

論文内容要旨

リアルタイム加速度解析を用いた歩行分析法の研究

保健学専攻 生体運動・動作解析学

(主指導教員：新小田幸一教授)

保健学専攻 上肢機能解析制御科学

(副指導教員：砂川 融教授)

保健学専攻 運動器機能医科学

(副指導教員：出家正隆教授)

大坂 裕

加速度計を用いた歩行分析は、大規模な動作解析装置に比較し安価に行うことができ、計測空間を制約されないという利点がある。しかし、計測後に膨大なデータの解析が必要で煩雑になるという欠点がある。加速度計の利便性を活かしたリアルタイム加速度歩行分析システムの構築により、患者へ計測後の即時的なフィードバックが可能となると考える。そこで本研究は、1)歩行分析における加速度計の身体への適切な装着部位を同定すること、2)歩行時体幹加速度から得られる歩行指標の特性を明らかにすること、そして、これらの結果を基に、3)加速度解析ソフトウェアを含むリアルタイム加速度歩行分析システムを構築すること、4)構築したシステムの信頼性および臨床的有用性を示すことを目的として行った。

研究1は、歩行分析における加速度計の適切な装着部位の同定を目的として行った。健常成人男性15人を対象に、第10胸椎(Th₁₀)、第3腰椎(L₃)、第2仙椎(S₂)の3つの異なる部位に加速度計を装着して得られた歩行時体幹加速度と床反力の信号波形の一致度を、相互相関係数により算出した。その結果、L₃に装着して測定された体幹加速度と床反力との相互相関係数は鉛直、および前後成分では最も高い値を示した。このことから、歩行分析における加速度計の装着部位としては、L₃が適切であることが確認できた。

研究2は、歩行時体幹加速度から得られる歩行指標の特性を明らかにすることを目的として行った。研究2-1では、健常成人男性29人を対象に、歩行時の身体重心(Center of Gravity : COG)変位量と、体幹加速度から得られる歩行指標として動揺性を表すRoot Mean Square (RMS)との相関をみるとともに、規則性を表すStride Regularity (SR)、左右対称性を表すStep Symmetry (SS)の鉛直、前後、左右成分間の比較を行った。その結果、正常歩行では鉛直成分のRMSがCOG変位量を反映していること、また、SRとSSは鉛直成分または前後成分で高い値が得られる特性を確認できた。研究2-2では、脳卒中後片麻痺患者22人を対象に、加速度計から得られる歩行指標を独立変数、バランス評価であるTimed Up & Go test (TUGT)所要時間、Berg Balance Scale (BBS)得点を従属変数とした重回帰分析を行った。その結果、鉛直成分のRMSとSSはTUGTと、鉛直成分のRMSと前後成分のSRはBBSと、それぞれ強い関連を示す歩行指標として抽出された。これらにより、鉛直および前後成分における歩行指標が脳卒中後片麻痺患者のバランス評価結果と関連していることが示された。

研究3は、研究2で用いた歩行指標のRMS、SR、SSを即時的に算出できるリアルタイム加速度歩行分析システムを構築し、その信頼性および臨床的有用性を示すことを目的として行った。研究3-1では、健常成人20人を対象に、理学療法士2人を検者とし、構築したシステムにより計測された歩行指標における検者内および検者間の信頼性を、級内相関係数とBland-Altman分析を用いて解析した。その結果、3つの歩行指標はいずれの成分でもpossible (0.6)以上の級内相関係数が得られ、Bland-Altman分析では、検者内および検者間で系統誤差の混入は認められず、良好な信頼性が得られた。研究3-2では、人工股関節形成術(Total Hip Arthroplasty : THA)を受けた変形性股関節症患者12人を対象に、術前後の歩行を構築したシステムにより計測した。その結果、オフライン解析による先行研究と同様に、THA後にSSの改善を認め、リアルタイム加速度歩行分析システムによる歩行計測の臨床的有用性が示された。

以上、本論文はリアルタイム加速度歩行分析システムを構築し、その利便性ととも信頼性と臨床的有用性を明らかにしたものである。構築したシステムはデータ解析の煩雑さを解決し、今後、理学療法の効率的な効果判定に寄与すると考えられる。