

# 手首でのハンガー反射発生時の手首圧力分布の計測

## Measurement of the pressure distribution under Hanger-Reflex at Wrist

○中村 拓人（電通大） 西村 奈令大（電通大） 佐藤 未知（電通大） 梶本 裕之（電通大）

Takuto NAKAMURA, The University of Electro-Communications, n.takuto@kaji-lab.jp  
Narihiro NISHIMURA, The University of Electro-Communications, n-nishimura@kaji-lab.jp  
Michi SATO, The University of Electro-Communications, michi@kaji-lab.jp  
Hiroyuki KAJIMOTO, The University of Electro-Communications, kajimoto@kaji-lab.jp

When a wire hanger is placed sideways on the head, and the temporal region is sandwiched by the hanger, the head rotates involuntarily. This phenomenon has been named the “Hanger Reflex”. We verified whether this phenomenon that has been observed only on the head occurs in other parts of the body, and found a similar rotation phenomenon to the “Hanger Reflex” in the waist and wrist. However, detailed condition of these phenomena remained unexplored. In this paper, we investigated the detailed occurrence condition of the Hanger Reflex at the wrist by measuring the pressure distribution on the wrist during the Hanger Reflex. We found two points located around the radial bone and the elbow bone that may contribute to the Hanger Reflex of the wrist.

**Key Words:** Hanger-Reflex, Haptic, Pseudo-Haptic

### 1. はじめに

#### 1.1 手首でのハンガー反射

力覚提示には従来大規模な装置を必要とすることが一般的であったが、近年皮膚感覚や視覚等の錯覚現象を用いる事で擬似的な力覚を提示する試みが多数報告されている[1][2]。これらの錯覚現象を用いて力覚提示装置を実現すれば、装置はコンパクトとなり今まで以上の広い分野への応用が期待できる。

こうした擬似的な力覚提示の手法のひとつにハンガー反射がある[3]。ハンガー反射とは針金製ハンガーを頭に被ると不随意に頭が回旋してしまう現象である。佐藤らはハンガー反射発生時の頭部圧力分布を計測することで、側頭部前方あるいはその対側後方への圧迫がハンガー反射の条件であることを確認している[4]。この条件を用いて簡便な器具によりハンガー反射を発生させることで、同じく首の異常姿勢を伴う疾患である頸性ジストニアの治療への応用も期待されている[5]。

ハンガー反射は従来頭部のみで見られる現象であったが、我々はこの現象が頭部だけでなく他の身体部位においても発生することを確認した[6]。特に手首でのハンガー反射は頭部でのハンガー反射同様、運動障害疾患の一つである局所性ジストニア（腕、足などの部位が不随意に捻れる疾患）の治療やリハビリへの応用も期待できる。

本稿ではより効率的に手首でのハンガー反射を発生させるために、手首でのハンガー反射発生時の手首の圧力分布を計測し、この現象の発生条件の調査を行う。

#### 1.2 ハンガー反射誘発デバイス

頭部でのハンガー反射デバイスは使用者の頭周りに医療用プラスチックギプスを巻いて頭周りの型をとり整形したものである[5]。このギプスを頭に被り、回しずらすことで効率的にハンガー反射発生に寄与する部位を圧迫することが可能となっている(図1)。本研究においてもこの手法を用い、医療用プラ

スチックギプスによって手首の型を取りデバイスを製作した。製作したデバイスを手首に装着し、回しずらすことで不随意運動の誘発を行った。

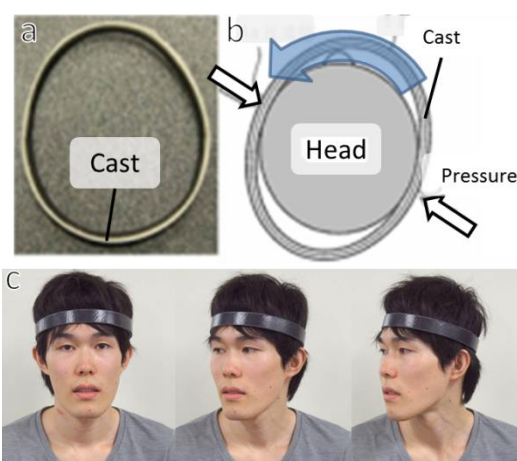


Fig.1 (a) Plastic cast for the Hanger Reflex on the head, (b) structure of the cast, (c) Hanger Reflex using cast

図2と図3にデバイスの構造を示す。手首の型をとり、楕円形に整形した医療用ギプスの内側にウレタンを貼り付けている。これはギプスの圧迫による腕への負担を軽減するためである。デバイスが楕円形であるため、回しずらすことで手首へ圧迫を加える構造となっている。



Fig.2 Hanger Reflex device for wrist

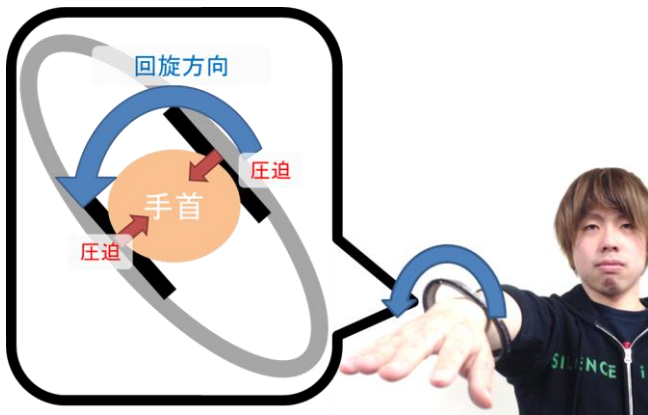


Fig.3 Structure of cast for rotating wrist

## 2. 計測システム概要

これまで頭部でのハンガー反射発生時の圧力分布は計測されてきた[4][7][8]。佐藤らはアレイ状力センサを被験者の頭部に巻きつけた状態でハンガー反射を生じさせた際の圧力分布を計測した[4]。圧力分布計測と同時に頭部をカメラによって撮影し、ハンガー反射発生時の被験者の頭部角度を計測した。計測した圧力分布を頭部角度によって重み付けを行って加算することで、頭部におけるハンガー反射に寄与する圧力分布を調査した。

手首における圧力分布計測においても同様のアレイ状力センサを用いた手法を採用し、フィルム状力センサ(Interlink Electronics 社製, FSR 400)をアレイ状に並べ手首に巻き、その上からハンガー反射誘発デバイスを装着することで圧力分布の計測を行った(図 4)。ハンガー反射誘発デバイスを被験者の左手首に装着させ、外旋方向へ力センサ 1 つの幅 8mm ずつ回し計測を行った。計測はデバイスが手首を半周する 15 回行った。

また、ハンガー反射による手首の回旋角度は、手のモーショントラッキングに特化した機器である Leap Motion 製 Leap Motion を用いて手首の回旋角度を計測した(図 4)。Leap Motion は、直立した被験者の手首を計測するためにクリアケースの内壁に設置し、被験者にはクリアケースに手を入れさせ計測を行った。回旋角度取得と同時に圧力分布データも取得した。

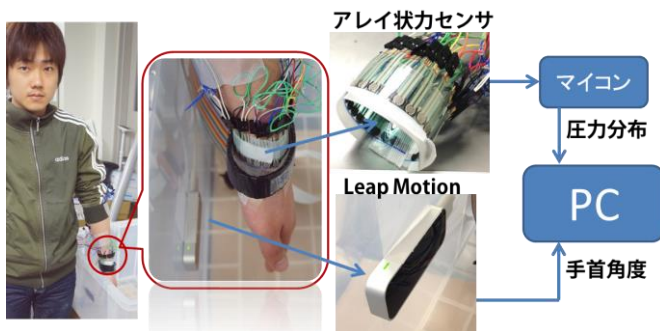


Fig.4 System for the measurement of the pressure distribution at the wrist

## 3. 計測実験

### 3.1 実験概要

本実験は手首におけるハンガー反射の発生条件を調査することを目的とする。発生条件とされてきた圧迫を手首のどの箇所にかければよいかを調査するため、ハンガー反射発生時の手首の圧力分布を計測することでいわゆる“ツボ”を探す。

被験者は 4 名 (22 歳から 29 歳, 男性 4 名) である。また被験者は実験前に、ハンガー反射誘発デバイスを用いて手首ハンガー反射が起きることを確認した。アレイ状力センサに使用するセンサの数は本来被験者の手首周長によって変化するが、今回は全被験者の手首周長が近い値となり、全被験者で 22 個の力センサを用いて計測を行った。

計測の際被験者は脱力状態で直立し、手を開いた状態で待機するよう指示した。またハンガー反射による回旋力を感じた場合は、回旋力に逆らわないよう指示した。

### 3.2 実験結果・考察

得られたデータに対して次のような処理を行った。

- ① 得られた各センサの値に対し、手首の回旋角度をかけることで重み付けを行った。ここで左回旋、右回旋とでデータを振り分けた。
- ② ①で得られた値を 0 から 1 に正規化した。
- ③ ②で算出された値を全被験者で加算し、再度正規化した。
- ④ 左回旋に寄与した値と右回旋に寄与した値をそれぞれレーダーチャートで表す。

処理によって得られたグラフを図 5 に示す。図左は左回旋、図右は右回旋に関するグラフである。グラフの円周の数字はセンサ番号を示しており、半径は回旋への寄与の度合いを示している。回旋への寄与が高いほど大きい値となる。

この結果より左回旋にはセンサ 7 とセンサ 18 の位置からの圧迫が寄与していることが分かる。センサ 7 は手の甲側の橈骨外側、センサ 18 は小指根本の尺骨外側に位置している(図 6)。また右回旋には、グラフよりセンサ 5 とセンサ 15 の位置からの圧迫が寄与していることが分かる。センサ 5 は親指根本の橈骨外側部分、センサ 15 は手の甲側の尺骨外側に位置している(図 6)。

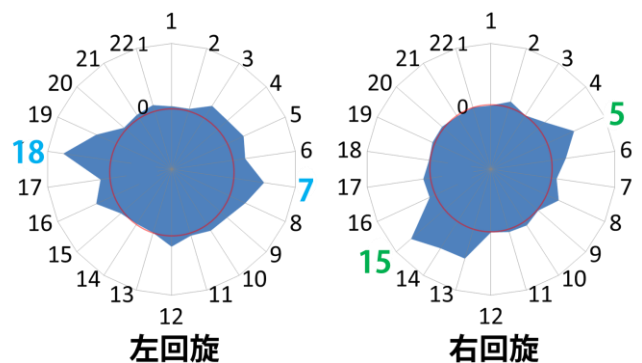


Fig.5 (Left) Measurement result of the pressure distribution contributing to rotate left, (Right) Measurement result of the pressure distribution contributing to rotate right.

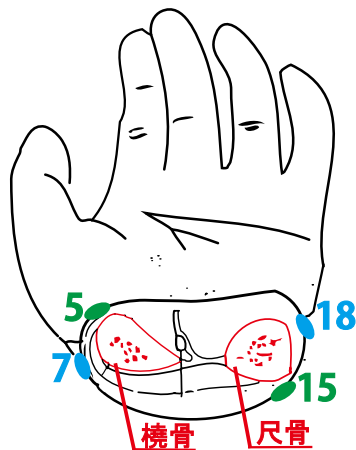


Fig.6 the cross section of the wrist showing sweet spots of Hanger Reflex

#### 4. 終わりに

本稿では、新たに発見された手首におけるハンガー反射発生時の圧力分布を計測し、その発生に寄与している圧迫点を検証した。計測実験の結果対角する手首の尺骨と橈骨の2点が手首におけるハンガー反射発生に寄与していることが分かった。

今後は得られた結果をもとに手首におけるハンガー反射を圧迫制御によって自在に発生させる装置の開発や、ハンガー反射誘発デバイスを装着した際に発生するせん断力とハンガー反射発生の関係性の検証を行う。

#### 文 献

- [1] K. Minamizawa, D. Prattichizzo, and S. Tachi, "Simplified design of haptic display by extending one-point kinesthetic feedback to multipoint tactile feedback", in Proc. IEEE Haptics Symposium 2010, Waltham, MA, USA, pp.257-260, March 2010.
- [2] T. Hachisu, G. Cirio, M. Marchal, A. Lécuyer, and H. Kajimoto, "Pseudo-Haptic Feedback Augmented with Visual and Tactile Vibrations", in Proceedings of IEEE VR International Symposium on Virtual Reality Innovations (ISVRI) 2011, Singapore, pp.327-328, March, 2011.
- [3] R. Matsue, M. Sato, Y. Hashimoto, and H. Kajimoto, "Hanger reflex: a reflex motion of a head by temporal pressure for wearable interface", SICE Annual Conference 2008, Chofu, Japan, pp.1463-1467, August 2008.
- [4] M. Sato, R. Matsue, Y. Hashimoto, and H. Kajimoto, "Development of a Head Rotation Interface by Using Hanger Reflex", IEEE RO-MAN2009, pp.534-538, September 2009.
- [5] T. Asahi, M. Sato, H. Kajimoto, G. Oyama, T. Taira, A. Hayashi, M. Fujii, and S. Takashima, "Clinical Multicenter Trial For The Treatment Of Cervical Dystonia Using The Hanger Reflex Interim Report", Stereotact Funct Neurosurg, 91(suppl 1), pp.165, 2013.
- [6] 中村, 西村, 佐藤, 梶本: 手首と体幹部におけるハンガー反射, 第18回一般社団法人情報処理学会シンポジウム インタラクシオン(2014年 2-3月 東京), 2014.
- [7] 松江, 佐藤, 橋本, 梶本: 側頭部圧迫による反射運動の研究, 日本バーチャルリアリティ学会第 12 回大会, 2007.
- [8] 佐藤(未), 橋本, 梶本: ハンガー反射発生時における頭部圧力分布の計測, 第14回日本バーチャルリアリティ学会大会, 2009.