

氏 名	おおた がく 太田 学
学 位 の 種 類	博士 (医学)
学 位 記 番 号	乙第 877 号
学位授与年月日	令和 7 年 2 月 27 日
学位授与の要件	自治医科大学学位規定第 4 条第 3 項該当
学 位 論 文 名	外科医の剪刀に対する主観的評価と剪刀の客観的評価との相関性に関する考察
論 文 審 査 委 員	(委員長) 教 授 吉 村 浩太郎 (委 員) 教 授 木 村 敦 准教授 眞 田 幸 弘

## 論文内容の要旨

### 1 研究目的

手術器具の品質の確保は手術の質に直接的に影響するため必要不可欠である。特に外科剪刀(以下、剪刀)は切ることの他にも、組織を剥離する、圧排し術野を作るなど、様々な用途で頻繁に使用され、すべての手術器具の中で最も頻繁に使用される。しかし、多くの外科医が手術中に切れ味の悪い剪刀に遭遇している。その際、外科医は何も切らずに剪刀を開閉すること(以下、空運転)で直感的に使いにくさを識別することがよくある。その外科医の習慣的行為が何を意味するのか、つまり剪刀の空運転で外科医は剪刀の何を感じ取りどのように判断しているのかについては明らかでない。また、外科医が感じる主観的感覚の正確性についてはほとんど評価されていない。本研究の目的は、術中に剪刀を使用する際の外科医の使用感について明らかにすることである。まず外科医が剪刀を使用する時に感じる快適性に影響を与える客観的要因を明らかにすることを目的とした(研究Ⅰ)。さらに主観的評価である外科医の使用感について、個人間、術者間において再現性があるか、客観的評価を通じて妥当性があるかを明らかにすることを目的とし、実際の剪刀開発において、剪刀の耐久性を高めるために剪刀表面に施した窒化処理前後の快適性の評価に応用した(研究Ⅱ)。

### 2 研究方法

研究Ⅰでは 10 本の剪刀の使用感と物理的特性を評価するため、官能試験と実測試験を行った。官能試験として、31 人の外科医が剪刀を空運転し、快適と感じたものを 3 つ、不快と感じたものを 3 つ選んだ。その結果を合計し Total score として点数化した。実測試験では、剪刀の持ち手に荷重をかけ、ハサミを閉じる際に必要な荷重値とハンドルの閉じ幅の変位を測定した。官能試験と実測試験で得られた結果の相関関係について解析した。

研究Ⅱでは、5 人の外科医が 5 つの剪刀について空運転を行い、剪刀の閉鎖時に外科医が感じる主観的抵抗値を 0 から 10 までのスケールで評価し、主観的抵抗値の時間的変化をグラフに記録した。主観的抵抗値の再現性を示すために、コントロール剪刀の主観的抵抗値を少なくとも 2 週間のウォッシュアウト期間の後に再度測定し、相関分析した。異なる剪刀間の主観的抵抗値の閉鎖特性を分析するために、剪刀の種類と剪刀の刃の重なる位置を 2 つの独立変数として、二要因分散分析を用いて比較した。窒化処理後の剪刀の主観的抵抗値の客観性を評価するため、外科医

による主観的抵抗値評価と実測試験による荷重値の客観的評価を比較した。

### 3 研究成果

研究Ⅰ：官能試験により得られた快適さの Total score と、実測試験により得られた平均荷重値との間には、強い負の相関が認められた ( $r=-0.717$ ,  $p=0.0195$ )。Total score と先端の荷重値の変化との間には、中程度の負の相関を示した ( $r=-0.687$ ,  $p=0.0282$ )。重回帰分析の結果、先端の荷重値の変化は Total score に影響する独立した因子であった。

研究Ⅱ：外科医が測定した2回の主観的抵抗値間の相関係数は0.746であり、高い再現性を示した。主観的抵抗値について実施した二要因分散分析では、試料要因(剪刀毎)に有意差 ( $F(4)=12.5008$ ,  $p<0.0001$ 、部分  $\eta^2=0.0847$ )、位置要因に有意差 ( $F(10)=25.4379$ ,  $p<0.0001$ 、部分  $\eta^2=0.4309$ )、および交互作用に有意差 ( $F(40)=1.6478$ ,  $p=0.0131$ 、部分  $\eta^2=0.1117$ ) が示された。窒化処理後、主観的抵抗値に有意な増加が見られた ( $p<0.0001$ )。主観的抵抗値と客観的抵抗値のグラフは類似性を示した

### 4 考察

研究Ⅰでは、平均荷重が低いほど、術者は剪刀を開閉する際に快適さを感じ、先端部の荷重値の変化が少ないほど、術者は快適さを感じることがわかった。また、多変量解析の結果、平均荷重値よりも先端部の荷重変化の方が快適性への影響が大きいことが示された。外科医が剪刀を使用する際の快適性という主観的評価の根拠となる因子について客観的証拠を示したことは外科医が剪刀を使用する際に、手に伝わる力を感じ取り、その微妙な変化を使い心地として評価していることを示している。

研究Ⅱでは、外科医の主観的評価の妥当性を検証し、外科医の剪刀の抵抗値に関する主観的評価が高い再現性を示すことを実証した。この再現性を利用して、硬度を高める処理を施した剪刀の評価を行った。二要因分散分析の結果は、剪刀の種類(試料要因)と剪刀の刃の重なる位置(位置要因)が、主観的抵抗値(反応変数)の開鎖特性で観察される変動に関する独立変数として機能することを示した。この結果は、主観的抵抗測定値の妥当性を支持する証拠となる。また窒化処理により剪刀の抵抗値は著しく増加し使用感は悪化していた。さらに、窒化により抵抗値が増加した後に行った実測試験による客観的評価は、外科医の剪刀に対する主観的評価と一貫性があった。

外科医の感性の客観性と再現性を評価した研究はほとんどない。本研究は、剪刀を通じて外科医の感性の主観的評価を統計的に分析し、その結果を客観的な指標と比較した初めての報告である。外科医の触覚は評価に値するものであり、外科医が何を良いとするかを追求することで、手術器具の開発や、手術の質の発展、手術教育にも重要な基礎研究となることが期待される。また、剪刀や手術器具の使用時以外にも、触診や打診などの触覚に頼った判断について感性の計測で客観的評価ができるようになると、さらなる医療の発展に寄与することができる。

### 5 結論

外科医は、剪刀を閉じるのに必要な平均荷重値が小さく、先端部の荷重値の変化が小さい剪刀の方が快適であると評価していることが証明された。また、剪刀を閉じる際に感じる抵抗値に関する外科医の主観的評価を通じて、外科医の触覚フィードバックの高い再現性と妥当性を実証し

た。外科医の主観的評価の高い再現性は、他の医療機器における将来の開発にとって極めて重要な基礎データになると考えられた。その主観的評価を窒化処理前後の剪刀に対して応用し、窒化処理による摺動性の著しい増加を確認した。窒化処理を施した剪刀は実用に耐えうるものではなかった。手術器具の使用感という暗黙知を具体的に明らかにし開発に応用することで、手術中の術者のストレスや身体的負担が軽減され、術中の術者の快適性の向上に貢献することが期待される。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、外科医による剪刀の主観的評価と圧センサーによる客観的評価の関連を調査し、外科医が快適と感じる剪刀の特徴を検討している。また剪刀の耐久性を向上させるための窒化という処理が、剪刀を閉じる際の抵抗力を増加させることも同様の手法で明らかにしている。外科医の触覚という主観を客観的に評価し、外科医の触覚との関連を明らかにした。

内容について、limitation、評価法、具体的な展望、医学的意義などの点について、指摘を行い、適切に修正されていることを確認した。

## 試問の結果の要旨

発表内容、論文内容について、不足点や疑問点を指摘し、質疑を行った。それぞれについて回答があり、終了後に文書にて改めて、修正すべき点についての指摘を行った。修正論文では、指摘事項について、適切に修正加筆されていることを確認した。