

175. 無作為選出地域住民における脊椎姿勢異常の継時的変化

上原 将志

信州大学 医学部附属病院 整形外科

Key words : 疫学研究, 住民コホート, 脊柱アライメント, 頸椎, 加齢

緒言

日本の高齢化率は27%に達しており(平成28年版高齢社会白書、内閣府)、健康寿命延伸は喫緊の重要課題である。健康寿命を損なう原因の一つとして、脊椎矢状面アライメントの悪化が指摘されており、矢状面の脊柱アライメントは、軽度の脊柱変形であっても冠状面の脊柱アライメントよりも健康関連 QOL (HRQOL) と強い相関があり [1]、一般市民にとって健康状態の重要なバロメーターとなり得るものである。地域在住の高齢者では、加齢に伴い矢状面の脊柱アライメントが悪化した [2~4]。また、矢状面垂直軸 (SVA : 頸椎基部の重心線の前方化) の増加は、腰椎の前弯の減少と関連していた [5]。腰骨盤の状態の加齢による変化は、矢状面の脊柱アライメントに影響を与えることが知られている。異なる地域で行われた2つの疫学的研究は、加齢に伴う脊柱アライメントの変化の過程に特徴的な男女差があることを裏付けるものであった。具体的には、男性における経時的なアライメント変化は頸椎領域で顕著であり、女性は腰骨盤領域で主に変化を示した [3, 4]。しかし、このような現象が起こる理由については、明確な根拠は示されていない。加齢に伴う頸椎症は、頸椎のアライメント不良に寄与している可能性がある [6]。本研究は、地域在住の高齢者における頸椎の矢状面アライメント変化の病態メカニズムを明らかにすることを目的とした。 [7]

方法

1. 疫学調査のためのランダムサンプリングによる住民コホートの構築

日本人を対象とした新しい集団調査を立ち上げるにあたり、選択バイアスを最小限に抑え、一般人口を代表するコホートを得るために、協力町の住民基本台帳からのランダムサンプリングを採用した。小布施町の住民基本台帳から50歳から89歳までの住民を無作為に抽出し、415名のコホート(おぶせスタディコホート)を構築した。おぶせスタディは、地域在住の高齢者を対象とした運動器の健康に関する総合的な調査研究である。この研究では、自立可能で頸椎のアライメントが測定可能な411名の高齢者を対象としたコホートを構築し、解析を行った。

2. X線検査と脊椎アライメントの測定

C2-C7 SVA (CSVA : C2椎体中心からの鉛直線とC7椎体後上角の距離)、C2~C7頸椎前弯角 (CL : C2下端板とC7下端板の角度)、T1傾斜 (T1S)、SVAなどの矢状面脊椎アライメントの測定には全員側面X線撮影を実施した。各パラメータは、脊椎外科医2名と訓練されたスタッフによる測定値の平均値を使用した。

3. HRQOLの評価

HRQOLを評価するために、すべての参加者についてSF-8健康調査票を測定した。結果は、身体的要素要約 (PCS) と精神的要素要約 (MCS) の2つの要約スコアとして計算され、表現された。

4. 統計学的分析

線形回帰モデルを用いて、頸椎症群と非頸椎症群の頸椎矢状面のアライメントパラメータを比較した。応答変数はアライメントパラメータで、説明変数は頸椎症の有無と年齢とした。T1SからCLを引いた値とCSVAとのピアソン相関係数は、男女別に評価した。男女別に年齢調整後の頸椎と頸椎下のアライメントパラメータの相関を検討した。その他の分析では、量的変数の比較にはWelchのt検定を、質的変数の比較にはFisherの正確検定を用いた。

結果

表1は、小布施の研究コホートのベースライン特性を示している。411人の参加者は、性別・年齢がほぼ一様に分布している。小布施町では、50歳代の第三次産業従事者が大半を占めていたが、60歳代では定年退職のためか、この割合は減少していた。表2は、性別ごとの脊椎アライメントの分布を示したものである。CSVAとT1Sは男性で有意に大きく（いずれも $P<0.01$ ）、CLとSVAには顕著な性差は認められなかった（それぞれ $P=0.54$ 、 $P=0.96$ ）。頸椎症の有病率は男性で80.7%、女性で69.9%であった（表2）。頸椎症性変化は男性で有意に多かった（ $P=0.01$ 、Fisherの正確検定）。CSVAやCLについては、脊椎症がある場合とない場合で顕著な差はなかった。脊髓パラメータのオッズ比、95%信頼区間、P値は以下の通りであった。CSVA、 -0.6 （ -3.8 、 2.5 ）、 $P=0.70$ ；およびCL、 -1.0 （ -3.7 、 1.6 ）、 $P=0.45$ 。CLは、年齢で調整すると、頸椎症の被験者で有意に小さくなった（ -3.4 （ -6.1 、 -0.7 ）、 $P=0.01$ ）（図1）。

表1. 研究コホートのベースライン特性

性別	年齢 (歳)	N	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m ²)	仕事 (1次:2次:3次:無職)
男性	50代	50	171.8 (6.0)	67.1 (9.1)	22.7 (2.9)	3: 7; 40: 0
	60代	53	166.7 (4.7)	66.9 (7.7)	24.1 (2.7)	18: 5; 19: 11
	70代	54	163.1 (5.0)	59.9 (10.3)	22.4 (3.5)	22: 2; 7: 23
	80代	45	160.1 (5.7)	57.5 (8.5)	22.4 (2.8)	19: 0; 3: 23
	全体	202	165.5 (6.8)	63.0 (9.8)	22.9 (3.1)	62: 14; 69: 57
女性	50代	47	158.1 (4.9)	55.4 (9.0)	22.2 (3.8)	5: 4; 29: 9
	60代	61	152.8 (5.4)	52.2 (7.6)	22.3 (2.8)	21: 4; 17: 19
	70代	53	149.8 (5.2)	50.7 (8.0)	22.5 (3.2)	16: 3; 8: 26
	80代	48	144.6 (5.9)	48.3 (7.9)	23.1 (3.3)	11: 0; 5: 32
	全体	209	151.4 (7.1)	51.6 (8.4)	22.5 (3.3)	53: 11; 59: 86

数値は平均値（標準偏差）を表す。第一次産業は農業と林業を含む。第二次産業は、製造業と建設業。第三次産業は、飲食業、教育業など。BMI：body mass index。

表2. 脊柱パラメータとSF8サマリースコアの集計結果

年齢 (歳)	N	CSVA (mm)	CL (度)	T1S (度)	SVA (mm)	頸椎症	PCS (点)	MCS (点)
男性								
50代	50	23.1 (13.9)	10.5 (10.3)	25.3 (5.9)	5.8 (25.8)	66.0%	50.2 (6.4)	49.0 (6.0)
60代	53	28.4 (15.0)	9.1 (11.1)	27.3 (8.4)	9.1 (37.9)	69.8%	50.1 (7.0)	49.5 (5.3)
70代	54	29.1 (12.1)	13.3 (12.1)	28.4 (8.5)	21.7 (30.5)	88.9%	46.8 (7.0)	50.5 (5.3)
80代	45	30.8 (17.0)	13.6 (15.1)	31.2 (9.9)	56.7 (48.6)	100.0%	43.6 (8.7)	52.0 (6.8)
全体	202	27.8 (14.7)	11.6 (12.2)	28.0 (8.4)	22.2 (40.9)	80.7%	47.8 (7.7)	50.2 (5.9)
女性								
50代	47	17.8 (10.9)	8.6 (10.4)	22.8 (6.9)	-5.4 (26.3)	46.8%	50.7 (5.6)	46.6 (7.1)
60代	61	15.6 (7.7)	8.7 (9.1)	22.1 (7.2)	4.7 (29.5)	67.2%	50.1 (5.8)	50.1 (4.8)
70代	53	17.4 (10.1)	13.3 (11.0)	25.1 (10.3)	31.2 (36.3)	75.5%	46.5 (7.5)	49.9 (6.1)
80代	48	18.6 (15.6)	19.2 (12.2)	30.1 (13.6)	60.9 (59.7)	89.6%	42.0 (8.7)	50.7 (6.8)
全体	209	17.2 (11.2)	12.3 (11.4)	24.8 (10.2)	22.1 (46.6)	69.9%	47.5 (7.7)	49.4 (6.3)

数値は平均値（標準偏差）を表す。CSVA：C2～C7矢状面垂直軸、CL：C2～C7頸椎前弯、T1S：T1傾斜、SVA：矢状面垂直軸、PCS：SF-8身体成分要約得点、MCS：SF-8精神成分要約得点。

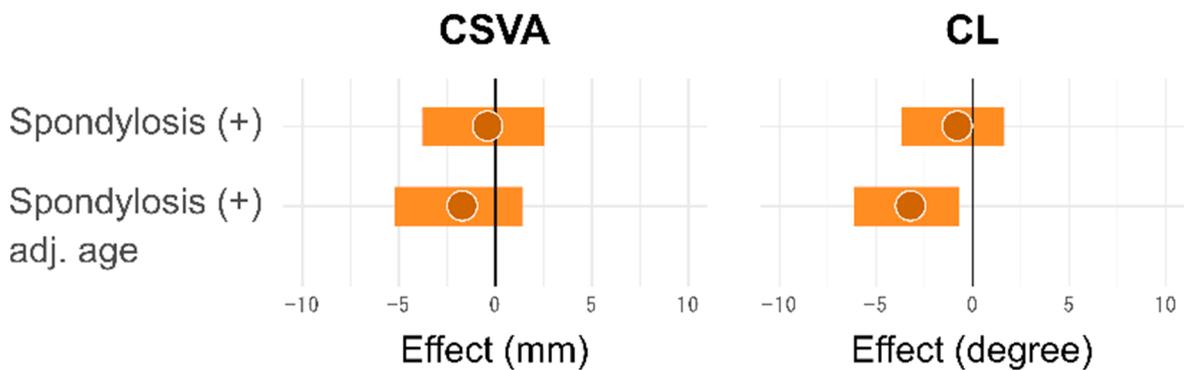


図1. 頸椎症が頸椎アライメントパラメータに与える影響

バンドは95%信頼区間を表す。

略語。CSVA：頸椎矢状面垂直軸、CL：頸椎前弯、adj.age：年齢で調整した多変量解析。

T1S-CLは、男女ともにCSVAと有意な中程度の正の相関を示した（ピアソン相関係数：男性0.49、女性0.48、いずれも $P < 0.01$ ）。しかし、男性のみ、CSVAとCLがともに年齢とは無関係にSVAと軽度の正の相関を示した（表3）。

表3. 年齢調整を行った場合と行わない場合の頸椎下アライメントと頸椎アライメントパラメータの関係

	Crude		Age-adjusted	
	Correlation coefficient	P 値	Correlation coefficient	P 値
男性				
SVA and CSVA	0.31	< 0.01*	0.25	< 0.01*
SVA and CL	0.22	< 0.01*	0.20	< 0.01*
女性				
SVA and CSVA	0.10	0.15	0.07	0.31
SVA and CL	0.27	< 0.01*	0.09	0.19

* は有意差 ($P < 0.05$) を示す。SVA：C7 矢状面垂直軸、CSVA：頸椎矢状面垂直軸、CL：頸椎前弯。

表4と表5は、頸椎と頸椎下のアライメントがHRQOLにどのような影響を与えたかをまとめたものである。特に、SVAが大きいことは、年齢とは無関係に、男女ともにPCSスコアの低下と有意に関連していた。CSVAは、年齢とは無関係に、女性男性においてのみPCSスコアと有意な相関があった。T1SからCLを引いた値が大きいことも、女性では年齢調整後にPCSスコアの低下と有意に関連したが、男性では頸椎のアライメントとHRQOLの間に明確な関連はなかった（表4）。頸椎および頸椎下のアライメントについては、MCSスコアとの間に顕著な相関は認められなかった（表5）。

表 4. 頚椎アライメントパラメータが SF-8 身体的要素要約得点に及ぼす影響

	Crude effect	P 値	Age-adjusted effect	P 値
男性				
CSVA (+10 mm)	0.0 ± 0.4	0.98	0.3 ± 0.4	0.43
T1S-CL (+10 度)	-0.9 ± 0.5	0.08	-0.8 ± 0.5	0.08
SVA (+10 mm)	-0.5 ± 0.1	< 0.01*	-0.3 ± 0.1	0.04*
女性				
CSVA (+10 mm)	-1.4 ± 0.5	< 0.01*	-1.2 ± 0.4	< 0.01*
T1S-CL (+10 度)	-0.5 ± 0.6	0.33	-1.0 ± 0.5	0.04*
SVA (+10 mm)	-0.7 ± 0.1	< 0.01*	-0.4 ± 0.1	< 0.01*

数値は平均値 (標準偏差) を表す。効果値は平均値 ± 標準誤差を表す。* は有意差 (P < 0.05) を示す。CSVA : C2~C7 矢状縦軸、T1S-CL : T1 スローブから C2-C7 頚椎前弯を引いた値、SVA : C7 矢状縦軸。

表 5. 頚椎アライメントパラメータが SF-8 メンタルサマリースコアに及ぼす影響

	Crude effect	P 値	Age-adjusted effect	P 値
男性				
CSVA (+10 mm)	0.0 ± 0.3	0.90	-0.1 ± 0.3	0.74
T1S-CL (+10 度)	-0.2 ± 0.4	0.62	-0.2 ± 0.4	0.53
SVA (+10 mm)	0.2 ± 0.1	0.06	0.1 ± 0.1	0.48
女性				
CSVA (+10 mm)	-0.5 ± 0.4	0.21	-0.5 ± 0.4	0.22
T1S-CL (+10 度)	-0.7 ± 0.5	0.12	-0.6 ± 0.5	0.21
SVA (+10 mm)	0.1 ± 0.1	0.33	0.0 ± 0.1	0.68

数効果の数値は平均値 ± 標準誤差を表す。CSVA : C2~C7 矢状縦軸、T1S~CL : T1 スローブから C2-C7 頚椎前弯を引いた値、SVA : 矢状縦軸。

考 察

特に男性における頚椎代償不全の病態として、次のようなことが考えられる。まず、加齢に伴い SVA と T1S が増加する [4]。しかし、頚椎症の有病率が高いことに加え、可動域が減少するため、頚椎前弯による代償が不十分となる [6]。このため、脊柱の前方位に対する代償が不十分となる。頚椎の正常な形態は様々である [8]。ある著者は、SVA と T1S が頚椎のアライメントを決定する上で重要であると報告している [9]。T1S が大きいと、矢状面のバランスを保つために、それに応じて高い CL が必要となる。頚椎椎弓形成術の患者においても、T1S は術後の頚椎のアライメントを決定する最も重要な因子の一つである [10]。本研究の結果から、頚椎症の多い男性は頚椎下のアライメントの影響を受けやすいため、頚椎のバランスがより前方に位置する傾向があるのではないかと考えられる。コロナ禍のため実施が延期となっていた第 2 期調査は 2022 年度中に開始予定である。今後縦断的に得られるデータについて解析を継続していく。

共同研究者・謝辞

本研究の共同研究者は、信州大学医学部運動機能学研究室の高橋淳、池上章太、加藤博之である。

文 献

- 1) Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, Horton W, Berven S, Schwab F. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005 Sep 15;30(18):2024-9. doi: 10.1097/01.brs.0000179086.30449.96. PMID: 16166889.
- 2) Oe S, Togawa D, Nakai K, Yamada T, Arima H, Banno T, Yasuda T, Kobayashi S, Yamato Y, Hasegawa T, Yoshida G, Matsuyama Y. The Influence of Age and Sex on Cervical Spinal Alignment Among Volunteers Aged Over 50. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015 Oct 1;40(19):1487-94. doi: 10.1097/BRS.0000000000001071. PMID: 26208229.
- 3) Asai Y, Tsutsui S, Oka H, Yoshimura N, Hashizume H, Yamada H, Akune T, Muraki S, Matsudaira K, Kawaguchi H, Nakamura K, Tanaka S, Yoshida M. Sagittal spino-pelvic alignment in adults: The Wakayama Spine Study. *PLoS One*. 2017 Jun 6;12(6):e0178697. doi: 10.1371/journal.pone.0178697. PMID: 28586366; PMCID: PMC5460860.
- 4) Uehara M, Takahashi J, Ikegami S, Tokida R, Nishimura H, Sakai N, Kato H. Sagittal spinal alignment deviation in the general elderly population: a Japanese cohort survey randomly sampled from a basic resident registry. *Spine J*. 2019 Feb;19(2):349-356. doi: 10.1016/j.spinee.2018.06.346. Epub 2018 Jun 26. PMID: 29959097.
- 5) Cohen L, Pappas E, Refshauge K, Dennis S, Simic M. Associations between potentially modifiable clinical factors and sagittal balance of the spine in older adults from the general population. *Spine Deform*. 2021 Nov 6. doi: 10.1007/s43390-021-00435-y. Epub ahead of print. PMID: 34741754.
- 6) Ferrara LA. The biomechanics of cervical spondylosis. *Adv Orthop*. 2012;2012:493605. doi: 10.1155/2012/493605. Epub 2012 Feb 1. PMID: 22400120; PMCID: PMC3287027.
- 7) Ikegami S, Uehara M, Tokida R, Nishimura H, Sakai N, Horiuchi H, Kato H, Takahashi J. Cervical Spinal Alignment Change Accompanying Spondylosis Exposes Harmonization Failure with Total Spinal Balance: A Japanese Cohort Survey Randomly Sampled from a Basic Resident Registry. *J Clin Med*. 2021 Dec 8;10(24):5737. doi: 10.3390/jcm10245737. PMID: 34945033; PMCID: PMC8706315.
- 8) Hey HWD, Lau ET, Wong GC, Tan KA, Liu GK, Wong HK. Cervical Alignment Variations in Different Postures and Predictors of Normal Cervical Kyphosis: A New Understanding. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2017 Nov 1;42(21):1614-1621. doi: 10.1097/BRS.0000000000002160. PMID: 28306640.
- 9) Lee SH, Son ES, Seo EM, Suk KS, Kim KT. Factors determining cervical spine sagittal balance in asymptomatic adults: correlation with spinopelvic balance and thoracic inlet alignment. *Spine J*. 2015 Apr 1;15(4):705-12. doi: 10.1016/j.spinee.2013.06.059. Epub 2013 Sep 8. PMID: 24021619.
- 10) Lin BJ, Hong KT, Lin C, Chung TT, Tang CT, Hueng DY, Hsia CC, Ju DT, Ma HI, Liu MY, Chen YH. Impact of global spine balance and cervical regional alignment on determination of postoperative cervical alignment after laminoplasty. *Medicine (Baltimore)*. 2018 Nov;97(45):e13111. doi: 10.1097/MD.00000000000013111. PMID: 30407324; PMCID: PMC6250495.