

絶対に知っておくべき! 生体計測で起こり得る事故

辰岡 鉄郎

本特集では、簡易脳波計/筋電計の記事を掲載し、そこには生体計測の回路例が紹介されています。

人体に機械をつなぐということはリスクを伴うことであり、実験時は、安全性に関する知識を身に付け、慎重を期する必要があります。

本章では、生体信号計測の中でも、電極を直接接続することになる生体電位計測において、注意しなければならない事項について解説します。

● 生体電位計測で想定される障害

機械が安全に設計され、適切に製造され、正常に使用されるなら問題は起きませんが、万全を期しても故障や想定外のケースが発生するのは世の常というものです。しかし、リスク、リスクと過度に恐れていても何もできません。対策をするには、まずは相手を知る必要があるということで、生体電位計測において、具体的にどのような問題が起き得るのかを確認したいと思います。

大別すると、想定される障害は「電撃(感電)」、「電極部の皮膚障害」、「そのほか」の三つに分類できます。この中で特に注意しなければならないのは「電撃」です。状況によっては家庭用の電源に接触し、命を落とす可能性もあり、微弱であっても皮膚傷害を引き起こ

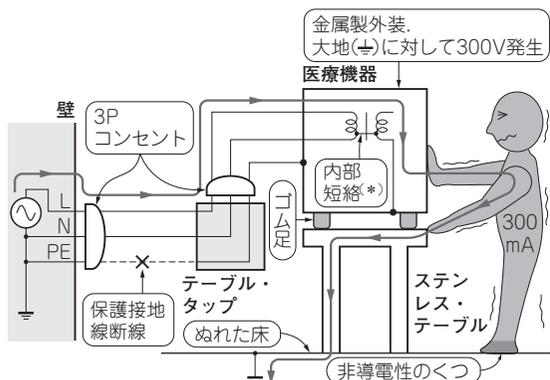


図1 何かの間違いで壁コンセントとつながると重大事故のもととなるマクロショックの例。内部短絡箇所は参考文献(1)に記載の電圧値から推定したもので、実際とは異なる可能性がある

すためです。以下に電撃による傷害の詳細を見ていきましょう。

▶ 電撃による傷害

- マクロショック(後述)
- 電極装着部の皮膚損傷
- 心臓ペース・メーカなどの埋め込み機器の誤動作

▶ 電極装着部の生体反応による傷害

- ゲル、テープかぶれ、金属アレルギー反応、やけどなど

▶ 機器が人体の直近にあるために起こる傷害

- 電磁波による人体や埋め込み機器への影響
- 回路の発熱による熱傷
- エッジ部での裂傷など機械的要因によるけが

電撃による障害

● 商用電源は数十mAで危ない

人体に電流が流れ傷害が及ぶことを「電撃」と呼びます。一般には感電といわれるものです。雷や高圧電線、家庭用商用電源であれば、明らかに甚大な被害を及ぼすことは想定できますが、どこまで大丈夫なのか?という疑問がわきます。

体表面からの電撃は「マクロショック」と呼ばれます(図1)。マクロショックにおける商用電源周波数(50または60Hz)での電流と引き起こされる傷害の程度は、表1の通りです。

6A以上の電流が流れるときは、心筋の収縮が生じ、通電を中止すると正常な心臓に戻ることがあります。これを積極的に応用したのが、除細動器(デフィブリレータ、いわゆるカウンタ・ショック)という治療器です。

なお、表1はあくまで目安で、人によっては、1mA以下でも感知し、不快に感じる方もいます。

一方で、微弱な電流でも、という意味では、人間の皮膚角質層はインピーダンスが比較的高く、体表面を守っていますが、体内に直接電撃が加わる場合は防御が弱いため、わずか100 μ Aで心室細動(心臓が無秩序に震えるように脈打ち、血液を送れない状態)に至ります。このように、体内に直接加わる電撃を「ミク