

学童期における鼻腔通気度と骨格形態の関連性

西村幸恵 細谷尚史 川鍋 仁 福井和徳

The Correlation between the Nasal Airway Resistance and the Craniofacial Morphology in Japanese Elementary School Children

Yukie NISHIMURA, Hisashi HOSOYA, Hitoshi KAWANABE and Kazunori FUKUI

The aim of this study was to investigate the effect of the skeletal disharmony based on nasal airway resistance in children by using rhinomanometry. Fourteen healthy children (age, 8-12 years) were selected from among the patients at the orthodontic department of the Ohu University hospital. None of the patients had nasal breathing problems or congenital diseases. All patients underwent lateral cephalography and were divided into two groups: skeletal Class I group (n=7) and skeletal Class III group (n=7). Nasal airway resistance was measured in both groups by using the HI-801 rhinomanometer (CHEST Co., Tokyo, Japan). The skeletal Class III group showed significantly higher nasal airway resistance than the skeletal Class I group. In conclusion, this result suggests that the affect of skeletal disharmony can be determined on the basis of nasal airway resistance in children. Thus, improving skeletal disharmony may help improve nasal airway resistance.

Key words : rhinomanometry, elementary school children

緒 言

近年、小児の睡眠時無呼吸症候群（以下、小児 OSAS）が問題視され、呼吸と顎顔面形態や歯列との関連性について多くの研究が行われている。小児 OSAS は、子供の多動に影響を与えるだけでなく、成長ホルモンにも影響を与えることが報告されており、早期の改善が望まれている。しかし、呼吸機能と顎顔面の成長との関連性は大いに考えられるものの未だ解明されていない¹⁾。

そこで我々は、不正咬合と鼻呼吸障害との関連性を明らかにするために学童期における骨格性 I 級と骨格性 III 級不正咬合患児の鼻腔通気度を計測

し、骨格的な差異と鼻腔通気度との関連性を定量的に評価することを目的とした。

材料ならびに方法

1. 対 象

被験者は、奥羽大学歯学部附属病院矯正歯科に来院した患児の中から、セファロ分析において骨格性 I 級の患児 7 名（平均年齢 9 歳 7 か月 ± 11 か月、以下 I 級群）、骨格性 III 級の患児 7 名（平均年齢 9 歳 6 か月 ± 11 か月、以下 III 級群）とした。被験者の選択基準は以下に示す。

- 1 : 鼻腔閉鎖や鼻炎などの鼻疾患がない。
- 2 : 矯正歯科治療の経験がない。

受付 : 平成 29 年 3 月 30 日, 受理 : 平成 29 年 6 月 6 日
奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野

Division of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics,
Department of Oral Growth and Development, Ohu
University School of Dentistry

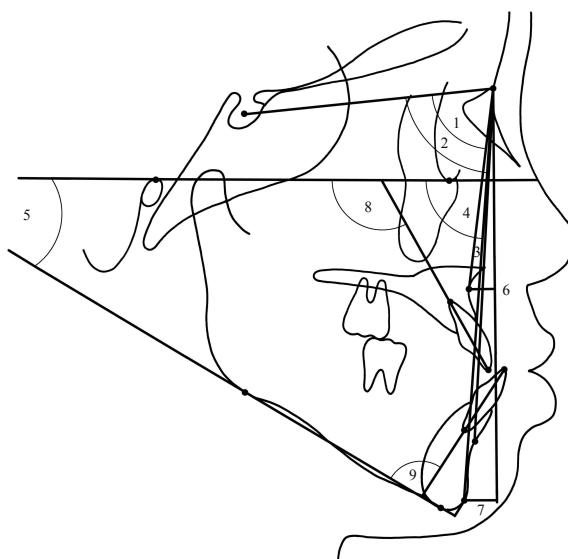


図1 計測項目

3：顎骨の偏位を認めない。

4：先天異常を認めない。

I 級群

1：ANB が 0° 以上 4° 未満である。

2：上下顎骨の前後的異常を認めない。

3：臼歯部が左右側とも Angle Class I である。

III 級群

1：ANB が -1° 以下である。

2：上顎骨は後方位，下顎骨は前後的異常を認めない。

3：臼歯部が左右側とも Angle Class III である。以上の条件を全て満たす者を選択した。

本研究は，奥羽大学倫理審査委員会の承認を受け（第77号），被験者および保護者に研究の目的および方法を説明，同意を得て行った。

2. 測定方法

1) 顎顔面形態計測

両群における骨格系，歯系評価には，初回検査時の側面頭部 X 線規格写真を用いた^{2,3)}（図1）。各項目について計測を3回行い，計測値として平均値を使用した。計測は全て筆頭著者が行った。

計測項目は以下の通りとした。

1； \angle SNA

2； \angle SNB

3； \angle ANB

4；Facial angle

5； \angle Mandibular plane to FH plane

6；A to McNamara's line

7；Pogonion to McNamara's line

8； \angle U1 to FH plane

9； \angle L1 to mandibular plane

2) 鼻腔通気度測定

鼻腔抵抗値の測定はマルチファンクショナルスパイロメータ HI-801（CHEST 社製）を用いて，測定していない側の前鼻孔から鼻腔後方圧を導出するアンテリオール法にて左右片側ずつ測定を行った（図2）。測定は全て著者が行った。両鼻腔抵抗は左右片側抵抗値よりオームの法則の計算式 $1/T=1/R+1/L$ （T：両側抵抗，R：右側抵抗，L：左側抵抗）に従って抵抗値を算出した（図3）。測定前は座位にて自然頭位を取らせ安静にするよう指示し，測定中は口唇を閉じ，鼻呼吸をするよう指示した。測定および評価は日本鼻科学会の鼻腔通気度測定法（Rhinomanometry）に関するガイドライン¹⁾に従い，100Pa 点の抵抗値を用いて算出した。



図2 マルチファンクショナルスパイロメータHI-801, 計測中

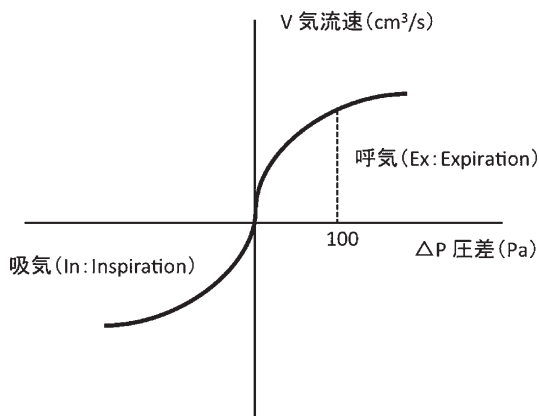


図3 圧-流量曲線

3. 統計学的分析

統計には、統計解析ソフトウェア (SPSS 19.0J, SPSS Inc, USA) を使用した。

(1) 計測時年齢の比較

群間における計測時年齢比較には、Mann-Whitney U-test を用いた。

(2) 側面頭部エックス線規格写真分析の比較

群間比較には Mann-Whitney U-test を用いた。

(3) 鼻腔通気度測定の比較

群間比較には Mann-Whitney U-test を用いた。

結果

(1) 側面頭部エックス線規格写真分析 (表1)

SNA 角が I 級群 $81.5 \pm 2.1^\circ$ 、III 級群 $75.4 \pm 1.4^\circ$ 、ANB 角が I 級群 $+3.2 \pm 0.8^\circ$ 、III 級群 $-2.9 \pm 1.5^\circ$ 、A to McNamara's line が I 級群 $+0.3 \pm 1.0\text{mm}$ 、III 級群 $-5.0 \pm 2.8\text{mm}$ 、L-1 to Mandibular plane が I 級群 $94.1 \pm 4.0^\circ$ 、III 級群 $81.8 \pm 5.5^\circ$ であり各項目において I 級群に対し III 級群が有意に小さい結果を示した ($p < 0.01$)。一方、SNB 角は I 級群 $78.2 \pm 1.8^\circ$ 、III 級群 $78.3 \pm 1.2^\circ$ で有意な差を認めなかった。

(2) 鼻腔抵抗値の比較 (表2)

各群の鼻腔抵抗値は I 級群：P(100)Ex $0.27 \pm 0.05 \text{ Pa/cm}^3/\text{sec}$ 、P(100)In $0.23 \pm 0.04 \text{ Pa/cm}^3/\text{sec}$ 、III 級群：P(100)Ex $0.40 \pm 0.14 \text{ Pa/cm}^3/\text{sec}$ 、P(100)In $0.35 \pm 0.11 \text{ Pa/cm}^3/\text{sec}$ であり、I 級群に比べ III 級群の鼻腔抵抗値が有意に大きい結果を示した ($p < 0.05$)。

考察

(1) 鼻腔通気度測定方法について

鼻腔通気度とは、呼吸の際に鼻腔を通過する気流速度と鼻腔前後の気圧差より、抵抗 = 気圧 / 流速より鼻腔の抵抗値を算出するものとされている。

(3)

表1 側面頭部エックス線規格写真分析結果

Measurements	Skeletal I n=7		Skeletal III n=7		I - III
	Mean	SD	Mean	SD	
Age (M)	115.7	11.2	114.7	11.7	NS
1; ∠ SNA (°)	81.5	2.1	75.4	1.4	**
2; ∠ SNB (°)	78.2	1.8	78.3	1.2	NS
3; ∠ ANB (°)	3.2	0.8	-2.9	1.5	**
4; Facial angle (°)	84.8	1.5	86.4	2.2	NS
5; ∠ Mandibular plane to FH plane (°)	25.4	3.4	25.7	3.3	NS
6; A to McNamara's line (mm)	0.3	1.0	-5.0	2.8	**
7; Pogonion to McNamara's line (mm)	-6.3	1.1	-4.0	3.4	NS
8; ∠ U1 to FH plane (°)	116.3	5.7	113.2	8.1	NS
9; ∠ L1 to mandibular plane (°)	94.1	4.0	81.8	5.5	**

M ; Month, * * p < 0.01 (Mann-Whitney U-test), NS ; Not Significant

表2 鼻腔抵抗値

		Skeletal I		Skeletal III		I - III
		Mean	SD	Mean	SD	
両鼻腔	P(100) Ex	0.27	0.05	0.40	0.14	*
	P(100) In	0.23	0.04	0.35	0.11	*

* p < 0.05 (Mann-Whitney U-test)

また、鼻腔通気度測定法は、被験者が自発的な安静時鼻呼吸をしている間に気流速度と鼻腔前後の気圧差を同時に測定し、抵抗=圧さ/流速の式により鼻腔抵抗値を算出する方法であり、国際的に標準な手法である。我々も、同様の方法にて計測を行った。

また、鼻腔抵抗値は姿勢⁴⁾や気温^{5,6)}、生理的状況⁷⁾により変化することが知られている。本研究では、計測によるこれらの影響を減らすため、全ての被験者を座位による自然頭位にて計測し、測定時の室温を一定にした^{5,6)}。さらに生理的現象の違いによる鼻腔通気度の影響を避けるため、計測前に被験者へ感冒症状の有無、アレルギー性鼻炎の有無、鼻中隔彎曲の有無や先天疾患の有無を確認して計測を行った。

(2) 骨格形態と鼻腔抵抗値の比較

側面頭部エックス線規格写真分析では、SNA角がI級群とIII級群との比較でIII級群が有意に小

さい値を呈した。また、McNamara's lineでもA点においてI級群と比較し、III級群では有意に小さい値を示した。したがって、本研究におけるIII級群は上顎骨が脳頭蓋底に対して後方位を呈し、下顎骨は標準値を示していた。

日本人正常成人の平均的な両側鼻腔抵抗値はアンテリオール法ではP(100)Inにおいて $\Delta P: 0.25 \pm 0.1 \text{ Pa/cm}^3/\text{sec}$ であるとされるが、小児の鼻腔抵抗参考値は未だ標準化されていない¹⁾。今回の研究において、I級群では、P(100)Ex $0.27 \pm 0.05 \text{ Pa/cm}^3/\text{sec}$ 、P(100)In $0.23 \pm 0.04 \text{ Pa/cm}^3/\text{sec}$ であり平均的な鼻腔抵抗値より低値であったが、III級群ではP(100)Ex $0.40 \pm 0.14 \text{ Pa/cm}^3/\text{sec}$ 、P(100)In $0.35 \pm 0.11 \text{ Pa/cm}^3/\text{sec}$ でI級群と比較して有意に小さかった ($p < 0.05$)。この要因として、上顎骨が小さく鼻呼吸が妨げられていることが関係すると示唆される。

上顎骨の劣成長を示すIII級群の発生について、MaXら⁸⁾は、上顎骨の劣成長の原因として遺伝的な要因、鼻疾患や外傷など環境的な要因としている。また、要因について鼻腔の解剖学的な形態から考えると、鼻腔を有する含気性上顎骨が小さいと鼻腔の体積は少なくなり、同時に呼吸による流量数も少ないことが考えられる。このことから、本研究ではI級群と比較して、III級群では上顎骨の劣成長により、鼻腔容積が縮小し、鼻腔抵抗値

が大きい値を示したものと示唆される。

中東ら⁹⁾は小児の標準的な鼻腔の体積を右側8.1±1.2cm³、左側8.6±1.4cm³で、成長によりその容積の増加がみられると報告している。上顎骨の劣成長を伴うⅢ級患者に対して、矯正治療では上顎骨の成長を前方や側方に成長させる顎整形法を適用している。Baratieriら¹⁰⁾は、上顎に急速拡大装置を用いて骨格的に側方拡大することで上気道が広がると報告している。また、Kaygisizら¹¹⁾は、上顎前方牽引装置により上顎骨が前方に大きくなるに従い鼻腔の容積が大きくなると報告している。したがって、今回の研究では上顎骨の劣成長を伴うⅢ級群において、鼻腔抵抗値の高値が示されており、この群に対し成長促進を行う事で、鼻腔通気度の改善が期待できると考えられる。

一方、中田ら¹²⁾は睡眠時無呼吸症候群（以下、OSAS）における鼻腔抵抗値と体位変化との関連性について調査し、鼻呼吸が困難な場合、口呼吸が発現し、さらに口呼吸があると舌根沈下が生じることでOSASが生じる可能性があるとして結論づけている。本研究結果で得られたⅢ級患者では鼻腔通気度が高値であったことから、Ⅲ級患者では上顎骨が小さく、鼻呼吸流量が少ないことを補償するために睡眠時には代償的に口で呼吸することが示唆される。その結果、小児OSASが生じる可能性が高いと考えられる。

本研究結果より、不正咬合の改善と同時に呼吸機能の早期回復や小児OSASの発現を抑制させるためにも早期の歯科矯正治療が有効であると考えられる。

結 論

本研究結果から、Ⅰ級群よりⅢ級群で鼻腔通気度抵抗値が高く、上顎骨の成長発育との関係が示唆された。したがって、Ⅲ級群において上顎の成長を矯正治療により促進することで鼻腔抵抗値が減少し、小児OSASの改善につながるものと期待される。

謝 辞

奥羽大学成長発育歯学講座歯科矯正学分野の医局員各位に感謝致します。

文 献

- 1) 内藤健晴, 宮崎総一郎, 野中 聡: 鼻腔通気度測定法 (Rhinomanometry) ガイドライン. 日本鼻科学会誌 **40**; 327-331 2001.
- 2) 飯塚哲夫, 石川富士郎: 頭部 X 線規格写真による症例分析法の基準値について 日本人成人男女正常咬合群. 日矯歯誌 **16**; 4-12 1957.
- 3) Miura, F., Inoue, N. and Suzuki, K.: Cephalometric standards for Japanese according to the Steiner analysis. *Am. J. Orthod.* **51**; 287-295 1965.
- 4) Hudgel, D. W. and Robertson, D. W.: Nasal resistance during wakefulness and sleep in normal man. *Acta Otolaryngol.* **24**; 130-135 1984.
- 5) Cole, P., Forsyth, R. and Haight, J. S.: Effects of cold air and exercise on nasal patency. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.* **24**; 196-198 1983.
- 6) 佐野 肇: 大気環境変化と鼻腔通気度—環境調整装置を用いた寒冷負荷による検討—. 日鼻咽会報 **95**; 1785-1799 1893.
- 7) Ohki, M. and Hasegawa, M.: Studies of transnasal pressure and airflow values in a Japanese population. *Rhinology.* **24**; 277-282 1986.
- 8) MaX, Forte, A. J., Berlin, N. L., Alonso, N. *et al*: Reduced three-dimensional nasal airway volume in treacher collins syndrome and its association with craniofacial morphology. *Plast. Reconstr. Surg.* **135**; 885e-894e 2015.
- 9) 中東和彦: 正常人における鼻腔容積の研究—MRIによる計測. 昭医会誌 **53**; 494-500 1993.
- 10) Baratieri, C., Alves, M. Jr., de Souza, M. M. *et al*: Does rapid maxillary expansion have long-term effects on airway dimensions and breathing? *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.* **140**; 146-156 2011.
- 11) Kaygisiz, E., Tuncer, B. B., Yüksel, S. *et al*: Effects of maxillary protraction and fixed appliance therapy on the pharyngeal airway. *Angle Orthod.* **79**; 660-667 2009.
- 12) 中田誠一, 川野和弘, 大木幹文, 他: 睡眠時無呼吸症候群における鼻腔抵抗値の体位変化. 日本鼻科学会誌 **43**; 391-395 2004.

著者への連絡先: 西村幸恵, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部成長発育歯学講座歯科矯正学分野

Reprint requests: Yukie NISHIMURA, Division of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, Department of Oral Growth and Development, Ohu University School of Dentistry
31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan