象者は、鍼灸師もしくはマッサージ師であるため瞬間的に大きな力を発揮する機会が多く、その職業動作により

握力が向上してきたため、今回の水中運動群の介入におけるプログラムではほとんど向上が見られなかったと推察する。

膝伸展力においては水泳群、水中運動群ともに有意な向上が認められた。水泳群の要因としては、生活の中でわずかな下肢の身体活動に比べ、キック動作を中心とした下肢の練習動作が向上に影響を及ぼしたと考えられる。水中運動群の向上の要因としては、日常生活において安全性などの問題点により身体活動量が減少していたものがプールという限られた範囲で行い、また指導員の監視のもとで活動を行い安全面に配慮した形で介入することができ、陸上での活動に比べ範囲が限定されることなく動くことができたことが考えられる。例えば、陸上ではガイドの付き添い無しでは大変困難な軽いジョギングもコースロープを使用することでガイド無しに一人で活動することが可能であったことなどがあげられる。

骨密度においては水中運動群のみに有意な向上が認められた。男性健常水泳選手を対象とした骨密度の調査¹⁰⁾において、浮力によって生じる刺激の減少が原因で、他の運動種目と比較して水泳種目が低い傾向にあるとしている。さらに、健常者選手と視覚障害者選手の骨密度比較⁹⁾では、有意な差は無いとしている。このことより、水泳群は、今回の介入においても障害による特性では無く水泳特性が要因であると考えられる。水中運動群では、水中運動ではあるもののウォーキングやジョギングなどといった陸上と類似した活動を中心としたプログラムであったため、骨密度が向上したと考えられる。

B 群間の変化値比較

身体組成のBMIと体脂肪率の変化値を比較すると水中運動群が水泳群と比較して有意に変化値に差が見られた。介入では、水泳群が自由形泳法の習得を目標としたプログラム、水中運動群が全身を使った運動プログラムであったため、トレーニング内容にも違いが見られたことが要因であると考察する。また、介入を行う際介入時間などにおいては、共通であるが、介入の際水中運動群に比べ、水泳群が指導や説明に時間を使い活動時間を比較すると、水中運動群が長い傾向にあったためその点でも差が見られたのではないかと考えられる。

筋力では、握力においてのみ有意に変化値に差が認められた。水泳群がプル練習という腕力向上を目的とした練習を毎回行う一方で、水中運動群では、特に握力向上に特化するようなプログラムを取り込んでいなかった。その点で差が見られたと推察する。

骨密度については有意な差が認められた。運動介入の効果と同様の点での違いが変化値の差が認められた要因であると考えられる。また、健常者を対象とした内藤らの報告³¹⁾によると競技レベルが高いほど骨密度は低値傾向にあるため、今回の対象者が今後競技レベルの向上見られれば

健常者と同様に低値傾向になると推察される。

今回の結果は、視覚障害者の身体活動の増加を目的とする場合、水中運動が有効手段の一つであることが考えられる。

5. まとめ

この研究の目的は定期的実施する水中での水泳及び水中運動が身体組成、握力、膝伸展力、骨密度に及ぼす効果を明らかにすることであった。6ヶ月の介入の結果、水泳では、体組成、握力、脚伸展力において、水中運動では体組成、脚伸展力、骨密度に効果が見られた。今回の結果より、水泳及び水中運動は、陸上での身体活動量増加が困難な視覚障害者にとって、有効な運動方法の一つであることが明らかとなった。

文 献

- 1) Akimoto, T. Koda, Y. Akama, T. Yanagawa, M. Tatuno, M. Sugiura, K. Kakiyama, T. Maeda, S. Kono, I. Matsuda, M. Alteration of salivary immunoglobulin a by about of exercise in the visually impaired males. Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine, 46⁽⁵⁾, pp.523-527. (1997).
- 2) Cabinet Office Japan. Annual Report on Government Measures for Persons with disabilities (summary)2007. (2008)
- 3) Hopkins, W. G, Gaeta, A, C. and Hill, P. Mc. N. Physical fitness of blind and sighted children, Eur. J. Appl. Physiol, 56, 69-73. (1987)
- 4) Jankowski, L. W, Evans, J. K. The exercise capacity of blind children, Journal of Visual Impairment and Blindness, 75, 284-251. (1981)
- 5) Japanese swimming Federation. Characteristic of swim. Swim guidance textbook. Pp13-17. (2003)
- 6) Kondo T. Nakata H. Aerobic Work Capacity in Blind and Partially Sighted Children and Adults. Tsukuba journal of rehabilitation, 4⁽¹⁾ pp.3-9. (1995)
- 7) Kazioka, T. Oshida, Y. Osawa, K. Sato, I. Suzuki, H. Yoshida, T. Influence that physical activity exerts on built-in fat accumulation. Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine, 46⁽⁶⁾, pp.836. (1997)
- 8) Koda, Y. About the situation of the physical activity in visual disturbance students daily life, Journal of Exercise and Sports Physiology, 1⁽¹⁾, pp.69 (1994).
- 9) Nakayama, M. Kimura, Y. Kakiyama, T. Tanaka, S. Saito, K. Characteristics of bone mineral density

- of visually handicapped swimmers. Journal of the Faculty of Culture and Education, Saga-University , 12⁽²⁾, pp.257-261. (2008).
- 10) Naito, K. Torii, S. Horinouchi, T. The relationship between bone density and body composition in college male swimmers. Japanese journal of sciences in swimming and water exercise, 6, pp.26 ~31(2003).
 - 11) Shibata, Kanako. Influence that physical activity exerts on appearance of disease of metabolic syndrome , Research in exercise epidemiology, 9, pp.43 ~ 46. (2007).
 - 12) Sindo, M. Kumagai, S. Tanaka, H. Physical work capacity and effect of endurance training in visually handicapped boys and young male adults, Eur. J. Appl.Physiol,56, 501-507.(1987).
 - 13) Singh, R. Singh, H. Anthropometric and physical profiles of active blind Malaysian male, J. Sports Med. Phys. Fitness, 33, 378-382. (1993)
 - 14) Sundberg, S. Maximum oxygen up-take in relation to age in blind and normal boys and girls, Acta Paediatrica Scandinavica, 71, 603-608.(1982)
 - 15) Takamoto, N. Sakai, M. Sato, H. Izumi, T. Kusima, K. Effects of difference in specificity of habitual physical activities on physical fitness in middle-aged male workers Effects of difference in specificity of habitual physical activities on physical fitness in middle-aged male workers. Research of physical education, 42 (4) pp.261-269. (1997).
 - 16) Tetsuji K Masahiro T. Investigation on the Actual Measurements of Physical Ability of the Students at for the Blind in Japan. Japanese Journal of School Health 42 pp74-77. (2001)