

## 学 位 論 文 要 旨

氏 名 三宅 啓介

論 文 名 スマートフォンを利用した手指関節可動域計測における新しい方法

---

### 学位論文要旨

手指の関節可動域 (ROM: range of motion) を計測することは、手の外科領域において重要な客観的指標である。現在は角度計における計測が標準であるが、これはしばしば煩雑であり、頻回な計測の妨げとなる。そこで我々はスマートフォンを使用した、手指の ROM を計測する新しい方法を開発した。

多くのスマートフォンが内蔵している加速度計を使用して、手指の関節角度を計測するアプリケーションを作成した。アプリケーションは Android™ 上で動き、示指から小指の関節角度を計測し、記録するように設計されている。屈曲や伸展、自動運動や他動運動にも対応した。自動的に関節可動域および総自動運動域 (TAM: total active motion) も計算される。実際の測定に際して検者は被検者の正面に位置し、被検者の手関節を中間位とする。対象指の末節部背側にスマートフォン端末をあてる。3 秒ごとに鳴るベル音にあわせて、中節部、基節部、中手骨部と端末をあてなおす。これにより手指各関節の角度が計測される。

新しい方法の信頼性を確かめる前実験として、4 つの実験を行った。1 つ目の実験は、アルミニウムの板を曲げたものを手指のモデルと見立て、同一検者が従来の角度計を用いた方法と新しい方法とで繰り返し計測した。得られた値を級内相関係数 (ICC: intraclass correlation coefficients) で評価した。ICC (2, 1) は 0.997 で、物体モデルを対象にした同一検者における計測では、新しい方法は従来の方法に対して十分な再現性があると考えられた。2 つ目の実験は、先に使用したモデルを対象にして同一検者が新しい方法で繰り返し計測した。得られた値を評価したところ、ICC (1, 1) は 0.999 で、物体モデルを対象にした新しい方法では同一検者において再現性があると考えられた。3 つ目の実験は、ボランティアに様々な大きさのリングを把持させ、運動制限のある手のモデルとした。同一

検者が従来の角度計を用いた方法と新しい方法とで繰り返しモデルの手指を計測した。得られた値を評価したところ、ICC(2, 1)は 0.977 で、実際の手をつかったモデルを対象にした同一検者における計測でも、新しい方法は従来の方法に対して十分な再現性があると考えられた。4 つ目の実験は、前の実験に使用したモデルを対象に、二人の検者が新しい方法で繰り返し計測した。得られた値を評価したところ、ICC(2, 1)は 0.936 で、実際の手モデルを対象にした新しい方法では複数検者において再現性があると考えられた。以上 4 つの実験より、新しい方法は従来の方法に対して十分な再現性を得られうると考え、臨床実験を計画した。対象は愛媛大学医学部附属病院リハビリテーション部で手の治療を受けている患者のうち、承諾を得られた 20 名とした。年齢は 21 歳から 89 歳までで、その平均は 49 歳であった。従来の方法で手指の ROM と TAM を計測した後に、同じ指を新しい方法でも計測し、測定や記録、計算に要した時間も併せて評価した。検者は形成外科医 1 名と作業療法士 2 名で行った。20 名 84 指 252 関節が対象となり、計 1008 の関節角度が計測された。角度を従来の方法と新しい方法で評価したところ、ICC(2, 1)は 0.927 であった。これは実際の患者を対象にした場合においても、新しい方法は従来の方法に対して十分な再現性があることを示した。また、計測から ROM や TAM の計算と記録に要した時間を調べたところ、1 つの関節角度計測あたり、従来の方法では 12.6 秒だったのに対して、新しい方法では 6.2 秒であった。以上の結果より、我々の開発した新しい方法は従来の方法と同等の信頼性を持ち、計測時間を半分にする能力があることがわかった。「この実験は愛媛大学医学部の臨床研究倫理審査委員会によって承認されている。」

キーワード (3 ~ 5)	finger range of motion smartphone rehabilitation
---------------	---