

在宅ロボットリハビリシステムの臨床実証試験

分担研究者 四津有人 東京大学大学院医学系研究科超高齢者会感覚認知運動機能医学講座 特任助教

研究要旨

高齢者では、加齢による筋骨格系の変性と疼痛を契機として関節拘縮や筋力低下の増悪を引き起こし、転倒と骨折から寝たきりになる悪循環（ロコモティブ症候群）を形成している。寝たきりになった高齢者を再び歩行可能にするためのリハビリテーションは十分には確立しておらず、そのために必要な情報も依然として明らかになっていない。四つ這い歩行を、高齢者の寝たきり状態から歩行に至るまでの途上過程であると位置付け、参考として乳児の四つ這い歩行時の上肢と下肢の遊脚期と立脚期の四肢運動サイクルパターンとタイミングについて解析した。その結果、上肢も下肢と同様に姿勢保持に関わる期間があるため、寝たきり高齢者の四つ這い歩行訓練のためには上肢筋力の指導も必要であることが示唆された。

A. 研究目的

高齢者の身体活動制限の最大の原因は加齢による筋骨格系の変性と疼痛であり、これらによる身体活動の低下は関節拘縮や筋力低下の増悪を引き起こし転倒と骨折、さらに寝たきりといった重度の身体活動の制限を来す悪循環（ロコモティブ症候群）を形成している。例えば、脊椎圧迫骨折を経験した高齢者の5年生存率は男女で若干の相違はあるが約30%と見積もられており、これは悪性腫瘍のなかでも比較的予後が悪い膵臓と同程度である。この生命予後の短縮は、脊椎圧迫骨折による痛みを契機とした安静から寝たきりになり誤嚥性肺炎や静脈血栓塞栓症などが考えられる。したがって、寝たきり状態から自立歩行可能な状態への回復を促すことが必須である。しかし、現在のリハビリテーションでは寝たきり高齢者の関節拘縮を予防とした関節可動域訓練は行われているが歩行に現実的に繋がっているとは言い難い状況である。そこで我々は乳児の生理的な成長発達過程に着目し、寝たきりと歩行の中間過程として四つ這いがあると仮定し四つ這い歩行実現のための要素について検討を行った。

B. 研究方法

二足歩行を開始しておらず、四つ這い歩行を日常的に

実施している乳幼児6名（男児4人；月齢10.8+/-1.3ヶ月；体重9.2+/-0.9kg）を対象とした。

床反力計（BIGMAT2000 version 5.87, sampling rate 80Hz, ニッタ社）を4連結し、880mm×960mmの測定通路を準備し、一側に被験者（乳幼児）を座らせ、対側に被験者の親を座らせた。被験者の親からの呼びかけに応じて被験者（乳幼児）が親の元に四つ這い歩行で移動する際の遊脚期、立脚期の期間と上下肢の接地のタイミングを解析した。

（倫理面への配慮）

（研究1）当院倫理委員会で承認を得た後に研究を開始した。被験者の親から研究参加について同意を得た。

C. 研究結果

1歩行周期中、下肢の立脚期間は72.9+/-11.4%であった。また、1歩行周期中、上肢の接地のタイミングは、同側下肢の接地の42.0+/-3.7%後であった。上肢の立脚期間は、下肢の立脚期間の102.1+/-9.5%であった。四肢のサイクルのパターンは、walk-lateral sequence-diagonal coupletがtrotであった。

D. 考察

これまで四つ這い歩行の運動学的解析は動物を対象にしか行われていなかったが、我々はヒト乳幼児を対象とした解析を行った。これまでにヒト乳幼児

が四つ這い歩行をする際には上肢と下肢が同程度の接地力で身体を支持していることを報告してきた。寝たきり高齢者に対するリハビリテーションは自立歩行を目標として下肢筋力訓練と下肢(主に股関節、膝関節、足関節)の関節可動域訓練が提供されているが、実際には自立歩行まで回復することは極めて困難であり、移動手段は車椅子に限られており、寝たきり高齢者は車椅子移譲ができるようになる程度に回復するのがほぼ限界である。しかし、乳幼児の生理的な発達過程に着目すると、臥位から四つ這い歩行となることで移動手段を獲得し、その過程で下肢筋力が訓練され立位、歩行が可能となっていく可能性がある。したがって、寝たきり高齢者に対しても移動手段の獲得として四つ這い歩行を訓練する意義の可能性が考えられる。四つ這い歩行では下肢だけでなく上肢の関節可動域も十分に確保されていることが必要であるため、関節可動域訓練は上肢に対しても行わなければならない。さらに、四つ這い歩行時の垂直反力は上肢と下肢で同程度であるため、筋力訓練は下肢だけでなく上肢にも提供されなければならない。今回の研究結果からは明らかになっていないが、一般に二足歩行時の垂直床反力は四つ這い歩行時の上肢ならびに下肢の垂直反力よりも明らかに大きい。したがって、四つ這い歩行を実現するとすれば、上肢の筋力訓練が必要であるが上肢ならびに下肢への筋力訓練は二足歩行を念頭においた筋力訓練よりも明らかに低負荷でよいため、自力移動の実現性が高いと期待される。さらに、今回の研究結果は、四肢のサイクルパターンはこれまでに知られていたサイクルのパターンに一致しているが、圧センサーによって立脚期を直接的に計測した我々の結果がより精度が高いと考えられる。また、1歩行周期における割合が過去の報告よりも大きいことを示しており、より現実的なりハビリテーションの開発に向けた評価ができていていると考えられる。

E. 結論

寝たきり高齢者が自立歩行を獲得するまでの中間過程として四つ這い歩行を想定し、乳幼児の四つ這い歩行における上肢と下肢の役割、立脚期/遊脚期における運動サイクルパターンについて解析を行った。四つ這い歩行時には上肢も下肢と同様に姿勢を保持する役割を担うため、寝たきり高齢者に四つ這い歩行を実現するためには下肢だけでなく上肢の筋力強化も必要であるが、下肢の筋力は二足歩行に比べて低い段階でも自力移動可能であるため、実利はあると考えられる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

01) Tojima M, Ogata N, Honda M, Yozu A, Sumitani M, Haga N. A novel three-dimensional motion analysis method for measuring the lumbar spine range of motion: Repeatability and reliability compared with an electrogoniometer. Spine 2013 (in press)

2. 学会発表

01) Tojima M, Ogata N, Honda M, Yozu A, Sumitani M, Haga N. A novel three-dimensional motion analysis method for measuring the lumbar spine range of motion: Repeatability and reliability compared with an electrogoniometer. Orthopaedic Research Society Annual Meeting, San Antonio, TX, USA (2013)

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし