

## 〈報告〉

## 関節位置感覚へ及ぼす発揮筋力の影響

大川 裕介\*;\*\*・米田 継武\*\*

## Influence of Exerted Muscular Strength to give to the Position Sense of Joint

Yusuke OHKAWA\*;\*\* and Tsugutake YONEDA\*\*

## 1. 緒 言

我々は目を閉じていながらも、かなり正確に手や足の位置を知ることができる。視覚情報を伴わない状況下での身体位置感覚を解明していくことは、ヒトの基本的な運動行動や知覚認知機構といった生体機能を解き明かす点で重要なだけでなく、多くの感覚情報を必要とするスポーツ及び運動行動の動作メカニズムを説明する上でも大変意義のあることと考えられる。

位置感覚研究を支えてきた古典的研究方法“前腕位置整合課題”(Forearm position matching task)では、①肘角度②前腕方向③両手位置及び④努力量の四つの情報によって肘関節位置感覚が調整される。そこで本研究では、利用される情報源によって知覚される関節位置感覚に違いがあるかを調査した(2課題)。更に、この関節位置感覚と努力量との関係を調査した(11条件)。

## 2. 方 法

本実験では、その調査目的のため、実験に耐え得る特に正常な位置感覚を有する被験者の選別が必要であった。そのため先行研究に則った選別の結果、14名中10名の被験者が選定され、以後の実験課題へ参加した。

\* (株)ジンマー

Zimmer K. K.

\*\* 順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科

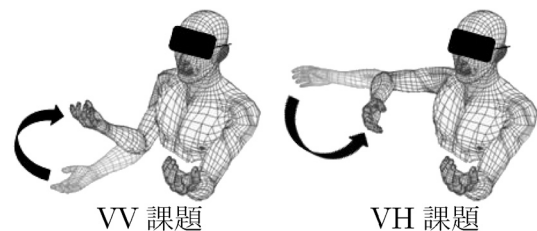
Graduate School of Health and Sports Science,  
Juntendo University

図1 情報源の異なる2課題

2課題では、四つの情報の利用が許容される先行研究同様の課題(Vertical-Vertical課題;以下VV課題)、そして肘角度以外の情報源の利用が方法的に制限された課題(Vertical-Horizontal課題;以下VH課題)を設定した(図1)。11条件では、参照腕へ11段階の段階的な発揮筋力を実施させることで実現した。これら2課題11条件から測定された両腕肘角度誤差は、3つの指標(定常誤差、絶対誤差、変動誤差;以下CE, AE, VE)として処理された。CEは誤差の偏り方向を、AEは誤差の偏り量を、そしてVEは誤差の変動量を表わす。

## 3. 結 果

図2は、三つの角度誤差を課題間で比較したものである。その結果、CE, AE及びVEの全ての項目に差が無いことが示された。

図3では、VEにおける課題間比較を示した。努力量の大小に関わらず安定した変動誤差が観察されたVV課題に対し、一方のVH課題では努力量増大に比例して変動誤差は増加し、課題間で明瞭な違いが観察された。

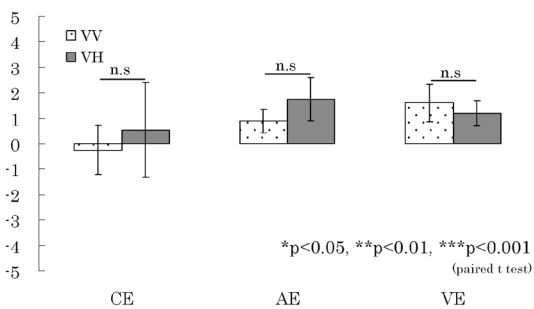


図2 CE, AE, VEにおける課題間の比較

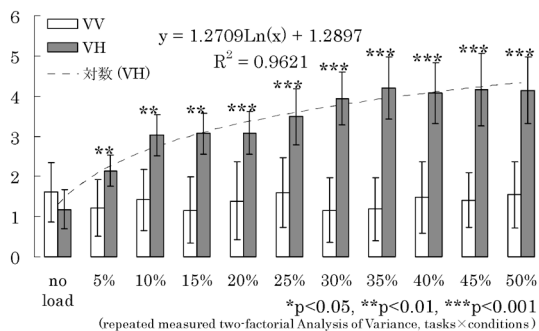


図3 VEにおける2課題11条件間の比較

#### 4. 考 察

通常の前腕位置整合課題 (no load) では、情報源の量的な相違は関節位置感覚に影響を及ぼさなかったことが推測される (図2)。Gooley et al (2000) の報告によれば、体幹部正面の空間は特に通常作業空間 (normal working space) と呼ばれ、脳内表現において特別な意味付けがされているという<sup>1)</sup>。この通常作業空間からの逸脱が、前腕位置の決定を不安定にすることも報告されている。指示側の体側が大きく開かれた姿勢となるVH課題でも、通常作業空間内であれば、ある許容範囲をもって支障なく両腕の位置決定が可能となるのかもしれない。そのため、4つの情報源を存在するVV課題と1つの情報源に制限されたVH課題を比較しても、参照腕の関節位置感覚に違いはなかったものと考えられる。

本実験では、努力量増大に伴い対数比例的にVEが増加した (図3)。先行研究によれば、力や重さの感覚は、運動指令中枢から知覚中枢へ送られる随伴発射や遠心コピーといった遠心性信号の役割が重要とされ、本実験において努力量を増大させたことはすなわち、この遠心性信号を増大させたと考えられる。ある位置もしくは重量が保持されていること

を伝える適切な遠心性信号よりも過剰な信号が知覚中枢へ送られることで、Subtraction systemが機能的に破綻し正しい位置の知覚が困難な状況が作り出された可能性が考えられる。また、努力量増大に伴う遠心性信号の増大は、VV課題においても同様に起こり得たが、VH課題よりもより多くの座標系情報源によって関節位置感覚が補正を受けることで、安定した位置の知覚及び再現性が維持されたものと考えられる。

#### 5. 結 論

本実験における2課題 (VV課題, VH課題) 11条件 (no load~50%MVC, 5%interval)の結果から、これまで遠心性及び求心性情報源の働きによって説明されてきた関節位置感覚では、実は座標系情報源が厳然として存在していることが再確認された。また、VH課題において発揮筋力の増大がVEの増加を引き起こし、努力量増大が再現角度のバラツキを増長させることを支持する見解を得た。さらにVV課題と比較した結果、これはとりわけVH課題に依存した傾向であることが示された。これは四つの情報源が存在するVV課題と肘角度情報のみが存在するVH課題の情報源の差異によるものと考えられる。このことから、努力感覚や身体座標系など複数の情報源の利用が許容されることで、発揮筋力の大小に関わらないほぼ定常的な感度が保たれた位置の知覚及び再現性が維持されることが新たに示唆された。

本稿を終えるにあたり、格別のご指導を賜りました米田継武教授、そして被験者等として御協力頂いた全ての関係者の皆様方に、厚く御礼申し上げます。

(当論文は、平成20年度順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科の修士論文を基に作成されたものである)

#### 参考文献

- 1) Gooley et al.: Effects of body orientation, load and vibration on sensing position and movement at the human elbow joint. *Exp Brain Res.*, **133**, 340-348, (2000)

(平成21年3月31日 受付)  
(平成21年3月31日 受理)