

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：13401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26780516

研究課題名(和文) ADHD児の運動パターンの定量解析

研究課題名(英文) Quantitative evaluation of motion pattern in children with ADHD

研究代表者

成瀬 廣亮 (NARUSE, Hiroaki)

福井大学・医学部附属病院・理学療法士

研究者番号：70569160

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,200,000円

研究成果の概要(和文)：注意欠陥多動性障害(以下、ADHD)を持つ児童を対象に、運動機能の特性を同年代の定型発達児(以下、TD)と比較検討した。対象は、7歳から12歳までの通常学級に通う児童を対象とし、解析には、ADHD男児19名(平均年齢9.7歳)、TD男児21名(平均年齢10.7歳)の測定データを使用した。ADHD児ではTD児と比べ、運動機能検査が有意に低値であり、特に巧緻動作やボールスキルで有意に低値であった。歩行解析では、ADHD児ではTD児と比べ、1分間に出す歩数、骨盤前傾角度、股関節角度が有意に高値であった。追加解析にて、骨盤前傾角度が、ADHD症状と有意に相関し、ADHD特異的であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：Several studies show that children with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD) have gait abnormalities attributed to deficits of attention and executive function. To clarify the gait characteristics in children with ADHD using kinematic and kinetic parameters. By using a 3-D motion analysis system, we compared gait parameters in children with ADHD (n=19; mean age, 9.7 years) and children with typical development (TD) (n=21; mean age, 10.7 years). Regarding pelvis kinematics, the ADHD group exhibited a significantly higher anterior pelvic angle than the TD group. In the hip joint kinematics, peak extension and flex angle were significantly higher in the ADHD group than in the TD group. In multiple regressions, anterior pelvic angle also showed an association with severity of ADHD symptoms and cognitive abilities, but not with other psychiatric traits. Therefore, anterior pelvic angle might affect the gait characteristics in children with ADHD.

研究分野：リハビリテーション医学

キーワード：注意欠陥多動性障害 運動機能 歩行 3次元動作解析装置

1. 研究開始当初の背景

注意欠陥多動性障害(以下、ADHD)とは、不注意と過活動/衝動性などの行動パターンを示す発達障害である(DSM-5, American Psychiatric Association, 2013)。学童期のADHD患者にとって、ADHD症状により引き起こされる重大な機能障害には不器用さに伴う学習困難が挙げられる。大規模な疫学調査においてもADHD症状と不器用さとの間に強い相関が認められ、学習の問題はADHD患者において高頻度に発生している(Lingam, et al., 2013)。これまでの小児精神分野で行なわれてきた運動パターンの評価は、主に視覚的・定性的なもので、定量的評価はまだ十分には行なわれていない。特に、視覚的には、12Hz以上の早い動きは見落とされてしまう欠点が指摘されてきた(Gage, et al., 2000)。特にADHD児において、運動パターンを定量的に測定する装置および判定基準ははまだ確立されていない。

ADHD児の約半数が、身体のバランスなどの粗大運動スキルが乏しいか、筆記やはさみなどの巧緻動作スキルが乏しいか、もしくは両方を呈すると報告されている(Karatekin, et al., 2003; Tervo, et al., 2002)。また何もないところで転びやすく、怪我や事故を起こしやすいことが指摘され、歩行時においても姿勢や運動のコントロールが乏しい。またこれらの運動に関わる問題は成人後も残存するため、ADHD児の運動パターンの解明が望まれている。

ヒトの歩行を含めた運動機能の発達は、脳の発達、特に神経線維のミエリン化と密接に関連すると考えられている。ADHD児における脳の発達は、歩行や運動のコントロールを行なう小脳や基底核の脳皮質体積の低下や運動野の活動量の低下が報告されている(Giedd, et al., 2001; Deidman, et al., 2005; Stewart, et al., 2005)。

本研究は、ADHD児の歩行を含む運動パターンを測定する方法と特性を解明し、それを脳画像解析と関連付けて解析するもので、今までにない新しい試みである。

2. 研究の目的

本研究では、ADHD児の特異な運動パターンを定量的に解析し、特性を解明することを目的とする。そのために、整形外科領域で術後の運動判定に利用されている3次元動作解析装置を用いる。またMRIを使用して脳皮質体積を計測し、ADHD児の脳形態と運動パターンとの関連性を追及する。

3. 研究の方法

対象は、福井県内在住の5歳から15歳ま

での児童とした。ADHD児はDSM-5によりADHDと診断された未治療の患者とした。除外基準として、整形外科疾患および進行性神経的疾患を有する児童、知的能力が知能指数(FSIQ)にて75以下の児童、出生児体重が1500g以下、または出生週数が35週未満の児童とした。なお、運動検査とMRI検査の実施については、研究計画上、別日に実施したため、同意が得られた参加者のみに実施した。本研究は、福井大学医学系研究倫理審査委員会の承認を得ており、研究参加に際して、本人及び保護者から書面にて説明、同意を行なった。

運動解析は、10台の赤外線カメラ(Vicon Motion Systems Ltd., Oxford, UK)と4枚の床反力計(Advanced Mechanical Technology Inc., Watertown, MA, USA)を同期させた3次元動作解析装置を使用し、VICON NEXUS(Vicon Motion Systems Ltd., Oxford, UK)にて時間距離因子、運動学的因子、運動力学的因子を算出した。Plug In Gaitマーカセットを使用し、14mmの反射マーカを34個を貼り付けた(第7頸椎、第10胸椎体、右肩甲骨など)。歩行に関しては、歩行路は10mとし、裸足で自由歩行を測定した(図1.)。運動に関しては、国際的な子どもの運動機能評価バッテリーであるMovement Assessment Battery For Children Second edition(Pearson Ltd., London, UK)の運動検査法を実施し、3次元動作解析装置による測定は行わなかった。

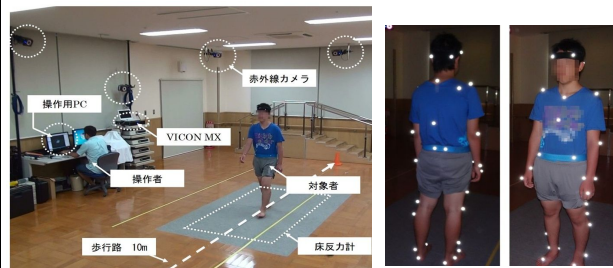


図1. 3次元動作解析装置による歩行分析

発達に関する質問紙及び検査を行い、TD児およびADHD児とその保護者から回答を得て発達特性を評価した。被験者情報事前アンケート(既往歴、服薬、スポーツ種類・参加時間、出生時体重)、ADHD Rating Scal (ADHD-RS)、AQ-Children's Japanese version、Developmental Coordination Disorder Questionnaire、Strengths and Difficulties Questionnaire、Wechsler Intelligence Scale for Children Fourth editionを実施した。

脳形態の測定及び解析には、3テスラのMRI(Discovery MR 750, General Electric Medical Systems, Milwaukee, WI, USA)を使用して測定した(repetition time = 6.34ms; echo time = 2.10ms; flip angle = 10°; field of view = 256 mm; 256×256 matrix; voxel

dimension = 1.0×1.0×1.0 mm)。脳皮質体積は Voxel-Based-Morphometry により解析を行なった。解析ソフトは SPM8(Wellcome Department of Imaging Neuroscience, London, UK)、及び MATLAB R2012a(MathWorks, Natick, MA, USA)を使用した。

統計解析には SPSS20(SPSS, Chicago, IL, USA)を使用し、Student t test、Spearman の相関分析、重回帰分析を行なった。有意確率は 5%未満とした。

4. 研究成果

(1) 運動機能、歩行機能に関する検討

解析には ADHD 男児 19 名(平均年齢 9.7 歳)、TD 男児 21 名(平均年齢 10.7 歳)の測定データを使用した。ADHD 児では TD 児と比べ、運動機能検査では統計学的に有意に低値であり($t = 5.87, P = 0.021$)、特に巧緻動作やボールスキルで有意に低値であった。歩行を測定した結果、ADHD 児では TD 児と比べ、1 分間に出す歩数(ケイデンス)が統計学的に有意に高値であり($t = 6.49, P = 0.015$)、さらに骨盤前傾角度、股関節角度が統計学的に有意に高値であった(骨盤角度 $t = 10.21, P = 0.003$; 股関節屈曲角度 $t = 11.84, P = 0.001$; 股関節伸展角度 $t = 5.83, P = 0.021$)。さらに追加解析において、歩行児の骨盤の角度が、ADHD 症状と統計学的に有意に相関し、重回帰分析の結果、骨盤前傾角度は、ADHD-RS、FSIQ と関係性を認めしたが、その他の発達指標とは関係性を認めなかった。

今回の我々の研究では、ADHD 児では TD 児と比べ、運動機能が低く、特にペンやボールを使用した動作で特徴が表れている可能性を示した。また歩行機能においても、ADHD 児では歩数が多く、骨盤が前傾した姿勢で歩行していることから、姿勢や筋緊張の調整が TD 児とは異なることを示唆している。

(2) 脳皮質体積に関する検討

解析には ADHD 児 22 名(平均年齢 10.3 歳、男児 20 名、女児 2 名)、TD 児 32 名(平均年齢 12.5 歳、男児 13 名、女児 19 名)の測定データを使用した。全脳解析の結果、ADHD 児は TD 児と比較し、脳皮質体積が統計学的に有意に高い部位は認めなかったが、小脳において統計学的に有意に小さかった(MNI coordinates, $x = -2, y = -58, z = -18$; cluster size = 1269 voxels; $P = 0.007$, FWE corrected cluster level)(図 2)。しかしながら、運動機能検査と小脳皮質体積において統計学的に有意な関係性は認めなかった。

今回の我々の検討では、小脳において ADHD は脳皮質体積が減少していることを認めしたが、先行研究と同様の結果を示した。しかしながら、運動機能検査との相関を認めなかったことは、運動課題の難易度や種類に左右される可能性がある。さらに男女比や年齢の統制がとれていない群において考慮する必要

性があるため、再検討が必要である。

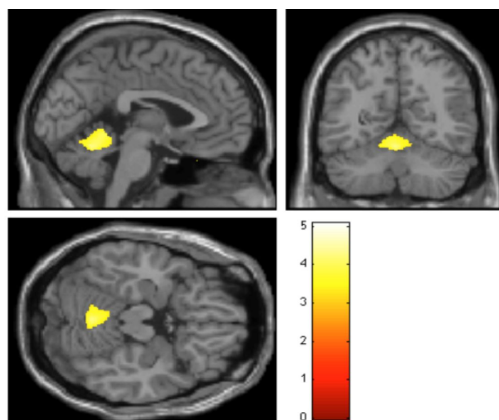


図 2.VBM による脳皮質体積の差異

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

1) Koji Shimada, Takashi X Fujisawa, Hiroaki Naruse, 他 3 名(4th). Ethnic differences in COMT genetic effects on striatal grey matter alterations associated with childhood ADHD: a voxel-based morphometry study in a Japanese sample. The World Journal of Biological Psychiatry, doi:10.3109/15622975.2015.1102325

〔学会発表〕(計 5 件)

1) Hiroaki Naruse, Chiho Yatsuga, 他 9 名:What measurement is difference during gait in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder?, 5th World Congress on ADHD, 2015.5.29,Glasgow
2) 今井悠人, 成瀬廣亮(2 番目), 他 2 名:子どもと母親との Shared Decision Making—水泳練習に取り組んだ事例, 第 2 回全国臨床作業療法学会, 2015.2.7, 那覇市
3) 成瀬廣亮, 今井悠人, 他 2 名:こころの問題に対する理学療法のあり方の模索 - 解離性運動障害と診断された男児との取り組み -, 第 2 回全国臨床作業療法学会, 2015.2.6, 那覇市
4) 成瀬廣亮, 熊崎博一, 他 2 名:運動の困難さの問題に対してアトモセチンが奏効した ADHD 症例, 第 55 回児童青年精神医学会, 2014.10.12, 浜松市
5) Hiroaki Naruse, Chiho Yatsuga, 他 10 名: Gait Differences in Children With and Without ADHD, A Quantitative Analysis, 2nd Asian Congress on ADHD, 2014.2.8, Tokyo

6. 研究組織

(1) 研究代表者

成瀬 廣亮 (NARUSE, Hiroaki)
福井大学・医学部附属病院・理学療法士
研究者番号：70569160