

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成 25 年 4 月 15 日現在

機関番号：12501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23659293

研究課題名（和文） 動的姿勢制御検査システム

研究課題名（英文） New system for dynamic postural balance

研究代表者

下山 一郎 (Ichiro Shimoyama)

千葉大学・フロンティアメディカル工学研究開発センター・教授

研究者番号：60115483

研究成果の概要（和文）：頭のための反復交互回旋運動と、頭・胸郭同期運動を負荷し頭部角速度と足圧中心を同時計測をパーキンソン病患者23名と年齢あわせたボランティア17名に行った。頭部角速度と足圧中心動態の総パワーと、頭部角速度のピークパワーと、その比を検討することにより、パーキンソン患者の姿勢制御機能を詳細に定量的評価できる可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：Head acceleration and foot pressure were monitored simultaneously during alternative repetitive neck/trunk rotation for 25 volunteers and 23 patients with Parkinson's disease. The neck rotation was asked to do only the neck (N), and the trunk rotation was asked to do only the thorax without neck movement (T). Total power of the head angular velocity showed no difference between the patients and the volunteers, and between N and T. Peak power of the head angular velocity showed significant difference between the patients and the volunteers. Ratio of peak power by total power showed significant difference between the patients and the volunteers, and between N and T. Total power of foot pressure showed significant differences between the patients and the volunteers, and between N and T. Peak power of foot pressure showed significant pressure between the patients and the volunteers, between N and T, and between peak power for anterior posterior and lateral oscillation. Ratio of peak power by total power of foot pressure showed significant difference between N and T. This measurement suggested the dynamic balance more detail.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,100,000	630,000	2,730,000

研究分野：ライフサイエンス(共通基礎研究)

科研費の分科・細目：境界医学・病態検査

キーワード：臨床検査システム

1. 研究開始当初の背景

高齢社会の現在、臨床現場で現実的に安全な運動負荷時の姿勢制御検査はない。運動負荷時の報告は外国の報告では、起立しているステージが突然傾いたり、身体を他動的に外力で移動させるなどの負荷を与えた動的姿勢制御が詳細に解析され報告されているが、

医療の現場には大規模すぎてもちこめない。国内の研究報告は少なく、めまい・平衡機能の老化などの姿勢制御診断に役立つ検査システムはまだない。

2. 研究の目的

詳細な姿勢制御機能の診断技術の開発、姿

姿勢制御機能検査の一つに短時間で簡便な定量的客観的検査ができる足底圧中心計測がある。この検査は医療の現場ではこれまで直立起立位で開眼・閉眼のみの静的足底圧中心だけが解析されており、不意にステージなどを変位させるなどの外乱による動的足底圧中心解析は、実験室でのみ研究されており、高齢者には危険すぎて医療では行われていない。しかし、高齢者が日常生活にできる軽微な体位変換の頭部回転だけで、前庭動眼反射と前庭脊髄反射の姿勢制御へ影響が解析できる動的姿勢制御診断システムを開発する。

3. 研究の方法

帽子につけた頭頂部上中心に小型テレメータ式角速度計をかぶり頭部角運動を計測した。帽子のつば下面には眼前中心に径5mmの固視点をぶらさげ、つば上面に小型レーザー投光器を設置して正面スクリーンに投影した。同時に3ロードセル式の足圧中心計にて重心を推測した。

初年度は健康正常人において、頸部の回転運動・膝関節の屈曲伸張負荷による課題で前庭脊髄反射と前庭動眼反射が姿勢制御におよぼす影響を検討した。この時、前方の固視点を注視したままの頸部の回転運動と、眼球を動かさないように帽子のつばさに固定した固視点を注視した課題を負荷し前庭動眼反射が姿勢制御におよぼす影響を解明した。

1) 正面の固視点を注視した状態で、頭部のみを反復回転し、そのときの頭部の運動と眼球変位と足底圧中心の変動を解析した。

2) 正面の固視点を注視した状態で、首をできるだけ動かさずに胸郭と頭部を同期させて反復回転し頭部運動・眼球変位・足底圧中心を解析した。

3) 帽子のつばに設置した固視点を注視したまま頭部のみを反復回転し頭部運動・眼球変位・足底圧中心を解析した。

4) 帽子に設置したレーザー投影像を注視した状態で、首をできるだけ不動とし胸郭と頭部を同期させて反復回転し頭部運動・眼球変位・足底圧中心を解析した。

以上の課題すべてに被験者のA)マイペース、B)できるだけ速く、C)できるだけスムーズにゆっくり、D)1秒のメトロノームに同期させて左右運動。以上の4スピードでおのおの約10秒前後持続してもらった。

解析は頭部加速度・角速度計からの信号を頭部の位置情報とし、眼球電位図から眼球の反復運動情報とし、足底圧中心から重心を反

映した姿勢制御情報とし、この3信号の反復周波数・振幅変化をフーリエ演算でもとめ、相互相関関数とコヒーレンスで位相情報をもとめ、課題間の特徴を統計的に検討した。前記の1)は前庭脊髄反射と前庭動眼反射を利用した姿勢制御で、2)は頸部の固有知覚情報を抑制した前庭脊髄反射と前庭動眼反射を利用した姿勢制御で、3)は前庭動眼反射を抑制して、頸部固有知覚を利用し前庭脊髄反射を利用した姿勢制御で、4)は前庭動眼反射を抑制して、頸部固有知覚を抑制した前庭脊髄反射を利用した姿勢制御となり、

1)と2)の差と3)と4)の差は頸部の固有知覚の機能を表わし、1)と3)の差と2)と4)の差は前庭動眼反射の機能を反映しているものと考えた。反復回転のスピードの違いについては、マイペース(A)は被験者の一番安全な運動を示し被験者の基準にした。可及的早い反復運動(B)は被験者の上限をしめし感覚情報から姿勢制御へのフィードバックの限度を示す。できるだけゆっくりスムーズ(C)な運動はフィードバックを利用できる下限と考えた。1Hzの外部音に同期して左右運動(D)は外因性の信号(外乱)とともにある程度の予測も許される運動と考えられた。A~Cは完全に内因性のリズム形成により、予測あるいは代償性運動が混入している。Aでは代償性運動が安全に追いつく状況でBは代償性が最大限に誘発された状態と考えた。以上より正常者の平均値と3標準偏差値をもとめ、個人差の出やすさの順を同定した。

次年度には前年度に得られた個人差の少ない課題を選択し、姿勢制御に障害をうけたパーキンソン患者さんのボランティアに協力依頼して、前年度と同じ装置で記録解析してその有用性を評価した。

4. 研究成果

正常被験者のべ25名から得られた頭部運動と、重心動揺(足底圧中心)データからは、[前庭動眼反射抑制+頸部固有知覚誘発+視覚情報利用した運動]/[前庭動眼反射誘発+頸部固有知覚誘発+視覚情報利用した運動]/[前庭動眼反射抑制+頸部固有知覚抑制+視覚情報利用した運動]/[前庭動眼反射誘発+頸部固有知覚抑制+視覚情報利用した運動]では頸部固有知覚が有意に姿勢制御への関与が示唆され、マイペース・速い運動・ゆっくりした運動の影響は有意差

が認められなかった。本検査を罹病期間が8年以上の治療中のパーキンソン病患者(23名, Hoehn&Yahr 分類2~3度, 56~74歳, 平均65歳, 標準偏差5.8歳)と, 年齢マッチしたボランティア(17名, 57~72歳, 平均64歳, 標準偏差4.1歳)から承諾を得て検査した。静止立位(開眼20s, 閉眼20s), マイペース反復交互回旋を頭のみ運動 20sと, 頭・胸郭同期運動 20sを施行した。眼球は頭部運動に同期指示した(頭部より投影したレザー像を注視)。静止立位の頭部角速度の総パワーにパーキンソン病患者-ボランティア間と, 開-閉眼間に有意差はなかったが静止立位の足圧中心変動の総パワーにパーキンソン病患者-ボランティア間と, 開-閉眼間と, 前後-左右ゆれ間に有意差認められた。運動時の頭部角速度総パワーにパーキンソン病患者-ボランティア間と, 頭部のみ運動-頭・胸郭同期運動間に有意差なかったが頭部角速度ピークパワーにパーキンソン病患者-ボランティア間に有意差認め, ピークパワー/総パワー比ではパーキンソン病患者-ボランティア間と, 頭部のみ運動-頭・胸郭同期運動間に有意差を認めた。運動時の足圧中心変動の総パワーにパーキンソン病患者-ボランティア間と, 頭部のみ運動-頭・胸郭同期運動間に有意差認めた。足圧中心変動のピークパワーにパーキンソン病患者-ボランティア間と頭部のみ運動-頭・胸郭同期運動間と前後-左右ゆれ間に有意差を認めた。足圧中心変動のピークパワー/総パワー比では頭部のみ運動-頭・胸郭同期運動間にのみ有意差を認めた。本方法によりパーキンソン病患者の姿勢制御機能を定量的評価できた。体幹の随意運動機能を頸部と頸部以下の躯幹に分けてその障害を分離して検査できる可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計3件)

1) Ichiro Shimoyama, Yumi Asano, Atsushi Murata, Yoshinori Higuchi, Tomoyuki Uchiyama, Hitoshi Shimada, Hiroshi Oouchi, Kazuhisa Takahashi, Satoshi Kuwabara. Dynamic Postural Control: Repetitive Alternative Rotation of the Head and Thorax. Chiba Medical Journal. 88:91 & 88E:13-8, 2012 査読あり
<http://www.c-med.org/>

2) Ichiro Shimoyama, Yumi Asano, Yoshinori Higuchi, Tomoyuki Uchiyama, Atsushi Murata, Naokatsu Saeki, Hitoshi Shimada, Satoshi Kuwabara, Kyouko Aoyagi, Tatsuro Yamamoto. Dynamic Postural Balance for treated

Parkinson's disease: Axial Movements and Center of Foot Pressure. International Medical Journal. 平成24年11月12日受理 査読あり

3)

Ichiro Shimoyama, Yumi Asano, Atsushi Murata, Hiroshi Oouchi, Hitoshi Shimada, Ken Nakazawa, Daisuke Matsuzawa, Kazuhisa Takahashi. Dynamic Postural Balance: Neck Motion and Center of Foot Pressure. International Medical Journal, 18 (4): 312-5, 2011, 査読あり

[学会発表] (計6件)

1) 浅野由美, 下山一郎, 村田 淳, 内山智之, 樋口佳則, 佐伯直勝, 桑原聡, 山本達也, 青柳京子, 島田 斉. パーキンソン病患者のダイナミック姿勢制御 <頭部反復回転・胸郭反復回転> 第42回日本臨床神経生理学会学術大会, 2012/11/8-10.臨床神経生理学 40 (5): pp-467, 2012.

2) 樋口佳則, 下山一郎, 内山智之, 浅野由美, 青柳京子, 永野 修, 松田信二, 山本達也, 村田淳, 桑原 聡, 佐伯直勝 視床下核脳深部刺激療法によるパーキンソン病患者のダイナミック姿勢制御への影響 第71回学術総会 日本脳神経外科学会, 2012/10/17-19.

3) 青柳京子, 樋口佳則, 永野 修, 内山智之, 下山一郎, 真々田賢司, 足立明彦, 藤川 厚, 町田利生, 小野純一, 桑原 聡, 佐伯直勝 術前脳波はDBSの効果予測因子となりうるか—パーキンソン病に対する視床下核刺激術症例での検討 日本脳神経外科学会第70回学術総会, 2011/10/12-14.

4) Aoyagi K., Higuchi Y., Nagano O., Uchiyama T., Shimoyama I., Mamada K., Matsuda S., Kuwabara S., Saeki N. Temporal change in electroencephalograms after subthalamic nucleus stimulation for Parkinson's disease. Conference on Systems Neuroscience and Rehabilitation (SNR2011), 2011/3/9-10.

5) 青柳京子, 樋口佳則, 永野 修, 松田信二, 内山智之, 下山一郎, 真々田賢司, 桑原 聡, 佐伯直勝 パーキンソン病に対する視床下核刺激術の経時的脳波変化 第50回日本定位・機能神経外科学会, 2011/1/21-22.

6) 浅野由美, 下山一郎, 村田 淳, 中澤 健, 松澤大輔, 大内 洋, 高橋和久 頭部反復回転と胸郭反復回転における動的姿勢制御の検討 第41回日本臨床神経生理学会学術大

会 2011/11/10-12. 臨床神経生理学 39巻5
号pp-480, 2011.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

下山 一郎 (Ichiro Shimoyama)
千葉大学・フロンティアメディカル工学研
究開発センター・教授
研究者番号：60115483

(2) 研究分担者

浅野 由美 (Yumi Asano)
千葉大学・医学部附属病院・助教
研究者番号：00400979
村田 淳 (Atsushi Murata)
千葉大学・医学部附属病院・准教授
研究者番号：20344997