

# 学校現場での体力づくりとしての チューブウォーキング導入の可能性

○ 土屋亮太 (三島市立北上中学校)  
杉山康司 (静岡大学)

## I. 問題及び目的

子どもを取り巻く環境は昭和から平成、令和へと時代の移り変わりとともに大きく変化した。スマートフォンが世界的に普及し、手の中で世界中と簡単に繋がれるようになった。総務省が行った ICT サービスの利用動向を調査した情報通信機器の世帯保有率の推移<sup>36)</sup>をみると、スマートフォンの保有割合は、2010 年は 9.7%であったのに対し、2019 年には 83.4%と急激に増加した。ほとんどの世帯がスマートフォンと共に生活をしており、子ども達もスマートフォンに触れ生活していること、家にいながらも、ゲームなどを通して友達と直接会うことなく遊ぶ子が増加していることが容易に想像できる。そこで、内閣府は“Society 5.0”を掲げ、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会 (Society) のような我が国が目指すべき未来社会の姿を提唱した<sup>26)</sup>。子ども達が未来社会を生き抜くためには、情報端末機器を幼い頃から扱い、情報社会に適応していくことが重要視され、健康的な発育発達を促す実際の身体活動を伴う体づくりとの両立が益々重要な教育課題となる。しかしながら、我が国において、子どもの体力低下はすでに長年の課題となっており、深刻な社会問題である<sup>22)</sup>。例えば、全身持久力を評価する持久走の年次推移を取り上げると、男女問わず右肩下がりに変化して (図1)、依然として低い傾向が続いている。全身持久力は心肺持久力とも言われ、子ど

もたちにとってこの能力は外で走り回って長い時間遊ぶ能力を意味する。杉山ら<sup>38)</sup>や橋詰ら<sup>13)</sup>は、静岡県の児童生徒の新体力テストのデータを基に、子どもの体力について調査をしている。彼らも子どもの体力の低下は課題であると述べ、静岡県のみならず、子どもの体力向上に向けた取り組みが必要だと考えられる。

株式会社 BANDAI が 2018 年に 900 人を対象に行った「小中学生の“遊び”に関する意識調査（複数回答）<sup>15)</sup>をみると、小中学生の遊びの内容第1位は“スマートフォン・携帯電話・タブレット端末・パソコン”で、45.3%、続いて“ゲーム（家庭用）”で40.1%という結果となり、外遊びである“球技（サッカー、バスケットボール、ドッジボールなど）”は第5位で36.0%と、人気の遊びが外遊びではない状況である。また、株式会社キャップスアソシエーションが運営する「公園のチカラ LAB」編集室が調査した「公園の禁止事項に関する実態調査」<sup>16)</sup>によると、首都圏では調査対象の100%、関西圏では調査対象の62%の公園で野球やサッカーを禁止していることが明らかとなり、公園などでボールが使えないといった遊びの「空間」の減少など、子ども達が遊びの中で体を動かすことが困難になりつつある。このような実態に加え、英才教育化の進むスポーツ教育によって生じている体力の二極化現象<sup>22)</sup>は運動経験の極めて乏しい子ども達の増加に拍車をかけている。

現代の子ども達が先に述べたような生活環境においても、唯一体を動かすことが保証されている時間に「体育の時間」が挙げられる。平成29年に告示された保健体育の学習指導要領<sup>23)</sup>、<sup>24)</sup>における教科目標では、小学校および中学校ともに、「心と体を一体として捉え、生涯にわたって心身の健康を保持増進し豊かなスポーツライフを実現する」という言葉が掲げられている。生涯にわたって豊かなスポーツライフを実現させるためには、体育の時間において競技スポーツのみならず、生涯スポーツにも目を向けた教育が必要だと考えられ、同時に子ども達の基礎体力の構築が求められる。生涯スポーツは、年齢に関係なく、全ての人が健康づくりやレクリエーションとして楽しむことのできるスポーツである。先に述べたような環境が、現代の子どもを取り巻いているため、子ども達は歩くことすら少なくなってしまうっており、ウォーキングはス

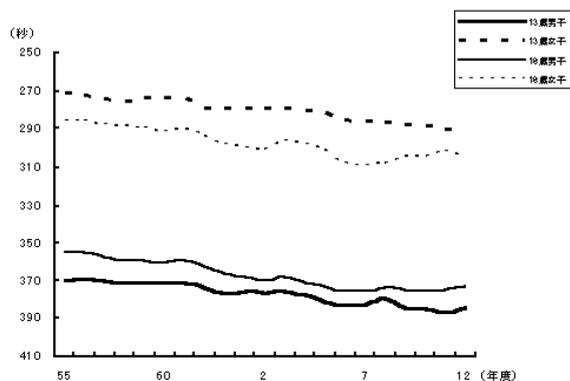


図1. 持久走の年次推移

(文部科学省 中央教育審議会「子どもの体力向上のための総合的な方策について(答申)」から引用)

ポーツの導入として高い位置づけにあると言っても過言ではない。したがって、将来に向けたこれからの体育の授業は体を動かすことの楽しさと運動の基礎的な動きを学ぶ様々な教材導入が求められる。

このような現状は世界的な課題でもあり多くの試みが行われている。例えば、11～13歳を対象に、伸縮性ゴムチューブを一定期間用いてトレーニングを行った研究では、筋力や運動機能が向上し、競技パフォーマンスの向上がみられたという<sup>34)</sup>。また、垂直ジャンプ、スクワット運動における1セットの反復回数が向上する<sup>35)</sup>ことも報告されている。伸縮性ゴムチューブは個人の体力に合わせて強度を調整することができ、単関節または多関節の動作に安全に効果的に適用することが可能であることが示されているため、筆者はこのチューブの特性を活かしながらランニングやウォーキングと併用する全身運動（チューブウォーキング、チューブランニング）へと導くことができる教材開発へと目を向けることで、健康志向ならびに競技志向のスポーツ活動への興味関心を引き出し、運動習慣の定着による健康的な発育発達に向けた教育の実現に寄与できるに違いない。

近年、伸縮性ゴムチューブを用いた増張力運動の効果に近いと思われるノルディックウォーキング（以下NW）が単なる歩行ではなく、歩行の腕振り動作に2本のポールを組み合わせた歩行様式として、健康の維持増進に有効な運動であることが分かっている<sup>4), 12), 30), 31), 32)</sup>。両手にポールを持ち身体を前に押し出すようにして歩行するため、上肢筋活動が通常のウォーキングに比べ、約2.5倍増加<sup>37)</sup>し、上半身が鍛えられ<sup>30), 32)</sup>、ウォーキングよりも高い運動強度を獲得<sup>4), 12), 27), 31), 32), 33)</sup>することができるのが特徴である。また、このウォーキングスタイルは、健康志向ならびに競技志向のスポーツ活動への興味関心を引き出し、運動習慣の定着による健康的な発育発達に向けた教育の実現に期待が持てるスポーツとして考えられる。したがって、本研究で取り上げるチューブウォーキングの運動強度レベルと骨格筋動員のパターンは単なる通常歩行よりもノルディックウォーキングとの比較により教材導入の可能性を探り得る。

そこで、本研究は伸縮性ゴムチューブを用いたウォーキングの基礎的なデータを取得し、伸縮性ゴムチューブをノルディックポールの代わりに用いた全く新しいスポーツ「チューブウォーキング（以下TW）」の学校現場への導入の可能性について動作観察による運動学的観点および筋活動様相並びに呼吸循環応答による運動生理学的観点から、検討することを目的とした。

## II. 実験方法

### 1) 被験者

運動学的観点ではNWの熟練度に差のある被験者の動作観察を行った。ノルディックウォーカーから3名（熟練者、未熟練者A、未熟練者B）抽出し被験者とした（表1-a）。また、運動生理学的観点においては被験者を日本ノルディックウォーキング振興会（JNWO）<sup>28)</sup>が認定するNW指導士とした（運動習慣のある健康な成人男子学生7名；表1-b）。彼らに実験の目的、内容および安全性について説明を行い、インフォームドコンセントを得た。なお、本研究は静岡大学の人を対象とする研究に関する倫理審査委員会の承認を受けて実施した（承認番号：20-17）。

表1. 被験者の身体的特徴

a.

被験者	性別	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	NW 熟練度
熟練者	男	24	168.8	65.9	高い (NW インストラクター : JNWO)
未熟練者 A	女	21	155.5	41.4	未熟練者 (肘の伸展が伴わない)
未熟練者 B	女	20	154.2	46.6	未熟練者 (ポールをストライドの前方に突く)

b.

被験者	性別	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)	筋肉量 (kg)	NW 指導資格
A	男	26	175.2	76.5	12.8	63.2	NW 上級指導士
B	男	23	176.5	68.5	13.3	56.3	NW 指導士
C	男	22	164.0	63.8	8.8	55.2	NW 指導士
D	男	22	172.5	66.7	10.7	56.4	NW 指導士
E	男	22	177.0	79.0	22.8	57.9	NW 指導士
F	男	22	182.0	82.9	14.7	67.0	NW 指導士
G	男	21	182.0	70.1	9.2	60.3	NW 指導士
平均値		22.6	175.6	72.5	13.2	59.5	
標準偏差		1.5	5.7	6.5	4.4	4.0	

### 2) TW について

伸縮性ゴムチューブの強度および長さは、NW指導の有資格者で、特に熟練度の高い者が、実際に腕振り動作を行い、最も動きを制限しないであろうという熟練者の内観を基に選定した。運動生理学的視点での比較では、伸縮性ゴムチューブの0.9mをトレッドミル前方高さ約2.0mに固定し、回転式の滑車（高さ：身長×0.68<sup>29)</sup>）に1周巻き付けた後、肘を伸ばした状態で後方に引けるようにした。グリップは、実際にノルディックポールで用いられているもので作成し、手首に専用のストラップを装着して実験を行った。

### 3) 運動学的視点

#### (1) 実験条件

- 2条件を設定し歩行は勾配0%、速度80m/分<sup>1)</sup>でトレッドミル（Valiant：Lode社）を用いて行った。
- ① NW条件：速度に合わせて肘を最後まで伸展させ身体を前に押し出す方法で行う<sup>29)</sup>
  - ② TW条件：伸縮性ゴムチューブを用いた腕振り動作をNWの歩調に合わせて行う

## (2) 測定項目

30 コマ/秒の全身の歩行動画撮影を、ビデオカメラ (UCAM-DLG200H : ELECOM 社) で撮影し、パーソナルコンピュータ (CF-S10 : Panasonic 社) に動画を取り込み分析した。

## (3) 分析方法

各被験者の歩行様式は、ランチョ・ロス・アミーゴ方式の8歩行局面 (初期接地、荷重応答期、立脚中期、立脚終期、全遊脚期、遊脚初期、遊脚中期、遊脚終期)<sup>11)</sup>から左脚における①初期接地②立脚中期③立脚終期④遊脚初期⑤遊脚終期の5局面に着目し、動作観察した。

## 4) 運動生理学的視点

### (1) 実験条件

TW の特性を NW と比較する2条件を設定した。

- ① NW 条件 : 速度に合わせて肘を最後まで伸展させ身体を前に押し出す方法で行う<sup>29)</sup>
- ② NW-TW 条件 : 伸縮性ゴムチューブを用いた腕振り動作を NW の歩調に合わせて行う

### (2) 実験プロトコル

被験者は、実験開始少なくとも30分前までには実験室に入室し安静を保った。その後、心電図 (ECG) 電極 (ディスポ電極 : 日本光電工業社) を装着した。また、表面筋電図用 EMG 電極 (EMG Isolater SX2300 : Biometrics 社) を各被験筋 (上腕三頭筋 (TB)、三角筋 (DM)、外側広筋 (VL)) に装着した<sup>2)21)37)</sup>。運動学的視点と同様に実験はトレッドミルを用い、勾配0%、速度は60~90m/分まで10m/分間隔とし、低速度から順に各速度2分間歩行 (計8分間) を行った。主観的運動強度 (RPE) は、各条件の運動開始から2分毎、速度変化の15秒前に記録した。実験はNWを先に行い、歩数を数えNWの歩行ピッチを算出し、その後、ピッチを電子メトロノーム (クリップ式電子メトロノーム ME-55BK : YAMAHA 社) を被験者に聞かせながらNW-TW条件を行った。

### (3) 測定項目および分析方法

#### ① 酸素摂取量、心拍数、主観的運動強度

酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2$ ) および心拍数 (HR) は30秒毎に1分間値に換算して条件間の比較を行った。また、安静時の $\dot{V}O_2$ の平均値を1METとして、運動強度の比較はMETsで行った。呼気濃度の測定は実験前に既知濃度の3種混合ガス ( $N_2$  ベース、 $O_2$  : 14.98%、 $CO_2$  : 4.62%) を用い、校正されたガス分析器により測定し、流量計 (AE-310S : ミナト医科学社) を用い呼気量を5秒間毎に定量した。HRは、アナログ信号を1kHzでA/D変換 (Power Lab 16/30 : AD Instruments) し、パーソナルコンピュータ (OS Windows10 pro Microsoft :

GCR2070RGF-E)に取り込み、生体データ解析ソフト (Lab Chart7 Japanese : AD Instruments) を用いて、ECG波形を連続記録し、得られたR棘を数え、1分間値を算出した。

RPEは、上肢・下肢・全身に分け、OMNIスケール<sup>27),39)</sup>を用いて測定した。

## ② 表面筋電図

被験筋TB、DMは左腕に、VLは右脚に装着した。アンプ内蔵型EMG (EMG Isolater SX2300:Biometrics社) を使用し、サンプリング周波数を1kHzとしてA/D変換 (Power Lab 16/30 : AD Instruments) を介し、パーソナルコンピュータ (OS Windows10 pro Microsoft : GCR2070RGF-E) に取り込み、生体データ解析ソフト (LabChart7.3.7Japanese : AD Instruments) を用いて連続記録を行った。実験で得られたEMGからノイズを取り除いたのち、全波整流に変換し、動作中の筋放電量から安静時放電量の値を差し引き、Root Mean Square (RMS) を算出した。なお、10歩行周期<sup>17),40)</sup>の平均値を、各条件および速度における代表RMSとした。

## 5) 統計処理

運動生理学的観点で行ったNWおよびNW-TW条件の条件間比較において、測定結果を平均値±標準偏差で表し、それぞれ反復あり条件(2)×速度(4)の二要因分散分析を行った。多重比較検定にはSidak法を用いた。統計処理には、統計処理ソフトウェア (SPSS22.0 for windows) を用い、有意水準はいずれも5%未満とし、 $p < 0.05$  で示した。

## III. 結果

### 1) 動作観察結果

図2に各被験者の速度80m/分における両条件の歩行局面比較を示した。写真最上段の熟練者の動きから、①初期接地および⑤遊脚終期に着目すると、TW条件の方がNW条件に比べ、上肢をより後方まで動かしており、肩および肘の明らかな伸展が観察された。写真中段の未熟練者Aおよび下段の未熟練者Bにおいても、NW条件に比べ、TW条件の方が、明らかな肩の可動域の増加および肘の伸展がみられ、TW条件は大きな腕振り動作ができていることが観察された。

### 2) 運動生理学的視点

図3に各条件における歩行速度および部位別 (TB、DM、VL) 平均筋放電量の比較を示した。TBにおける条件別平均筋放電量をみると、全ての速度において、条件間の有意差は観察されなかった。またDMもNW条件およびNW-TW条件が同様な変化を示し、NW-TW条件はNW条件に類似する様子が観察された。さらにVLもTBおよびDMと同様であった。

図4に条件別平均METsの比較を示した。速度90m/分において、NW条件 ( $90 : 4.9 \pm 0.9$ ) がNW-TW条件 ( $90 :$

4.7±1.0) よりも有意に高値を示した (p<0.05) が、条件間で同様の変化を示す様子が観察され、この傾向は、HR および RPE にもみられた。

IV. 考察

1) 運動学的観点からの動作観察

NW は腕振り動作に合わせて2本のポールを地面に突き、身体を前に押し出すことで推進力を得ながら歩行をするといった特徴がある<sup>28)</sup>。片足支持局面においてポールを後方へ押し切ること、大きな腕振り動作に繋がり、結果的に高いエネルギー消費量の獲得に繋がるといった利点がある。一方で、動作観察においてみられたように、NW の未熟練者にとってノルディックポールは扱いづらいものになってしまう可能性がある。熟練者のように大きな腕振り動作に繋げることが困難で、肩の可動域の増加や肘の屈曲伸展が誘発されず、通常歩行と組み合わせたNWの利点が減少してしまう可能性が考えられ、未熟練者にみられたNWの特徴は運動経験の乏しい子ども



図2. 各被験者 (上段: 熟練者、中段: 未熟練者 A、下段: 未熟練者 B) の速度 80m/分における NW および TW 条件の歩行局面比較

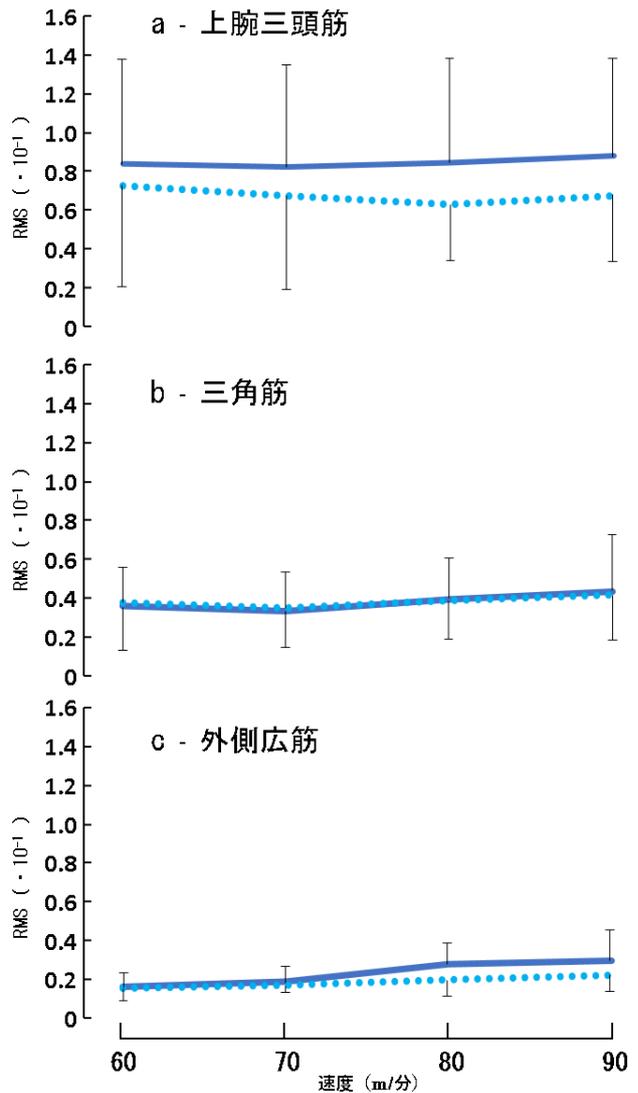


図3. 各速度における筋放電量の条件間比較 (a: 上腕三頭筋, b: 三角筋, c: 外側広筋). (● NW, ● NW-TW)

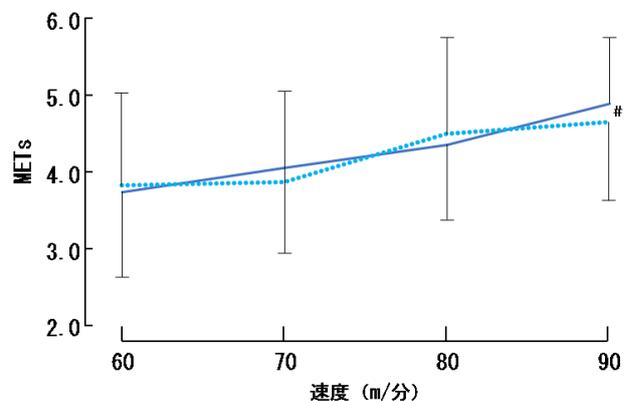


図4. 各速度における METs の条件間比較 (● NW, ● NW-TW) #: 条件間の有意差を示す (p<0.05)

たちにおいても観察されることが推察される一方、全ての被験者においてTWでは、肩の可動域および肘の伸展角度の増加が観察された。これは、TWは地面にポールを突いた歩行様式ではないため、地面からの抵抗を受けることなく自然な腕振り動作が可能であるということが考えられる。つまり、TWの方が大きな腕振り動作を行いやすく、よりダイナミックな動きを誘発する可能性があることが示唆された。TWにおいてこの動きを誘発できた場合、伸縮性ゴムチューブの張力が増加し、より大きな負荷が上肢筋に課される。伸縮性ゴムチューブを用いた先行研究では、十分な張力を獲得できた場合、神経筋の活性化<sup>10),20)</sup>、関節の機能改善や筋力強化<sup>3),5),6),10),14)</sup>ができるというメリットが報告されており、基礎体力の向上にも繋がるのが考えられる。また、伸縮性ゴムチューブは1980年頃から臨床場面での利用が普及<sup>19)</sup>し安全性が確保されているトレーニング器具である。したがって、子どもたちの興味を引き出し、安全に運動習慣の定着による健康的な発育発達に向けた教育の実現に寄与できるのではないかと考えられた。

## 2) 運動生理学的観点

RPEの値は条件間でほとんど同様であった。本研究では、NWの指導資格保持者が被験者であったが、彼らにとってもTWはNWと同様の歩行感覚を獲得しており、TWがNWのような運動になり得る可能性が考えられた。この傾向は、図3に示した各速度における筋放電量の条件間比較にもみられており、全ての被験筋において、条件間に有意な差は観察されなかった。伸縮性ゴムチューブは伸びに対して弾性力を増し、負荷が増加する。大きな腕振り動作を行いやすいTWの特徴を生かした場合、NWを知らない子どもたちにとっても、伸縮性ゴムチューブを用いた大きな腕振り運動は、上肢筋の運動を誘発し、NWを行った場合と同様の運動効果を得ることができる可能性が考えられた。実際に、エネルギー消費量の指標となるMETsおよびHRを観察してみても、ほとんど全ての速度において条件間に有意な差は観察されず、TWがNWと同等のエネルギー消費量を獲得することができていた。つまり、TWが全身運動として確立した場合、NWと同等レベルのエネルギー消費量を獲得できるトレーニングとしての導入の可能性があることを意味する。先行研究では、定期的なレジスタンストレーニングは、筋力<sup>8)</sup>やジャンプなどの運動機能<sup>18)</sup>を高めることや、骨の発達を高め容易な体重管理ができるようになり<sup>7),25)</sup>、身体構成の改善に繋がる<sup>8),9)</sup>ことが報告されている。

学校現場で伸縮性ゴムチューブを用いた腕振り運動を、体育の授業における準備運動に定期的なレジスタンストレーニングとして取り入れると、上肢や上体の筋力向上につながり、先行研究にあるような効果が期待され、体を動かすことの楽しさと運動の基礎的な

動きを学ぶことに繋がるのではないかと示唆された。

## V. まとめと展望

本研究では、TWはNWに比べ、肩の関節可動域や肘の伸展が広がり、NWを知らなくても大きな腕振り動作に繋げることが可能で、伸縮性ゴムチューブを用いた大きな腕振り動作は、NWと同等のエネルギー消費量を獲得することができる可能性が示された。

一方で、今後の課題として、歩行速度や上肢筋への負荷に着目した検討が必要である。図4に示した各速度におけるMETsの条件間比較では、速度90m/分においてNW条件の方がNW-TW条件に比べ有意に高い結果となった。このような結果となった原因として、速度上昇に伴う歩行ピッチの増加により、TWにおいてダイナミックな腕振り動作が困難になったこと、継続的な負荷により、筋疲労が生じてしまったことなどが考えられる。これらは、伸縮性ゴムチューブの種類や引く長さによって強度が変化するという特徴を活かし、上肢筋に課す負荷を自由に変えることで改善できる可能性がある。また、上肢筋への負荷はNWのように歩行速度に依存しないため、伸縮性ゴムチューブの強度によっては、同一速度においてNWよりも高いエネルギー消費量を獲得できる運動になり得る可能性も考えられる。さらに、動きの制限が少なく、十分な腕振り動作ができるという特徴から、全身運動としてのTWが確立した場合、チューブラunningへの発展も期待される。

学校現場での活用を考慮すると、実験装置の改良も必要である。現在は、前方に伸縮性ゴムチューブを取り付ける方法を採用し、トレッドミル上を歩行する実験データに留まっているが、実践利用していくためには、身体に身に着けながら同じ効果を得ることができる方法を考案する必要がある。子どもの体力の向上や生涯に渡るスポーツライフの実現に向けて、楽しさや心地よさといった面にも目を向ける必要があり、屋内外で行える方法や手軽に行える方法を開発し、生涯スポーツとしてのTWに向けた更なる研究を行っていく必要がある。

## VI. 参考文献

- 1) Bohannon RW And AW Andrews: Normal walking speed; a descriptive meta-analysis: *Physiotherapy*, 97, pp.182-189, 2011.
- 2) Cappellini G, YP Lvanenko, RE Poppele, F Lacquaniti: Motor patterns in human walking and running: *J Neurophysiol*, 95, pp.3426-3437, 2006.
- 3) Chen KM, WS Tseng, HT Huang, CH Li: Development and Feasibility of a Senior Elastic Band Exercise Program for Aged Adults: A Descriptive Evaluation Survey: *J Manipulative Physiol Ther*, 36, pp.505-512, 2013.
- 4) Church TS, CP Earnest, GM Morss: Field testing of physiological responses associated with Nordic Walking: *Res Q Exerc Sport*, 73, pp.296-300, 2002.
- 5) Colado JC and NT Triplett: Effects of a short term resistance program using elastic bands versus weight machines for sedentary middle aged women: *J Strength Cond Res*, 22, pp.1441-1448, 2008.
- 6) Dancewicz TM, DE Krebs, CA McGibbon: Lower limb extensor power and lifting characteristics in disabled elders: *J Rehabil Res Dev*, 40, pp.337-347, 2003.
- 7) Faigenbaum AD: Resistance Training for Children and Adolescents: Are There Health Outcomes?: *Am J Lifestyle Med*, 1, pp190-200, 2007.
- 8) Faigenbaum AD, LD Zaichkowsky, WL Westcott, LJ Micheli, AF Fehlandt: The effects of a twice-a-week strength training program on children.: *Pediatr. Exerc. Sci*, 5, pp339-346, 1993.
- 9) Faigenbaum AD, WJ Kraemer, CJ Blimkie, I Jeffreys, LJ Micheli, M Nitka, TW Rowland: Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association.: *J. Strength Cond. Res*, 23, ppS60-79, 2009.
- 10) Galvao DA and DR Taaffe: Resistance exercise dosage in older adults; single versus multiset effects on physical performance and body composition: *J Am Geriatr Soc*, 53, pp.2090-2097, 2005.
- 11) Götz-Neumann K: Gehen verstehen Ganga-nalyse in der Physiotherapie, 訳: 月城慶一, 山本澄子, 江原義弘, 盆子原秀三: 観察による歩行分析: 医学書院, 東京, 10-16, 2005.
- 12) Hansen EA, Smith G: Energy Expenditure And Comfort During Nordic Walking With Different Pole Lengths: *J Strength Condit Res*, 23, pp.1187-1194, 2009.
- 13) 橋詰ゆり, 牧野ユリアン, 長津恒輝, 土屋亮太, 鈴木健, 杉山康司: 小学生の体力テストからみる生まれ期およびスポーツ活動が及ぼす体力差: 教科開発学論集, 9, pp89-98, 2021.
- 14) Hostler D, CI Schwirian, G Campos, K Toma, MT Crill, GR Hagerman, FC Hagerman, RS Staron: Skeletal muscle adaptations in elastic resistance trained young men and women. *Eur J Appl Physiol*, 86, pp.112-118, 2001.
- 15) 株式会社BANDAI「小中学生の“遊び”に関する意識調査」HP: <https://www.bandai.co.jp/kodomo/pdf/question254.pdf>
- 16) 株式会社キャップスアソシエーション「公園のチカラLAB」編集室「公園の禁止事項の実態調査」HP: [https://www.koen-chikara.jp/2018/08/29/advice\\_report02-2/](https://www.koen-chikara.jp/2018/08/29/advice_report02-2/)
- 17) Kadaba MP, HK Ramakrishnan, ME Wootten, J Gainey, G Gorton, GV Cochran: Repeatability of kinematic, kinetic, and electromyographic data in normal adult gait: *J Orthop Res*, 7, pp.849-860, 1989.
- 18) Lesinski M, O Prieske, U Granacher: Effects and dose-response relationships of resistance training on physical performance in youth athletes: a systematic review and meta-analysis.: *Br J Sports Med*, 50, pp781-795, 2016.
- 19) Lopes JSS, AF Machado, JK Micheletti, AC Almeida, AP Cavina, CM Pastre: Effects of training with elastic resistance versus conventional resistance on muscular strength: A systematic review and meta-analysis: *SAGE Open Med*, 7, pp.1-7, 2019.
- 20) Melchiorri G And R Alberto: Muscle fatigue induced by two different resistances: Elastic tubing versus weight machines: *J Electromyogr Kinesiol*, 21, pp.954-959, 2011.
- 21) 水谷名, 分木ひとみ, 寄本明: ストックウォーキングの筋電図解析-ストック使用が歩行時の筋活動に及ぼす影響-: *ウォーキング研究*, 11, pp.143-147, 2007.
- 22) 文部科学省 中央審議会「子どもの体力向上のための総合的な方策について(答申)」HP: [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo)

- /chukyo0/toushin/021001a.htm#g0201
- 23) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 保健体育編：株式会社東山書房，京都，p24，2020.
- 24) 文部科学省：小学校学習指導要領（平成29年告示）解説 体育編：株式会社東洋館出版社，東京，p17，2018.
- 25) Myer GD And EJ Wall: Resistance training in the young athlete. : Oper Tech Sports Med, 14, pp218-230, 2006.
- 26) 内閣府「内閣府の政策 科学技術政策 Society5.0 とは」HP: [https://www8.cao.go.jp/cstp/society5\\_0/index.html](https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html)
- 27) 鍋倉賢治, 高嶋渉, 吉岡利貢: スポーツとしてのノルディック・ウォーキングの可能性: ウォーキング研究, 5 pp.69-73, 2001.
- 28) 日本ノルディックウォーキング振興会 (JNWO) HP: <https://www.jnwo.org/walking>
- 29) 日本ノルディックフィットネス協会 (JNFA) HP: <http://www.jnfa.jp/about-nw/history-nw.html>
- 30) Park HS, SN Lee, DH Sung, HS Choi, TD Kwon, GD Park: The Effect of Power Nordic Walking on Spine Deformation and Visual Analog Pain Scale in Elderly Women with Low Back Pain: J Phys Ther Sci, 26, pp.1809-1812, 2014.
- 31) Porcari JP, TL Hensrickson, PR Walter, L Terry, G Walsko: The physiological responses to walking with and without Power Poles on treadmill exercise: Res Q Exerc Sport, 68, pp.161-166, 1997.
- 32) Rodgers CD, JL Vanheest, CL Schachter: Energy expenditure during submaximal walking with Exerstriders: Med Sci Sports Exerc, 27, pp.607-611, 1995.
- 33) Schiffer T, A Knicker, U Hoffman, B Harwig, W Hollmann, HK Strüder: Physiological responses to nordic walking, walking and jogging: Eur J Appl Physiol, 98, pp.56-61, 2006.
- 34) Selçuk H And S Karacan: The effects of 12-weeks thera-band training on swimming performance at 11-13 age group swimmers. : Int. j. human sci., 14, pp4954-4968, 2017.
- 35) Şahin G, M Aslan, E Demir: Short-term effect of back squat with an elastic band on the squat and vertical jump performance in trained children. : J. Phys. Educ. Sport, 16, pp97-101, 2016.
- 36) 総務省「令和2年版情報通信機器の保有状況」HP: <https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/html/nd252110.html>
- 37) Sugiyama K, M Kawamura, H Tomita, S Katamoto: Oxygen uptake, heart rate, perceived exertion, and integrated electromyogram of the lower and upper extremities during level and Nordic walking on a treadmill: J Physiol Anthropol, 32, 2013.
- 38) 杉山康司, 長津恒輝, 白井友加里, 橋詰ゆり, 佐藤里香, 鈴木公一, 朝倉徹: 静岡県における小学生対象体力アップ事業が5年生および6年生の新体力テスト結果に及ぼす効果: 静岡大学教育実践総合センター紀要, 28, pp162-172, 2018.
- 39) Utter CA, JB Robert, JM Green, RS Richard, RM Steven, CN David: Validation of the Adult OMNI Scale of Perceived Exertion for Walking/Running Exercise: Med Sci Sports Exerc, 10, pp.1776-1780, 2004.
- 40) Wall-Scheffler CM, E Chumanov, K Steudel-Numbers, B Heiderscheit: Electromyography activity across gait and incline: The impact of muscular activity on human morphology: Am J Phys Anthropol, 143, pp.601-611, 2010.