

技術ノート

筋電位測定による操作具形状の評価

三好 泉*¹⁾ 河村 洋*²⁾ 岡野 宏*²⁾ 大久保富彦*¹⁾ 田邊友久*¹⁾

Evaluation of joystick form by EMG

Izumi MIYOSHI, Hiroshi KAWAMURA, Hiroshi OKANO, Tomihiko OOKUBO and Tomohisa TANABE

1. はじめに

福祉・高齢者用機器分野の製品は少量生産・コスト対応から既成の操作具部品を用いることも多く、使用者や製品機能に合わせた使いやすさの検討が不十分なことが多い。操作具形状デザインは、操作方法や操作性にかかわるだけでなく、製品イメージを向上させる役割も持っているため、一般的には視覚的要素でデザインが行われることが多い。本研究では、使いやすい操作具の形状評価に筋電位を用い、ジョイスティック操作具の形状デザインの設計ポイントを明らかにした。

2. 実験方法

2.1 使用機器と測定方法

筋電位測定装置はSYNACT MT-1 1 (NEC メディカルシステムズ製)、解析プログラムはBIMUTAS II (キッセイコムテック製)を用いた。電極は表面電極を単極導出で用い、表1に示す右前腕・上腕の8箇所を貼付した。

表1 測定部位と測定筋・関連操作動作

	測定筋	関連動作
1	浅指屈筋	握る
2	深指屈筋	握る
3	円回内筋	左傾
4	回外筋	右傾
5	橈側手根屈筋	後傾
6	尺側手根伸筋	前傾
7	上腕二頭筋	引く
8	上腕三頭筋, 長頭	押す

測定条件は、感度 250 μ V、時定数 0.03S、ノイズ除去フィルター (50/60Hz) を ON にして測定した。被験者は 55 歳以上の男性 4 名で、上肢の障害は有していない。

測定動作は、操作具使用時の単位動作である「握る(把持)」, 「左に倒す(左傾・回内)」, 「右に倒す(右傾・回外)」, 「前に倒す(前傾・掌屈)」, 「後ろに倒す(後傾・背屈)」に加え、各操作単位動作間に待機(弛緩休息状態)を入れ 6 種とした。操作時の操作力は実験開始時に、トルクメータで約 8 N \cdot m のトルクを体験し、ほぼ同様の力での操作を指示した。

2.2 測定対象とした操作具

左右前後の操作動作および待機状態で筋使用部位が異なると思われる形状の操作具 4 種とした。(以下、操作具を下記下線部の呼称で記す。)なお、形状特徴抽出のため、軸を固定し操作具自体は動かないようにして実験した。

1. 円筒状操作具 握り直径 24mm 把持部長さ 120mm
2. Tバー状操作具 握り直径 24mm 把持部長さ 100mm
3. ボール状操作具 握り直径 35mm
4. 半球状操作具 握り直径 80mm 半球高さ 40mm

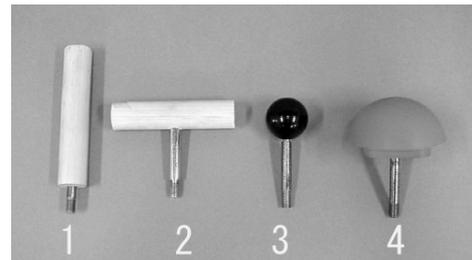


図1 使用した4種の操作具サンプル

2.3 筋電位データの抽出と処理

各動作ごとの測定データから 3 秒間の筋電位データを抽出し、全波整流した後、包絡線を作成、面積を算出し抽出時間で除した。得られたデータを被験者ごとに各測定筋の最大筋電位出力値で除して百分率で表し「筋使用度」とした。

3. 結果

3.1 操作時の操作具別筋使用度の概要

操作動作時における全操作具の筋使用度の平均を 100 とすると円筒状は 112, Tバー状は 110, ボール状は 99 であり、半球状では 81 で円筒状に比べ約 72% となっていた。また、待機時の筋使用度平均は 10.8 で Tバー状は 11.9, ボール状は 11.5 であったが、手を休めやすい状態で待機できる半球状は 9.9, 円筒状は 9.7 となっていた。

3.2 筋使用度による形状の評価と設計のポイント

使用者に機能障害や機能低下がある場合には当該関連筋の使用をできるだけ避けた操作具形状の選択が必要であり、また機能低下がない場合には、一般的に特定の筋に負担がかたよらないことが望ましい。今回の 4 種の操作具においても単位動作によっては相対的に筋使用度の高い部分があり、疲労

*¹⁾ 製品科学技術グループ *²⁾ 電気応用技術グループ

などの原因となると考えられる。4種の操作具の左・右操作時の筋使用度を図2、図3に示す。

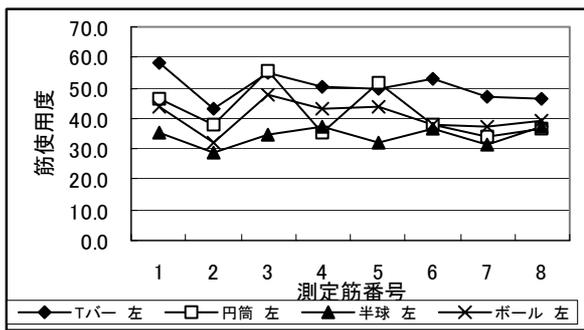


図2 操作具別左操作時の筋使用度

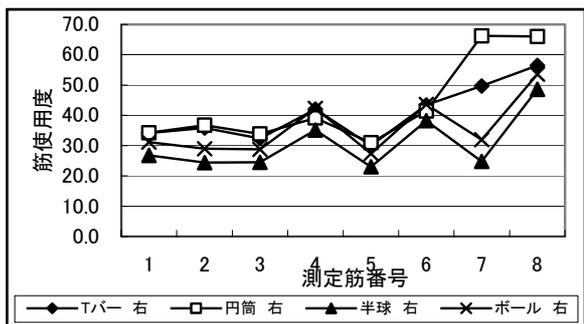


図3 操作具別右操作時の筋使用度

操作具形状により同じ操作動作においても使用される筋は異なる。全体的に図2の左操作時では1(握る), 3(左傾), 5(後傾)が、また図3の右操作時では7, 8の筋の使用度が高い傾向にある。図3では7の筋(引く)の使用度に差異があり、円筒状において高く、Tバー状は中間的、半球状・ボール状の操作具では低くなっているといった特徴が見られる。

高い筋使用度を要求される操作を継続した場合、一般的には疲労感を感じやすい。このため、形状的な工夫、デザインや素材の変更などにより、該当筋の使用度を下げることができれば、より使いやすい操作具になる。

具体的には例えば、図4に示す半球状操作具の左右・前後操作時のグラフでは、右操作時の4(右傾), 6(前傾), 8(押す)の筋の使用度を下げるデザイン設計が必要となる。

表2は半球状操作具について、図4の筋使用度の測定結果などにに基づき検討した把持・操作・待機時別のデザイン設計

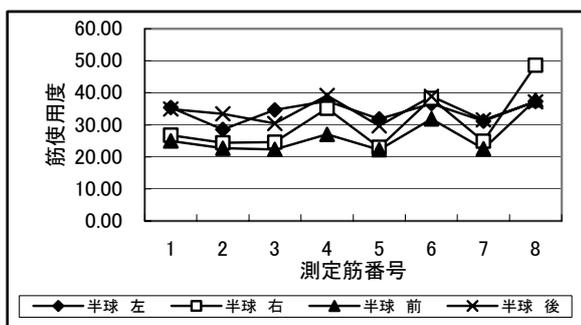


図4 半球状操作具の操作別筋使用度

表2 半球状操作具の形状デザインのポイント

半球状操作具	1. 把握	エッジ形状	把持しやすさでは、右傾の際に使用する筋(4)を低下させる形態とエッジ部の設計の検討が必要。
	2. 操作	全体形状	左・後操作時に筋使用度が高いので、把持しやすい形、例えば前・右側が立ち上がったような形状もよい。使用者の操作方法(平行移動あるいは手首による回転)にあわせた形状検討が必要。
		ホールド性	左右方向では拇指と示指間に保持用の形状を作るなどでホールド性を向上(1,3,4)、また前後方向(6,8)は平行移動操作の場合には把持性を高める形状が要求される。右と前操作時は手を右下がりに保持できる形状などを工夫し、特定筋の過度な負担(4,6,8)を解消する必要がある。
	3. 待機	全体形状	待機時においては手首の位置が重要で、低くても、高くても筋負担(1,6,8)があると考えられる。待機時のホールドをよくする引っかかりなどを付けてもよいが、待機時の自由度との関係を考慮すること。→滑りにくい表面素材の検討、母指・示指側でのホールド安定性の確保。
4. 全体			上腕使用(7,8)が可能で機能低下のある者等には、負担感が少なく適合可能性が大。動作範囲は大。

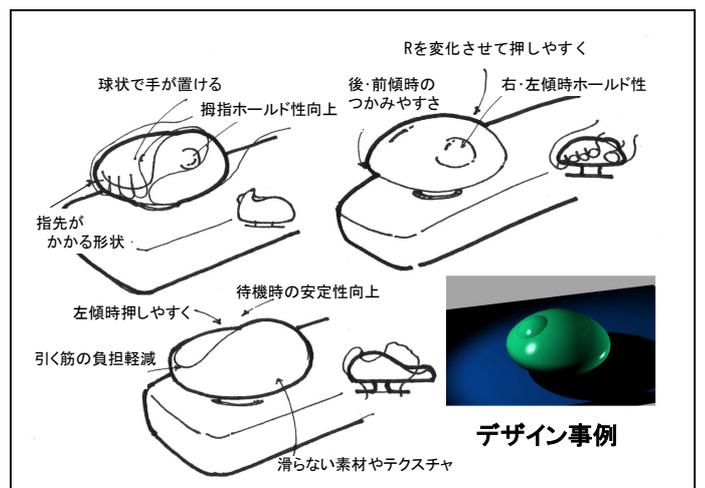


図5 半球状操作具のデザイン改良事例

ポイントをまとめたものである。表2の(番号)は表1の測定筋番号を示している。

このように、従来感覚的に検討していた形状デザインにおいても筋使用度を参考にすることにより適切なデザインを行うためのポイントを明確にすることができる。

表2の設計ポイントの適用事例として、半球状操作具の右操作時におけるホールド性や前後操作時の把持しやすさをもたらす形状案3例を図5に示す。

4. まとめ

高齢者・福祉機器で用いられることの多いジョイスティック状操作具4種を対象に、把持・操作・待機時の腕の筋電位から算出した筋活動度を用いて形状評価を行い、使いやすさ向上のためのデザイン設計ポイントについて検討した。

福祉機器の一般商品化(コモディティ化)が進むなか、商品性の観点から操作具デザインが行われることも多いが、操作具では使いやすさが重要なファクターであり、造形的なデザインも生体負担等を考慮して行うことが必要である。

(原稿受付 平成14年7月30日)