

高齢者脊柱アライメントと運動能力・介護に関する疫学調査（おぶセスタディ第2期）

代表研究者 信州大学医学部運動機能学教室 講師 池上 章太
共同研究者 信州大学医学部運動機能学教室 教授 高橋 淳
信州大学医学部運動機能学教室 助教 上原 将志

【抄録】

脊柱アライメントの過度な悪化は日常生活動作の障害につながる。しかしながら一般住民における脊柱アライメントの加齢変化と身体機能低下との関連は明らかではない。我々は無作為抽出により選択された 50 歳代～80 歳代住民で構成される一般住民コホート「おぶセスタディコホート」を対象として脊柱矢状面アライメントと身体機能、介護状態の調査を行いその関連を調べた。その結果、脊柱矢状面アライメントの悪化、すなわち姿勢の変化は身体機能の低下と関連し、身体機能の低下はフレイルと関連していることが明らかとなった。また、女性の場合脊椎バランスが前方化するとフレイルである可能性が高いことがわかった。一般住民高齢者における姿勢の悪化は身体機能低下や要介護状態となる可能性があることを示唆している。

1. 研究の目的

1-1 高齢者の脊柱アライメント

脊柱アライメント・バランスは加齢に伴い悪化する^{1,2}。我々は「おぶセスタディ第1期」にて50～89歳一般住民を調査し、立位バランスの前方化、腰椎後弯減少、骨盤後傾などという形でこの変化が起こることを明らかとした³。高齢者の脊柱矢状面アライメントは生活の質に強く関連し⁴、立位の脊柱バランスの大きな逸脱は立位を困難にする⁵。一般住民でも加齢とともにアライメントの悪化は起こっているが、一般住民レベルでのアライメント悪化の病的意義についてははっきりしない。

1-2 高齢者の身体機能の低下

ところで一般的に高齢者の生活の質を担保する代表的な要因としては、身体機能、認知機能、社会参加などが挙げられる。加齢に伴いこれらが障害され、要介護の前段階となっていることはフレイルと呼ばれている。「おぶセスタディ第1期」においても、身体機能が保たれているほど、認知機能も、生活の質も高く保たれていること、そして身体機能が保たれると転倒も少ないことが明らかとなっている⁶。

おぶセスタディでは50～89歳のロコモティブシンドローム（ロコモ）の有病率を明らかにした。自宅で生活できている50～89歳の多数が、要介護になるリスクを潜在的に抱え、70歳

以上ではそのリスクは特に高まっている状態であった⁷。ロコモ該当者は50歳代であっても非該当者と比べ下肢筋力が小さいなど、一見普通に生活できていて本人の自覚がないにも関わらず身体機能の低下があることがある。我々はこの潜在的な身体機能の低下を捉えることが検診での筋力測定など以外の面からできないかと考えた。そして、加齢とともに悪化する脊柱姿勢は、実は身体機能の低下を表しているのではという仮説を立てた。

2. 研究方法と経過

2-1 おぶセスタディによる脊柱矢状面アライメントと身体機能の調査

計測・解析は一般住民コホートを想定した「おぶセスタディコホート」のうち脊柱矢状面アライメント計測と身体機能計測が可能な状態であった413名（50歳から89歳の男性203名、女性210名）を対象として行った。対象者の基礎情報についてはおぶセスタディに関する別稿を参照されたい。

脊柱矢状面アライメントの計測、評価は fist on clavicle position での脊椎立位単純 X 線側面像より行った。計測項目は、sagittal vertical axis (SVA : C7 重心線と S1 頭側終板後端との水平距離)、global tilt (GT : C7 椎体中心と S1 頭側終板中点を結ぶ直線と、大腿骨頭中心と S1 頭側終板中点を結ぶ直線がなす角度)、C2-C7 SVA (CSVA : C2 重心線と C7 尾側終板後

端との水平距離)、cervical lordosis (CL : C2 尾側終板と C7 尾側終板のなす前弯角), T5-T12 thoracic kyphosis (TK : T5 頭側終板と T12 尾側終板のなす後弯角)、lumbar lordosis (LL : L1 頭側終板と S1 頭側終板のなす前弯角)、pelvic tilt (PT : 大腿骨頭中心を通る鉛直線と、大腿骨頭中心と S1 頭側終板中点を結ぶ直線のなす角度)とした (図 1)。

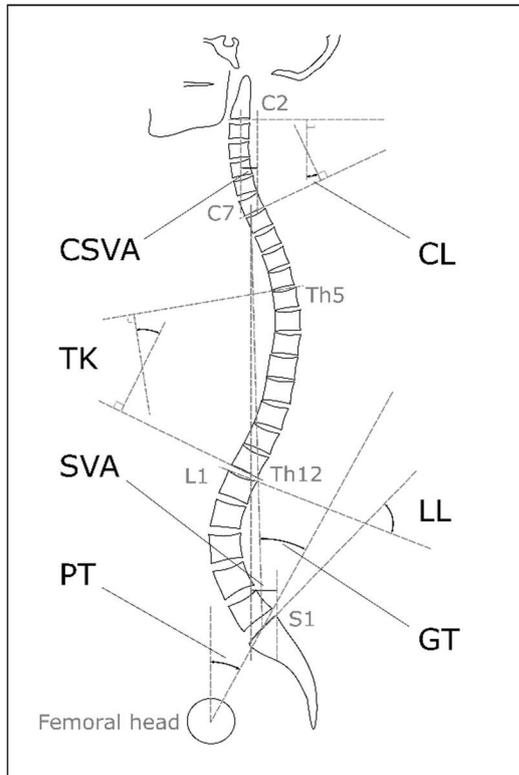


図 1. 脊柱矢状面アライメントパラメータ

身体機能評価として、膝伸展・屈曲筋力 (kg、左右平均)、握力 (kg、左右平均)、片脚起立時間 (秒、左右平均、最大 60 秒まで) を計測した。ロコモ度テストである立ち上がりテストと 2 ステップテスト (2 歩のストライドを身長で除した値を評価) も施行した。また、厚生労働省の基本チェックリストも評価した。

2-2 解析

脊柱アライメントと身体機能検査については年代、性別に基づいて階層別に集計する。

厚生労働省の基本チェックリストの 25 項目の質問事項のうち、運動器に関する質問 (チェックリスト項目番号 6~10 番)は「階段を手すりや壁をつたわずに昇っていますか」「椅子に座った状態から何もつかまらずに立ち上がっていますか」「15 分間位続けて歩いていますか」

「この 1 年間に転んだことがありますか」「転倒に対する不安は大きいですか」の 5 つで、3 つ以上が該当するとフレイルの可能性がある。よってこれを「フレイル疑い」と便宜的に定義する。「フレイル疑い」を反応変数、「アライメント」・「身体機能」を説明変数としたロジスティック回帰分析を行った。これらの因子には年齢が関係するため、年齢を共変量とした調整を加えた検討も行った。

3. 研究の成果

3-1 脊柱矢状面アライメント

計測された脊柱矢状面アライメントのサマリーを表 1 に示す。アライメントの分布について男女では一部異なった特徴を示した。まず頸椎下全体のアライメントとしては性別に関わらず年齢階層が高いほど SVA と GT が大きくなり、脊柱バランスは高齢ほど前方化する傾向があった。頸椎アライメントは男性では高齢ほど CSVA が大きくなるが、女性ではさほど変わらない一方で CL は大きくなっていった。つまり男性は頭部が前方化する傾向があり女性は頸椎が後屈する傾向があった。胸椎アライメントは男女とも高齢ほどやや後弯増強が進んでいた。腰椎以下は、男女とも高齢ほど腰椎前弯が減少し、骨盤の後傾が強まるがその程度は女性の方がより早期でより大きかった。総括として、加齢に伴うアライメント変化は男性では頭部の前方化が目立ち、女性では腰椎前弯減少、骨盤後傾が目立っていた。

表 1. 脊柱矢状面アライメントの年齢階層別分布

性別	年齢 (歳)	SVA (mm)	GT (度)	CSVA (mm)	CL (度)	TK (度)	LL (度)	PT (度)
男性	50-59	6 (26)	13 (7)	23 (14)	10 (10)	25 (8)	44 (11)	12 (6)
	60-69	9 (38)	17 (11)	28 (15)	9 (11)	29 (8)	45 (13)	14 (8)
	70-79	22 (30)	19 (8)	29 (12)	13 (12)	31 (10)	45 (13)	16 (6)
	80-89	57 (49)	29 (12)	31 (17)	14 (15)	31 (13)	38 (12)	21 (7)
女性	50-59	-5 (26)	14 (8)	18 (11)	9 (10)	27 (9)	51 (11)	14 (6)
	60-69	5 (30)	19 (11)	16 (8)	9 (9)	31 (10)	47 (14)	17 (8)
	70-79	30 (36)	26 (11)	17 (11)	13 (11)	30 (11)	42 (14)	23 (10)
	80-89	62 (60)	36 (16)	19 (16)	19 (12)	33 (19)	37 (20)	27 (11)

文献 3 より引用改変。平均値 (標準偏差) として代表値提示。

3-2 身体機能

表 2 に身体機能評価の結果を示す。男女とも年齢階層が高いほど身体機能は低下している。

表 2. 身体機能検査の年齢階層別分布

性別	年齢 (歳)	膝 伸 展 (kg)	膝 屈 曲 (kg)	握 力 (kg)	片脚起立 時間 (秒)	立ち上がり テスト	2 ステップ テスト
男性	50-59	122 (37)	69 (21)	40 (7)	51 (14)	片脚 cm	40 1.57 (0.15)
	60-69	116 (36)	65 (24)	37 (6)	46 (17)	両脚 cm	10 1.51 (0.18)
	70-79	76 (25)	38 (17)	31 (5)	25 (17)	両脚 cm	10 1.37 (0.16)
	80-89	59 (22)	30 (14)	25 (5)	13 (14)	両脚 cm	20 1.14 (0.26)
女性	50-59	76 (23)	37 (12)	25 (5)	47 (16)	両脚 cm	10 1.53 (0.14)
	60-69	63 (18)	30 (11)	22 (4)	43 (17)	両脚 cm	10 1.44 (0.14)
	70-79	47 (17)	22 (8)	21 (4)	23 (16)	両脚 cm	10 1.34 (0.19)
	80-89	36 (15)	18 (10)	17 (4)	11 (12)	両脚 cm	20 1.09 (0.25)

文献 8 より引用改変。立ち上がりテストは中央値、それ以外は平均値（標準偏差）として代表値提示。

3-3 フレイルと脊柱アライメント、身体機能との関連

フレイル疑いは 413 名中 52 名が該当した。男性の場合、身体機能の低下がフレイル疑いと関連する一方、アライメントはそのような傾向を認めなかった。身体機能のうち立ち上がりテストは年齢調整を加えた場合有意ではなかったが、それ以外の項目はフレイル疑いと関連した。検討項目の中では握力がフレイル疑いと最も関連している傾向があった。

女性の場合、身体機能に加えアライメントもフレイル疑いと関連した。年齢調整を加えた場合、アライメントでは SVA、身体機能では握力、片脚起立時間、立ち上がりテスト、2 ステップテストがフレイル疑いと関連した。検討項目の中では片脚起立時間がフレイル疑いと最も関連している傾向があった。

まとめると、男性は運動機能、特に握力低下がフレイル疑いと関連する一方、女性は運動機能の中でも特に片脚起立時間の短縮がフレイル疑いと強く関連し、アライメントの中では SVA が年齢と独立してフレイル疑いと関連していた。

表 3. フレイル疑いとアライメント、身体機能との関連

関連候補因子	年齢調整なし		年齢調整あり	
	オッズ比	P	オッズ比	P
男性				
SVA (+1SD)	1.4 (0.9-2.1)	0.13	1.1 (0.6-1.7)	0.83
CSVA (+1SD)	0.9 (0.5-1.5)	0.72	0.8 (0.4-1.3)	0.38
LL (+1SD)	0.6 (0.3-1.0)	0.07	0.7 (0.4-1.2)	0.23
PT (+1SD)	1.5 (0.9-2.4)	0.10	1.1 (0.6-2.0)	0.63
膝伸展 (-1SD)	3.5 (1.8-8.1)	<0.001	3.3 (1.4-8.6)	0.01
膝屈曲 (-1SD)	3.3 (1.6-8.0)	0.003	2.9 (1.2-8.0)	0.02
握力 (-1SD)	3.6 (2.0-7.6)	<0.001	4.1 (1.8-10.2)	0.001
片脚起立時間 (-1SD)	2.9 (1.6-6.1)	0.002	2.6 (1.2-6.6)	0.02
立ち上がりテスト (-1SD)	2.1 (1.2-4.1)	0.019	1.6 (0.7-3.4)	0.24
2 ステップテスト (-1SD)	2.3 (1.5-3.7)	<0.001	2.1 (1.2-4.0)	0.01
女性				
SVA (+1SD)	2.7 (1.8-4.4)	<0.001	1.7 (1.1-2.9)	0.02
CSVA (+1SD)	1.6 (1.1-2.4)	0.009	1.4 (1.0-2.1)	0.06
LL (+1SD)	0.6 (0.4-0.8)	0.004	0.8 (0.6-1.2)	0.30
PT (+1SD)	2.1 (1.5-3.2)	<0.001	1.4 (0.9-2.1)	0.11
膝伸展 (-1SD)	3.7 (2.2-6.8)	<0.001	1.8 (1.0-3.7)	0.07
膝屈曲 (-1SD)	2.6 (1.6-4.5)	<0.001	1.4 (0.8-2.5)	0.26
握力 (-1SD)	3.5 (2.2-6.1)	<0.001	2.1 (1.2-3.9)	0.01
片脚起立時間 (-1SD)	6.1 (3.2-13.7)	<0.001	3.8 (1.8-9.1)	0.001
立ち上がりテスト (-1SD)	3.0 (2.0-4.7)	<0.001	2.1 (1.3-3.4)	0.002
2 ステップテスト (-1SD)	4.2 (2.6-7.1)	<0.001	2.8 (1.7-5.2)	<0.001

4. 今後の課題

4-1 おぶせスタディ第 1 期調査から得られた知見と、第 2 期調査への展望

無作為抽出により選択された 400 人以上の被験者を対象とした住民疫学研究にて、脊柱矢状面アライメントと身体機能、フレイルの関係を調査した。脊柱矢状面アライメントの悪化、すなわち姿勢の変化は身体機能の低下と関連し、身体機能の低下はフレイルと関連していることが明らかとなった。また、女性の場合 SVA が前方化するとフレイルである可能性が高いことがわかった。

身体機能と脊柱矢状面アライメントとの相関関係は過去の健康ボランティア対象調査で評価されている。膝伸展筋力と LL が歩行能力を示唆⁹、LL 3 度未満は転倒と関連¹⁰といった報告がある。また、脊柱後弯が転倒の危険因子とされ¹¹、腰椎後弯増加と伸展制限は慢性腰痛者の歩行障害の重大なリスク要因であると報告されている¹²。おぶせスタディは対象者の抽出方法が過去の住民研究とは異なるが、脊柱矢状面アライメントと身体機能の関連については過去の調査結果を支持するものであった。

この研究にはいくつかのリミテーションが存在する。横断研究であるため、脊柱矢状面アライメントと身体機能との間の直接的な因果関係を特定することはできない。新型コロナウイルスのまん延により第 2 期調査が開始できない状態が続いているが、縦断的な調査からこ

の点を明らかにしたい。また、住民台帳からの無作為抽出調査とはいえ、参加に強制性はなく選択バイアスを完全になくすことはできていない。地域特性の影響も否定はできない。郊外地区での研究実施は、人口集中部居住者の結果とは異なる場合も想定される。ただし本研究結果は他地域で行われた脊柱矢状面アライメントに関するいくつかの疫学調査の結果^{1,2}と類似しており地域特性の調査結果への影響はそれほど大きくはないと考えられる。

5. 研究成果の公表方法

得られた結果は論文化し、英文学術雑誌へ投稿する。

参考文献

1. Oe S, Togawa D, Nakai K, et al. The influence of age and sex on cervical spinal alignment among volunteers aged over 50. *Spine* 2015;40:1487-94.
2. Asai Y, Tsutsui S, Oka H, et al. Sagittal spino-pelvic alignment in adults: The Wakayama Spine Study. *PLoS One* 2017;12:e0178697.
3. Uehara M, Takahashi J, Ikegami S, et al. Sagittal spinal alignment deviation in the general elderly population: A Japanese cohort survey randomly sampled from a basic resident registry. *Spine J.* 2019;19(2):349-56.
4. Dubousset J. Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In: Weinstein SL, ed. *Pediatric Spine: Principles and Practice*. New York, NY: Raven Press; 1994.
5. Glassman SD, Bridwell KH, Dimar JR, et al. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine* 2005;30:2024-9.
6. Ikegami S, Takahashi J, Uehara M, et al. Physical performance reflects cognitive function, fall risk, and quality of life in community-dwelling older people. *Sci Rep.* 2019;9(1):12242.
7. Tokida R, Ikegami S, Takahashi J, et al. Association between musculoskeletal function deterioration and locomotive syndrome in the general elderly population: a Japanese cohort survey randomly sampled from a basic resident registry. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):431.
8. Tokida R, Uehara M, Ikegami S, et al. Association Between Sagittal Spinal Alignment and Physical Function in the Japanese General Elderly Population: A Japanese Cohort Survey Randomly Sampled from a Basic Resident Registry. *J Bone Joint Surg Am.* 2019;101(18):1698-706.
9. Miyazaki J, Murata S, Horie J, et al. Lumbar lordosis angle (LLA) and leg strength predict walking ability in elderly males. *Arch Gerontol Geriatr* 2013;56(1):141-7.
10. Ishikawa Y, Miyakoshi N, Kasukawa Y, et al. Spinal sagittal contour affecting falls: cut-off value of the lumbar spine for falls. *Gait Posture* 2013;38(2):260-3.
11. Imagama S, Ito Z, Wakao N, et al. Influence of spinal sagittal alignment, body balance, muscle strength, and physical ability on falling of middle-aged and elderly males. *Eur Spine J* 2013;22:1346-53.
12. Miyakoshi N, Kasukawa Y, Ishikawa Y, et al. Spinal alignment and mobility in subjects with chronic low back pain with walking disturbance: a community-dwelling study. *Tohoku J Exp Med* 2010;221(1):53-9.

以上

Epidemiological survey on spinal alignment and exercise capacity/nursing care in the older people.

Primary Researcher: Shota Ikegami
Assistant Professor, Department of Orthopaedic Surgery,
Shinshu University School of Medicine

Co-researchers: Jun Takahashi
Assistant Professor, Department of Orthopaedic Surgery,
Shinshu University School of Medicine
Masashi Uehara
Assistant Professor, Department of Orthopaedic Surgery,
Shinshu University School of Medicine

Excessive deterioration of spinal alignment leads to impairment of activities of daily living. However, the relationship between age-related changes in spinal alignment and diminished physical function in the general population is still unclear. We investigated the spinal sagittal alignment, physical function, and nursing care conditions in a general population cohort consisting of residents in their 50s to 80s selected by random sampling, called the Obuse Study Cohort. As a result, it became clear that deterioration of spinal sagittal alignment, that is, postural changes, is associated with diminished physical function, and diminished physical function is associated with frailty. In addition, it was found that frailty is highly likely to occur with anteriorization of spinal balance in females. Thus, we propose that deteriorating posture in older adults may lead to declining physical function and the need for nursing care.