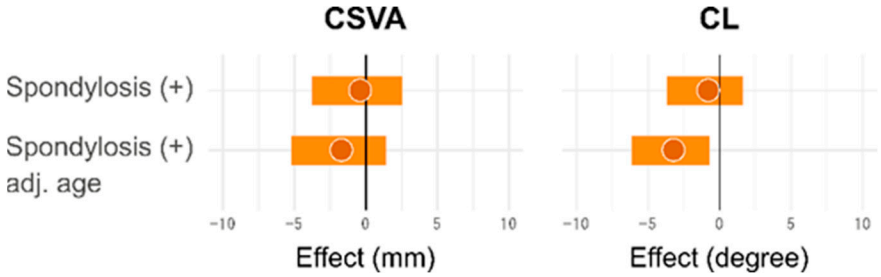
175　無作為選出地域住民における脊椎姿勢異常の継時的変化	上原　将志

【目的】高齢者の地域居住の増加に伴い、背骨の姿勢と QOL の関係が注目されている。しかし、この関係の詳細はまだ十分に分かっていない。近年の日本人集団コホート疫学運動調査（おぶせスタディ）により、C2-C7 頚椎矢状軸（CSVA）が男性では 60 代から増加し始め、女性では増加しないことが明らかになった。本研究は、頚椎症性変化の病態を明らかにすることを目的としている。

【方法】協力町の住民基本台帳から無作為抽出で 50 歳から 89 歳の 411 名（男性 202 名、女性 209 名）を抽出した。CSVA、C2-C7 頚椎前弯（CL）、T1 傾斜（T1S）、矢状軸（SVA）を含むいくつかの矢状軸アライメントパラメータの測定のため、すべての参加者に立位での側面 X 線撮影を実施した。また、頚椎症性変化の有無も記録した。頚椎矢状面アライメントと頚椎症との関連、および頚椎矢状面アライメントと全脊柱アライメントとの関連について検討した。

【結果】頸椎症の有病率は、男性（81%）が女性（70%）より有意に高かった（p=0.01）。CL は年齢で調整すると、頚椎症患者において有意に小さかった（3.4° 小さい、p=0.01）。T1S から CL を引いた値は、男性、女性ともに CSVA と中程度の正の相関を示した（それぞれ r=0.49、0.48、いずれも p<0.01）。男性のみ、CSVA と CL は年齢とは無関係に SVA と弱い正の相関を示した（それぞれ r=0.31 と 0.22、いずれも p<0.01）。頚椎のミスアライメントは、男性よりも女性において、SF-8 スコアの低下とより明確に関連していた。地域在住の高齢者において、頚椎症に伴う頚椎矢状面のアライメント変化は、全脊柱のアンバランスを補うための機能低下として現れることが明らかとなった。

頚椎症が頚椎アライメントパラメータに与える影響



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，頚椎，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：頚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頚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。加齢に伴う頚椎症は、頚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頚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、自立可能で頚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頚椎前弯角（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、頚椎症群と非頚椎症群の頚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、説明変数は頚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頚椎と頚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）。頚椎症の有病率は男性で 80.7%、女性で 69.9%であった（表 2）。頚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。脊髄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、頚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/m²）	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)	頚椎症	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 頚椎前弯、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。

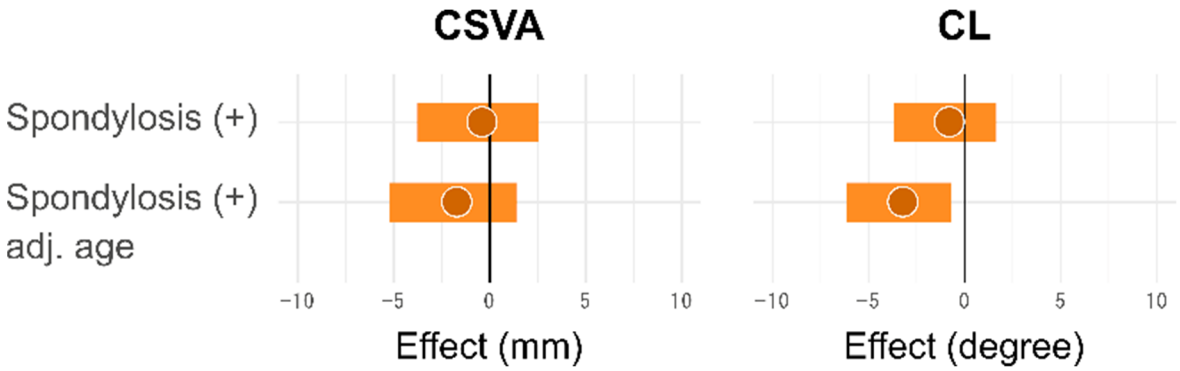


図 1. 頚椎症が頚椎アライメントパラメータに与える影響

バンドは 95%信頼区間を表す。

略語。CSVA : 頚椎矢状面垂直軸、CL : 頚椎前弯、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頚椎下アライメントと頚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 : 頚椎矢状面垂直軸、CL : 頚椎前弯。

表 4 と表 5 は、頚椎と頚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、男性では頚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）。頚椎および頚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		Age-adjusted	
	effect	P 値	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 スロープから 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		Age-adjusted	
	effect	P 値	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 スロープから 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髙橋淳、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, Kobayasi 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.0000000000013111. PMID: 30407324; PMCID: PMC6250495.