

## 『姿勢科学：姿勢制御で本来の正しい姿勢になるには』

井内 隆嗣・桑岡 俊文

### 1：要約

カイロプラクティックではサブラクセーションをアジャストすることで、ヒトの体は、「正しい姿勢」＝「理想的なアライメント」に変化していくとされている。それは、アジャストにより、関節可動域の回復や筋肉バランスの回復が行われ、そこに姿勢制御や姿勢反射といった自動システムが働くことによってそうなると思われる。

しかし、臨床の中では、いつも同じ箇所でサブラクセーションが存在していたり、一回の施術中にアジャストしたばかりの箇所がまたすぐにサブラクセーションのようになっていたり、数か月たってもいっこうに症状が改善しないということがある。それはサブラクセーションをアジャストしても、正しい姿勢に変化していないことがその理由のひとつであるといえる。これは、臨床上のデータからも明らかである。

では、サブラクセーションをアジャストしても正しい姿勢に変化しない原因は何か。

姿勢制御や姿勢反射は、入力された視覚情報、体性感覚情報、前庭感覚情報が中枢で統合されその出力として自動的に行われる。もしこの入力情報に問題があれば、それによっておこなわれた姿勢制御や姿勢反射の結果、正しい姿勢にはなり得ないといえる。

本研究では、視覚情報の入力に限定し、正しい姿勢になり得ない原因の一つがそれにあると仮定し、その証明とさらにはその改善方法を検討していくことにする。

### 2：序論

姿勢制御や姿勢反射によりヒトの立位姿勢は理想的なアライメントを保つはずである。しかし、サブラクセーションが存在すれば理想的なアライメントを保つことはできない。そこで、カイロプラクティックではサブラクセーションをアジャストすれば、立位姿勢は理想的なアライメントを実現すると考えられている。

しかし、実際の臨床では、アジャストしても、いつも同じ箇所でサブラクセーションが存在していたり、一回の施術中にアジャストしたばかりの箇所がまたすぐにサブラクセーションのようになっていたり、数か月たってもいっこうに症状が改善しないということがあり、理想的なアライメントが実現していないと思われるようなことがある。臨床データからもそれは明らかである。（写真1）

確かに、アジャストにより神経機能、生理機能、運動機能の回復はみられる。しかし、理想的なアライメントが実現しない（正しい姿勢にならない）理由は何であろうか。

2011.5.3

2011.8.26

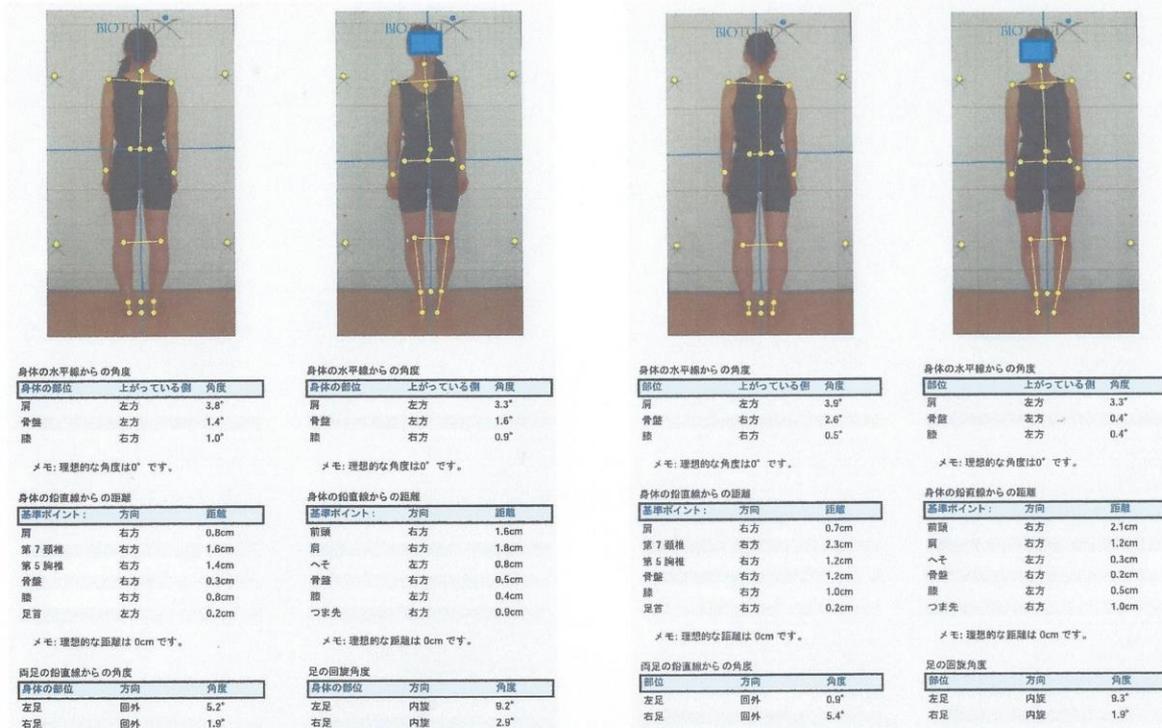


写真1

それは、姿勢制御や姿勢反射をおこすにあたっての不適切な入力情報に原因があるのではないかとあれば、正確な中枢処理と適切な関節可動域、脊椎の柔軟性、筋の特性を持ち合わせていても、正しい姿勢にはならない。

では見落としがちな不適切な入力情報とは何であろうか？

◎姿勢制御の定義

まずは、姿勢制御を定義しておく必要がある。

姿勢制御には安定性と定位に二重目標に関して空間中の身体位置を制御する事が含まれる。姿勢定位は運動課題に關与する複数の体節同士の関係、及び身体と環境との間の関係を適切に維持能力と定義される。ほとんどの機能的運動課題において、ヒトは身体を鉛直に定位している。

姿勢安定性はバランスとも呼ばれるが、基底面との関係で身体質量中心を制御する能力である。質量中心は身体全体の質量の中心にある点と定義され、個々の体節の質量中心の加重平均を見つけることで決定される。この質量中心の鉛直投影点を重心と定義する。基底面は身体の一部で、身体と身体を支持している面とが接している範囲と定義される。基底面に対して相対的に質量中心を制御することを安定性と呼んでおり、これは質量中心の鉛直投影点である重心を基底面に対して相対的に制御する事を意味している。

◎姿勢制御因子

姿勢制御は感覚系である視覚、前庭感覚、体性感覚から入力された情報を中枢統合系で処理した後、運動出力である筋に出力して調節している。つまり、揺れているということを感じし頭の中でどのように揺れているかを統合して瞬時に情報を筋に伝え、一連の動作を行っている。

感覚入力として視覚の役割は、像を映して認識するが、視界が動くと自分が動いているのか、対象物が動いているのかを認識することができない。例えば自分が乗っている電車が停車中に反対側の電車が動きだし

たとき、あたかも自分が動いているような錯覚を起こしたということは、ほとんどの人が経験している

一方、自分が動いていても対象物に対してピントをあわせて物を見ることができる。これは前庭眼反射、頸眼反射による補正が関与しているからである。

重力や頭部の回転加速度、直線加速度といった前庭感覚を感じ取っているところが前庭である。

車の急発進、急停車のように水平方向の加速度を感じ取るのが卵形のうでエレベータに乗った時に垂直方向の動きを感じ取るのが球形のうである。

日常生活の中で、健常な人が会釈した時と深くお辞儀したときには前庭で頭部の加速度を感じとる。さらに体性感覚や視覚により頸部で屈曲しているのか腰部で屈曲しているのかを感じとり、可動範囲を認識することができる。

体性感覚、視覚の機能が障害されると前庭では屈曲していることはわかるが、屈曲している部位が頸部なのか腰部なのかは識別がきかなくなる。

体性感覚の役割は各身体の相互の位置関係、ある身体の部分の接地面に対して身体がどの位置にあるかを筋紡錘、腱紡錘などで認識することである。例えば、床面を傾斜させた時、体性感覚のみの働きでは傾斜を認識することができないため、視覚、あるいは前庭覚で感知する必要がある。

このように姿勢を保持するには1つの感覚だけでは不十分で、視覚、前庭覚、体性感覚といった3つの感覚が補い合い中枢神経に情報を伝えている。

中枢統合の役割は、視覚、前庭覚、体性感覚からの情報を小脳や大脳で処理し、これら3つの感覚に対して迅速に反応して身体を、どのタイミングでどのくらいの強さでどの方向に動かしたらよいかを決定している。

運動出力系である筋の役割は、中枢神経でプログラミングされた情報を基に体幹や四肢を動かしているのである。

## ◎バランス維持の情報統合

姿勢変化を認識し制御するには、視覚、前庭覚、体性感覚の内、少なくとも2つは必要であり1つの余力をのこしている。立位保持は閉眼したときや正座後のしびれ、前庭機能の消失でも可能である。しかし、やわらかいマットの上での閉眼や糖尿病などの下肢末梢感覚障害の患者が閉眼すると立位保持は困難となる。これは環境や疾病により1つの間隔が抑制されたときに外乱刺激が加わることに加わるとバランスをくずして転倒しやすくなるといった現象である。

このように前庭神経核で相互の情報は集約されるが、入力に問題が生じると出力に不均衡が起こりバランス機能に影響を及ぼす。

## ◎姿勢保持

姿勢保持は感覚を入力し中枢で統合処理し、運動として出力している。この姿勢保持には静的バランス、動的バランス、姿勢反射の3つのタイプがある。

静的バランスとは立位や座位など静止しているときに安定した姿勢を保つことである。

動的バランスとは立ちあがりや歩行など動いているときに姿勢を保つことである。

姿勢反射とは電車やバスの動き、誰かに押された時など予測していない外乱に反応して姿勢を保つことで

ある。

静的バランス、動的バランス、姿勢反射を制御するためには感覚のフィードバック機能と予測するフィードフォワード機能がはたらく。フィードバック機能はボールの上に座る、平均台のような狭い支持面のうえに立つ、不安定なところを歩くなど、感覚器からの刺激を入力して姿勢を保つときに使用される。

階段を降りているときに実際には最後まで降りているにもかかわらず、もう一段を降りようとして、バランスを崩しそうになることがある。これは、中枢神経が階段を下りるための必要な力を予測して階段を下りる前にプログラムしたこと（フィードフォワード機能）を示している。姿勢制御においても外乱刺激を予測しているときと予測していない時では反応が違い、予測しているときの方が安定した姿勢反応を示す。

正常では、小さい外力や少しの動揺に対しては足関節を中心に動かして、重心を保とうとする足関節戦略がはたらく。足関節のみで保持できない場合は股関節を動かして重心を保とうとする股関節戦略がはたらく。さらに大きい外力や大きな動揺になると最終的には足を踏み出し、重心を保とうとする踏み出し戦略がはたらくのである。

### ◎姿勢反射

姿勢反射の感覚刺激は体性感覚器（関節受容器、皮膚感覚受容器、筋紡錘、迷路）視覚受容器などから発生し、各中枢を介して四肢などの姿勢を変化させる。姿勢反射は静的姿勢反射、平衡運動反射、立ち直り反射に分類される。

静的姿勢反射には局在性姿勢反射、体節性姿勢反射、緊張性頸反射と緊張性迷路反射がある。

平衡運動反射とは運動時におこる姿勢の反射的变化であり、回転反射と直線運動反射がある。

立ち直り反射とはある動物が異常な姿勢におかれた場合にその動物固有の正常体位に復帰する反射をいい、迷路立ち直り反射、頭部の立ち直り反射、頸性立ち直り反射、身体立ち直り反射、眼からの立ち直り反射がある。

### ◎不適切な入力情報

以上、姿勢制御の定義、制御因子、因子の統合、姿勢保持、姿勢反射について述べてきたが、これらを踏まえたうえで、では、不適切な入力情報とは何であろうか。

そのひとつは「視覚情報の入力の不適切」である。なぜなら、もし顔面頭蓋に歪みが生じ、左右の眼の高さに違いがあれば眼からの立ち直り反射により常に頭部を傾けて立つことになる。この頭部を傾けて立つという入力情報で身体全体をゆがめて立つことになるからである。

眼からの立ち直り反応は体幹の位置が傾いた時、眼からの視覚情報より外界が傾いていることを認識し、頭部を正しい位置に保つように働きかける反応でありこれは、左右同じ眼の高さであることが前提である。左右の眼の高さが違えば、外界が傾いているという情報の正確性は欠け、頭部を正しい位置に保つことは不可能である。（頭部の正しい位置とは、頭頂部を真上に向け、顔面が垂直になり、口裂が水平になっている状態。）

頭部を傾きによって身体全体をゆがめて立つことになれば、その歪みは二次的なサブラクセーションになり、理想的なアライメントは実現できないといえる。

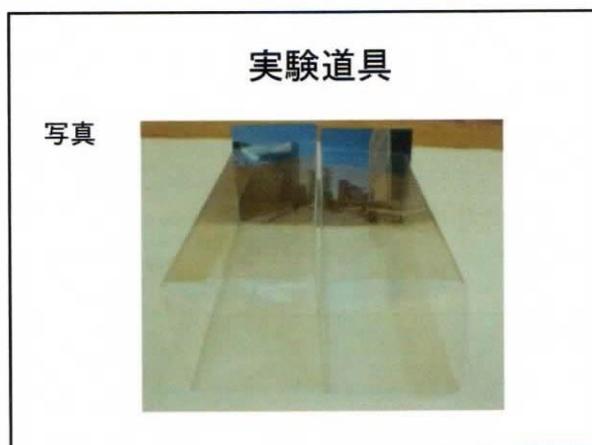
では、左右の眼の高さの違いは本当に姿勢バランスに影響するのであろうか。それを調べるために、実験をこころみた。

### 3：方法

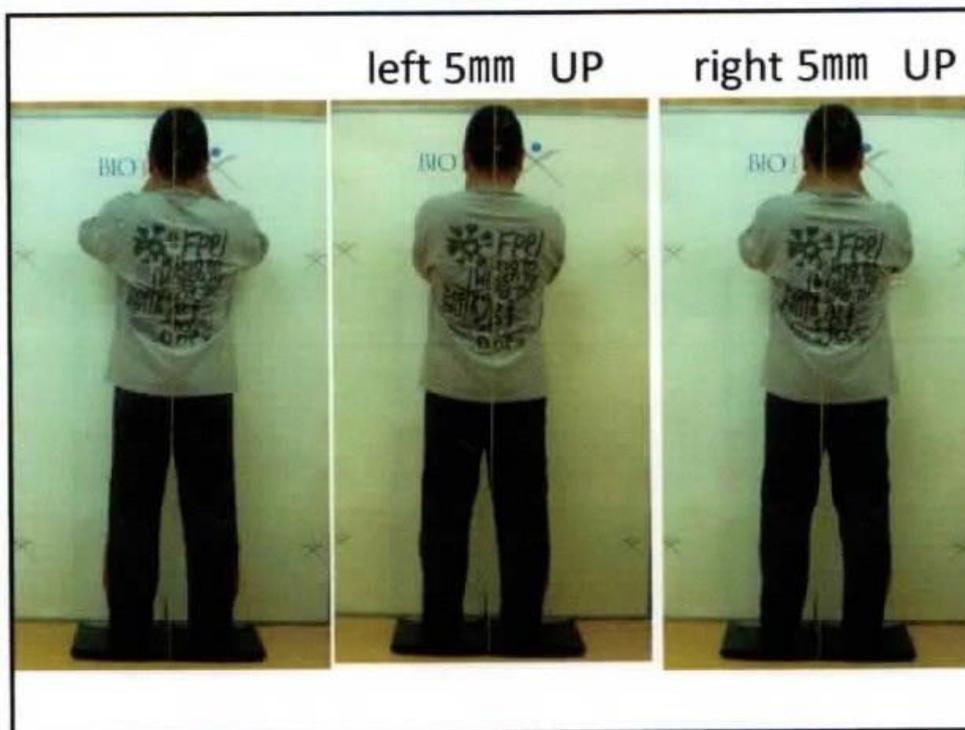
直接左右の眼の高さを変えることはできないので、左右の眼から入る情報を傾かせて姿勢の変化を観察する。その時体重計を2つ用意し、片脚ずつ体重計にのせ左右の眼から入る情報を傾かせるその前後で、それぞれにかかる体重の変化を記録する。

もし、それぞれの体重計に変化があれば、重心が移動したことの証明であり、眼の高さの違いは姿勢バランスに影響しているといえる。

- ① 6cm×6cm×18cmの筒を2つ作り、それぞれの一方に風景の写真を張り付ける。(写真2) 片脚ずつを体重計に乗せ、風景がぶれないように2つをあわせ、もう一方からその風景を見る。
- ② 2つの筒を縦に5mmずらし(左を5mm上げる場合、右を5mm上げる場合)その後、頭蓋や身体全体の歪みが起こるかを観察する。(写真3)
- ③ 2つの筒をずらす前後で左右にかかる体重の変化をみる。
- ④ 筒をずらすことによっておこる対象物の角度は約1.5度である。(図1)



(写真2)



(写真3)

# 実験



$$\tan\theta = 5/180$$

$$= 0.2777777777 \dots$$

$$\text{角度}\theta = 1.5911402711946 \text{度}$$

$$= 1^\circ 35'28.1''$$



(図1)

## 結果

実験結果 (表1)

	左 5 mm 上げる		右 5 mm 上げる	
	左	右	左	右
R	-0.6	0.7	0.3	-0.1
T	0.4	-0.6	1	-1.2
S	-1.1	1	-3.6	3.7
Y	-1.7	1.3	1.5	-1.5
M	0.7	-0.8	-0.5	0.4
K	0.7	-1.4	1.9	-2.5
C	0.9	-1	1.1	-0.9
A	-1.2	1	-1.8	1.1
F	1.4	-1.6	-0.6	0.8
J	-1.1	0.9	0.9	-0.7
P	0.9	-1.3	-1.4	1
E	0.5	-1	1	-0.7
X	-1.1	0.8	-0.3	0.5
体重の 変化 (kg)				

実験結果集計より 13 人全てに体重の変化がみられた。これは、身体重心の変化であり、左右の眼の高さの違いは姿勢バランスに影響するといえる。

#### 4：考察・議論

であれば、顔面頭蓋の歪みによっておこる左右の眼の高さの違いは視覚情報としての入力に影響を与え、それは不適切な入力情報となり得るであろう。

そう考えると、眼からの立ち直り反射の定義自体が成り立たない。

では、カイロプラクティックでアジャストで理想的なアライメントになるために左右の眼の高さが違うことが原因であれば、その解決策としてKCSが行う姿勢調整テクニックの一つである左右の眼の高さを揃える視点視野調整テクニックの有効性は高いであろう。眼からの立ち直り反射も正常におこなわれ、理想的な立位姿勢を実現するであろう。

ここでKCSの姿勢調整テクニックである左右のめの高さを揃える視点視野調整テクニックの有効性を調べてみることにする。

#### ◎実験

左右の眼の高さの違う被験者 10 名に視点視野調整テクニックをおこない、その前後で頸部と体感の関節可動域を測定する。(表 2、3) もし可動域の増加や回旋域に対称性がおこれば、視点視野調整テクニックは理想的なアライメント(正しい姿勢)を実現することにおいて、有効であることも証明できる。

(表 2)

名前	頸部											
	屈曲		伸展		左側屈		右側屈		左回旋		右回旋	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
M	86	100	30	46	35	35	30	46	68	87	80	100
O	57	57	64	79	30	39	28	40	87	89	70	90
A	61	70	45	51	31	34	30	35	72	73	75	80
F	40	45	42	49	29	38	31	35	57	70	70	68
S	26	30	21	35	27	32	28	33	62	65	65	67
Y	76	81	68	69	48	52	50	51	48	62	60	62
K	55	58	59	58	32	45	40	51	85	87	76	85
T	60	61	42	51	23	42	40	50	71	72	66	80
H	50	55	38	45	33	47	40	45	33	66	60	64
K	58	60	47	55	32	38	41	49	66	80	69	79

数字は角度

(表 3)

名前	体幹											
	屈曲		伸展		左側屈		右側屈		左回旋		右回旋	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
M	92	114	14	25	13	22	15	25	106	124	124	140
O	145	159	83	83	28	34	32	43	80	117	112	109
A	88	93	20	31	31	30	32	31	63	90	70	88
F	113	142	11	29	18	26	15	27	97	112	111	133

S	90	98	33	35	15	18	20	21	78	96	91	104
Y	98	116	47	52	36	34	28	33	85	93	80	95
K	73	87	30	32	19	28	22	30	82	90	90	90
T	111	129	47	45	35	38	22	39	112	118	99	126
H	58	123	33	38	22	35	34	39	98	108	88	107
K	98	113	35	36	29	38	32	40	77	87	69	82

実験結果より 2 か所を除いて関節可動域は大きくなり対称性もとれているといえる。KCSの視点視野調整テクニックは有効であるといえる。

## 5：結論

カイロプラクティックではサブラクセーションをアジャストすると正しい姿勢になると思われているが、そうでない場合もある。そのひとつの原因が顔面頭蓋の歪みで起こる左右の眼の高さの違いがあげられる。

左右の眼の高さが違えば姿勢制御を行うために必要な視覚情報が不適切な入力になり、その入力によって起こる姿勢制御は歪みのある立位姿勢をつくることになる。

この改善の有効性高いものが、KCSの行う姿勢調整テクニックの一つである視点視野調整テクニックである。このテクニックは顔面頭蓋の歪みを調整し、眼の高さをそろえることができる。この調整を行うことで、左右の眼の高さの違いで理想的なアライメントにならない例を減少することができるであろう。

### 【謝辞】

本論文を作成するに当たり、指導教官のハンソ大学カイロプラクティック学部長の Jung 教授から、丁寧かつ熱心なご指導を賜りました。ここに感謝の意を表します。

### 【参考文献】

- 田中繁・高橋明 監訳：「モーターコントロール運動制御の理論から臨床実践へ」医歯薬出版株式会社
- 対馬栄輝 編集：「筋骨格系理学療法を見直す」、文光堂
- 藤原勝夫 編著：「姿勢制御の神経生理機構」、株式会社杏林書院