

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 22 日現在

機関番号：22401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24792502

研究課題名(和文)妊婦の安全な動作方法指導にむけた転倒の実態と起立・歩行動作戦略の解明

研究課題名(英文)Clarification of the actual condition of falls and the strategy during rising from a chair and walking in pregnant women for leading the safety method of motion

研究代表者

須永 康代 (Sunaga, Yasuyo)

埼玉県立大学・保健医療福祉学部・助教

研究者番号：00444935

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では妊婦の転倒の実態解明、起立から歩行開始までの動作様式の変化の解明を目的に、妊娠中の転倒状況調査と、下部体幹の身体部分係数(BSPs)の妊娠期ごとの算出および起立から歩行開始動作の解析への適用を行った。

妊娠中の転倒は躓きを含めると約7割が経験しており、転倒時の状況は先行研究と同様に物や子供を抱えていた時が最も多かった。妊婦のBSPsは未経産女性との有意差が認められ、この値を採用した動作解析結果では、妊娠週数の進行に伴い歩行開始時の前方への推進力が増し、質量中心の挙動に影響を及ぼしており、研究成果から妊娠中の転倒リスク抽出のための基礎データを得、安全な動作法を導くことができた。

研究成果の概要(英文)：The present study aimed to clarify the actual condition of falls and the changes of the motion pattern during rising from a chair and initiation of walking in pregnant women. Therefore, the situations of falls during pregnancy were researched and Body segment inertial parameters (BSPs) of the lower trunk segment were estimated and then applied to motion analysis.

70% of pregnant women have experienced falls including stumbles and the situations were associated with carrying an object or a child as with previous study. There were significant differences in BSPs between pregnant women and nulliparous women. When the estimated BSPs were applied to motion analysis, the behavior of the center of mass in pregnant women at the initiation of walking was affected by the forward propulsion as pregnancy progressed.

In this study, we have achieved basic data for extraction of the risks of falls during pregnancy and led to safety motion.

研究分野：理学療法学

キーワード：妊婦 歩行開始動作 バイオメカニクス 転倒 身体部分係数

### 1. 研究開始当初の背景

妊娠中の母体の変化は著明であり、腹部の重量・容積の増大による姿勢の変化や、筋骨格系への影響による腰背部痛の発症が報告されている。こうした変化は、妊娠中の日常生活動作における困難さや姿勢不安定性が増す要因となり、妊娠中の転倒も危惧されている。Dunning らは、妊婦は物を運びながらの移動動作時の転倒率が高いと報告している<sup>1)</sup>。妊娠中の転倒は、母体だけでなく胎児への影響も大きく、妊娠中の転倒を避けるためには妊娠による身体的変化が動作時の姿勢制御に与える影響を解明し、適切な動作方法や運動を指導することが必要である。しかし、我が国における妊産婦への運動指導実施の割合は非常に低く、厚生労働省の報告によると、平成 21 年度の健康増進事業においては全体の約 7%に留まっている現状がある。

また、動作解析を行う上で、身体部分の質量や質量中心座標といった身体部分係数 (BSPs: Body Segment Inertial Parameters) の値が必須であるが、これまでに妊娠中の日本人女性の値は報告されておらず、妊婦を対象とした動作解析においても、一般健康人データが用いられている。形態の変化が特徴的な妊婦の動作をよりの確に捉えるためには、妊婦の身体部分係数を計測し、動作解析に適用する必要がある。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、日常生活で頻繁に行う動作の一つである椅子から立ち上がり歩行を開始するまでの一連動作について、妊娠中の動作様式の変化を解明し、転倒リスクを明らかにすることである。さらに本研究では、妊娠期ごとの BSPs を算出して動作解析に適用することで、信頼性の高いバイオメカニクス解析を行うことを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 転倒状況調査

実際の妊娠中の転倒状況を把握するため、妊婦 49 名 (平均年齢: 30.6 歳, 出産経験: 初産婦 29 名, 経産婦 20 名, 調査時平均妊娠週数: 30.0 週) を対象とした質問紙によるアンケート調査を実施し、妊娠中の転倒経験の有無と転倒回数, 時期, 床面の状況や荷物の有無など詳細について調べた。

#### (2) BSPs の算出

妊娠中の形態変化が特に著明な下部体幹部分について、妊娠期ごとの BSPs を算出した。対象者は妊婦 8 人 (平均年齢 34.4 ± 5.9 歳) で、妊娠 16-18 週 (第 1 期), 24-25 週 (第 2 期), 32-33 週 (第 3 期) の各時期に 1 回ずつ測定を実施した。下部体幹および下肢の体表に 24 個の赤外線反射マーカを貼付し、3 次元動作解析装置 VICON NEXUS 1.7.1

(Vicon Motion Systems 社製) の 8 台の赤外線カメラにて立位姿勢を撮影した後、下部体

幹を 6 個の四面体で構成される 6 個の六面体に区分して同定した座標を基に、下部体幹における質量の体重に対する質量比, 部分長に対する下部体幹上端から質量中心座標までの距離の比, 慣性モーメント, 部分長に対する下部体幹の回転半径の比を算出した (図 1)。

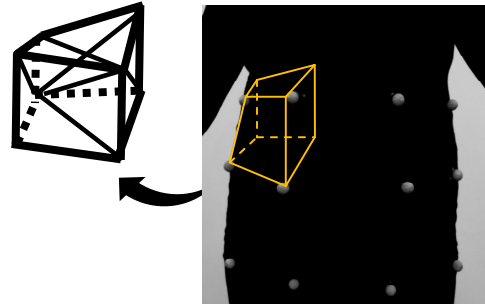


図 1 妊婦の下部体幹 BSPs 算出

#### (3) 椅子からの起立と歩行開始動作

BSPs の算出と同様の妊婦 8 人と、コントロール群として未経産女性 7 人を対象に、動作の計測を実施した。赤外線反射マーカを対象者の体表の計 39 か所に貼付した後、椅子から立ち上がり、前方へ歩く動作を赤外線カメラにて撮影後、解析用プログラミングソフトウェア Body Builder (Vicon Motion Systems 社製) を用いて、体幹および下肢関節角度, 関節モーメントを算出した。関節モーメントは体重で正規化した値を解析した。なお、解析には妊婦群の下部体幹には本研究で算出した身体 BSPs を、その他のセグメントおよびコントロール群には阿江らの日本人青年女性の値<sup>2)</sup>を採用した。さらに起立動作開始から 2 回目の右足尖離地までを 1 動作時間 (100%) として正規化を行った。

さらに、妊婦の転倒率が高い動作を考慮し、椅子からの起立後、前方に設置したテーブルの上の軽量物 (約 900g) を持ち、そのまま右下肢より 90° 方向転換をして振り出し前方へ歩き始める動作を一連動作として観察した (図 2)。

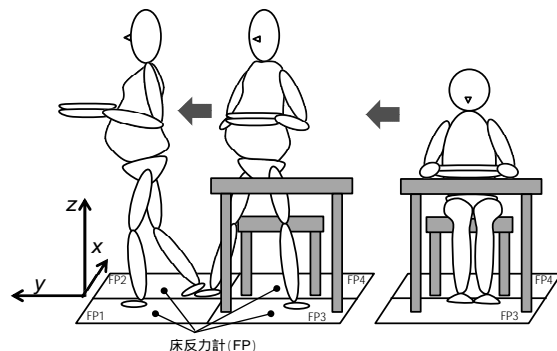


図 2 起立から方向転換を伴う運搬動作

統計学的解析には IBM SPSS Statistics21 (IBM 社製) を使用した。Shapiro-Wilk 検定にて正規性が認められた場合、一元配置分散分析を行った後、Levene の検定で等分散性が仮定される変数については Tukey HSD 法を、等分散性が仮定されない変数については Games Howell 法を用いた。正規性が認められない場合は Kruskal-Wallis 検定を行った後、Bonferroni 法により有意水準を補正した。有意水準は  $P < 0.05$  に設定した。

#### 4. 研究成果

##### (1) 転倒状況調査

妊娠中の転倒については、「つまづき」を含めると約 7 割が経験があると回答した。時期としては妊娠 20 週以降がほとんどであった。転倒時の床面の状況は、「屋外でコンクリートの路面上」が最も多く、次いで「屋内のフローリングの床上」であった。外傷は「打撲」との回答が 1 名であった。転倒時の状況は、「物を持っていたまたは子供を抱いていた」との回答が最も多く、前述した Dunningらの報告と同様の結果となった。次いで「急いでいた」との回答が多かった。また転倒時の様子として「足元が見えなかった」との回答が多くみられた。

##### (2) BSPs

妊婦群の下部体幹部分の質量および質量比は、第 2 期と第 3 期でコントロール群よりも有意に大きくなっていった。下部体幹部分の前後方向質量中心 (COG: Center of Gravity) 座標が、妊婦群第 2 期、第 3 期でコントロール群よりも有意に前方に位置していた。下部体幹部分の慣性モーメントは、妊婦群の第 3 期ではコントロール群よりも大きい傾向を示した ( $P=0.059$ )。下部体幹を前後軸まわりに回転させたときの回転半径比は、妊婦群の第 1 期と第 2 期でコントロール群よりも有意に小さく、これは両群間の体幹部分長の差による影響と考えられるが、第 3 期には下部体幹部分質量の増大により有意差が認められなくなった (図 3)。

本研究の成果として、妊娠週数の進行に伴う下部体幹部分の質量の増大による BSPs の変化を明らかにし、各妊娠期においてその変化を的確に捉えることができた。

##### (3) 椅子からの起立と歩行開始時の動作様式の変化

椅子からの起立と歩行開始までの一連動作を各イベントにおいて解析した。

起立動作時の前後方向 COG 最大速度において主効果が認められたが、妊婦群の各時期およびコントロール群との間に有意差は認められなかった。起立後、1 歩目を振り出す際に、前後方向 COG 速度が妊婦群第 2 期ではコントロール群よりも有意に大きくなっていった。2 歩目を振り出す際には、前後方向 COG 座標が妊婦群第 3 期にコントロール群より前

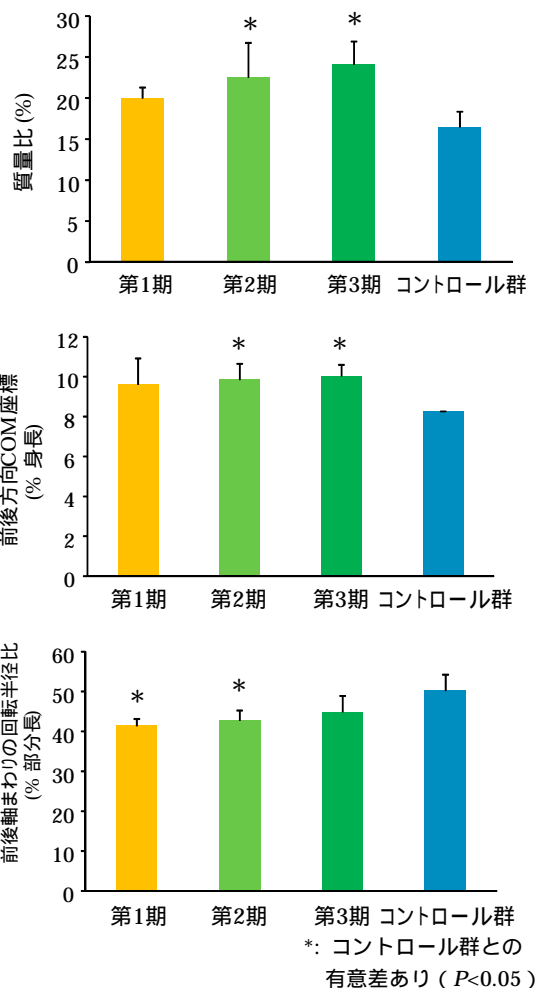


図 3 各妊娠期における BSPs の変化

方に位置し、3 歩目では鉛直方向 COG 座標が妊婦群第 3 期に他の時期およびコントロール群よりも上方に位置していた (図 4)。妊婦群では腹部の重量増大に伴い下部体幹部分の COG が前方へ変位することで、歩行開始時に前方への推進力が増し、3 歩目を振り出す時点でも COG の挙動に影響を及ぼしていることが明らかとなった。

方向転換を伴った運搬動作開始では、歩行へと移行する 1 歩目振り出し時、上部体幹の屈曲角度が妊婦群の第 1 期から第 3 期、下部体幹の屈曲角度は第 2 期、第 3 期において対照群よりも有意に大きくなった。また、下部体幹の屈曲モーメントが妊婦群の第 2 期において対照群よりも有意に大きく、股関節屈曲角度が妊婦群の第 2 期において対照群よりも有意に大きくなった (図 5)。方向転換を伴った歩行開始時には、腹部の重量増大に伴いより前方への推進力が増すため、体幹屈曲角度および屈曲モーメントが大きくなり、安定性を保つために一步を大きく踏み出そうと股関節屈曲角度が大きくなった可能性が考えられる。特に第 2 期では腹部の膨大が著明な時期であり、動作様式の変化が生じやすい時期であると推察され、転倒リスクに加えて、

安全でかつ体幹および股関節屈曲方向へ下肢の運動増大によって生じる腹部への負担を避けるような、動作方法の指導が必要である。さらに、これまでに使用されてきた妊婦以外のBSPと研究者が算出したBSPをそれぞれ適用した結果の比較において、妊娠週数が進むにつれて身体重心位置や速度、モーメントといった運動学的・力学的因子をみると、異なるBSP間で有意差が生じる因子が増えることが明らかとなった。

これらの成果の通り、本研究では妊婦の腹部の形態変化を考慮して、従来は考慮されてこなかった妊娠各期の腹部の容積や重量の変化を織り込んだ身体部分慣性係数を、動作解析に反映させたことで、より信頼性の高い解析結果を得ることができ、これまで顕在化されてこなかった転倒リスクを抽出するた

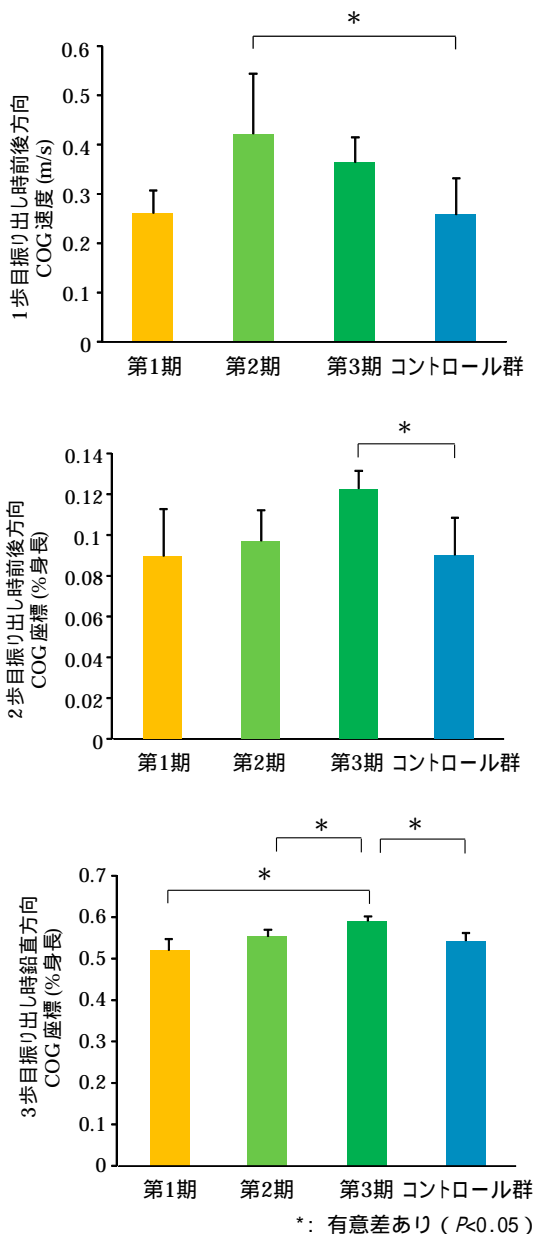


図4 起立から歩行開始動作の各イベントにおけるCOGの挙動

めの基礎データを得ることができた。また、妊娠中の身体的変化に伴って影響を受ける日常生活上の動作様式について解明し、安全な動作を導くことで、女性のライフサイクルにおける健康支援の一助としての可能性が示された。

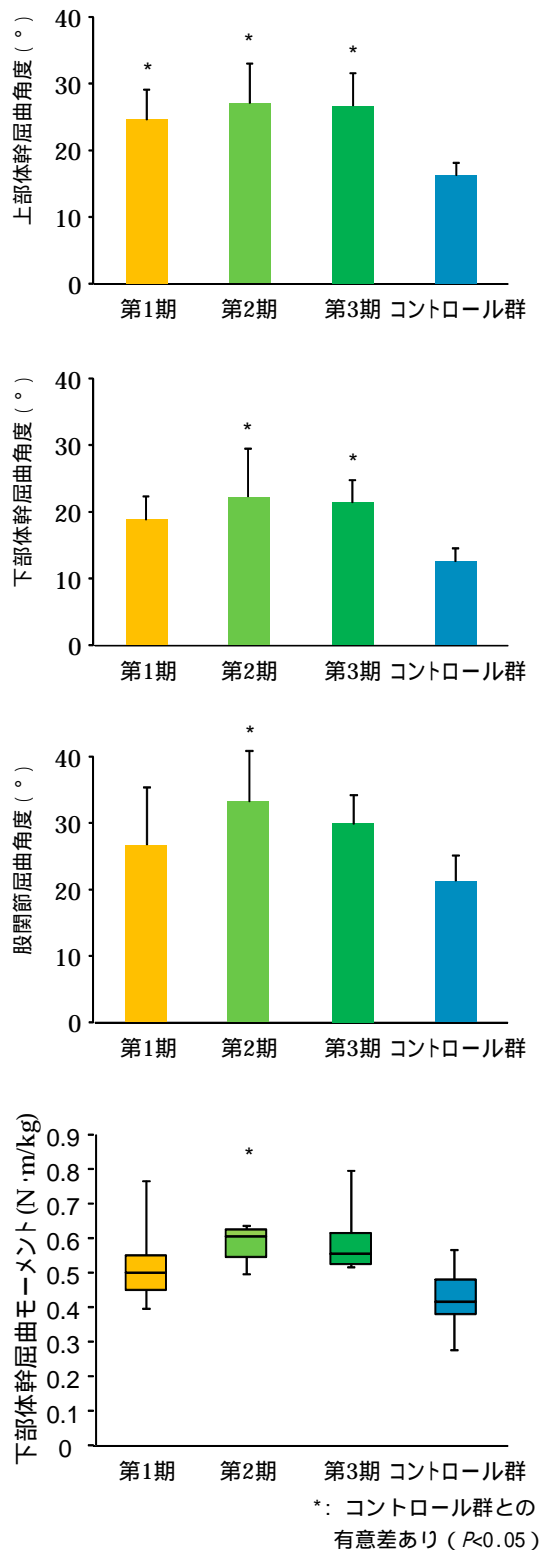


図5 起立から方向転換を伴う運搬動作における歩行開始時の体幹・股関節屈曲角度と体幹モーメント

#### (4) 今後の展望

本研究で得られた成果を基に、妊婦の各妊娠期における形態や動作様式の変化、個人差などを考慮して、妊娠中の転倒予防を指向した姿勢制御能力向上のための個別的プログラムの開発・効果検証へと発展させていく。

#### <引用文献>

Dunning K, LeMasters G, Lervin L, Bhattacharya A, Alterman T, Lordo K. Falls in workers during pregnancy: risk factors, job hazards, and high risk occupations. Am J. Ind Med 44: 664-672, 2003

阿江通良, 湯海鵬, 横井孝志: 日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定. バイオメカニズム 11: 23-32, 1992

#### 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)

Yasuyo Sunaga, Masaya Anan, Koichi Shinkoda, Biomechanics of rising from a chair and walking in pregnant women. Applied Ergonomics, 査読有, Vol.44. No.5, pp.792-798, 2013, doi:10.1016/j.apergo.2013.01.010

#### [学会発表](計 5 件)

須永康代, ウィメンズヘルス領域におけるライフステージにあわせた理学療法研究. 第4回埼玉県立大学保健医療福祉科学学会教育講演, 2013.10.27, 埼玉県立大学(埼玉県・越谷市)

Yasuyo Sunaga, Takanori Kokubun, Satoshi Kido, Masaya Anan, Koichi Shinkoda, Body segment parameter estimation of the lower trunk of Japanese pregnant women. The 12th International Congress of Asian Confederation for Physical Therapy, 2013.9.8, Taichung City (Taiwan)

須永康代, 国分貴徳, 木戸聡史, 阿南雅也, 新小田幸一, 妊婦の実用的バイオメカニクス研究を指向した下部体幹部分質量比と質量中心比の推定, 第48回日本理学療法学会大会, 2013.5.26, 名古屋国際会議場(愛知県・名古屋市)

須永康代, 妊婦体験ジャケットを着用した未経産婦および妊婦の腹部重量増大に伴う起立-歩行動作様式の違い, 第53回日本母性衛生学会学術集会, 2012.11.17, アクロス福岡(福岡県・福岡市)

須永康代, 国分貴徳, 木戸聡史, 阿南雅也, 新小田幸一, 妊婦の起立から歩行移行時におけるバイオメカニクス, 第31回関東甲信越ブロック理学療法士学会, 2012.11.7, 大宮ソニックシティ(埼玉県・

さいたま市)

#### [図書](計 1 件)

須永康代 他, メジカルビュー社, ウィメンズヘルスリハビリテーション, 2014, 168-174, 183-196

#### [その他]

ホームページ等

<http://researchmap.jp/sunaga>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

須永康代 (SUNAGA, Yasuyo)

埼玉県立大学・保健医療福祉学部・助教

研究者番号: 00444935