

# 関東で臨床分離された *Neisseria gonorrhoeae* の 薬剤感受性の動向調査

越川 拓郎<sup>1\*</sup>, 大神田 敬<sup>2</sup>, 坂田 竜二<sup>3</sup>, 霜島 正浩<sup>3</sup>, 眞野 容子<sup>4</sup>, 古谷 信彦<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> 文京学院大学大学院 保健医療科学研究科

<sup>2</sup> 東京医科大学 微生物学分野

<sup>3</sup> 株式会社ビー・エム・エル

<sup>4</sup> 文京学院大学 保健医療技術学部 臨床検査学科

\*Equally contributed

## 要旨

近年, ceftriaxone (CTR) に対する感受性の低下および耐性株の増加が临床上問題となっており, その動向が注目されている。しかし, 日本, 特に関東における *Neisseria gonorrhoeae* (*N. gonorrhoeae*) の抗菌薬感受性の報告はほとんどない。よって, 本研究では検査受託センターの関東支部において2014年に分離された *N. gonorrhoeae* 30株を対象に penicillinG (PCG), CTR, cefixime (CFIX), spectinomycin (SPCM), azithromycin (AZM), tetracycline (TC), ciprofloxacin (CPF) および levofloxacin (LVFX) の計8薬剤の感受性試験を行った。MIC<sub>90</sub>は各々4μg/mL, 0.125μg/mL, 0.5μg/mL, 32μg/mL, 0.5μg/mL, 1μg/mL, 8μg/mL および8μg/mLであった。当研究室における2005-2010年の分離株の抗菌薬感受性試験結果との比較では, CFIXの非感性株の増加と, PCG, TC, CPF およびLVFXの4薬剤の耐性株が減少していた。CFIXは経口薬であり静注薬に比べて処方しやすいため, 使用頻度が高くなり非感性株が増加したと考えられる。本検討結果は, 今後CFIXによる治療が困難を極めることを示唆している。

## キーワード

*Neisseria gonorrhoeae*, 抗菌薬感受性, CFIX

## 1. 序論

淋菌感染症は *Neisseria gonorrhoeae* (*N. gonorrhoeae*) を原因菌とし, 性行為を介して伝播される代表的な性感染症 (sexually transmitted diseases; STD) の一つである。男性は主に尿道炎, 女性は卵管不妊, 子宮外妊娠, 慢性骨盤痛のような生殖機能に重大な影響をもたらす骨盤炎症性疾患, 子宮頸管炎を発症する危険性がある<sup>1)</sup>。また, 近年では性行為の多様化による咽頭炎, 直腸・肛門炎など性器以外の感染症例も増加傾向にある<sup>2,3)</sup>。厚生労働省の調査によると, 2002年をピークに淋菌感染症患者数は減少傾向にあることが報告されている<sup>4)</sup>。しかし, 淋菌感染症治療に有効であったペニシリン系薬剤やフルオロキノロン系薬剤に耐性を示す *N. gonorrhoeae* の増加や, 最終手段として使用されるセファロスポリン系薬剤に耐性の *N. gonorrhoeae* の出現が注目されている<sup>5,6,7)</sup>。そこで本研究は, 検査受託セン

ターの関東支部において2014年に分離された *N. gonorrhoeae* 30株を対象に, セファロスポリン系薬剤を含む8薬剤に対する感受性及びβ-ラクタマーゼ産生の有無を確認した。また, 過去に当研究室で行った2005-2010年の分離株の抗菌薬感受性結果<sup>8)</sup>と比較し, 抗菌薬耐性 *N. gonorrhoeae* の経年変化を調査した。

## 2. 材料と方法

### 1. 使用菌株

2014年に検査受託センターの関東支部において分離された *N. gonorrhoeae* 30株を対象とした。

### 2. 使用薬剤

ペニシリン系の penicillinG (PCG, MPバイオメディカルズジャパン株式会社, 東京), セファロスポリン系の ceftriaxone (CTR, 藤沢薬品工業株式会社, 東京), cefixime

(CFIX, シグマアルドリッチジャパン株式会社, 東京), アミノグリコシド系の spectinomycin (SPCM, シグマアルドリッチジャパン株式会社), マクロライド系の azithromycin (AZM, LKT Laboratoriesinc, USA), テトラサイクリン系の tetracycline (TC, 和光純薬株式会社, 大阪), フルオロキノロン系の ciprofloxacin (CPFX, 和光純薬株式会社) および levofloxacin (LVFX, LKT Laboratoriesinc) の計 8 薬剤を用いた。

### 3. 抗菌薬感受性試験

抗菌薬感受性試験は Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI) に準拠し 1% IsovitalX (日本ベクトンディッキンソン; BD, 東京) を添加した GC 培地 (BD) を基に寒天平板希釈にて測定した<sup>9)</sup>。菌液接種にはミクロプランター (株式会社 佐久間製作所, 東京) を用いて, 5% 炭酸ガス下にて 37°C で培養し, CLSI の各ブレイクポイント判定基準に基づき感性 (S), 中間 (I), 耐性 (R) を判定した<sup>10)</sup>。CTRX, CFIX は I・R に関する解釈がないため, S 以外を非感性とした。また, AZM, LVFX は CLSI において各ブレイクポイントが設定されていないので, AZM は臨床における報告をもとに, LVFX はフルオロキノロン系薬の各ブレイクポイントを参考にした<sup>11, 12, 13)</sup>。各ブレイクポイントは, AZM が < 1 を感性, ≥ 1 を非感性, LVFX は S ≤ 0.06,

I=0.12-0.5, R ≥ 1 とした。

### 4. β - ラクタマーゼ産生試験

使用菌株の β - ラクタマーゼ産生は, P/C ase TEST-N “Nissui” (日水製薬株式会社, 東京) を使用しアシドメトリー法で確認した。

### 5. 統計学的処理

SPSS (IBM, USA) を用いて x<sup>2</sup> 検定を行い, p<0.05 を有意差ありと判定した。

## 3. 結果

### 1. 抗菌薬感受性試験

2014 年に関東で分離された 30 株の各抗菌薬感受性試験結果を図 1 に, 各々の耐性率を表 1 に示した。PCG に対して 90% の株が発育阻止される最小濃度 (90% minimum inhibitory concentration; MIC<sub>90</sub>) は 4μg/mL であり, S・I・R の割合は各々 40%・27%・33% であった。CTRX, CFIX の MIC<sub>90</sub> は各々 0.125, 0.5μg/mL であり, S が 100%, 70%, 非感性が 0%, 30% であった。SPCM は MIC<sub>90</sub> が 32μg/mL で, S が 97%, I が 3% であったが, 耐性株は認められなかった。AZM は MIC<sub>90</sub> が 0.5μg/mL であり, S が 87%, 非感性が 13%

表 1. 抗菌薬感受性試験結果

Agent	Breakpoint	Range	2005-2010		2014		
			MIC <sub>50</sub>	MIC <sub>90</sub>	Range	MIC <sub>50</sub>	MIC <sub>90</sub>
PCG	≥2	0.06-≥8	2	≥8	0.015->8	0.25	4
CTRX	≥0.5	<0.015-0.5	0.06	0.25	0.015-0.25	0.015	0.125
CFIX	≥0.5	<0.015-2	0.125	0.5	0.015->8	0.06	0.5
SPCM	≥64	<0.5-64	16	32	0.25-32	16	32
AZM	≥1	<0.015-4	0.25	1	0.015->8	0.015	0.5
TC	≥2	<0.015-≥8	4	≥8	0.015->8	0.015	0.5
CPFX	≥1	0.03 - ≥8	≥8	≥8	0.015->8	0.015	≥8
LVFX	≥2	0.03 - ≥8	≥8	≥8	0.015->8	0.015	≥8

PCG; penicillinG, CTRX; ceftriaxone, CFIX; cefixime, SPCM; spectinomycin, AZM; azithromycin, TC; tetracycline, CPFX; ciprofloxacin, LVFX; levofloxacin

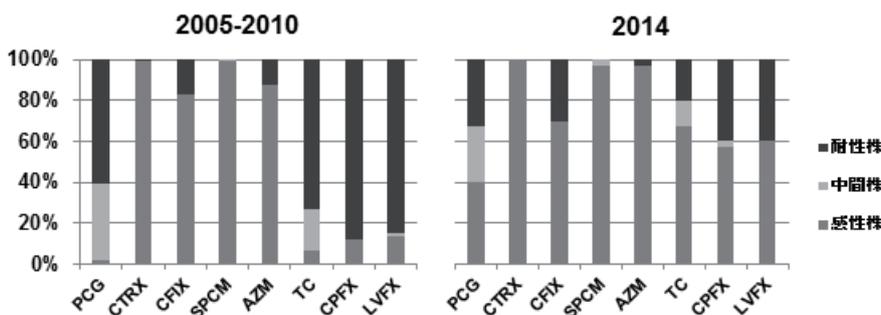


図 1. 耐性率の推移

PCG; penicillinG, CTRX; ceftriaxone, CFIX; cefixime, SPCM; spectinomycin, AZM; azithromycin, TC; tetracycline, CPFX; ciprofloxacin, LVFX; levofloxacin  
\*CTRX, CFIX, AZM は非感性株と感性株で表記している。

であった。TCはMIC<sub>90</sub>が0.5μg/mL、Sが67%、Iが13%、Rが20%であった。CPFX及びLVFXのMIC<sub>90</sub>は共に8μg/mL以上であり、S・I・Rは各々57%・3%・40%、60%・0%・40%であった。

## 2. 抗菌薬感受性成績の経年変化

### 1) MIC<sub>90</sub> および S・I・R の割合

本検討結果（2014年）と過去の検討結果（2005-2010年）を比較した結果を記した（表1, 図1）。MIC<sub>90</sub>の経年変化はPCGが8μg/mLから4μg/mLに、CTRXが0.25μg/mLから0.125μg/mLに、AZMが1μg/mLから0.5μg/mLに、TCが8μg/mLから0.5μg/mLに低下していた。その結果、PCG, CTRX, AZMおよびTCに非感性（I・R）の割合は各々98%から60%に、43%から3%に、49%から13%に、93%から33%に低下していた（p<0.05）。CPFXおよびLVFXのMIC<sub>90</sub>は8μg/mL以上のため変化の確認が行えなかったが、非感性の割合は各々88%から43%に、86%から40%に低下していた（p<0.05）。また、CFIXおよびSPCMのMIC<sub>90</sub>に経年変化は確認されなかった。しかし、CFIXに非感性の割合が17%から30%に増加していた（p<0.05）。

### 2) 多剤耐性株

今回使用した菌株は20%（6/30）が多剤耐性株であり、その内訳は3剤耐性が3株、4剤が2株、5剤が1株であった（図2）。過去の検討（2005-2010）<sup>8)</sup>と比較して、3剤および4剤耐性株の割合が低下し、5剤耐性株の割合が増加していた。また、耐性パターンでは、3剤および4剤耐性パターンからAZMを含む耐性パターンがなくなり、新規のPCG+CFIX+CPFX耐性パターンが確認された（表2）。

### 3. β-ラクタマーゼ産生試験

今回検討した株のβ-ラクタマーゼ産生試験は3.3%（1/30）が陽性であり、検出頻度に経年変化は確認されなかった。

## 4. 考察

近年、日本や世界においてセファロスポリン系薬に対して耐性を示す淋菌が出現している<sup>5,6,7)</sup>。今回の検討においてもCFIXに対する耐性株が、30%とかなり高値を示した。これはCFIXが経口薬であり、静注薬であるCTRXよりも処方しやすいため、性感染症クリニックにおいて頻繁に使用されていたと考えられる。その結果、CTRXに対する耐

表2. 多剤耐性の組み合わせ

耐性薬剤数	組み合わせ	
	2005-2010	2014
3	PCG+TC+FQ AZM+TC+FQ CFM+TC+FQ	PCG+TC+FQ PCG+CFM+FQ
4	PCG+CFM+TC+FQ PCG+AZM+TC+FQ	PCG+CFM+TC+FQ
5	PCG+CFM+AZM+TC+FQ	PCG+CFM+AZM+TC+FQ

PCG; penicillin G, CFM; ceftriaxone or cefixime, SPCM; spectinomycin, AZM; azithromycin, TC; tetracycline, FQ; ciprofloxacin or levofloxacin

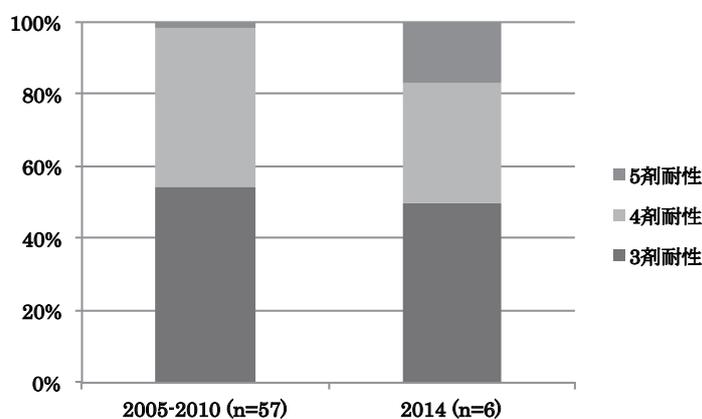


図2. 多剤耐性の組み合わせの推移

性株が認められなかったと推測される。しかし、CFIX非感性株とCTRX非感性株は遺伝的系統解析 (Multi-locus sequence typing) で同一のクローン (sequence type 7363) であることが報告されていることから<sup>14)</sup>、CFIX非感性株の増加はCTRX非感性株の増加の可能性を示唆している。

以前より耐性化が問題となっており現在は使用することができないPCGや耐性株が80%を超えるTC, フルオロキノロン系薬は現在、淋菌感染症の治療薬として推奨されていない<sup>3)</sup>。しかし、今回の結果ではPCG, TC, CPFIX, LVFXの4薬剤に対する耐性株が有意に減少していた。この4薬剤は、現在推奨されていない薬剤であるため淋菌の耐性株が減少したと考えられる。

また、淋菌感染症は20~30%の確率でクラミジア感染を合併するので、淋菌感染症の治療と同時にクラミジア感染症の治療も考慮する必要がある、両感染症に有用なAZMを処方することが推奨されている<sup>3)</sup>。実際に淋菌性尿道炎に対して2g単剤投与で93.8%の効果が認められたという報告もあるが<sup>15)</sup>、今回の検討では既報とは異なり非感性株が10%とわずかに増加しており、今後の動向を調査する必要があると考えられる。

SPCMに対しては、今回の検討でも感受性株は97%と依然として高く、今後も淋菌感染症における第一選択薬として使用できると考えられた。しかし、SPCMは淋菌性咽頭炎に対して治療が困難であることが報告されている<sup>16, 17)</sup>。そのため、セファロスポリン耐性淋菌が原因となる咽頭炎に対して有効な治療ができないことが推測される。

多剤耐性の組み合わせを見ても、以前の検討<sup>8)</sup>では出現していなかったPCG, CFIX, CPFIXの3剤耐性淋菌が検出された。このことよりCFIXの耐性化が進行していることが示唆された。同時にPCG, CFIX, AZM, TC, CPFIXの5剤に耐性を示す淋菌の割合も増加していることから、新たな多剤耐性淋菌の出現が懸念される。3剤および4剤耐性株の割合が低下していたのは、以前の検討<sup>8)</sup>よりもAZMに非感性である株が低下したためと考えられる。

以上のことより、今後の抗菌薬耐性淋菌の動向を調査しつつ、新たな抗菌薬の開発や耐性化しにくい治療法の発案が求められる。

## 5. 結語

本研究より、以前に比べ経口薬であるCFIXの耐性化の進行が認められ、今後のCFIXの使用には注意が必要である。今回の調査では耐性率の低下が見られた抗菌薬が多かったが、今後も継続的な調査が必要である。

## 引用文献

- 1) Sexually Transmitted Disease Surveillance 2012: Gonococcal Isolate Surveillance Project (GLSP) Supplement & Profiles Division of STD Prevention; February 2014
- 2) 松本哲郎. 変貌する淋菌感染症. 三菱化学メディエンスForum 2008 特別号.
- 3) 性感染症診断・治療ガイドライン2011, 日本感染症学会誌2011; 22(Supplement): 6-13
- 4) 感染症情報, 性感染症報告数, 厚生労働省ホームページ (<http://www.mhlw.go.jp/topics/2005/04/tp0411-1.html>)
- 5) Unemo M. Current and future antimicrobial treatment of gonorrhoea: the rapidly evolving *Neisseria gonorrhoeae* continues to challenge. BMC Infectious Disease 2015; 15: 364 DOI 10.1186/s12879-015-10292-2
- 6) Shimuta K, Watanabe Y, Nakayama S, Morita T, Kuroki T, Unemo M, Ohnishi M. Emergence and evolution of internationally disseminated cephalosporin-resistant *Neisseria gonorrhoeae* clones from 1995 to 2005 in Japan, BMC Infectious Disease 2015; 15: 378 DOI 10.1186/s12879-015-1110-x
- 7) Unemo M, William M. Antimicrobial resistance in *Neisseria gonorrhoeae* in the 21<sup>st</sup> century: past, evolution, and future. Clin. Microbiol. Rev, 2014, 27(3): 587. DOI: 10.1128/CMR.00010-14.
- 8) 大神田敬, 眞野容子他. 関東地方で分離された *Neisseria gonorrhoeae* の抗菌薬感受性とセファロスポリン感受性の低下. 文京学院大学保健医療技術学部紀要2012; 6: 1-6
- 9) Clinical and Laboratory Standards Institute: Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically, Approved standard-Edition. M07-A10, wayne, PA, 2015
- 10) Clinical and Laboratory Standards Institute: Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing; Twenty-Fifth Informational Supplement. M100-S25, Wayne, PA, 2015
- 11) 田中正利, 霧島正浩他. 日本全国から分離された淋菌の抗菌薬感受性に関する調査, 感染症学会雑誌, 第85巻, 2011; 360-365
- 12) Bignell C, Garley J. Azithromycin in the treatment of infection with *Neisseria gonorrhoeae*. Sex Transm Infect 2010; 86: 422-6.
- 13) Brown LB, Krysiak R, Kamanga G, Mapanje C, Kanyam-

- ula H, Banda B, et al. *Neisseria gonorrhoeae* antimicrobial susceptibility in Lilongwe, Malawi, 2007. *Sex TransmDis* 2010; 37: 169-72.
- 14) Ohnishi M, Watanabe Y, Ono E, Takahashi C, Oya H, Kuroki T, Shimuta K, Okazaki N, Nakayama S, Watanabe H. Spreading of achromosomal cefixime-resistant *penA* gene among different *Neisseria gonorrhoeae* lineages. *Antimicrob. AgentsChemother.* 2010. 54: 1060–1067
- 15) Yasuda M, Ito S, Kido A, Hamano K, Uchijima Y, Uwamoto N, Kusuyama H, Watanabe A, Miyamura R, Miyata K, Deguchi T. A single 2g oral dose of extended-release azithromycin for treatment of gonococcal urethritis. *J Antimicrob Chemother* 2014; 69: 3116-3118 doi: 10.1093/jac/dku221 Advance Access publication 19 June 2014
- 16) Judson FN, Ehret JM, Handsfield HH. Comparative study of ceftriaxone and spectinomycin for treatment of pharyngeal and anorectal gonorrhoea. 1985. *JAMA* 253: 1417–1419.
- 17) Lindberg M, Ringertz O, Sandström E. Treatment of pharyngeal gonorrhoea due to  $\beta$ -lactamase-producing gonococci. 1982. *Br. J. Vener. Dis.* 58: 101–104.
- 18) Iona M, C. Martin, Catherine A. Ison, David M. Aanensen, Kevin A. Fenton, Brian G. Spratt. Rapid Sequence-Based Identification of Gonococcal Transmission Clusters in a Large Metropolitan Area. *J Infect Dis.* 2004. 189 (8): 1497-1505.

## Antimicrobial Susceptibility Survey of *Neisseria gonorrhoeae* Clinical Isolated in Kanto area of Japan

Takuro Koshikawa<sup>1\*</sup>, Takashi Okanda<sup>2</sup>, Ryuji Sakata<sup>3</sup>, Masahiro Shimojima<sup>3</sup>,  
Yoko Mano<sup>4</sup>, Nobuhiko Furuya<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Health Care Science, Graduate School of Bunkyo Gakuin University

<sup>2</sup> Department of Microbiology Tokyo Medical University

<sup>3</sup> Department of Bacteriology, BML, Inc.

<sup>4</sup> Department of Clinical Laboratory Medicine, Faculty of Health Science Technology Bunkyo Gakuin University

\* Equally contributed

### Abstract

In recent years, there are so many reports that *Neisseria gonorrhoeae* (*N. gonorrhoeae*) strains make less sensitive against CTRX, and its drug resistant strains are increasing. This trend is a becoming big clinical issue. There is no report of antimicrobial susceptibility of *N. gonorrhoeae* in Japan, especially in the Kanto. For analyzing the *N. gonorrhoeae* strains isolated in 2014 at the Kanto branch of the Kensa-judaku-center, the susceptibility test of the following 8 drugs was conducted, which were PCG, CTRX, CFIX, SPCM, AZM, TC, CPFX and LVFX. The test result shows that those MIC was as such, 4µg/mL, 0.125µg/mL, 0.5µg/mL, 32µg/mL, 0.5µg/mL, 1µg/mL, 8µg/mL respectively. In comparison with the antimicrobial susceptibility preceding test results of the isolates made in 2010–2005 in our laboratory, the progress of tolerance in CFIX appeared slow and for the other 4 drugs, PCG, TC, CPFX and LVFX, its resistance rate was reduced. CFIX is oral medication, and is easily and frequently used in comparison to IV injection in the clinical settings, so drug resistance has seemed to be progressed. It has been suggested that the difficulty of *N. gonorrhoeae* treatment with CFIX in the future in this study.

**Key words** ——— *Neisseria gonorrhoeae*, susceptibility, CFIX

Bunkyo Journal of Health Science Technology vol.9: 7-12

# 計測姿勢の違いが手先の運動軌道に与える影響

宮寺 亮輔

文京学院大学 保健医療技術学部 作業療法学科

## 要旨

車椅子使用者の日常生活動作における効率的な上肢活動の評価には、計測姿勢を考慮した視点が必要である。本研究では、上肢活動時の手先の運動軌道に着目し、7名の健常成人を対象に簡易上肢機能検査(Simple Test for Evaluating Hand Function, STEF)を実施し、計測姿勢の違いによる上肢機能への影響をSTEFの所要時間と時間測定時の動作軌跡長の結果から比較検討した。その結果、4つの下位項目において適合姿勢に比べて仙骨座り姿勢が、所要時間が有意に長くなり軌跡長が有意に短くなった。この運動効率を非効率とさせた原因として、姿勢変化に影響を受けた上肢の「支持機能」が姿勢の保持に働き、「到達機能」、「把持機能」が十分に発揮できなかったことが推察された。また、所要時間と動作軌跡長などの運動学的視点からSTEF検査の運動課題の特徴を分析する際に、「大球」、「中球」、「中立方」、「小球」などの下位項目は、つかみ動作、つまみ動作、巧緻動作の評価に有用である可能性を示した。

## キーワード

シーティング, 上肢機能, 運動軌道

## 緒言

椅子使用者の身体的並びに社会的適合を図るための車椅子の調整技術(以下、車椅子シーティング)において、生体動作の要となる上肢機能を検討することは重要である。

近年根拠に基づいた実践(evidence based practice)が叫ばれ、セラピストの訓練された感覚に依存していた活動機能に関する知識を定量的な情報とし理論化することが求められており、上肢機能も同様と考える。また、その理論化した定量的な情報は、リハビリテーションの再現性・正確性を高め効率化が図れ、患者やセラピストラ医療従事者への負荷を低減することにも繋がると考える。

上肢機能の役割は「支持機能」、「到達機能」、「手指把持機能」と位置づけられ<sup>1,3)</sup>、「支持機能」を「支持(support)だけでなく、上肢を構成する肩甲骨・肩関節・肘関節によって得られる姿勢保持(安定性・固定性)のために働く機能」、「到達機能」を「姿勢制御に必要な頭部・体幹の反応を含めた上肢を限界に伸ばすための機能」、「手指把持機能」を「つかみ動作(grasp)とつまみ動作(pinch)を基本とした手指の機能」と捉えられている。これらの役割は、本研究においても分析の着目点としてきた。先の研究<sup>4,5)</sup>より、車椅子座位で測定できる上肢機能の評価方法を検討するため、特定の疾患を対象にしておらず、机上で行うことができる、標準化のための効果検証もなされているなどの理由

から簡易上肢機能検査(Simple Test for Evaluating Hand Function, STEF)<sup>6,7)</sup>を使用してきた。STEFは物品を運ぶという行為を所要時間および観察から検査の経過に起こった事象(動作の速度や作業内容など)を比較的短時間に把握できる。検査項目ごとに健常者データにより算出された段階の評定基準が設定されており、合計得点は年齢区分ごとの標準値が表示され、上肢機能の客観的評価、特に手指の巧緻運動性を定量的に評価する際に役立つとされる<sup>6,8)</sup>。しかし、STEFの実施方法には、計測姿勢が特に定められておらず、姿勢の違いによる上肢機能への影響が検討されていないため、前述の上肢機能の3つの役割を関連させた検討が必要であると考えた。

一方、運動機能の測定には、種々の臨床的な評価法や、三次元動作解析装置や床反力計などの測定機器が使用され、リーチ動作の軌道<sup>9)</sup>や重心移動域<sup>10)</sup>の解析は客観的な運動機能評価指標として有用性が検討されている。これらを使用した分析により、座位調整などによって姿勢の違いが起こった際の上肢機能の評価指標になるだけでなく、STEFの下位検査の項目と同様の活動を含む上肢機能検査や生体動作を解釈することに発展できると考えた。

本研究の目的は、机上で評価できるSTEFにおいて先の研究<sup>5)</sup>にて抽出した運動課題の結果を参考に、計測姿勢の違いによる上肢機能への影響を手先の運動軌道の特徴から明らかにすることである。

## 対象と方法

### 1. 対象

対象は利き手が右手の健常成人7名(27.3 ± 3.7歳)とした。

### 2. 使用機器

測定には以下の機器を使用した。

- (1) 車椅子, 車椅子クッション
  - ・Revo Next (ラックヘルスケア社製)
  - ・車椅子クッションTC-064 (タカノ社製)
- (2) 上肢機能検査スケール
  - ・簡易上肢機能検査 (STEF, 酒井医療株式会社製)

### 3. 計測方法

#### 3-1. 車椅子と検査環境の対象者への適合

車椅子の座シート奥行, バックサポート高, アームサポート高, フットサポート高は, 車椅子クッションを設置した状態で対象者の身体寸法に合わせて調整した。シート奥行は, 座底長-50mm, アームサポート高, フットサポート高は対象者の座位肘頭高, 座位下腿長に, バックサポート高は対象者の座位腋下高-100mm, フットサポート高は対象者

の膝関節が屈曲90°, 足関節が底背屈中間位となる高さに調整した。シート角度は後傾3°, バックサポート角度は5°とし, バックサポートの張り調整は行わない(テクノエイド協会の推奨値)<sup>11)</sup>。

#### 3-2. 上肢機能検査

上肢機能の検査にはSTEFを使用した。STEFは上肢の動作能力, 特に動きの早さを客観的に, 簡単に短時間に把握する目的で開発された検査方法である<sup>6,7)</sup>。検査項目は種々の大きさの球やピンなど10項目(大球, 中球, 大直方, 中立方, 木円板, 小立方, 布, 金円板, 小球, ピン)で構成される。

#### 3-3. 検査肢位

STEF検査台を置く机の高さは車椅子のアームサポート高に合わせた。机の手前の縁は車椅子座シート前縁の直上に位置させ, STEF検査台は手前の縁が机の手前の縁と重なる位置に設置した。この検査環境において, ①殿部を車椅子の座シート奥へ詰めて座り, 股関節・膝関節90°屈曲位, 足関節底背屈0°を目安に上体を直立させた座位姿勢(以下, 適合姿勢), ②適合姿勢から坐骨を10cm前方に滑らせた姿勢(仙骨座り姿勢)で検査を行った。②においては, 膝蓋骨下縁の前方への移動距離を確認した。

#### 3-4. 測定項目

STEFを構成する10項目の下位検査の全てを利き手で

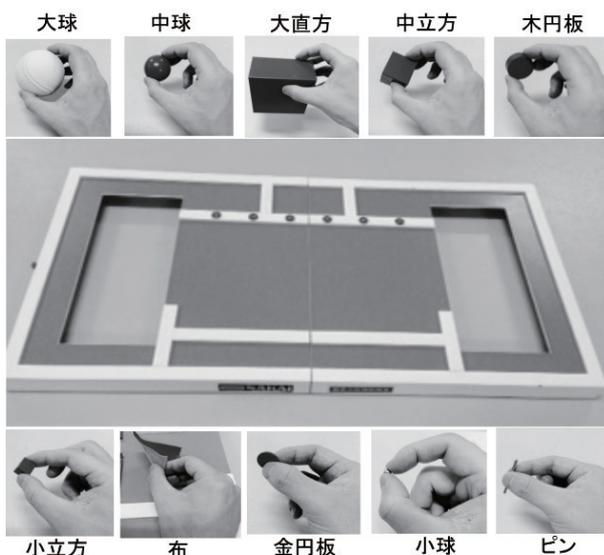


図1. STEF10項目

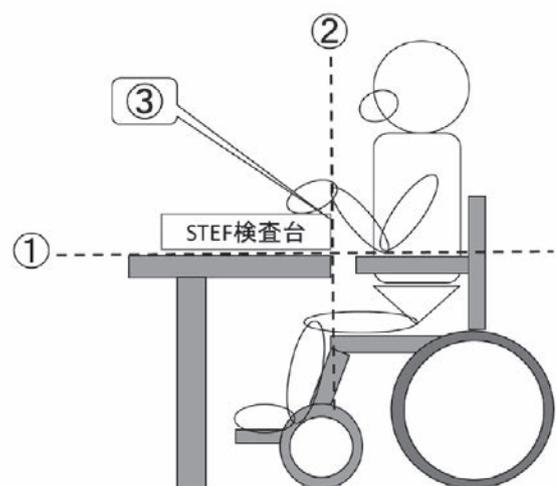


図2. 車椅子, テーブル, STEF検査台の配置

- ① STEF検査台を設置する机の高さは車椅子のアームサポート高と同一に設定
- ② 机の手前の縁が車椅子座シート前縁の直上に位置する場所に机を設定
- ③ STEF検査台は手前の縁が机の手前の縁と重なる位置に設定

行った以外は原法<sup>6,7)</sup>に従い実施した。STEFの下位検査の順番はランダム化して実施した。下位検査10項目の所要時間の秒数を、ストップウォッチを用いて計測した。

## 4. 動作解析

動作解析は三次元動作分析システムVICON MX (VICON社製)を使用した。カメラの座標系は、左右方向をX (右方向が+)、進行方向をY (正面方向を+)、鉛直方向をZ (上方向を+)と一致させ、計測周波数は100Hzとした。貼付マーカの位置は、第3中手骨頭<sup>12)</sup>とし、3次元座標の値を追跡した。今回の解析データは課題をSTEFとし、原法<sup>6,7)</sup>に習い手先がSTEF検査台から離れた時点から最後の物品を目的地に運びリリースした時点までの間の手先の軌跡を解析した。

## 5. データ処理方法

STEFの検査結果に関しては、原法<sup>6,7)</sup>では、各下位検査の計測時間を得点プロフィールに基づき得点化 (100点満点) するが、今回は対象が上肢機能に障害が認められない健常成人のため、下位検査のほとんどが満点に分布する傾向があり差の検定が困難であること、動作解析の要素として検討されていることから、計測時間を測定値として使用した。

STEFの動作分析に関しては、貼付マーカから座標位

置関係を定義し、VICON Body Builder ver3.6にてX, Y, Z軸における座標値を分析した。動作解析には動作の軌跡長を使用した。

今回は動作範囲を簡便に把握できる指標とされ、座標の時間的変化を観測でき<sup>13)</sup>、実際の生活活動と関係がある指標<sup>14)</sup>とされる動作の軌跡長を分析した。

統計学的解析として、所要時間と軌跡長における適合姿勢と仙骨座り姿勢の平均値の差を対応のあるt検定で分析した。また所要時間と軌跡長の関連の検討にはPearsonの相関係数を用いた。統計ソフトはIBM SPSS Statistics Ver.23を使用し、統計処理における危険率は5%未満とした。

## 6. 倫理的配慮

本研究は文京学院大学倫理委員会の承認 (承認番号: 2015-0004) を得て、指針に従い、被験者には主旨と目的を文書にて説明し、同意書に署名を得て実施した。

## 結果

STEF10項目の所要時間 (図3) では、適合姿勢 (大球:  $6.4 \pm 0.7$  秒, 小立方:  $6.8 \pm 0.7$  秒, 金円板:  $8.4 \pm 0.6$  秒, 小球:  $9.9 \pm 1.4$  秒) が仙骨座り姿勢 (大球:  $7.1 \pm 0.7$  秒, 小立方:  $8.2 \pm 1.5$  秒, 金円板:  $9.0 \pm 0.8$  秒, 小球:  $12.8 \pm 2.8$  秒) より有意に短かった ( $p < 0.05$ )。STEF合計所要時間

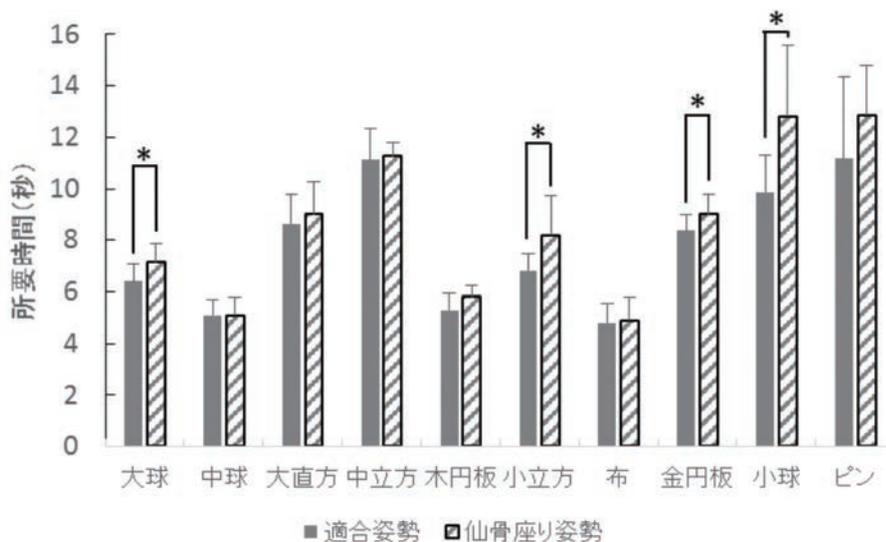


図3. STEF10項目の所要時間 (n=7)  
Mean ± SD, 対応のあるt検定, \* :  $p < 0.05$

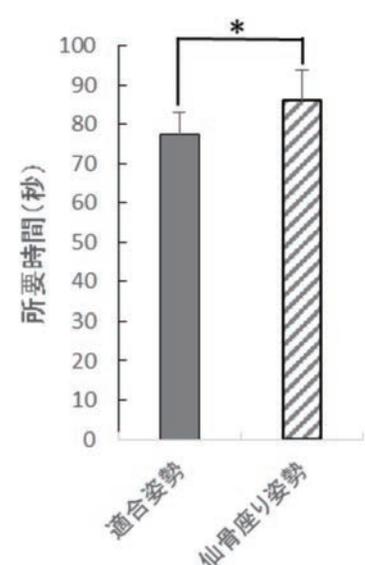


図4. STEF合計所要時間 (n=7)  
Mean ± SD, 対応のあるt検定, \* :  $p < 0.05$

(図4)においても、適合姿勢 (77.6 ± 5.5 秒) が仙骨座り姿勢 (86.1 ± 7.5 秒) より有意に短かった ( $p < 0.05$ )。

STEF10 項目の軌跡長 (図5) では、「大直方」において、適合姿勢 (6041.6 ± 178.0mm) が仙骨座り姿勢 (5829.4 ± 280.4mm) に比べ有意に長かった ( $p < 0.05$ )。STEF10 項目の X・Y・Z 軸方向別の軌跡長の結果を図6に示す。軌跡長が X 軸方向つまり水平面の運動では、適合姿勢と仙骨座り姿勢とで差が認められる検査項目はなかった。軌跡長が Y 軸方向つまり矢状面の運動では、「小立方」、「金円板」、「小球」、「ピン」において、適合姿勢 (小立方; 2814.7 ±

83.8mm, 金円板; 2812.2 ± 219.9mm, 小球; 3360.8 ± 148.9mm, ピン; 2637.2 ± 126.9mm) が仙骨座り姿勢 (小立方; 2696.6 ± 103.6mm, 金円板; 2518.4 ± 248.9mm, 小球; 3225.5 ± 87.6mm, ピン; 2489.1 ± 172.2mm) より有意に長かった ( $p < 0.05$ )。軌跡長が Z 軸方向つまり前額面の運動では、「大直方」において、適合姿勢 (2097.6 ± 238.3mm) が仙骨座り姿勢 (1887.2 ± 270.0mm) より有意に長かった ( $p < 0.05$ )。

STEFの所要時間と軌跡長の相関関係を表1に示す。適合姿勢では、X 軸方向の「中立方」( $r=0.861, p < 0.05$ )、「小

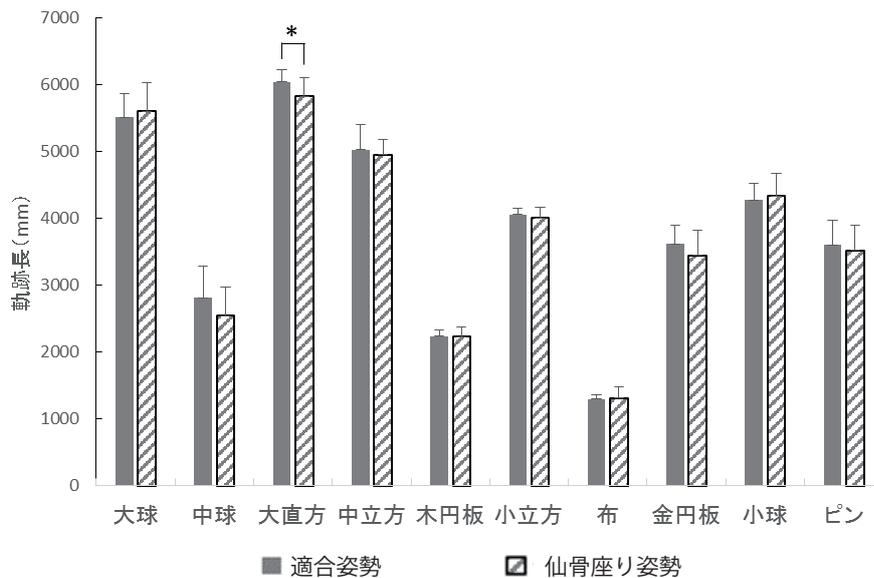


図5. STEF10 項目の総軌跡長 (n=7)  
Mean ± SD, 対応のある t 検定, \* :  $p < 0.05$

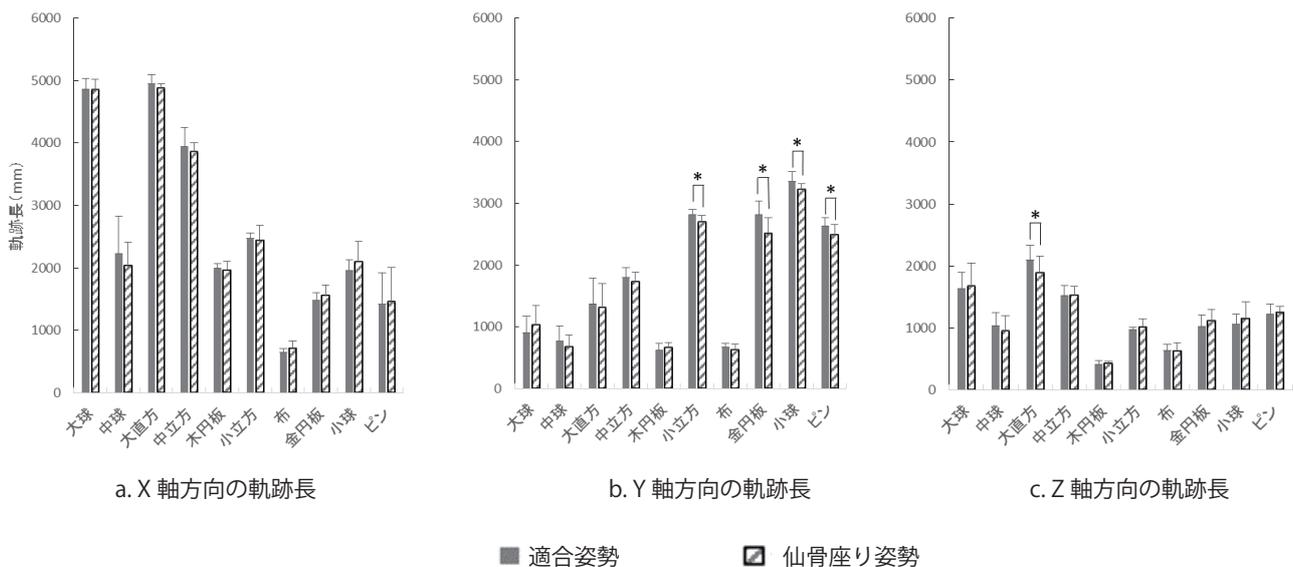


図6. STEF10 項目の X・Y・Z 軸方向別の軌跡長 (n=7)  
Mean ± SD, 対応のある t 検定, \* :  $p < 0.05$

立方」( $r=0.874, p < 0.05$ ), 「ピン」( $r=-0.796, p < 0.05$ ), Y軸方向の「金円板」( $r=0.845, p < 0.05$ ), Z軸方向の「金円板」( $r=0.762, p < 0.05$ ), 総軌跡長の「中立方」( $r=0.842, p < 0.05$ ), 「小立方」( $r=0.874, p < 0.05$ ), 「金円板」( $r=0.901, p < 0.05$ ) において, 所要時間と軌跡長に有意に強い相関関係があった. 仙骨座り姿勢では, X軸方向の「小球」( $r=0.847, p < 0.05$ ), Z軸方向の「中球」( $r=0.761, p < 0.05$ ) において, 所用時間と軌跡長に有意に強い相関関係があった.

## 考察

STEF10 項目の所要時間の比較では, 「大球」, 「小立方」, 「金円板」, 「小球」などにおいて, 適合姿勢が仙骨座り姿勢よりも有意に早かった. これは, 計測姿勢が変更され, 体幹部の支持性が低下した環境下では, この上肢の「到達機能」を発揮するための「支持機能」が低下していたことが推察される. この現象が体幹部と上肢帯の協調性に障害因子として影響した結果, 上肢のパフォーマンスが低下したと考えられる. また, 表2の通り, これらの検査項目の

表1. 各計測座位姿勢における2指標(所要時間, 軌跡長)の相関関係

相関関係(所要時間-軌跡長)					
		X軸軌跡長	Y軸軌跡長	Z軸軌跡長	総軌跡長
適合姿勢	大球	0.650	0.024	0.621	0.539
	中球	-0.235	0.625	0.356	-0.061
	大直方	0.504	0.135	0.053	0.675
	中立方	0.861 *	0.480	0.753	0.842 *
	木円板	0.698	-0.276	-0.252	0.479
	小立方	0.874 *	0.358	0.723	0.874 *
	布	0.026	-0.619	-0.134	-0.262
	金円板	0.371	0.845 *	0.762 *	0.901 *
	小球	-0.184	0.122	-0.183	-0.056
	ピン	-0.796 *	-0.051	0.418	-0.457
	仙骨座り姿勢	大球	0.570	-0.172	0.201
中球		0.435	0.696	0.761 *	0.662
大直方		-0.184	0.421	0.718	0.502
中立方		-0.732	-0.071	-0.504	-0.545
木円板		0.249	0.520	-0.547	0.390
小立方		-0.055	-0.280	0.400	0.101
布		0.580	-0.037	0.414	0.521
金円板		0.117	0.560	0.654	0.527
小球		0.847 *	0.641	0.468	0.727
ピン		0.573	0.235	0.712	0.620

Spearman の順位相関係数,  $n=7$ , \*:  $p < 0.05$

表2. STEF で使用する検査物品と検査板上の運動方向について(内山ら, 2003, 一部改変)

下位検査	形状・材質	数量	検査板上の運動方向
大球	直径6.8cm・80gのソフトボール	5個	右から左へ
中球	直径4.0cm・15gの木製の球	6個	手前から右へ
大直方	10.0×10.0×5.0cm・200gの木製直方体	6個	左から右へ
中立方	一辺3.5cm・15gの木製立方体	6個	右から手前へ
木円板	直径3.0cm・厚さ1.0cm・5gの木製円板	6個	右手前から左手前へ
小立方	一辺1.5cm・2gの木製立方体	6個	遠位から手前へ
布	9.7×7.0cmのビニール布	6個	一枚ずつ裏返す
金円板	直径2.0cm・厚さ0.2cm・3gの鉄製円板	6個	手前から遠位へ
小球	直径0.6cm・2gの鉄製球	6個	遠位から手前へ
ピン	直径0.3cm・長さ4.0cm・5gの鉄製ピン	6個	手前から遠位にある穴に差し込む

うち「大球」を除くほとんどが細かいつまみ動作を必要とするものであるため、計測姿勢の違いによる上肢機能への影響は、作業スピードから検討した場合に、その程度は、粗大動作よりも巧緻動作が大きかったことが伺える。

一方、軌跡長の比較では、「大直方」において適合姿勢が仙骨座り姿勢に比べ軌跡長が長い結果となった。先の研究<sup>5)</sup>にて、「大直方」はSTEFの中で運動軌跡が一番大きいという結果であったことから、この検査項目では物品の移動距離が遠いという環境設定が軌跡長に影響した可能性が考えられた<sup>14)</sup>。また運動課題の種類から考えた場合に、「大直方」は他の物品と比べて粗大な物品であるため、「到達機能」の発揮が求められる課題である。運動方向からは、X軸方向の成分つまり水平面方向への移動が多い課題である。つまり、計測座位姿勢が変更され「支持機能」が低下したことにより、「到達機能」である肩関節内・外転方向の運動が阻害され、上肢及び手先の運動軌道が変化したことが動作軌跡長への影響として考えられた。このことから、本研究のような手先の運動軌道进行分析する場合に、X軸成分の動作の軌跡長が、XYZ軸合成成分の動作の軌跡長に影響が強いという可能性を考えて分析を進める必要があることが分かった。

さらに運動方向別の軌跡長の比較検討からは、次の4つの下位項目（「小立方」、「金円板」、「小球」、「ピン」）がY軸方向つまり矢状面の運動方向にて両姿勢の軌跡長に差が認められた。これは、矢状面の運動つまり肩・肘関節の屈曲・伸展運動の範囲が変化したことによる手先の運動軌道の変化が起こったと捉えられる。特に矢状面の運動で影響が見られた原因としては、10cm前方に座骨が滑った姿勢では、骨盤後傾位となり、上肢を前方にリーチするのに必要な体幹の前屈<sup>15)</sup>を阻害したためであると考えられる。

今回STEFの所要時間と手先の運動軌道で計測姿勢の違いによる上肢機能の分析をした。「小立方」、「金円板」、「小球」では、仙骨座り姿勢が適合姿勢に比べ、所要時間が長く軌跡長が短いという結果となった。これは、座骨が前方に滑った姿勢により、骨盤を後傾させる外力と、座骨部への摩擦力に相反する車椅子バックサポートに倒れかかる外力がかかることで、体幹に問題がない健常成人にも体幹の支持性を低下させる原因となったことが推測できる。そのため、本来遠位上肢帯を駆動させるのに支持として働く近位上肢帯が、姿勢を保持することに働いたため上肢機能が十分に発揮できなかったと考える。上肢の「到達機能」から検討した場合には、運動速度が遅く動作範囲も狭い、つまり運動の自由度が制限された可能性が挙げられる。また、上肢の「手指把持機能」から検討した場合には、物品操作

に時間がかかり動作が静止することが多い、つまり作業効率の低下が考えられる。この上肢の役割の関連についての検討から、STEF実施の際は計測姿勢の設定が重要であることが確認できた。

また表1の通り、所要時間と軌跡長で有意な相関関係にあった下位検査として「中球」、「中立方」、「小立方」、「金円板」、「小球」、「ピン」が挙げられ、これに所要時間と軌跡長の分析において両姿勢間に有意な差が認められたものを加えるとすると「大球」、「大直方」が挙がる。先の研究<sup>5)</sup>において、健常成人を対象に、所要時間と動作軌跡長などの運動学的視点からSTEF検査の運動課題の特徴を分析した結果、全体検査と共変関係にあり有用であるとされた検査項目は、所要時間で「大球」、「木円板」、「小球」が、軌跡長で「中球」、「中立方」、「小球」、「ピン」であった。そのため、本報告で抽出した検査項目と共通するのが「大球」、「中球」、「中立方」、「小球」である。「大球」、「中球」はつかみ動作、「中立方」はつまみ動作、「小球」は巧緻動作に相当<sup>16)</sup>し、この4つの検査が手指把持機能を評価する運動課題である可能性が考えられるため、今後例数を重ねて有用性を検討したい。

## 結語

本研究では、計測姿勢の違いによる上肢機能への影響を分析するため、健常成人を対象に、所要時間と動作軌跡長からSTEFの結果を比較した。その結果、適合姿勢より仙骨座り姿勢において、所要時間が有意に長く軌跡長が短い項目が挙げられたことから、「支持機能」の変化から上肢の「到達機能」、「把持機能」が十分に発揮できなかったことが考えられ、計測姿勢の設定が重要であることが確認できた。また、所要時間と動作軌跡長などの運動学的視点からSTEF検査の運動課題の特徴を分析する際に、「大球」、「中球」、「中立方」、「小球」などの下位項目は、つかみ動作、つまみ動作、巧緻動作の評価に有用である可能性を示したため、今後の着目点としたい。

## 文献

- 1) 中江秀幸:脳卒中片麻痺患者の上肢の支持・到達機能改善のためのアプローチ. 理学療法. 2012; 29:1350-1359.
- 2) 高見彰淑:脳卒中片麻痺患者の手指・把持機能改善のためのアプローチ. 理学療法. 2012; 29:1360-1366.
- 3) 岩崎テル子, 小川恵子, 小林夏子, 他:標準作業療法学. 医学書院. 2007;182-190.

- 4) 宮寺亮輔, 亀ヶ谷忠彦, 鈴木康子, 他: シーティングの効果判定に用いる「上肢機能評価法」の開発. 日本シーティング・シンポジウム抄録集. 2014; 16-19.
- 5) 宮寺亮輔, 亀ヶ谷忠彦, 押川武志, 他: 車椅子座位で評価する上肢機能と運動課題の関係 - 手先軌道に着目した上肢活動の定量的評価の試み -. 埼玉作業療法研究. 2015; 15:2-10.
- 6) 金子翼, 平尾一幸, 村木敏明: 上肢機能検査の開発と標準化に関する研究. 神戸大学医療技術短期大学部紀要1. 1985;37-42.
- 7) 金子翼: 簡易上肢機能検査 Simple Test for Evaluating Hand Function (STEF) 検査者の手引き. 酒井医療株式会社, 日本. 1986.
- 8) 橋本光宏, 小林健一, 岡本弦, 他: 簡易上肢機能検査 (STEF) を用いた頸髄症術前後の上肢運動機能評価. リハビリテーション医学2011;38(11):912-919.
- 9) 矢島大輔, 大城昌平: 時系列データ解析による脳血管障害患者のリーチ動作の運動解析. 理学療法科学. 2008;23(6):765-772.
- 10) 柗幸伸: 支持基底面積と重心移動域の実測とその比較. 理学療法科学2008;23(2):229-234.
- 11) 公益財団法人テクノエイド協会: 高齢者のための車椅子フィッティングマニュアル) 2013
- 12) 嶋脇聡, 酒井直隆, 岡田聖也: 回転型ドアノブの把持・回旋動作における手関節および前腕関節角度変化. 人間工学. 2012;48(5):226-233.
- 13) 中村隆一, 齋藤宏, 長崎浩: 基礎運動学. 第5版, 医歯薬出版株式会社. 2002;1-38.
- 14) 井戸正敏: 上肢運動による移動動作の軌跡距離の推定. 法政大学工学部研究集報法政大学工学部研究集報. 1994;30:29-33.
- 15) 勘林智子, 佐藤秀一, 佐藤秀紀, 他: シートクッションの材質特性が前方リーチ動作に及ぼす影響. 青森保健大雑誌. 2007;8(1):37-44.
- 16) 亀ヶ谷忠彦, 宮寺亮輔, 押川武志, 他: 車椅子座位姿勢における上肢機能評価に用いる簡易上肢機能検査短縮版の開発. 理学療法科学. 2016;31(4):585-590.

## The Effects of Sitting Posture on Hand Trajectory

Ryosuke Miyadera

Department of Occupational Therapy, Faculty of Health Science Technology, Bunkyo Gakuin University

### Abstract

A viewpoint in consideration of sitting posture is necessary for effective activity of the arm function in activities of daily living of wheelchair user. We explored the effects of sitting posture on hand trajectory in seven healthy people were subjected to simple test for evaluating hand function; STEF with different sitting positions. Main outcome measures were description time and hand trajectory. Significant difference of the description time and trajectory in sitting posture was compared with the fitness posture in the four items. The “support function” of the arm affected in a posture change operated on maintenance of the posture as the cause which made this movement efficiency non-efficiency, and it was supposed that “the arrival function” and “the hold function” couldn’t be shown sufficiently. In addition, when the characteristic of the exercise problem was analyzed of the STEF from kinematic viewpoints such as the description time and trajectory, the lower items such as “big balls”, “medium balls”, “medium cube”, and “small balls” showed the possibility that was useful for an evaluation of grip, pinch, and elaborate movement.

**Key words** —— Seating, Arm function, motion trajectory

Bunkyo Journal of Health Science Technology vol.9: 13-20